



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ**  
**ΕΝΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ**  
**ΣΥΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ**  
**ΠΑΙΔΙΩΝ ΗΛΙΚΙΑΣ 10-14 ΧΡΟΝΩΝ**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΑΔΗ**

**2015**





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΑΓΩΓΗΣ**

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΠΙΚΥΡΩΣΗ**  
**ΕΝΟΣ ΔΟΚΙΜΙΟΥ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΤΗΣ**  
**ΣΥΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ**  
**ΠΑΙΔΙΩΝ ΗΛΙΚΙΑΣ 10-14 ΧΡΟΝΩΝ**

**ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ**

*Διατριβή η οποία υποβλήθηκε προς απόκτηση διδακτορικού  
τίτλου σπουδών στο Πανεπιστήμιο Κύπρου*

**Μάιος 2015**

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ

© Κυριακή Κωνσταντίδη, 2015

# ΣΕΛΙΔΑ ΕΓΚΥΡΟΤΗΤΑΣ

**Υποψήφια Διδάκτορας:** Κυριακή Κωνσταντινίδη

**Τίτλος Διατριβής:** Ανάπτυξη και ερευνητική επικύρωση ενός δοκιμίου αξιολόγησης της συστημικής σκέψης παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων

*Η παρούσα Διδακτορική Διατριβή εκπονήθηκε στο πλαίσιο των σπουδών για απόκτηση Διδακτορικού Διπλώματος στο **Τμήμα Επιστημών της Αγωγής** και εγκρίθηκε στις 6 Μαΐου 2015 από τα μέλη της **Εξεταστικής Επιτροπής**.*

## **Εξεταστική Επιτροπή**

**Ερευνητικός  
Σύμβουλος**

Κωνσταντίνος Π. Κωνσταντίνου, Καθηγητής,  
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

## **Πρόεδρος Επιτροπής**

Ζαχαρίας Ζαχαρία, Αναπληρωτής Καθηγητής,  
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

## **Μέλος Επιτροπής**

Μιχάλης Μιχαηλίδης, Λέκτορας,  
Τμήμα Ψυχολογίας, Πανεπιστήμιο Κύπρου

## **Μέλος Επιτροπής**

Κώστας Κορφιάτης, Επίκουρος Καθηγητής,  
Τμήμα Επιστημών της Αγωγής,  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

## **Μέλος Επιτροπής**

Δημήτρης Κολιόπουλος, Καθηγητής,  
Τμήμα Επιστημών της Εκπαίδευσης και Αγωγής  
στην Προσχολική Ηλικία, Πανεπιστήμιο Πατρών



## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΥΠΟΨΗΦΙΟΥ ΔΙΔΑΚΤΟΡΑ

Η παρούσα διατριβή υποβάλλεται προς συμπλήρωση των απαιτήσεων για απονομή Διδακτορικού Τίτλου του Πανεπιστημίου Κύπρου. Είναι προϊόν πρωτότυπης εργασίας αποκλειστικά δικής μου, εκτός των περιπτώσεων που ρητώς αναφέρονται μέσω βιβλιογραφικών αναφορών, σημειώσεων ή και άλλων δηλώσεων.

.....[Όνοματεπώνυμο]

.....[Υπογραφή]





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συστημική σκέψη είναι μια δεξιότητα σκέψης, η οποία επιτρέπει σε ένα άτομο να ορίσει ένα σύστημα μέσα από τα στοιχεία που το αποτελούν και τα αναδύμενα φαινόμενά του, και να αναγνωρίσει αλληλεπιδράσεις και ροές που συμβαίνουν μέσα στο σύστημα. Εφόσον ο κόσμος μας αποτελείται από συστήματα και υποσυστήματα, η συστημική σκέψη είναι απαραίτητη δεξιότητα για την κατανόησή του, αλλά και για τη λήψη κατάλληλων αποφάσεων σε προβληματικές καταστάσεις.

Η ανάπτυξη της συστημικής σκέψης μέσα από ειδικά σχεδιασμένα εκπαιδευτικά προγράμματα (ειδικά στο συγκείμενο των Φυσικών Επιστημών που βρίθει συστημάτων), αλλά και η ανάπτυξη επικυρωμένων οργάνων μέτρησης της αποτελεσματικότητας τέτοιων παρεμβατικών προγραμμάτων είναι εξαιρετικής σημασίας.

Η επιστημονική βιβλιογραφία έχει να παρουσιάσει μεγάλο αριθμό μεθοδικών προσπαθειών ανάπτυξης οργάνων μέτρησης γνώσεων, στάσεων και δεξιοτήτων. Ειδικά όμως για τη συστημική σκέψη, ελάχιστα έχουν γίνει προς αυτή την κατεύθυνση, ιδιαίτερα όσον αφορά παιδιά ηλικίας 10-14 χρόνων. Η παρούσα έρευνα στοχεύει στην ανάπτυξη ενός επικυρωμένου οργάνου μέτρησης της συστημικής σκέψης των παιδιών, ενός δοκιμίου πολλαπλής επιλογής, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση στη διαδικασία ανάπτυξής του.

Συγκεκριμένα, εισηγείται μια κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία, κατά την οποία λαμβάνεται ανατροφοδότηση από όλους τους εμπλεκόμενους φορείς (βιβλιογραφία, ειδικούς στο θέμα, εκπαιδευτικούς, αλλά και ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα από τα παιδιά), η οποία οδηγεί κάθε φορά σε τροποποίηση του εννοιολογικού και λειτουργικού ορισμού της συστημικής σκέψης. Στο πρώτο στάδιο διατυπώθηκε ο σκοπός του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης (ΔοΣΣ) και στο δεύτερο στάδιο διατυπώθηκαν οι προδιαγραφές του. Στο τρίτο στάδιο, η ανάπτυξη του ορισμού της συστημικής σκέψης και των έργων για τη μέτρησή της έγινε μέσα από δύο κύκλους ανάπτυξης. Κάθε κύκλος περιελάμβανε διάφορες φάσεις ανάπτυξης (5 φάσεις για τον πρώτο και 6 φάσεις για τον δεύτερο κύκλο). Μετά από κάθε φάση, τα αποτελέσματα των ποιοτικών ή ποσοτικών αναλύσεων, μαζί με την ανασκόπηση της τρέχουσας βιβλιογραφίας, οδηγούσαν σε τροποποίηση των έργων του ΔοΣΣ, αλλά και, ενδεχομένως, στον ορισμό της συστημικής σκέψης. Με αυτό τον τρόπο, ενισχύθηκαν τα διάφορα είδη εγκυρότητας του δοκιμίου και η αξιοπιστία του. Στο τέταρτο στάδιο έγινε η συναρμολόγηση του δοκιμίου και ο έλεγχος της δομικής εγκυρότητας του μέσα από την Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση και ο έλεγχος της ποιότητας των έργων με παράλληλη παραγωγή ενιαίας κλίμακας έργων και υποκειμένων μέσα από αναλύσεις με βάση τις αρχές της Classical Test Theory (CTT) και το μοντέλο Rasch.

Τα αποτελέσματα της έρευνας επιβεβαίωσαν την προτεινόμενη δομή του εννοιολογικού ορισμού της συστημικής σκέψης, καθώς και την ικανότητα του ΔοΣΣ να μετρά τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων.

Πέρα από τη μεθοδολογική της σημασία, η παρούσα έρευνα έχει και εκπαιδευτική σημασία, γιατί τα «προϊόντα» της, η δομή της συστημικής σκέψης και το ΔοΣΣ αναμένεται να αξιοποιηθούν, το πρώτο ως οδηγός για τη διατύπωση στόχων και δραστηριοτήτων για την ανάπτυξη παρεμβατικών προγραμμάτων πρόωξης της συστημικής σκέψης, ενώ το δεύτερο ως εργαλείο αξιολόγησης της αποτελεσματικότητάς τους.

## ABSTRACT

Systems thinking is the thinking skill that allows someone to define a system through its essential components and its emergent phenomena, and to identify the interactions and flows that take place within the system. Since the world around us consists of systems and subsystems, systems thinking is essential, not only in understanding its structure and behavior, but also in decision making situations.

Promoting both, carefully designed curricula for the development of systems thinking (especially in the context of Physical Sciences that is replete with systems), and validated instruments to evaluate their efficiency is extremely important.

Scientific literature provides a great number of attempts to create validate instruments measuring knowledge, attitudes and skills. Nevertheless, little has been done in the direction of systems thinking, especially for children aged 10-14 years old. The present study aims at developing a validated instrument in the form of a multiple-choice test, for measuring children's systems thinking, emphasizing the importance of methodology procedures followed in order to validate the instrument.

More specifically, it presents a cyclic and iterative procedure, during which all parts (literature, experts, qualitative and quantitative data collected from the students) contribute in continually modifying the conceptual and operational definition of systems thinking.

The development of the Systems Thinking Assessment (STA) was carried out in four stages. In the first stage, the aim of the STA was formulated and in the second stage its specifications were formulated. In the third stage, the development of the conceptual definition of systems thinking and the test's items was conducted in two cycles of development. Each cycle consisted of several phases (5-6 for each cycle). At the end of each phase, the results of the quantitative or qualitative data, along with the current literature review, guided the modification of the items and occasionally the systems thinking definition. In this way, the validity and reliability of the test were supported. At the fourth and final stage of the STA development, the test was assembled and analyses were carried out to verify its construct validity through Confirmatory Factor Analysis and to assess the quality of the items and to produce a scale for both items and subjects through analysis based on Classical Test Theory (CTT) and Rasch model.

The results of the research confirmed both the suggested structure of the conceptual definition of systems thinking and the STA's ability to measure systems thinking of students aged 10-14 years old.

Besides its methodological value, the present study exhibits educational value, since its products, the suggested structure of systems thinking and the STA, can be used, the first one as a guide in formulating the aims and the activities of a systems thinking based curriculum, and the second as a tool for evaluating the effectiveness of such curricula.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Διεκπεραιώνοντας τις απαιτήσεις της παρούσας διδακτορικής διατριβής κατάλαβα το νόημα της έννοιας «εκπόνηση» εργασίας. Στη διαδικασία εκπόνησης της παρούσας εργασίας δεν ήμουν μόνη μου. Ευτυχώς για μένα είχα κοντά μου οδηγούς και συμπαραστάτες τους σύμβουλους καθηγητές μου, αλλά και την οικογένεια και τους φίλους μου που με στήριξαν στην προσπάθειά μου.

Πρώτα πρώτα, θέλω να ευχαριστήσω τον σύμβουλο καθηγητή μου, Κώστα Κωνσταντίνου, το άτομο που με ενέπνευσε και ενθάρρυνε να ακολουθήσω την ειδίκευση στη Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Η καθοδήγησή του και η στήριξή του κατά τη διάρκεια των σπουδών μου γενικά, αλλά και κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής ήταν πολύτιμη. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Μιχάλη Μιχαηλίδη, το άτομο που με ενδιαφέρον, οποιαδήποτε στιγμή της μέρας, πρόσφερε τις συμβουλές και τη βοήθειά του σε σχέση κυρίως με τις στατιστικές αναλύσεις της έρευνας.

Ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και στα υπόλοιπα μέλη της επιτροπής μου, Ζαχαρία Ζαχαρία, Κώστα Κορφιάτη και Δημήτρη Κολιόπουλο, για την εποικοδομητική ανατροφοδότησή τους για την ποιότητα της έρευνάς μου. Ευχαριστώ επίσης τους φίλους εκπαιδευτικούς που συνέβαλαν στη χορήγηση του δοκιμίου στις διάφορες φάσεις εξέλιξής του.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στους φίλους μου, Χριστιάνα Νικολάου, Νίκη Καλυφόματου, Αντώνη Κτωρή και Νίκη Τσαγγάρη, για την ανάγνωση και διόρθωση του κειμένου της εργασίας, αλλά κυρίως για την ηθική συμπαράσταση και για το γεγονός ότι ήταν πάντα εκεί, όσο μακριά κι αν ήταν, έτοιμοι να μου φτιάξουν τη διάθεση.

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τους καινούριους φίλους που απέκτησα κατά τη συγγραφή της εργασίας μου στο Vintage Café που ήταν ο χώρος που με φιλοξενούσε τις περισσότερες ώρες της μέρας και που πλέον αποκαλώ «το δεύτερό μου σπίτι».

Το μεγαλύτερο ευχαριστώ χρωστώ στον σύζυγό μου και στους γονείς μας, στον αδελφό μου και στα παιδιά μου. Χωρίς την κατανόηση και την συμπαράστασή τους, αυτή η εργασία δε θα ήταν δυνατό να ολοκληρωθεί. Ο σύζυγός μου, Ανδρέας, ήταν πάντα εκεί, ειδικά στις δύσκολες στιγμές μου, να με βοηθήσει και να με ενθαρρύνει. Είναι το άτομο που πρώτο μάθαινε τις δυσκολίες που αντιμετώπιζα και με υπομονή με στήριζε και άντεχε

τα όποια σκαμπανεβάσματα της διάθεσής μου. Οι γονείς μας και ο αδελφός μου, όσο απασχολημένοι κι αν ήταν οι ίδιοι, ήταν πάντα πρόθυμοι να φροντίσουν και να ψυχαγωγήσουν τα παιδιά μας τις ώρες που εγώ ήμουν απομονωμένη δουλεύοντας στην εργασία μου. Τα παιδιά μου, ο Μάριος, η Μαρίνα και ο Άγγελος, ήταν η κινητήρια δύναμή μου. Παρά τις συνεχείς τους υπενθυμίσεις ότι δεν περνούσαμε αρκετό χρόνο μαζί, περίμεναν υπομονετικά την ολοκλήρωσή της. Με το πέρας της διατριβής, υπόσχομαι να αναπληρώσω όλο το χρόνο που στερηθήκαμε. Στην ερώτησή τους «Γιατί δεν τα παρατάς;» η απάντησή μου ήταν «Ποτέ δεν εγκαταλείπουμε τους στόχους μας!». Η εργασία αυτή ήταν ένα μάθημα ζωής, όχι μόνο για μένα, αλλά ελπίζω και για τα παιδιά μου.

Στον Ανδρέα, τον Μάριο, τη Μαρίνα και τον Άγγελο

ΤΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>iv</b>
<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	<b>v</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>1</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ</b> .....	<b>5</b>
2.1. <i>Φυσικές Επιστήμες και Συστήματα</i> .....	5
2.2. <i>Συστήματα και Συστημική Σκέψη</i> .....	8
2.2.1. «System dynamics» VS «Systems Thinking» .....	8
2.2.2. Συστήματα και τα χαρακτηριστικά τους .....	10
2.2.3. Η Συστημική Σκέψη ως δεξιότητα σκέψης .....	14
2.2.4. Διδακτικά προγράμματα για την ανάπτυξη της Συστημικής Σκέψης.....	24
2.2.5. Μέτρηση της Συστημικής Σκέψης .....	28
2.2.5.1. Όργανα μέτρησης για αξιολόγηση συγκεκριμένου παρεμβατικού προγράμματος .....	28
2.2.5.2. Εργαλεία αξιολόγησης της συστημικής σκέψης ανεξάρτητα από διδακτικό υλικό.....	38
2.2.5.3. Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης. ....	44
2.3. <i>Η Αξιολόγηση στην Εκπαίδευση</i> .....	47
2.3.1. Το δοκίμιο ως μέσο αξιολόγησης.....	49
2.3.2. Το δοκίμιο ως μέσο αξιολόγησης στις Φυσικές Επιστήμες .....	50
2.3.3. Μεθοδολογικά στοιχεία ανάπτυξης δοκιμίων .....	51
2.3.3.1. Αξιοπιστία και εγκυρότητα.....	52
2.3.3.2. Κλίμακα (Scale) και Μονοδιαστατότητα (Unidimensionality) .....	55
2.3.3.3. Ανάλυση έργων (Item analysis) .....	56
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ</b> .....	<b>58</b>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ</b> .....	<b>61</b>
4.1. <i>Στάδιο 1: Διατύπωση του σκοπού ανάπτυξης του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης</i> .....	65
4.2. <i>Στάδιο 2: Διατύπωση προδιαγραφών</i> .....	65
4.3. <i>Στάδιο 3: Ανάπτυξη και επικύρωση έργων</i> .....	66
4.3.1. Ορισμός της Συστημικής Σκέψης (αρχικός καθορισμός των πτυχών της).....	67
4.3.2. Πρώτος κύκλος επικύρωσης.....	71
Φάση 1: Ανάπτυξη των πρώτων έργων και χορήγησή τους σε μικρό αριθμό μαθητών.....	73
Φάση 2: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου και όψεως από ειδικούς επιστήμονες .....	78
Φάση 3: Έλεγχος εγκυρότητας όψεως από εκπαιδευτικούς.....	80
Φάση 4: Χορήγηση του ΔοΣΣ σε μικρό αριθμό μαθητών (pilot) .....	82
Φάση 5: Χορήγηση του δοκιμίου σε μεγάλο αριθμό μαθητών .....	85
Φάση 6: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου και όψεως από ειδικούς.....	100
4.3.3. Δεύτερος κύκλος επικύρωσης .....	105
Φάση 1: Χορήγηση σε μικρό αριθμό μαθητών (pre-pilot) .....	107
Φάση 2: Συνεντεύξεις από μαθητές .....	116
Φάση 3: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου του ΔοΣΣ από ειδικούς .....	125
Φάση 4: Έλεγχος εγκυρότητας όψεως από εκπαιδευτικούς.....	135
Φάση 5: Χορήγηση του ΔοΣΣ σε μικρό αριθμό μαθητών (pilot) - Έλεγχος εγκυρότητας κριτηρίου .....	136
Φάση 6: Χορήγηση του δοκιμίου σε μεγάλο αριθμό μαθητών .....	143
4.4. <i>Στάδιο 4: Συναρμολόγηση έργων του ΔοΣΣ και στατιστικοί έλεγχοι για απάντηση των ερωτημάτων της έρευνας</i> .....	159

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>163</b>
<i>ΕΡΩΤΗΜΑ 1: Το τελικό προϊόν της έρευνας (δοκίμιο και κλίμακα) μπορεί να μετρήσει τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων; (Λειτουργικός ορισμός της συστημικής σκέψης).....</i>	<i>163</i>
<i>ΕΡΩΤΗΜΑ 2: Το θεωρητικό μοντέλο για τη συστημική σκέψη, πάνω στο οποίο στηρίζεται η έρευνα, μπορεί να υποστηρικτεί από τα ερευνητικά δεδομένα και αναλύσεις; (Εννοιολογικός ορισμός της συστημικής σκέψης.) .....</i>	<i>168</i>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>179</b>
7.1. <i>Πτυχές Συστημικής Σκέψης.....</i>	<i>181</i>
7.2. <i>Περιγραφή ΔοΣΣ .....</i>	<i>184</i>
7.3. <i>Εγκυρότητα ΔοΣΣ.....</i>	<i>186</i>
7.4. <i>Αξιοπιστία ΔοΣΣ.....</i>	<i>190</i>
7.5. <i>Ανάλυση έργων ΔοΣΣ .....</i>	<i>190</i>
7.6. <i>Κλίμακα ΔοΣΣ.....</i>	<i>191</i>
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>	<b>193</b>
7.1. <i>Επιστημονική συμβολή της έρευνας .....</i>	<i>194</i>
7.2. <i>Εκπαιδευτικές προεκτάσεις .....</i>	<i>194</i>
7.3. <i>Περιορισμοί της έρευνας.....</i>	<i>195</i>
7.4. <i>Μελλοντική έρευνα .....</i>	<i>196</i>
<b>Βιβλιογραφικές αναφορές.....</b>	<b>198</b>
<b>Παράρτημα .....</b>	<b>210</b>



## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 1. Απεικόνιση των συνιστωσών της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες.....	6
Διάγραμμα 2. Πορεία Ανάπτυξης του ΔοΣΣ .....	64
Διάγραμμα 3. Κωδικοποίηση έργων .....	72
Διάγραμμα 4. Κατανομή απαντήσεων ανά έργο (Pre-pilot, πρώτος κύκλος).....	74
Διάγραμμα 5. Δείκτης δυσκολίας ανά έργο (pre-pilot, πρώτος κύκλος).....	74
Διάγραμμα 6. Κατανομή των απαντήσεων ανά έργο (Φάση 5 - Α΄ κύκλος ανάπτυξης).....	92
Διάγραμμα 7. Τα έργα ως προς την επιλογή δύο απαντήσεων ή καμίας απάντησης (Φάση 5 - Α΄ κύκλος) .....	94
Διάγραμμα 8. Κλίμακα βαθμού δυσκολίας των 52 έργων και της ικανότητας των μαθητών (πρώτος κύκλος ανάπτυξης).....	96
Διάγραμμα 9. Δείκτης δυσκολίας των έργων του ΔοΣΣ (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης) .....	108
Διάγραμμα 10. Δείκτης διάκρισης των έργων του ΔοΣΣ (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης) .....	109
Διάγραμμα 11. Συχνότητα απαντήσεων ανά ερώτηση (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης).....	111
Διάγραμμα 12. Δείκτες δυσκολίας και διάκρισης για τα έργα (Β΄ κύκλος - Φάση 5).....	139
Διάγραμμα 13. Συχνότητα απαντήσεων στα έργα (Β΄ Κύκλος - Φάση 5).....	140
Διάγραμμα 14. Βαθμός δυσκολίας έργων για μια Ε΄ τάξη δημοτικού που αφαιρέθηκε από το δείγμα.....	147
Διάγραμμα 15. Βαθμός δυσκολίας έργων για μια Στ΄ τάξη δημοτικού που αφαιρέθηκε από το δείγμα.....	148
Διάγραμμα 16. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Α΄ τάξης γυμνασίου που αφαιρέθηκε από το δείγμα.....	148
Διάγραμμα 17. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Β΄ τάξης γυμνασίου που αφαιρέθηκε από το δείγμα.....	148
Διάγραμμα 18. Βαθμός δυσκολίας έργων για τα 403 υποκείμενα.....	148
Διάγραμμα 19. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Ε΄ τάξης δημοτικού ....	149
Διάγραμμα 20. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Στ΄ τάξης δημοτικού...	149
Διάγραμμα 21. Βαθμός δυσκολίας των έργων για τους μαθητές μιας Α΄ τάξης γυμνασίου .....	149
Διάγραμμα 22. Βαθμός δυσκολίας των έργων για τους μαθητές μιας Β΄ τάξης γυμνασίου .....	149
Διάγραμμα 23. Κλίμακα υποκειμένων και 41 έργων.....	155
Διάγραμμα 24. Κλίμακα υποκειμένων και 29 έργων.....	165
Διάγραμμα 25. Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1) .....	169
Διάγραμμα 26. Πολυπαραγοντικό μοντέλο (τέσσερις παράγοντες - συσχετισμένοι).....	169
Διάγραμμα 27. Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης .....	170

## ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1. Οι πτυχές της συστημικής σκέψης όπως εντοπίζονται από διάφορους ερευνητές.....	23
Πίνακας 2. Όργανα αξιολόγησης των δεξιοτήτων της Συστημικής Σκέψης.....	32
Πίνακας 3. Συνοπτικός πίνακας της σύγχρονης έρευνας για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης.....	46
Πίνακας 4. Ορισμός της συστημικής σκέψης και το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων.....	70
Πίνακας 5. Συνολικός αριθμός έργων κάθε πτυχής ανά φάση στον Α΄ κύκλο ανάπτυξης.....	71
Πίνακας 6. Διαχείριση έργων μετά την pre-pilot φάση του πρώτου κύκλου ανάπτυξης... ..	76
Πίνακας 7. Διαχείριση έργων μετά την ανατροφοδότηση των εκπαιδευτικών του πρώτου κύκλου ανάπτυξης.....	81
Πίνακας 8. Ανάλυση δεδομένων πιλοτικής χορήγησης πρώτου κύκλου και διαχείριση έργων.....	84
Πίνακας 9. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων.....	86
Πίνακας 10. Κατανομή των έργων ως προς τη διατύπωσή τους.....	89
Πίνακας 11. Οι στατιστικές τιμές για τα 52 έργα του ΔοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες.....	97
Πίνακας 12. Αναθεωρημένος ορισμός της συστημικής σκέψης (στο τέλος του πρώτου κύκλου) και το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων.....	103
Πίνακας 13. Τελικά αποτελέσματα Α΄ κύκλου και Διαχείριση έργων.....	104
Πίνακας 14. Συνολικός αριθμός έργων κάθε πτυχής ανά φάση στον Β΄ κύκλο ανάπτυξης.....	106
Πίνακας 15. Αποτελέσματα ανάλυσης των έργων με δείκτες CTT και Διαχείριση έργων (Β΄ Κύκλος - Φάση 1).....	112
Πίνακας 16. Αναθεωρημένος ορισμός της ΣΣ (μετά το pre-pilot του δεύτερου κύκλου).....	115
Πίνακας 17. Παράδειγμα ανάλυσης 1ου επιπέδου έργου που τροποποιήθηκε (Κύκλος Β΄ - Φάση 2).....	117
Πίνακας 18. Παράδειγμα ανάλυσης 1ου επιπέδου έργου που διαγράφηκε (Κύκλος Β΄ - Φάση 2).....	119
Πίνακας 19. Κριτήρια αναθεώρησης έργων και διαχείρισή τους (Κύκλος Β΄ - Φάση 2α).....	123
Πίνακας 20. Κριτήρια αναθεώρησης έργων και διαχείρισή τους (Κύκλος Β΄ - Φάση 2β).....	124
Πίνακας 21. Ανατροφοδότηση από ειδικούς για τα έργα του ΔοΣΣ (Β΄ Κύκλος - Φάση 3α).....	129
Πίνακας 22. Αλλαγές στο λειτουργικό ορισμό της Συστημικής Σκέψης (ΣΣ) και στα έργα του ΔοΣΣ μετά τη χορήγηση του δοκιμίου στους ειδικούς (Φάση 3α).....	132
Πίνακας 23. Αποτελέσματα ανάλυσης των έργων με δείκτες CTT (Β΄ Κύκλος - Φάση 5).....	141
Πίνακας 24. Συσχέτιση επίδοσης στο ΔοΣΣ με την επίδοση στα Μαθηματικά και τα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική.....	143
Πίνακας 25. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων (Κύκλος Β΄).....	145
Πίνακας 26. Αριθμός δοκιμίων που συμπληρώθηκαν και Αριθμός δοκιμίων που υπολογίστηκαν στις αναλύσεις ανά σχολείο και τάξη.....	150
Πίνακας 27. Έργα με χαμηλό δείκτη Point biserial.....	151
Πίνακας 28. Τιμές Mean Infit mean square για τα 41 έργα.....	154
Πίνακας 29. Οι στατιστικές τιμές για τα 41 έργα του ΔοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες.....	156
Πίνακας 30. Τιμές με βάση τις αρχές Rasch και CTT για κάθε έργο της Φάσης 6 του Β΄ κύκλου.....	158

Πίνακας 31. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων στο τελικό ΔοΣΣ.....	162
Πίνακας 32. Δείκτης Mean Infit mean square για τα 29 έργα .....	163
Πίνακας 33. Οι στατιστικές τιμές για 29 έργα του ΔοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες.....	166
Πίνακας 34. Έργα με τιμές infit t και outfit t εκτός του εύρους $\pm 2$ .....	167
Πίνακας 35. Αξιολόγηση της κανονικότητας του δείγματος .....	171
Πίνακας 36. Συσχετίσεις ανάμεσα στις 10 πτυχές της συστημικής σκέψης - Pearson Correlation (N=403).....	172
Πίνακας 37. Δείκτες Model fit για όλα τα μοντέλα που εξετάστηκαν.....	173
Πίνακας 38. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) - Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1).....	175
Πίνακας 39. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) – Πολυπαραγοντικό μοντέλο (τέσσερις παράγοντες - συσχετισμένοι) .....	176
Πίνακας 40. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) - Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης.....	177
Πίνακας 41. Κατηγορίες και πτυχές του γνωρίσματος Συστημική Σκέψη .....	182
Πίνακας 42. Αναθεωρημένος συνοπτικός πίνακας πτυχών της συστημικής σκέψης και ερευνητών.....	183
Πίνακας 43. Είδη συστημάτων και μορφή διατύπωσης έργων τελικού ΔοΣΣ .....	185



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι απαιτήσεις της σύγχρονης εποχής, ο ρυθμός ανάπτυξης της πληροφορίας και των τεχνολογιών και η ανάγκη λήψης σημαντικών αποφάσεων για την επίλυση προβλημάτων που αφορούν το εκπαιδευτικό, πολιτικό, οικονομικό, κοινωνικό και φυσικό περιβάλλον, κάνουν ακόμα πιο σημαντικό το ρόλο της εκπαίδευσης και ιδιαίτερα τη διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες. Η εκπαίδευση γενικά έχει ως σκοπό την ολόπλευρη ανάπτυξη των ατόμων, ενώ η διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες ειδικά έχει ως σκοπό την ανάπτυξη επιστημονικά εγγράμματων (scientifically literate) ατόμων. Συγκεκριμένα, η μάθηση και διδασκαλία στις Φυσικές Επιστήμες περιλαμβάνει έξι κατηγορίες επιδιώξεων: την απόκτηση ποικιλίας εμπειριών, την καλλιέργεια θετικών στάσεων απέναντι στη μάθηση και στην επιστήμη, την ανάπτυξη εννοιολογικής κατανόησης, την ανάπτυξη επιστημολογικής επάρκειας, την απόκτηση πρακτικών και επιστημονικών δεξιοτήτων, και την καλλιέργεια δεξιοτήτων συλλογισμού (Constantinide, Kalyfommatou & Constantinou, 2001).

Πολλά από τα ζητήματα που απασχολούν όχι μόνο τους επιστήμονες, αλλά πιθανότατα όλους τους ανθρώπους, σχετίζονται με τη μελέτη πολύπλοκων συστημάτων. Παραδείγματα τέτοιων ζητημάτων είναι η κατανόηση των επιδράσεων της συνεχούς εισβολής διαφορετικών βακτηρίων και ιών στο αμυντικό σύστημα ενός οργανισμού ή η κατανόηση των παραγόντων που προκαλούν την κυκλοφοριακή συμφόρηση σε μια πόλη και των πιθανών λύσεων που μπορεί να δοθούν.

Πολλοί εκπαιδευτικοί πιστεύουν ότι η συστημική σκέψη είναι η απάντηση στην πρόκληση της προετοιμασίας των μαθητών, ώστε να είναι ικανοί να κατανοούν την πολυπλοκότητα των φαινομένων που ως πολίτες θα κληθούν να αντιμετωπίσουν (π.χ. Odum, 1994, Capra, 1997). Η λήψη κατάλληλων αποφάσεων για την επίλυση των πολύπλοκων προβλημάτων με τα οποία έρχεται σε επαφή καθημερινά κάθε άτομο προϋποθέτει την κατανόηση της λειτουργίας του κόσμου ως ενός συστήματος που αποτελείται από υποσυστήματα (Jacobson & Wilensky, 2006, Lesh, 2006).

Η συστημική σκέψη μπορεί, σύμφωνα με τον Richmond (1994) να προσφέρει «έναν τρόπο σκέψης, δράσης και ύπαρξης που μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους να πετύχουν καλύτερη ζωή και ένα πιο υποσχόμενο μακροπρόθεσμο μέλλον». Εξάλλου, ο Senge (1990) και άλλοι μελετητές (π.χ. O'Connor & Mcdermott, 1997, Waring, 1996, Forrester, 1996) ισχυρίζονται ότι τα άτομα που σκέφτονται συστημικά είναι ικανά να αλλάξουν τα

νοητικά τους μοντέλα, να ελέγξουν τον τρόπο σκέψης τους και να χειριστούν καταστάσεις λύσης προβλήματος, δείχνοντας έτσι την τεράστια σημασία της συστημικής σκέψης στην εκπαίδευση.

Διαφαίνεται έτσι η ανάγκη των ατόμων σε μια σύγχρονη κοινωνία για ανάπτυξη της συστημικής σκέψης. Η έμφαση που δίνεται τα τελευταία χρόνια στην κατανόηση και διαχείριση συστημάτων διαφαίνεται από την πληθώρα ερευνών που παρουσιάζονται στην επιστημονική βιβλιογραφία, η οποία μάλιστα εμπίπτει σε ποικιλία περιοχών (βλέπε Kainz & Ossimitz, 2002, Forrester, 1991, 1994b, Aronson, 1997, Sterman, 2000, van Geert, 2004, Demetriou, 2004).

Η βιβλιογραφία παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία ως προς τον ορισμό της συστημικής σκέψης (βλέπε Richmond, 1994· Sterman, 1994, 2002· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Stave and Hopper, 2008· Senge, 1990· Hight, 1995· System Dynamics Group, M.I.T., 1994· Barry, 1997· Forrester, 1997· Thier & Knott, 1992· Sheehy, Wylie, McGuinness & Orchard, 2000· Gudovitch & Orion, 2001· Hill & Redden, 1985· Chandler & Boutilier, 1992· Booth Sweeney, 2001· Hmelo, Holton & Kolodner, 2000· Wylie, Sheehy, McGuinness & Orchard, 1998· Espago, 1994· Plate & Monroe, 2014). Κάθε σχολή ασχολείται με διαφορετικές έννοιες, από την ικανότητα του ατόμου να συμπεραίνει μοτίβα συμπεριφοράς και να εντοπίζει κυκλικές σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος (π.χ. Richmond, 1993), μέχρι την αντίληψη της συστημικής σκέψης ως γνωστικού αντικειμένου που σχετίζεται με τη μάθηση σε οργανωτικά θέματα, ώστε το άτομο να μπορεί να αντιμετωπίζει τις καταστάσεις ως ολότητες κι όχι αποσπασματικά εστιάζοντας μεμονωμένες πτυχές (π.χ. Senge, 1990).

Οι Φυσικές Επιστήμες αποτελούν σημαντικό πλαίσιο για την ανάπτυξη των απαραίτητων δεξιοτήτων χειρισμού πληροφοριών και λήψης απόφασης, εφόσον από τη μια βρῖθουν συστημάτων και από την άλλη, ανάμεσα στους στόχους της διδασκαλίας και μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες είναι η καλλιέργεια δεξιοτήτων συλλογισμού, που περιλαμβάνουν, ανάμεσα σε άλλες, τη συστημική σκέψη. Ενώ τα πολύπλοκα συστήματα αποτελούν ουσιαστικό στόχο της Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες, τα περισσότερα σχολικά βιβλία αποτυγχάνουν να βοηθήσουν τους μαθητές να αναπτύξουν συστηματική (systemic) και ενοποιημένη (integrated) κατανόηση των πολύπλοκων φαινομένων, ερμηνεύοντας ουσιαστικά τη μάθηση ως ένα σύνολο γεγονότων (Liu & Hmelo-Silver, 2009). Η αναγνώριση της σημασίας των πολύπλοκων συστημάτων, καθώς και της ανικανότητας των σύγχρονων εκπαιδευτικών μεθόδων να συμβάλουν στην κατανόησή τους, έγινε το επίκεντρο εκτεταμένης έρευνας τα τελευταία χρόνια, εξετάζοντας

πολύπλοκα φυσικά και τεχνολογικά συστήματα και την ικανότητα των μαθητών να τα χειριστούν (Sabelli, 2006).

Παρόλ' αυτά, η εκπαίδευση που αφορά σύνθετα συστήματα συχνά αγνοεί τα φαινόμενα τα ίδια, δίνοντας μεγαλύτερη σημασία στην απομνημόνευση των στοιχείων του συστήματος (American Association for the Advancement of Science, 1993). Συνεπώς, οι περισσότεροι άνθρωποι αντιλαμβάνονται τα σύνθετα συστήματα ως απλή συλλογή στοιχείων με μικρή ως καθόλου κατανόηση για το πώς το σύστημα λειτουργεί (Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2004; Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004).

Γενικά, υπάρχει η πεποίθηση ότι η διδασκαλία που στηρίζεται στις αρχές της συστημικής σκέψης (systems-oriented instruction) συμβάλλει στη βελτίωση της ικανότητας των μαθητών να κατανοήσουν πολύπλοκα συστήματα, γι' αυτό και η χρήση της συστημικής σκέψης και των δυναμικών συστημάτων στην εκπαίδευση αυξάνεται με γοργούς ρυθμούς. Στα πλαίσια της δημοτικής και μέσης εκπαίδευσης, εντοπίζονται στη βιβλιογραφία από τη μια αρκετές προσπάθειες ανάπτυξης μεμονωμένων δραστηριοτήτων για την ανάπτυξη κάποιων πτυχών της συστημικής σκέψης (π.χ. Wylie et al., 1998; Sheehy et al., 2000, Jensen & Brehmer, 2003; Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005), κι από την άλλη ελάχιστες προσπάθειες συστηματικής ανάπτυξης δομημένου διδακτικού υλικού (βλέπε Thier & Knott, 1992; System Dynamics Group, M.I.T., 1994).

Παρά το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη προσπάθεια ένταξης στην εκπαίδευση προγραμμάτων σχεδιασμένων να προωθούν τη συστημική σκέψη, λίγα είναι τα δεδομένα ή οι έρευνες που μπορούν να στηρίξουν την πίστη εκπαιδευτικών και συμβούλων για την αποτελεσματικότητά τους. Αυτό οφείλεται σε δύο ενδεχόμενα: είτε τα ίδια τα προγράμματα πραγματικά δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά, είτε δεν υπάρχουν εκείνα τα μέσα/εργαλεία να πείσουν για την αποτελεσματικότητά τους.

Στα πλαίσια της προσπάθειας μέτρησης της συστημικής σκέψης ανήκουν οι προσπάθειες των Klieme και Maichle (1991, 1994) (όπως αναφέρονται στον Ossimitz, 2000), Ossimitz (1994, 1996, 2000), Booth Sweeney και Sterman (2000), Jensen και Brehmer (2003), Hmelo-Silver και Green Pfeffer (2004), Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) και Riess και Mischo (2009). Η έρευνα των πιο πάνω σχετίζεται με τη συλλογή ποιοτικών ή ποσοτικών δεδομένων και αφορά νεαρούς ενήλικες ή μαθητές δευτεροβάθμιας ή πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης. Εξάλλου, οι περισσότερες από τις υφιστάμενες προσπάθειες αποτελούν μετρήσεις μεμονωμένων πτυχών της συστημικής σκέψης μέσα από όργανα που δεν έχουν ακολουθήσει διαδικασίες επικύρωσης. Δεν υπάρχει ένα ενιαίο επικυρωμένο

όργανο μέτρησης της συστημικής σκέψης για μαθητές κατώτερης και μέσης εκπαίδευσης, το οποίο να μπορεί να παρέχει αντικειμενικά και συγκρίσιμα αποτελέσματα.

Τα παραπάνω καθιστούν τη διασαφήνιση του ορισμού της συστημικής σκέψης, την ανάπτυξη διδακτικού υλικού για την καλλιέργειά της, καθώς και την ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησής της ιδιαίτερα σημαντική.

Στην παρούσα εργασία, στόχος είναι να ανταποκριθούμε στις ανάγκες παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων (μαθητές των ανώτερων τάξεων της δημοτικής εκπαίδευσης και των κατώτερων τάξεων της μέσης εκπαίδευσης). Γι' αυτό και η προσπάθεια εννοιολογικού και λειτουργικού ορισμού της συστημικής σκέψης αφορά τον συγκεκριμένο πληθυσμό. Ο εννοιολογικός ορισμός της συστημικής σκέψης μπορεί να αξιοποιηθεί ως οδηγός για τη διατύπωση των στόχων ενός διδακτικού υλικού που θα σχεδιαστεί για να προωθεί τη συστημική σκέψη. Ο λειτουργικός ορισμός της συστημικής σκέψης περιλαμβάνει ένα επικυρωμένο όργανο και μια κλίμακα μέτρησης της συγκεκριμένης δεξιότητας. Το συγκεκριμένο όργανο αναμένεται να αξιοποιείται στην αρχή ή στο τέλος ενός προγράμματος ανάπτυξης της συστημικής σκέψης για αξιολόγηση της αποτελεσματικότητάς του.

Ένα όργανο θεωρείται επικυρωμένο όταν σχεδιάζεται με βάση συγκεκριμένη θεωρία και (α) οι έλεγχοι εγκυρότητας είναι επαρκείς, και (β) τα έργα καταδεικνύονται μέσα από την στατιστική ανάλυση των δεδομένων να παρέχουν αξιόπιστη μέτρηση στη βάση κάποιου αποδεκτού μοντέλου μέτρησης. Για τη διασφάλιση των πιο πάνω, η παρούσα έρευνα έχει ως αφετηρία την υιοθέτηση ενός αρχικού (εννοιολογικού και λειτουργικού) ορισμού της συστημικής σκέψης για παιδιά ηλικίας 10-14 χρόνων, και στη συνέχεια εφαρμόζει μια κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία επικύρωσης, κατά την οποία τα δεδομένα που λαμβάνονται κάθε φορά τροφοδοτούν και τροποποιούν τον συγκεκριμένο ορισμό.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑΣ

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζεται αρχικά η σχέση των συστημάτων και της συστημικής σκέψης με τις Φυσικές Επιστήμες. Στη συνέχεια παρατίθενται οι σημαντικότερες διαστάσεις που σχετίζονται με τα συστήματα και τη συστημική σκέψη καθώς και προσπάθειες που εντοπίζονται στη βιβλιογραφία σε σχέση με την ανάπτυξη και μέτρηση της συστημικής σκέψης. Τέλος, αναφέρονται οι βασικές αρχές και σύγχρονες τάσεις αξιολόγησης στην εκπαίδευση.

### *2.1. Φυσικές Επιστήμες και Συστήματα*

Το συγκείμενο των Φυσικών Επιστημών βρίθκει συστημάτων που είναι άμεσα συνδεδεμένα με τις εμπειρίες των ατόμων, γεγονός που επιτρέπει και ευνοεί την αξιοποίησή του για τη μελέτη και μέτρηση της σύνθετης δεξιότητας της συστημικής σκέψης. Ο Fuchs (1998) υποστηρίζει ότι μέσα από τις Φυσικές Επιστήμες (και τη συστημική δομή τους) μπορεί να καλλιεργηθεί η συστημική σκέψη των ατόμων και να εφαρμοστεί και σε άλλα γνωστικά πεδία.

Η μελέτη των σχέσεων των δυναμικών συστημάτων, σύμφωνα με τον Bar-Yam (1997), οδηγεί στην ενοποίηση τόσο των Φυσικών Επιστημών (χημείας, βιολογίας, φυσικής), όσο και των Κοινωνικών Επιστημών (ψυχολογίας, κοινωνιολογίας, οικονομολογίας, ανθρωπολογίας). Παρόμοια, οι Goldstone και Wilensky (2008) υποστηρίζουν ότι η διδασκαλία για κατανόηση επιστημονικών φαινομένων υπό την ομπρέλα των αρχών των συστημάτων (δηλαδή με τη μεταφορά γενικών αρχών των συστημάτων από μια γνωστική περιοχή σε άλλη) είναι, εκτός από επιστημονικά, και παιδαγωγικά, μεγάλης σημασίας. Μια τέτοια προσέγγιση συμβάλλει στην ανάπτυξη των δεξιοτήτων σκέψης, αλλά και στην ανάπτυξη των γνωστικών δομών. Μια τέτοια προσέγγιση παρέχει οργανωτικά πλαίσια, μέσα στα οποία οι μαθητές αντιλαμβάνονται τις σχέσεις των στοιχείων και τη συνέπεια ανάμεσα στα διάφορα επιστημονικά πεδία. Την πεποίθηση αυτή αναφέρει νωρίτερα και ο Jacobson (2000), σύμφωνα με τον οποίο οι έννοιες που σχετίζονται με σύνθετα συστήματα μπορούν να λειτουργήσουν ως ενοποιητικές διεπιστημονικές έννοιες, που είναι σημαντικές στην κατανόηση διαθεματικών αντιλήψεων στις φυσικές και κοινωνικές επιστήμες.

Γενικά, η διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες αρχίζει τα τελευταία χρόνια να επαναπροσδιορίζει τους στόχους της. Μέχρι πρόσφατα, βασικός στόχος της διδασκαλίας

στις Φυσικές Επιστήμες ήταν η εκμάθηση του περιεχομένου των τελευταίων θεωριών, όπως αυτές προέκυψαν μέσα από τη δουλειά γνωστών επιστημόνων. Σήμερα όμως, αντιλαμβανόμαστε διαφορετικά το ρόλο που μπορεί να διαδραματίσει η επιστήμη κατά τη διαδικασία της μάθησης. Στόχος της διδασκαλίας των μαθημάτων των Φυσικών Επιστημών δεν είναι η προετοιμασία μελλοντικών επιστημόνων, αλλά η προετοιμασία μελλοντικών πολιτών.

Η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες μπορεί να αναλυθεί σε έξι βασικές συνιστώσες: την επιστημολογική επάρκεια, την εννοιολογική κατανόηση, τις δεξιότητες συλλογισμού, τις στάσεις, τις εμπειρίες και τις πρακτικές και επιστημονικές δεξιότητες (Constantinide et al., 2001) (Διάγραμμα 1).



Διάγραμμα 1. Απεικόνιση των συνιστωσών της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες

Πρώτα-πρώτα, επιδιώκεται η εννοιολογική κατανόηση, ώστε να είναι δυνατή η κατανόηση των φυσικών φαινομένων με τα οποία έρχεται σε επαφή ένα άτομο. Συνυφασμένη με την εννοιολογική κατανόηση είναι η απόκτηση εμπειριών, η οποία αποτελεί τη βάση για την ανάπτυξη εννοιών (π.χ. Wellington, 1994). Επίσης, η μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες επιδιώκει την ανάπτυξη επιστημολογικής επάρκειας, δηλαδή της νοητικής αναπαράστασης της δομής και της οργάνωσης της επιστημονικής γνώσης (Nature of Science - NOS) (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000), η οποία συμβάλλει στην αποφυγή της αποσπασματικοποίησής της. Σε αυτή την κατηγορία εμπίπτει η δεξιότητα της μοντελοποίησης με την οποία αναπτύσσονται μοντέλα για την κατανόηση και πρόβλεψη της συμπεριφοράς συστημάτων. Εξάλλου, η απόκτηση θετικών στάσεων απέναντι στην επιστήμη δίνει κίνητρα στους μαθητές για δέσμευση με τη μαθησιακή διαδικασία, ενώ, παράλληλα, η ανάπτυξη επιστημονικών δεξιοτήτων που παρέχουν τις στρατηγικές για λειτουργική χρήση της εννοιολογικής κατανόησης των ατόμων κρίνεται απαραίτητη για την ανάλυση και κατανόηση καθημερινών φαινομένων. Τέτοιες δεξιότητες είναι η παρατήρηση, η ταξινόμηση, η πρόβλεψη, η μέτρηση, ο πειραματισμός

(Duggan & Gott, 1995; Gott & Duggan, 1996). Τεράστιας σημασίας είναι επίσης και η ανάπτυξη των δεξιοτήτων συλλογισμού, οι οποίες είναι απαραίτητες για την κριτική αξιολόγηση δεδομένων σε καταστάσεις λήψης απόφασης και αποτελούν πολύπλοκες νοητικές διεργασίες (Adey & Shayer, 1994). Τέτοιες δεξιότητες είναι η διερεύνηση, η αναλογική σκέψη, η τυπική λογική σκέψη, η δεξιότητα της βελτιστοποίησης, η αιτιακή και η συστημική σκέψη (Constantinide et al., 2001).

Σύμφωνα με τα *Next Generation Science Standards – NGSS* (Achieve, 2013), επειδή ο κόσμος είναι εξαιρετικά μεγάλος και πολύπλοκος για να μελετηθεί και να γίνει κατανοητός μεμιάς, οι επιστήμονες και οι μαθητές ορίζουν μικρά κομμάτια του προς εξερεύνηση. Αυτά τα κομμάτια ονομάζονται «συστήματα». Ως τέτοια ορίζονται τα οργανωμένα σύνολα από αλληλεπιδρώντα στοιχεία που συγκροτούν μια ολότητα. Τα συστήματα μπορεί να αποτελούνται, ενδεικτικά, από οργανισμούς, μηχανές, θεμελιώδη σωματίδια, γαλαξίες, ιδέες ή αριθμούς.

Στα επίπεδα που προτείνονται, εντοπίζονται διαθεματικές έννοιες (“cross-cutting concepts”) που σχετίζονται άμεσα με τη συστημική σκέψη, ενώ μία από αυτές αναφέρεται ρητά ως «συστήματα και μοντέλα συστημάτων» (“systems and systems models”). Συγκεκριμένα, εντοπίζονται επτά διαθεματικές έννοιες που βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν ένα πλαίσιο διασύνδεσης της γνώσης από διαφορετικές θεματικές περιοχές σε μία συνεπή και επιστημονική θεώρηση του κόσμου: α) Μοτίβα (Patterns), β) Αιτίες και Αποτελέσματα (Cause and effect), γ) Κλίμακα, Αναλογία και Ποσότητα (Scale, Proportion and Quantity), δ) Συστήματα και Μοντέλα συστημάτων (Systems and System models), ε) Ενέργεια και Ύλη (Energy and Matter), στ) Οργάνωση και Λειτουργία (Structure and Function) και ζ) Σταθερότητα και Αλλαγή (Stability and Change) (National Research Council-NRC, 2012). Όλες αυτές οι έννοιες σχετίζονται άμεσα με τη συστημική σκέψη και την καθιστούν ως σημαντική και ενοποιό δεξιότητα για τη μελέτη σχεδόν οποιουδήποτε φαινομένου στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες, και κατά συνέπεια συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση του κόσμου. Για παράδειγμα, στο πεδίο των Φυσικών Επιστημών (Physical Sciences) περιλαμβάνεται η βασική ιδέα (core idea) «Διατήρηση της ενέργειας και μεταφορά ενέργειας». Στις Βιοεπιστήμες (Life sciences) περιλαμβάνονται οι «Σχέσεις αλληλεξάρτησης στα οικοσυστήματα», στις Επιστήμες Γης και Διαστήματος (Earth and Space Sciences) περιλαμβάνονται τα «Γήινα υλικά και συστήματα», ενώ στη Μηχανική, Τεχνολογία και Εφαρμογές της Επιστήμης (Engineering, Technology and Applications of Science) περιλαμβάνεται η «Ανάπτυξη πιθανών λύσεων».

Τα πιο πάνω καταδεικνύουν την άρρηκτη σχέση που υπάρχει ανάμεσα στη μελέτη πολύπλοκων συστημάτων και στη διδασκαλία και μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, καθώς και τις προοπτικές για προώθηση της έρευνας και εφαρμογής συνδυάζοντας τα δύο μέρη.

## 2.2. Συστήματα και Συστημική Σκέψη

Η φράση «χρειάζεται ένα ολόκληρο χωριό για να μεγαλώσει ένα παιδί» χαρακτηρίζει, σύμφωνα με τον Sterman (2002), τη συστημική προοπτική των πραγμάτων. Καθημερινά, οι άνθρωποι ασκούν έλεγχο πάνω σε δυναμικά συστήματα – και αντίστροφα, όπως μια εταιρεία, η οικονομία μιας χώρας, η υπερθέρμανση του πλανήτη ή ακόμα και οι διαπροσωπικές σχέσεις.

Η μέχρι τώρα έρευνα γύρω από τα συστήματα προέρχεται από πολλούς χώρους, όπως τη διοίκηση επιχειρήσεων (βλέπε Sterman, 2002), τα μαθηματικά και τη φυσική (π.χ. Kainz & Ossimitz, 2002· Hill & Redden, 1985· Garigliano, 1975), τη ψυχολογία (π.χ. van Geert, 2004· Demetriou, 2004), την οικολογία-βιολογία (π.χ. Gudovitch & Orion, 2001, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Riess & Mischo, 2009· Hogan, 2000· White, 1997· Stephens & Hess, 1999· Sheehy et al., 2000). Για παράδειγμα, στο χώρο της διοίκησης επιχειρήσεων τα άτομα ασχολούνται με συστήματα όπως η οικονομία μιας χώρας και πώς αυτή επηρεάζεται με την εισαγωγή ξένων κεφαλαίων (Sterman, 1994, 2002), στο χώρο της ψυχολογίας, ερευνητές ασχολούνται με τη γνωστική ανάπτυξη μέσα από το πρίσμα της θεωρίας των δυναμικών συστημάτων (van Geert, 2004), και στην οικολογία επιδιώκεται η μελέτη των οικοσυστημάτων και οι επιδράσεις των ενεργειών του ανθρώπου σε αυτά, όπως η αλλαγή στο γενετικό υλικό των φυτών ή οι επιπτώσεις της εισαγωγής ξένων ειδών σε ένα οικοσύστημα (Stephens & Hess, 1999).

### 2.2.1. «System dynamics» VS «Systems Thinking»

Οι Cabrera, Colosi and Lobdell (2008) πολύ εύστοχα περιγράφουν τη συστημική σκέψη ως ένα ασαφές, ασυνεπές, διεπιστημονικό (multidisciplinary) κράμα λογικής (logic), μεθόδων, φιλοσοφιών και προοπτικών. Ο Sterman (2002), περιγράφει τη συστημική σκέψη ως ένα ευρύ χώρο ο οποίος είναι ταυτόχρονα επιστήμη, μηχανική, εφαρμοσμένα μαθηματικά, κοινωνική επιστήμη, φιλοσοφία και συμβουλευτική επιστήμη, ενώ θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί ως μια κοσμοθεωρία, ένα paradigm, όπως το εισηγείται ο Thomas Kuhn (1962).

Το ευρύ πεδίο μελέτης των συστημάτων και της συστημικής σκέψης είναι γνωστό στην επιστημονική κοινότητα ως *system dynamics*, με ιδρυτή τον Jay Forrester (1961). Η

συστημική σκέψη ως *system dynamics* στηρίζεται στη θεωρία ελέγχου (control theory) και στη μοντέρνα θεωρία της μη γραμμικής δυναμικής (nonlinear dynamics).

Ο όρος *systems thinking* παρουσιάζεται για πρώτη φορά από την Ellen Mandinach (1989), η οποία φαίνεται να τον εξισώσει με το όρο *system dynamics*. Ο Forrester (1994a), όμως, διαφοροποιεί τους δύο όρους, δίνοντας πρώτα έξι βήματα, τα «system dynamic steps», για να μεταβεί κάποιος από τα συμπτώματα στη λύση ενός προβλήματος, με πρώτο βήμα την «Περιγραφή του Συστήματος» και τελευταίο την «Εφαρμογή αλλαγών στις πολιτικές (policies) και στη δομή». Μια από τις πολλές διαδικασίες (procedures) που είναι χρήσιμες για το πρώτο βήμα είναι και η συστημική σκέψη («systems thinking»). Γράφοντας επικριτικά για τη συστημική σκέψη, αναφέρει ότι είναι μόλις κάτι περισσότερο από την σκέψη ή τη συζήτηση για συστήματα και την αναγνώριση ότι είναι σημαντικά, αναγνωρίζοντας όμως ότι «ανοίγουν την πόρτα» για την αυστηρή μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων. Παρόλ' αυτά, ο όρος *systems thinking* χρησιμοποιείται σήμερα από πολλούς ερευνητές που θα εντάσσονταν στους ερευνητές των *system dynamics*. Για παράδειγμα, ο Richmond (1994), ορίζοντας τη συστημική σκέψη με τον τρόπο που την ορίζει<sup>1</sup>, θεωρεί ότι αποκτώντας κάποιος γνώσεις γύρω από τη μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων, εξ' ορισμού αποκτά και δεξιότητες σκέψης, ενώ η εμπειρική μέτρηση των δεξιοτήτων συστημικής σκέψης ανάγεται στη μέτρηση των δεξιοτήτων μοντελοποίησης δυναμικών συστημάτων.

Ο Sterman (2002) εντοπίζει δύο τάσεις στη μέχρι τώρα έρευνα των *system dynamics*. Στη μια πλευρά βρίσκεται η τεχνική πτυχή, στην οποία αξιοποιούνται τα μαθηματικά για την παραγωγή μη γραμμικών μοντέλων για πολύπλοκα συστήματα, όπως φυσικά ή βιολογικά και απευθύνεται σε άτομα με τεχνικό υπόβαθρο. Σε αυτή την πτυχή οι Goldstone και Wilensky (2008) εντοπίζουν δύο κατηγορίες ερευνών: από τη μια είναι οι έρευνες που εστιάζουν σε τυπικές εξισώσεις που συνοψίζουν ένα φυσικό φαινόμενο, όπως είναι η εφαρμογή διαφορικών εξισώσεων σε πληθυσμούς θηρευτή-θηράματος σε σχέση με το χρόνο (π.χ. Lotka, 1925), και από την άλλη οι έρευνες που επιδιώκουν τη δόμηση υπολογιστικών μοντέλων που όταν τρέχουν, παράγουν σημαντικές πτυχές της συμπεριφοράς φυσικών συστημάτων (agent-based modeling, ABM, π.χ. Epstein & Axtell, 1996). Από την άλλη, χωρίς τη χρήση των μαθηματικών, υπάρχουν πολλές πραγματείες που παρουσιάζουν τις έννοιες της συστημικής σκέψης, όπως αυτή του Senge (1990), και απευθύνονται σε μεγαλύτερη μερίδα του πληθυσμού χωρίς τεχνικό υπόβαθρο.

---

<sup>1</sup> Ο ορισμός που δίνει ο Richmond παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο 2.2.3. Η Συστημική Σκέψη ως δεξιότητα σκέψης.

Κρίνοντας τη διπολική αυτή αντιμετώπιση της συστημικής σκέψης, ο Sterman (2002) υποστηρίζει ότι οι διαχωριστικές γραμμές ανάμεσα στους μελετητές των συστημάτων είναι σημαντικό να αρθούν, έστω και αν ασχολούνται με αυτές άτομα διαφορετικών επιστημονικών ειδικοτήτων, είτε προέρχονται από τις θετικές είτε τις κοινωνικές επιστήμες. Υποστηρίζει επίσης ότι θα έπρεπε να υπάρχει σύγκλιση ανάμεσα στις ιδέες των ερευνητών των συστημάτων και τις δράσεις των ατόμων που καθορίζουν πολιτική. Από εκπαιδευτική προοπτική, για να είναι χρήσιμη η συστημική σκέψη πρέπει να είναι προσβάσιμη στο μεγαλύτερο μέρος των ερευνητών, μαθητών, φοιτητών και ατόμων που καθορίζουν πολιτική. Παρά την πεποίθηση πολλών ερευνητών (παρόμοια με τον Sterman, 2002) ότι πρέπει οι δύο τάσεις να ενοποιηθούν, όταν η έρευνα αφορά μαθητές κατώτερης και μέσης εκπαίδευσης δεν μπορεί να γίνει υπό το πρίσμα της τεχνικής πτυχής των system dynamics.

Η παρούσα έρευνα και η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας ιδιαίτερα, εστιάζει στη μελέτη των συστημάτων και της συστημικής σκέψης υπό το πρίσμα απλών εννοιών που τα χαρακτηρίζουν, εφόσον αφορά μαθητές κατώτερης και μέσης εκπαίδευσης (ηλικίας 10-14 χρόνων), οι οποίοι δεν έχουν το τεχνικό υπόβαθρο για να κατανοήσουν τα μαθηματικά πίσω από τη λειτουργία των συστημάτων.

### 2.2.2. Συστήματα και τα χαρακτηριστικά τους

Παρά το γεγονός ότι η έρευνα γύρω από τα συστήματα προέρχεται από πολλά διαφορετικά γνωστικά πεδία, παρέχοντας ποικίλους ορισμούς-καταλόγους χαρακτηριστικών που τα ορίζουν, είναι δυνατό να εξαχθούν συγκεκριμένα κοινά χαρακτηριστικά.

Γενική παραδοχή όλων των μελετητών είναι πως *το σύστημα αποτελεί μία ολότητα που διατηρεί την ύπαρξή του μέσα από την αλληλεπίδραση των στοιχείων του* (Mandinach, 1989· O'Connor & McDermott, 1997· Penner, 2000· Booth Sweeney, 2001· Sterman, 1994, 2002· Chandler & Boutilier, 1992· White, 1997, 2000· Sheehy et al., 2000· Bellinger, 2004, Shallcross & O'Loan, 1997).

Ένα βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων είναι ότι κάθε σύστημα αποτελείται από άλλα συστήματα και το ίδιο αποτελεί στοιχείο μεγαλύτερου συστήματος (Goldstone & Wilensky, 2008· Ossimitz, 2001· Stephens & Hess, 1999· Achieve, 2013), δίνοντας *ιεραρχίες συστημάτων*. Για παράδειγμα, το αυτοκίνητο περιλαμβάνει το σύστημα της μηχανής, και το ίδιο το αυτοκίνητο αποτελεί στοιχείο ενός πιο σύνθετου συστήματος, του συστήματος συγκοινωνιών. Παρόμοια, ενώ το κυκλοφορικό σύστημα μπορεί να θεωρηθεί

και ως υποσύστημα του ανθρώπινου σώματος, μπορεί να θεωρηθεί και μόνο του ως ολόκληρο σύστημα.

Όλοι οι ερευνητές που ασχολούνται με το θέμα αναγνωρίζουν ότι οι σχέσεις με τις οποίες συνδέονται τα στοιχεία ενός συστήματος είναι *αιτιακές* και, σύμφωνα με τον Bellinger (2004), σε αυτές οφείλει την ύπαρξή του κάθε σύστημα. Όταν αναφερόμαστε σε αιτιακές σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία ενός συστήματος, εννοούμε ότι η συμπεριφορά ενός στοιχείου οδηγεί στην αλλαγή στη συμπεριφορά και των υπόλοιπων στοιχείων.

Οι ερευνητές αναγνωρίζουν επίσης την *ανάδραση* (feedback loops) ως βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων (Goldstone & Wilensky, 2008· Sterman, 2002· Booth Sweeney, 2001· Chandler & Boutilier, 1992· Hill & Redden, 1985). Ο Forrester (1997) εισηγείται ότι η ανάδραση είναι η ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στα συστήματα και τα υπόλοιπα αντικείμενα. Με τον όρο ανάδραση εννοείται η επίδραση που έχει η δραστηριότητα ενός στοιχείου στη δραστηριότητα ενός άλλου στοιχείου του ίδιου συστήματος, και τελικά σε όλα τα στοιχεία (περιλαμβανομένου του πρώτου στοιχείου) (Booth Sweeney, 2001). Η ανάδραση δείχνει ότι μέρος του συστήματος που είναι σε δεδομένη στιγμή το αποτέλεσμα (εξερχόμενα), αργότερα, αποτελεί για το σύστημα τα δεδομένα (εισερχόμενα) (Booth Sweeney, 2001· Chandler & Boutilier, 1992· Hill & Redden, 1985). Για παράδειγμα, σε ένα δασικό σύστημα, η αύξηση του αριθμού των θηρευτών μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του αριθμού των θηραμάτων, τα οποία με τη σειρά τους θα οδηγήσουν σε μείωση του αριθμού των θηρευτών λόγω έλλειψης τροφής.

Μέσα από τις σχέσεις ανάδρασης διατηρεί το σύστημα τη σταθερότητά του. Με την έννοια σταθερότητα εννοείται η *δυναμική ισορροπία* του συστήματος. Η δυναμικότητα του συστήματος στηρίζεται στις *αλλαγές που παθαίνει με την πάροδο του χρόνου*. Παρόλ' αυτά, οι αλλαγές που συμβαίνουν οδηγούν πάλι σε ισορροπία, όχι απαραίτητα στο ίδιο επίπεδο. Οι ερευνητές των συστημάτων ερμηνεύουν τη δυναμική ισορροπία ως το αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης δύο κυκλικών σχέσεων (αναδράσεων): η μία ανάδραση ενισχύει τη συμπεριφορά του συστήματος (reinforcing loop), ενώ η άλλη την εξισορροπεί (balancing loop). Ο Sterman (2000) αναφέρει συγκεκριμένα το παράδειγμα με τις κότες σε ένα κοτέτσι που ο αριθμός τους μένει συνήθως σταθερός. Αν κάποιος σκεφτεί ότι οι κότες, ακόμα και με ένα μόνο κόκορα στο κοτέτσι, γεννούν μεγάλο αριθμό αβγών καθημερινά, θα έπρεπε ο αριθμός τους να αυξάνεται συνεχώς (reinforcing loop). Αν όμως το κοτέτσι βρίσκεται δίπλα από ένα αυτοκινητόδρομο, αυξάνονται οι πιθανότητες οι κότες να διασταυρώνουν το δρόμο, με αποτέλεσμα να μειώνονται (balancing loop), διατηρώντας έτσι τον αριθμό τους σταθερό.

Ο ίδιος ο Αριστοτέλης είχε πει τη φράση «το όλο είναι μεγαλύτερο από το άθροισμα των μερών του», το νόημα της οποίας σήμερα αναγνωρίζεται ως βασικό χαρακτηριστικό των συστημάτων. Πολλοί ερευνητές αναφέρουν πως η ανάλυση ενός συστήματος στα μέρη του, για να απλοποιηθεί η μελέτη του, μπορεί να οδηγήσει σε ανάπτυξη ατελούς κατανόησης (Goldstone & Wilensky, 2008· Chandler & Boutilier, 1992· Wilensky & Resnick, 1999· Penner, 2000· Holland, 1998· Kauffman, 1993). Όπως εντοπίζεται και στα Next Generation Science Standards – NGSS (Achieve, 2013), από την αμοιβαία αλληλεπίδραση των μερών του συστήματος, προκύπτουν χαρακτηριστικά που δεν μπορούν να εντοπιστούν σε κανένα από τα μέρη χωριστά. Τα χαρακτηριστικά αυτά εντοπίζονται στη βιβλιογραφία ως *αναδυόμενα χαρακτηριστικά* (emergent phenomena). Ένα παράδειγμα συστήματος, στο οποίο είναι εμφανής η διαφορετική συμπεριφορά του συστήματος από τα μέρη του, είναι το νερό και τα στοιχεία που το αποτελούν, το υδρογόνο και το οξυγόνο.

Σύμφωνα με τον Sterman (2002), μία άλλη βασική έννοια της συστημικής σκέψης είναι τα *αποθέματα και οι ροές* (stocks and flows). Με τον όρο *αποθέματα* εννοούνται οι ποσότητες στις οποίες βρίσκονται τα στοιχεία του συστήματος, ενώ με τον όρο *ροές* εννοούνται οι διαδικασίες που συμβαίνουν στο σύστημα και προκαλούν αύξηση ή μείωση των αποθεμάτων. Για να εξηγήσει τα αποθέματα και τις ροές σε ένα σύστημα, η Booth Sweeney (2001) δίνει το παράδειγμα ενός λογαριασμού στην τράπεζα. Το υπόλοιπο του λογαριασμού είναι τα αποθέματα, και η είσπραξη του τόκου και η ανάληψη είναι η ροές.

Η πολυπλοκότητα των συστημάτων μπορεί να οδηγήσει σε αδυναμία μελέτης τους, γι' αυτό, κάθε φορά που εξετάζεται ένα σύστημα είναι σημαντικό να οριοθετείται, ώστε να εστιάζεται η προσοχή στις υπό μελέτη συμπεριφορές που εκδηλώνει το σύστημα (Achieve, 2013). Οι Hill & Redden (1985) υποστηρίζουν ότι τα *όρια των συστημάτων* είναι σημαντικά εφόσον καθορίζουν την ταυτότητα του συστήματος και εκεί εντοπίζονται οι σχέσεις μεταξύ ενός συστήματος και του περιβάλλοντός του, όπου καθορίζεται τι μπορεί να εισέλθει και να εξέλθει του συστήματος. Τα όρια μπορεί να είναι υλικά, όπως το δέρμα στο σώμα, ή άυλα, όπως η συμμετοχή σε μια κοινοτική ομάδα. Η Booth Sweeney (2001) αναφέρει ως χαρακτηριστικό των συστημάτων και τα *χρονικά όρια*, δηλαδή το χρονικό εκείνο διάστημα που απαιτείται για να εκδηλωθεί ένας κύκλος συμπεριφοράς, για παράδειγμα, μέχρι να γίνουν φανερά τα αποτελέσματα μιας συμπεριφοράς ενός στοιχείου. Αντιπροσωπευτικό της έννοιας των χρονικών ορίων είναι το παράδειγμα που δίνει η Booth Sweeney (2001) για τους Nashua Indians, μια φυλή



ινδιάνων που ζούσε στο New Hampshire, οι οποίοι, προτού πάρουν κάποια απόφαση, ζύγιζαν τη δυνητική επίδραση που θα είχε για τις επόμενες επτά γενιές.

Εξάλλου, κάποια συστήματα είναι *ανοικτά και κάποια κλειστά*. Κλειστό σύστημα είναι αυτό που δεν στηρίζεται στην αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον του για να διατηρήσει την ύπαρξή του, όπως τα μόρια. Τα ανοικτά συστήματα είναι οργανικά και πρέπει να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους για να διατηρήσουν την ύπαρξή τους (Chandler & Boutillier, 1992· Bellinger, 2004). Οι άνθρωποι είναι ανοικτά συστήματα με την έννοια ότι πρέπει να αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους για να πάρουν τροφή, νερό και στέγη. Από την άλλη, οι άνθρωποι δίνουν άχρηστα υλικά στο περιβάλλον. Ο φούρνος, το γέμισμα ενός ποτηριού με νερό και η ρύθμιση της βρύσης του μπάνιου είναι παραδείγματα ανοιχτών συστημάτων εφόσον υπάρχουν στοιχεία έξω από το σύστημα που έχουν επίδραση πάνω τους. Κάθε σύστημα που είναι σχετικά μεγάλο, θεωρείται κλειστό σύστημα. Ως δυναμικά συστήματα αναφέρονται αυτά που ανταλλάζουν πληροφορίες ή και ενέργεια και υλικά με το περιβάλλον τους.

Η έννοια των χρονικών ορίων που προαναφέρθηκε σχετίζεται και με την έννοια της *χρονικής καθυστέρησης* (time delay) (Serman, 2002· Booth Sweeney, 2001), σύμφωνα με την οποία, τα αποτελέσματα μιας συμπεριφοράς σε αρκετά συστήματα δεν είναι άμεσα, αφού μεσολαβεί συγκεκριμένο χρονικό διάστημα μέχρι την εκδήλωσή τους. Πολλές φορές δεν γνωρίζουμε ότι οι ενέργειές μας είναι αποτελεσματικές, γιατί δεν είναι άμεσα τα αποτελέσματά τους, γι' αυτό και καταφεύγουμε σε *λήψη υπερβολικών μέτρων* (overshoot). Για παράδειγμα, προσπαθούμε στο ντους να πετύχουμε την κατάλληλη θερμοκρασία του νερού, γυρίζοντας την κάνουλα της βρύσης για το ζεστό και το κρύο. Όταν νιώσουμε κρύο το νερό, γυρίζουμε λίγο την κάνουλα στην ένδειξη του ζεστού. Δεν ζεσταίνεται αμέσως το νερό και εν τω μεταξύ, γυρίζουμε περισσότερο την κάνουλα προς την ένδειξη του ζεστού, και όταν το νερό τελικά ζεσταθεί, είναι υπερβολικά ζεστό και προσπαθούμε να το κρυώσουμε με την αντίστροφη διαδικασία.

Πέρα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά που δεν εμφανίζονται απαραίτητα σε όλα τα συστήματα, αλλά κυρίως σε κοινωνικά ή φυσικά. Τέτοια χαρακτηριστικά εμπίπτουν στο φαινόμενο της *μη γραμμικότητας* (nonlinearity) που χαρακτηρίζει πολύπλοκα συστήματα (Serman, 2000). Για παράδειγμα, κατά το φαινόμενο της *ενίσχυσης* (amplification), τα αποτελέσματα που θα παρατηρούνταν στα στοιχεία και σε ολόκληρο το σύστημα θα ήταν κάθε φορά πιο έντονα. Αυτό παρατηρείται στις περιπτώσεις εκείνες που στο σύστημα υπάρχει μόνο η ενισχυτική ανάδραση (Jensen & Brehmer, 2003). Στο παράδειγμα με το κοτέτσι, εφόσον οι κότες θα γεννούσαν συνεχώς

αβγά, ο αριθμός των κοτών θα αυξανόταν, με αποτέλεσμα ο συνολικός αριθμός αβγών που θα γεννούσαν να αυξανόταν με γεωμετρική πρόοδο.

Ένα άλλο χαρακτηριστικό κάποιων (κοινωνικών, κυρίως) συστημάτων είναι η πρόκληση *ακούσιων επιπτώσεων* (unintended consequences). Δηλαδή, ενώ στόχος μιας δραστηριότητας είναι ένα συγκεκριμένο αποτέλεσμα, ταυτόχρονα προκαλούνται και άλλα αποτελέσματα, συνήθως ανεπιθύμητα. Για παράδειγμα, μια οικογένεια πάει στην παραλία για να περάσει ευχάριστα τη μέρα της, αλλά το ίδιο έχουν κάνει και πολλές άλλες εκατοντάδες οικογένειες, γι' αυτό, αντί να περάσουν ευχάριστα τη μέρα τους, η συγκεκριμένη οικογένεια μαζί με όλες τις άλλες προκάλεσαν τόση συμφόρηση που δεν έμεινε κανείς ευχαριστημένος (Booth Sweeney, 2001).

### 2.2.3. Η Συστημική Σκέψη ως δεξιότητα σκέψης

Η συστημική σκέψη με την έννοια της *δεξιότητας σκέψης* επιδέχεται επίσης πολλούς ορισμούς. Οι ορισμοί που αφορούν στη συστημική σκέψη και εντοπίζονται στη βιβλιογραφία μπορεί να είναι από πολύ γενικοί έως πολύ συγκεκριμένοι, παραθέτοντας και κατάλογο υποδεξιότητων-πτυχών που την ορίζουν.

Ο Richmond (1994) όρισε τη συστημική σκέψη ως την τέχνη και επιστήμη που αφορά στην αξιοποίηση της δομής ενός συστήματος, δηλαδή των σχέσεων ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος, για τη βελτίωση της απόδοσης ή της συμπεριφοράς του, ενώ παρόμοια οι Fortus et al. (2006), ορίζουν τη συστημική σκέψη ως την ικανότητα να αξιοποιείς την κατανόηση για το τι είναι και πώς δουλεύουν τα συστήματα, με σκοπό να εξηγήσεις, να αναλύσεις και να προβλέψεις σύνθετα και δυναμικά φαινόμενα σε ποικιλία συγκεκριμένων. Ο Sterman (1994) την περιγράφει ως την ικανότητα να βλέπεις τον κόσμο ως ένα πολύπλοκο σύστημα, στο οποίο «δεν μπορείς να κάνεις μόνο ένα πράγμα», αφού κάθε δράση σε ένα στοιχείο έχει επιπτώσεις και σε άλλα, λόγω της αλληλεξάρτησης όλων των στοιχείων μεταξύ τους. Ένα επίσης συνοπτικό ορισμό για τη συστημική σκέψη δίνει και ο Hight (1995), λέγοντας ότι *η συστημική σκέψη αφορά στην παρατήρηση και ανάλυση ενός πολύπλοκου οργανισμού με συνολική προοπτική: η προσπάθεια κατανόησης της δομής του, των συνδέσεων ανάμεσα στα στοιχεία του, και πώς οι αλλαγές σε κάθε περιοχή επηρεάζουν ολόκληρο το σύστημα και όλα τα στοιχεία του χωριστά στο πέρασμα του χρόνου.*

Πολλοί είναι οι ερευνητές που, με σκοπό να μελετήσουν τη συστημική σκέψη, την περιγράφουν με ένα κατάλογο από υποδεξιότητες ή ομάδες υποδεξιότητων. Η ανασκόπηση της σχετικής με τη συστημική σκέψη βιβλιογραφίας δίνει τόσο μεγάλο αριθμό καταλόγων υποδεξιότητων, όσες είναι και οι σχολές συστημικής σκέψης. Κάθε

σχολή ασχολείται με διαφορετικές έννοιες, από την ικανότητα του ατόμου να συμπεραίνει μοτίβα συμπεριφοράς και να εντοπίζει κυκλικές σχέσεις αιτίας-αποτελέσματος (π.χ. Richmond, 1993), μέχρι την αντίληψη της συστημικής σκέψης ως γνωστικού αντικειμένου που σχετίζεται με τη μάθηση σε οργανωτικά θέματα, ώστε το άτομο να μπορεί να αντιμετωπίζει τις καταστάσεις ως ολότητες κι όχι αποσπασματικά εστιάζοντας μεμονωμένες πτυχές (π.χ. Senge, 1990).

Πιο κάτω γίνεται μια προσπάθεια σύνθεσης της υφιστάμενης βιβλιογραφίας σε σχέση με τις διαστάσεις της συστημικής σκέψης, όπως αυτές διαφαίνονται μέσα από έρευνες για τη συστημική σκέψη, κυρίως από το χώρο της ψυχολογίας και της εκπαίδευσης, αλλά και της διοίκησης επιχειρήσεων. Από τη βιβλιογραφία παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι διαστάσεις που εισηγούνται οι Richmond (1993, 1997, 2000), Ossimitz (2000), και Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005, 2010), λόγω της σημασίας τους και της συνεισφορά τους στην έρευνα γύρω από τη συστημική σκέψη, αλλά και λόγω της απλότητάς τους και της πιθανότητας προσαρμογής τους στο επίπεδο ανάπτυξης των παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων. Παρουσιάζονται αρχικά ξεχωριστά οι διαστάσεις όπως τις εισηγούνται οι δύο πρώτοι και στη συνέχεια παρουσιάζονται οι διαστάσεις που εισηγούνται οι Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005, 2010), συσχετίζοντας κάθε διάσταση με άλλους ερευνητές.

Ο κατάλογος «δεξιοτήτων σκέψης» που εισηγήθηκε ο Richmond (1993, 1997, 2000) είναι ίσως ο πιο διαδεδομένος κατάλογος πτυχών ανάμεσα στους μελετητές της συστημικής σκέψης, γι' αυτό και κρίνεται σημαντικό στην παρούσα έρευνα να παρουσιαστεί πρώτος και ξεχωριστά από τις προτάσεις των υπόλοιπων μελετητών. Ο Richmond υποδεικνύει ότι η αρίθμηση και κατά συνέπεια η αλληλουχία των επτά δεξιοτήτων είναι σημαντική εφόσον το άτομο που κατέχει μια από τις δεξιότητες θεωρείται ότι κατέχει και τις προηγούμενες. Πολλές από τις δεξιότητες του ατόμου που σκέφτεται συστημικά, όπως τις εισηγείται ο Richmond (1993, 1997, 2000), δανείστηκαν πολλοί μελετητές της συστημικής σκέψης (π.χ. Maani & Maharaj 2004, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010, Riess & Mischo, 2009).

Οι επτά δεξιότητες που εισηγείται παρουσιάζονται πιο κάτω:

1. **Dynamic thinking:** Η ικανότητα να εντοπίζεις και να συμπεραίνεις μοτίβα συμπεριφοράς ως προς τον χρόνο.
2. **System-as-cause thinking:** Η δεξιότητα αυτή επιτρέπει τον καθορισμό πιθανών εξηγήσεων για τα μοτίβα συμπεριφοράς που εντοπίστηκαν με το dynamic thinking. Συνεπώς, η αναγνώριση της συμπεριφοράς ενός συστήματος ως το αποτέλεσμα του

ίδιου του συστήματος επιτρέπει τον έλεγχο του από τα άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις.

3. Forest Thinking: Η ικανότητα να αποστασιοποιείσαι για να μπορείς να βλέπεις ολόκληρη την εικόνα, εντοπίζοντας το σύστημα σχέσεων που συνδέουν τα στοιχεία που συνιστούν ένα σύστημα.
4. Operational thinking: Η αναγνώριση των αιτιακών σχέσεων που καθορίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος.
5. Closed-loop thinking: Η αναγνώριση δομών ανάδρασης κατά την οποία κάθε «αιτία» έχει επιπτώσεις που μπορούν να επηρεάσουν ξανά την «αιτία».
6. Quantitative Thinking: Η ικανότητα να σκέφτεσαι και να περιλαμβάνεις όλες τις μεταβλητές, ακόμα και αυτές που δεν μπορούν να μετρηθούν με συνηθισμένες μονάδες μέτρησης.
7. Scientific Thinking: Η ικανότητα να αναγνωρίζεις ότι όλα τα μοντέλα επεξεργάζονται υποθέσεις στην πορεία ανάπτυξης και εγκυροποίησής τους.

Οι ικανότητες 6 και 7 σχετίζονται κυρίως με τη μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων (system dynamics modeling).

Παρόμοια, ο Ossimitz (2000) δήλωσε πως η συστημική σκέψη αποτελείται από τέσσερις αλληλεξαρτώμενες διαστάσεις: (1) τη σκέψη που αφορά κυκλικές αναδράσεις (network thinking – thinking in feedback loops), (2) τον εντοπισμό αλλαγών στο σύστημα λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα χρόνο (dynamic thinking), (3) τη δόμηση μοντέλων, και (4) την ικανότητα λήψης μέτρων για επέμβαση σε συστήματα (system-compatible action). Παρόλ' αυτά, τα όρια που διαχωρίζουν τη συστημική σκέψη από τη μια ως δηλωτική γνώση (declarative knowledge - που περιλαμβάνει τις τρεις πρώτες διαστάσεις), και από την άλλη ως διαδικαστική γνώση (procedural knowledge - που αφορά την τέταρτη διάσταση) δεν είναι ιδιαίτερα διακριτά.

Οι Riess και Mischo (2009), επιλέγουν να ορίσουν τη συστημική σκέψη μόνο ως δηλωτική γνώση (declarative knowledge), θεωρώντας ότι συστημική σκέψη είναι η ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει, να περιγράφει και να μοντελοποιεί, με την έννοια της δόμησης και της οργάνωσης σύνθετων απόψεων της πραγματικότητας ως συστήματα. Συγκεκριμένα, υποστηρίζουν ότι οι βασικές προοπτικές της συστημικής σκέψης είναι η ικανότητα να αναγνωρίζεις τα βασικά στοιχεία του συστήματος και την ποικιλόμορφη αλληλεξάρτηση ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία, η ικανότητα να αναγνωρίζεις πιθανές αλλαγές στο σύστημα λαμβάνοντας υπόψη τον παράγοντα χρόνο (time dynamics), να

οικοδομείς εσωτερικά μοντέλα της πραγματικότητας και να κάνεις προβλέψεις που στηρίζονται σε αυτά τα μοντέλα.

Οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) μέσα από την αξιολόγηση της ανάπτυξης της συστημικής σκέψης παιδιών στο συγκείμενο των γεωεπιστημών, παρουσιάζουν οκτώ χαρακτηριστικά της συστημικής σκέψης.

Το πρώτο χαρακτηριστικό που εισηγούνται οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) είναι η ικανότητα αναγνώρισης των στοιχείων και των διαδικασιών ενός συστήματος. Όλοι οι ερευνητές που ασχολούνται με τη συστημική σκέψη, άμεσα ή έμμεσα τονίζουν τη σημασία της αναγνώρισης των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος. Για παράδειγμα, οι Hill και Redden (1985) εντοπίζουν ως σημαντική πτυχή της συστημικής σκέψης την αναγνώριση των στοιχείων των συστημάτων, ενώ μέσα από την έρευνά τους οι Chandler και Boutilier (1992) αναφέρουν ότι τα άτομα είναι σημαντικό να εκτιμούν ότι μέσα σε ένα σύστημα υπάρχουν στοιχεία που χωρίς αυτά δεν μπορεί να λειτουργήσει το σύστημα, σε αντίθεση με άλλα που ίσως δεν είναι τόσο σημαντικά. Σχετική με την ικανότητα αναγνώρισης των στοιχείων ενός συστήματος είναι και η ικανότητα να εντοπίζει το άτομο τα όρια (boundaries or limits) του μοντέλου που οικοδομεί για ένα σύστημα (Booth-Sweeney & Sterman, 2000).

Το δεύτερο χαρακτηριστικό είναι η ικανότητα αναγνώρισης απλών σχέσεων ανάμεσα σε δύο ή περισσότερα στοιχεία του συστήματος. Ένα παράδειγμα που παρουσιάζουν οι ερευνητές είναι στο σύστημα του κύκλου του νερού είναι η αναγνώριση της σύνδεσης μεταξύ της σύνθεσης του διαλύματος του νερού και των πετρών που κινούνται μέσα του. Μέσα σε κάθε σύστημα υπάρχουν στοιχεία που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους και η συμπεριφορά του ενός επηρεάζει τη συμπεριφορά κάποιου άλλου (Booth Sweeney, 2001· Espago, 1994· Hmelo et al., 2000).

Το τρίτο χαρακτηριστικό της συστημικής σκέψης είναι σύμφωνα με τους Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) η ικανότητα να αναγνώρισης των δυναμικών σχέσεων στο σύστημα. Οι ερευνητές αναφέρουν για παράδειγμα ότι η κατανόηση της μετατροπής της ύλης στα γεωσυστήματα περιλαμβάνει την αναγνώριση δυναμικών σχέσεων στον κύκλο του νερού, όπως είναι η ανθρώπινη επίδραση στα υπόγεια νερά μέσω της ρύπανσης από λιπάσματα και εντομοκτόνα. Παρόμοια, ο Richmond (1993, 1997, 2000) περιγράφει τη δεξιότητα «Dynamic thinking» ως την ικανότητα του ατόμου να εντοπίζει και να συμπεραίνει μοτίβα συμπεριφοράς ως προς τον χρόνο.

Όμως, η συζήτηση και η έρευνα γύρω από τις δυναμικές σχέσεις περιλαμβάνει πολύ περισσότερες διαστάσεις από αυτές που προτείνουν οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010). Η ικανότητα που περιγράφουν εστιάζει στις γραμμικές σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος ή στην επίδραση που έχουν πάνω τους στοιχεία εκτός του συστήματος. Δε δίνεται έμφαση στην επίδραση των στοιχείων σε ολόκληρο το σύστημα και τη συμπεριφορά του.

Ο Richmond (1993, 1997, 2000) αναφέρει την αναγνώριση των αιτιακών σχέσεων που καθορίζουν τη συμπεριφορά του συστήματος ως “Operational thinking”. Η πλειονότητα των ερευνητών που ασχολούνται με τη συστημική σκέψη (π.χ. Sterman, 2002· Hmelo et al., 2000· Espego, 1994· Ossimitz, 2000) υποστηρίζουν πως, όταν το άτομο έχει αναπτυγμένη τη συστημική σκέψη, είναι σε θέση να κατανοεί, όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο τα στοιχεία του συστήματος συσχετίζονται μεταξύ τους, αλλά και τις αλληλεπιδραστικές διαδικασίες που προκαλούν αλλαγές στο σύστημα. Οι Booth-Sweeney & Sterman (2000) ονομάζουν το γεγονός ότι η συμπεριφορά του συστήματος προκύπτει από την αλληλεπίδραση των μερών που το αποτελούν ως προς το χρόνο «dynamic complexity». Οι Chandler και Boutilier (1992) ονομάζουν τις αλυσιδωτές επιδράσεις στα στοιχεία που επηρεάζουν τελικά ολόκληρο το σύστημα «dynamic recycling». Η συμπεριφορά του συστήματος ως αποτέλεσμα των αλληλεπιδράσεων των στοιχείων του εντοπίζονται στη βιβλιογραφία ως «αναδυόμενα φαινόμενα» («emergent phenomena») (βλέπε Achieve, 2013· Penner, 2000· Wilensky & Resnick, 1999). Ο Penner (2000) αναφέρει ότι η κατανόηση των αναδυόμενων χαρακτηριστικών ενός συστήματος προϋποθέτει την αναγνώριση της αλληλεπίδρασης ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος.

Πέρα από τη σημασία του εντοπισμού των πιθανών επιδράσεων των τοπικών συμπεριφορών σε ολόκληρο το σύστημα, ο Espego (1994) τονίζει και τη σημασία της ικανότητας του εντοπισμού των πιθανών τοπικών επιδράσεων από τη συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος. Η ικανότητα εντοπισμού των κυκλικών αναδράσεων, αναφέρεται στη βιβλιογραφία ως «thinking in feedback loops» (Sterman, 2002, Goldstone & Wilensky, 2008, Booth Sweeney, 2001, Ossimitz, 2000 Forrester, 1997, Hill & Redden, 1985). Σχετική με τα πιο πάνω είναι η δεξιότητα «Closed-loop thinking» του Richmond (1993, 1997, 2000), κατά την οποία κάθε «αιτία» έχει επιπτώσεις που μπορούν να επηρεάσουν ξανά την «αιτία».

Η εκτεταμένη έρευνα των Sterman και Booth-Sweeney σε σχέση με τη συστημική σκέψη αφορά σε μεγάλο μέρος τόσο την ανακάλυψη και αναπαράσταση των διαδικασιών ανάδρασης, όσο και της αναγνώρισης των μη-γραμμικοτήτων (βλέπε Booth-Sweeney &

Sterman 2000· Booth Sweeney, 2001· Sterman, 2002). Η *μη-γραμμική αύξηση* και η *κλιμάκωση* είναι δύο έννοιες που σχετίζονται πολύ μεταξύ τους. Συνήθως, το αποτέλεσμα των κυκλικών αναδράσεων είναι εκθετικό, δηλαδή οι αυξήσεις ή οι μειώσεις που μπορούμε να παρατηρήσουμε σε σχέση με το χρόνο είναι πολύ μεγάλες (reinforcing loops). Υπάρχουν όμως και κυκλικές αναδράσεις με αντίθετο αποτέλεσμα, δηλαδή που καταστέλλουν το αποτέλεσμα των ενισχυτικών κυκλικών αναδράσεων και ονομάζονται εξισορροπητικές αναδράσεις (balancing loops). Η επίλυση ενός προβλήματος προϋποθέτει την ικανότητα πρόβλεψης των αναδράσεων που θα προκληθούν, λαμβάνοντας έτσι τα απαραίτητα μέτρα.

Η Hogan (2000) με έργα από την οικολογία κατέληξε στο συμπέρασμα ότι 11χρονοι μαθητές, αναλύοντας τις σχέσεις σε ένα διάγραμμα, επιδεικνύουν κυρίως μονόδρομο γραμμικό συλλογισμό, παρά αμφίδρομο γραμμικό ή κυκλικό συλλογισμό. Εξάλλου, οι περισσότεροι μαθητές εντοπίζουν τις επιδράσεις στα στοιχεία του διαγράμματος όταν αυτά είναι άμεσα συνδεδεμένα, παρά σε στοιχεία που σχετίζονται μεταξύ τους έμμεσα. Επίσης, οι Wylie et al. (1998) που πραγματοποίησαν 30 ημιδομημένες συνεντεύξεις με μαθητές δημοτικού σχετικά με το κυκλοφοριακό σύστημα και το περιβάλλον βρήκαν ότι παιδιά ηλικίας 11 χρόνων, σε σύγκριση με παιδιά ηλικίας 8 χρόνων, μπορούν καλύτερα να συνδέουν τους κύκλους μεταξύ τους και να βρίσκουν επιπτώσεις της συμπεριφοράς ενός κύκλου σε έναν άλλο.

Το τέταρτο χαρακτηριστικό που εισηγούνται οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) είναι η ικανότητα να οργανώνεις τα στοιχεία και τις διαδικασίες ενός συστήματος, καθώς και τις αλληλεπιδράσεις τους σε ένα πλαίσιο σχέσεων. Οι ερευνητές εξέταζαν το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό μέσα από σχέδια ή εννοιολογικούς χάρτες (concept maps). Οι Chandler και Boutilier (1992) ονομάζουν αυτή την ικανότητα ως «circular connectivity», σύμφωνα με την οποία, τα άτομα μπορούν να αναπαραστήσουν τις σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος.

Το πέμπτο χαρακτηριστικό είναι η ικανότητα αναγνώρισης κύκλων ύλης και ενέργειας σε ένα σύστημα – της κυκλικής φύσης των συστημάτων (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010). Όπως και στην περίπτωση του τέταρτου χαρακτηριστικού, οι ερευνητές εξέταζαν την κυκλική φύση των γεωσυστημάτων μέσα από σχέδια ή εννοιολογικούς χάρτες (concept maps). Οι Chandler και Boutilier (1992) ονομάζουν αυτή την ικανότητα ως «dynamic recycling». Τα άτομα που έχουν αυτή την ικανότητα μπορούν να εντοπίσουν τη διαδρομή ενός στοιχείου μέσα σε ένα σύστημα, όπως είναι για παράδειγμα η διαδρομή μιας σταγόνας νερού.

Οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010), ενώ επισημαίνουν τη σημασία του εντοπισμού των κυκλικών ροών σε ένα σύστημα, δεν περιλαμβάνουν στον κατάλόγό τους τη διάσταση που εισηγούνται οι Sterman και Booth Sweeney (Sterman, 2002; Booth Sweeney & Sterman, 2000) και αφορά την ικανότητα αναγνώρισης και κατανόησης των σχέσεων ανάμεσα στα αποθέματα και τις ροές. Οι Booth Sweeney και Sterman (2000) κάνουν ιδιαίτερη αναφορά στην ικανότητα των ατόμων να εντοπίζουν τα αποθέματα που υπάρχουν και τις ροές που συμβαίνουν σε ένα σύστημα. Στην έρευνά τους σχετικά με την κατανόηση των αποθεμάτων και των ροών των δυναμικών συστημάτων από φοιτητές του MIT Sloan School of Management με ισχυρό υπόβαθρο στην επιστήμη και στα μαθηματικά, φάνηκε ότι οι συγκεκριμένοι φοιτητές παρουσίαζαν αδυναμία στην κατανόηση των συγκεκριμένων πτυχών των δυναμικών συστημάτων. Η σημασία των ροών και των επιδράσεων τους στα αποθέματα τονίζεται και στα NGSS (Achieve, 2013).

Το έκτο χαρακτηριστικό της συστημικής σκέψης των Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) αφορά την ικανότητα αναγνώρισης κρυμμένων διαστάσεων του συστήματος – κατανόησης φυσικών φαινομένων μέσα από μοτίβα και σχέσεις που δεν είναι ορατά στην επιφάνεια. Ένα παράδειγμα κρυμμένων διαστάσεων που περιγράφουν οι ερευνητές είναι τα υπόγεια νερά του υδάτινου συστήματος της γης που δεν είναι ορατά στην επιφάνειά της. Η ικανότητα αυτή φαίνεται να σχετίζεται με τη δεξιότητα «Quantitative Thinking» του Richmond (1993, 1997, 2000), η οποία ορίζεται ως η ικανότητα του ατόμου να σκέφτεται και να λαμβάνει υπόψη του όλες τις μεταβλητές ενός συστήματος, ακόμα και αυτές που δεν μπορούν να μετρηθούν με συνηθισμένες μονάδες μέτρησης.

Το έβδομο χαρακτηριστικό που εισηγούνται οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) είναι η ικανότητα γενίκευσης – επίλυσης προβλημάτων με βάση την κατανόηση των μηχανισμών των συστημάτων. Σύμφωνα με τους ερευνητές η ικανότητα αυτή μπορεί να εκφραστεί ως η κατανόηση ότι το σύστημα του κύκλου του νερού είναι δυναμικό και κυκλικό. Αυτή η κατανόηση μπορεί αργότερα να οδηγήσει σε εφαρμογή της για την πρόληψη περιβαλλοντικών απειλών στο υδάτινο σύστημα της γης. Παρόμοια, με τη δεξιότητα «System-as-cause thinking» του Richmond (1993, 1997, 2000) τα άτομα αναγνωρίζουν τη συμπεριφορά ενός συστήματος ως το αποτέλεσμα του ίδιου του συστήματος, επιτρέποντας τον έλεγχο του από τα άτομα που λαμβάνουν αποφάσεις.

Η εισήγηση λύσεων σε καταστάσεις προβλήματος ή ο εντοπισμός της αιτίας ενός προβλήματος αποτελεί σημαντική διάσταση της συστημικής σκέψης για πολλούς ερευνητές (Jensen & Brehmer, 2003; Wylie et al., 1998; Ossimitz, 2000; Riess και Mischo, 2009; Maani & Maharaj, 2004). Οι Wylie et al. (1998) εντόπισαν ότι οι μαθητές



δημοτικού είναι σε θέση, αφού εντοπίσουν τις επιπτώσεις ενός στοιχείου στα υπόλοιπα, να εισηγούνται παρεμβάσεις, δηλαδή αλλαγές στα χαρακτηριστικά των στοιχείων του συστήματος, και να εντοπίζουν θετικές και αρνητικές επιπτώσεις από τις συγκεκριμένες παρεμβάσεις.

Το όγδοο και τελευταίο χαρακτηριστικό της συστημικής σκέψης, όπως παρουσιάζεται από τους Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) είναι η ικανότητα σκέψης σε βάθος χρόνου (think temporally): πρόβλεψη της μελλοντικής συμπεριφοράς του συστήματος, και ανασκόπηση της προηγούμενης συμπεριφοράς του συστήματος που προκάλεσε τωρινά φαινόμενα. Η ικανότητα της πρόβλεψης μπορεί να εκφραστεί, σύμφωνα με τους ερευνητές, με την προσπάθεια πρόβλεψης της επίδρασης μιας βιομηχανικής περιοχής στην ποιότητα του νερού της. Η ικανότητα της ανασκόπησης (retrospection) μπορεί να εκφραστεί ως η κατανόηση του γεγονότος ότι η τωρινή ποιότητα του πόσιμου νερού μιας περιοχής είναι το αποτέλεσμα γεγονότων και διαδικασιών που έγιναν σε όλη τη διάρκεια της γεωλογικής και ανθρώπινης ιστορίας. Με τη συγκεκριμένη ικανότητα σχετίζεται η αναγνώριση των χρονικών καθυστερήσεων (time delays) (Booth-Sweeney & Sterman, 2000) που περιγράφουν την καθυστέρηση με την οποία μπορεί να φανερωθούν οι επιπτώσεις μια αλληλεπίδρασης στο σύστημα. Είναι χρήσιμο να αναγνωρίζονται και να κατανοείται η επίδρασή τους στη συμπεριφορά του συστήματος.

Μια διαφορετική προσέγγιση εισηγήθηκαν οι Hmelo-Silver και Pfeffer (2004) για την περιγραφή πολύπλοκων συστημάτων, το οποίο περιλαμβάνει το τρίπτυχο Δομές, Συμπεριφορές και Λειτουργίες (Structures, Behaviors, Functions - SBF). Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν το πλαίσιο SBF για να αξιολογήσουν τις αναπαραστάσεις παιδιών και ειδικών για ένα υδάτινο σύστημα από τη σκοπιά των μερών ή των δομικών στοιχείων του συστήματος, της συμπεριφοράς ή των μηχανισμών, και των λειτουργικών πτυχών του συστήματος.

Εξάλλου, οι Booth Sweeney και Meadows (1996) και Booth Sweeney (2001) παρουσιάζουν μέσα από το έργο τους (που περιλαμβάνει τρόπους ανάπτυξης της συστημικής σκέψης των παιδιών, είτε μέσα από ομαδικά παιχνίδια είτε μέσα από ιστορίες ή παραμύθια που εμπλέκουν συστήματα) διάφορες έννοιες σχετικές με τη συστημική σκέψη. Συγκεκριμένα, η Booth Sweeney (2001) παρουσιάζει, πέρα από την απλή αλληλεξάρτηση, την κυκλική ανάδραση και τη μη-γραμμική αύξηση και την κλιμάκωση που εισηγείται και ο Sterman (2002), ως βασικές έννοιες της συστημικής σκέψης, τους χρονικούς ορίζοντες και τη χρονική καθυστέρηση, τις ακούσιες επιπτώσεις, τα επίπεδα προοπτικής, την αλληλεξάρτηση συστημάτων, τις αλλαγές στη συμπεριφορά του

συστήματος που στηρίζονται στη δομή του, τους περιορισμούς στην επιτυχία μιας λύσης, τις λύσεις που αποτυγχάνουν και τη μετατόπιση του προβλήματος από ένα μέρος του συστήματος σε άλλα.

Ο χρόνος παίζει σημαντικό ρόλο σε ένα σύστημα (Sterman, 2002· Booth Sweeney, 2001). Από τη μια, όπως αναφέρθηκε ήδη, ειδικά σε πολύπλοκα συστήματα η αλληλεπίδραση δεν είναι πάντα άμεση, αφού μεσολαβεί ένα χρονικό διάστημα μέχρι οι επιπτώσεις να γίνουν αισθητές. Από την άλλη, για τη μελέτη μεγάλων ειδικά συστημάτων, κάποιες φορές χρειάζεται να θέσουμε χρονικά όρια, ώστε να γίνει ευκολότερη η μελέτη.

Ο Πίνακας 1 παρουσιάζει τις δεκατρείς πτυχές που επιλέγηκαν για τους σκοπούς της έρευνας, καθώς και αντιπροσωπευτικούς ερευνητές που πρότειναν ή ασχολήθηκαν μέσα από την έρευνά τους με την καθεμιά<sup>2</sup>. Στον πίνακα σημειώνονται οι πτυχές της συστημικής σκέψης, όπως αυτές ξεκάθαρα υποστηρίζονται από τους συγκεκριμένους ερευνητές, χωρίς να αποκλείεται το ενδεχόμενο να ενστερνίζονται και τη σημασία άλλων πτυχών της συστημικής σκέψης που δε φαίνεται να υποστηρίζουν μέσα από τον πίνακα.

---

<sup>2</sup> Στον πρώτο κύκλο ανάπτυξης του ΔοΣΣ επιλέγηκαν 13 πτυχές, οι οποίες στο δεύτερο κύκλο μειώθηκαν σε δέκα. Περαιτέρω διευκρινίσεις για το σκεπτικό επιλογής ή απόρριψης κάποιων διαστάσεων της συστημικής σκέψης, για την εξυπηρέτηση των στόχων της παρούσας έρευνας, παρουσιάζονται στο Κεφάλαιο: Μεθοδολογία.

Πίνακας 1. Οι πτυχές της συστημικής σκέψης όπως εντοπίζονται από διάφορους ερευνητές

ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ	ΠΤΥΧΕΣ ΣΥΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ*												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Richmond (1993, 1997, 2000)		•		•	•	•	•	•				•	•
Maani & Maharaj (2004)		•		•	•	•	•	•				•	•
Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005, 2010)		•	•	•	•	•	•	•			•	•	
Jensen & Brehmer (2003)		•		•		•		•				•	•
Ossimitz (2000)		•	•	•	•	•	•	•				•	•
Riess & Mischo (2009)		•	•	•	•	•	•	•				•	•
Sterman (2002)		•		•	•	•	•			•	•	•	•
Booth Sweeney (2001)		•	•	•	•	•	•					•	•
Goldstone & Wilensky (2008)		•			•	•	•					•	•
Wilensky & Resnick (1999)		•		•	•	•							
Hill & Redden (1985)		•	•			•	•						
Forrester (1997)		•		•		•	•	•				•	•
Hight (1995)		•		•		•	•	•				•	•
Thier & Knott (1992)	•	•				•		•	•				
Wylie et al. (1998)		•				•	•	•			•	•	•
Sheehy et al. (2000)		•				•		•				•	•
Penner (2000)		•			•	•							
Chandler & Boutilier (1992)		•			•	•				•	•	•	
Espego (1994)		•			•	•	•						

\* Πτυχές συστημικής σκέψης:

1: Αναγνώριση συστημάτων, 2: Εντοπισμός των βασικών στοιχείων που αποτελούν ένα σύστημα, 3: Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων του συστήματος, 4:Αναγνώριση της σημασίας των χρονικών ορίων σε ένα σύστημα, 5: Διασύνδεση των συστημάτων με τα αντίστοιχα αναδύμενα φαινόμενα (emergent phenomena), 6: Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων στη συμπεριφορά άλλων στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος, 7: Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του, 8: Εντοπισμός της αιτίας συγκεκριμένων συμπεριφορών ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα, 9: Εντοπισμός συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα, 10: Εντοπισμός γραμμικών ροών ύλης ή ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα, 11: Εντοπισμός κυκλικών ροών ύλης, 12: Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (reinforcing loops), 13: Εντοπισμός αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (balancing loops)

#### 2.2.4. Διδακτικά προγράμματα για την ανάπτυξη της Συστημικής Σκέψης

Οι προσπάθειες που στοχεύουν στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης προέρχονται κυρίως από το χώρο της διοίκησης επιχειρήσεων και περιλαμβάνουν τυπική διδασκαλία των system dynamics και διαγραμμάτων ανάδρασης (Senge, 1990) σε συνδυασμό με προσομοιώσεις στον υπολογιστή για παροχή εμπειριών με δυναμικά συστήματα (π.χ. The Beer Game, Senge, 1990). Επίσης, διοργανώνονται εργαστήρια ανάπτυξης της συστημικής σκέψης, μοντελοποίησης συστημάτων και εφαρμογή των μοντέλων στα πλαίσια του επαγγελματικού τομέα των ατόμων που λαμβάνουν μέρος (π.χ. Morecroft & Sterman, 1994).

Τελευταία, αναγνωρίζοντας τη σπουδαιότητα της συστημικής σκέψης, παρατηρείται στροφή προς πιο μεθοδευμένη ανάπτυξη προγραμμάτων που προωθούν τη συστημική σκέψη, από το δημοτικό μέχρι το πανεπιστήμιο (π.χ. Thier & Knott, 1992, Gudovitch & Orion, 2001, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, Riess & Mischo, 2009).

Στα πλαίσια ερευνητικών προγραμμάτων (π.χ. The Road Map series, MIT Sloan School of Management System Dynamics Group) αναπτύσσεται διδακτικό υλικό που αφορά στη δημοτική και μέση εκπαίδευση (System Dynamics Group, M.I.T., 1994). Η ανάπτυξη του συγκεκριμένου διδακτικού υλικού βασίστηκε στις δεξιότητες του Richmond (1993, 1997, 2000) και ιδιαίτερα στη διδασκαλία της συστημικής σκέψης ως ικανότητα εντοπισμού των κυκλικών αναδράσεων, καθώς και των επιπέδων (stocks) και των ρυθμών (flows) που τα χαρακτηρίζουν - παρόμοια με τα αποθέματα και τις ροές στους Barry (1997) και Sterman (2002).

Οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005) στην προσπάθειά τους να εξερευνήσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης σε παιδιά ηλικίας 15 χρόνων, ανέπτυξαν το πρόγραμμα «The Blue Planet», το οποίο αποτελεί διδακτικό υλικό που στηρίζεται στις γεωεπιστήμες και συγκεκριμένα στη μεταφορά νερού στο γεωσύστημα (earth system). Περιλαμβάνει 45 ώρες διερευνητικών εργαστηριακών δραστηριοτήτων και επιτόπιων μελετών, εστιάζοντας στο μέρος του κύκλου του νερού στην επιφάνεια της γης και συγκεκριμένα στην εξάτμιση (evaporation), στην συμπύκνωση (condensation) και την υγροποίηση (precipitation).

Οι ίδιοι ερευνητές (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010) ασχολήθηκαν με την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης σε επίπεδο δημοτικής εκπαίδευσης και συγκεκριμένα σε παιδιά Δ' τάξης στο Ισραήλ. Οι μαθητές παρακολούθησαν ένα πρόγραμμα μελέτης των

γεωσυστημάτων βασισμένο στη διερώτηση (inquiry-based earth systems curriculum) το οποίο εστιάζει στον κύκλο του νερού. Το πρόγραμμα περιελάμβανε προσομοιώσεις εργαστηρίου και πειράματα, άμεση αλληλεπίδραση με στοιχεία και διαδικασίες του κύκλου του νερού με επιτόπιες μελέτες, καθώς και δραστηριότητες ενοποίησης της γνώσης (knowledge integration activities).

Οι Riess και Mischo (2009) εξέτασαν την επίδραση διαφορετικών διδακτικών προσεγγίσεων στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης μαθητών κατώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, στα πλαίσια της Εκπαίδευσης για Αειφόρο Ανάπτυξη. Οι τρεις διδακτικές προσεγγίσεις αφορούσαν στο συγκείμενο των Φυσικών Επιστημών και συγκεκριμένα στη βιολογία και ήταν: α) μαθήματα σχεδιασμένα να προωθούν τη συστημική σκέψη, β) μια προσομοίωση ενός δασικού οικοσυστήματος στον ηλεκτρονικό υπολογιστή και γ) συνδυασμός των δύο, με τα αποτελέσματα να δείχνουν τη σημασία τόσο των τυπικών μαθημάτων όσο και των προσομοιώσεων στον υπολογιστή.

Οι Kali, Orion και Eylon (2003) εφάρμοσαν ένα πρόγραμμα στις γεωεπιστήμες (earth science) με μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (7<sup>ης</sup> και 8<sup>ης</sup> τάξης) το οποίο περιελάμβανε δραστηριότητες για κατανόηση των σχέσεων ανάμεσα στις διαδικασίες και τα εισερχόμενα και εξερχόμενα των γεωλογικών διαδικασιών, κατασκευή του κύκλου των πετρωμάτων (rock cycle) σε διάγραμμα και επιτόπια μελέτη για ερμηνεία φαινομένων με όσα έμαθαν στο εργαστήριο (π.χ. προέλευση πετρών με κριτήριο το σχήμα τους). Στο τέλος του προγράμματος, οι μαθητές συμμετείχαν σε μια καταληκτική δραστηριότητα ενοποίησης της γνώσης (intensive concluding knowledge integration activity), οργανώνοντας όλα όσα είχαν μάθει σε ένα δυναμικό και κυκλικό συγκείμενο (Kali et al., 2003). Η συμβολή της τελευταίας δραστηριότητας στη συστημική σκέψη των παιδιών αξιολογήθηκε με ένα δοκίμιο τεσσάρων ερωτήσεων (βλέπε Υποκεφάλαιο 2.2.5. Μέτρηση της Συστημικής Σκέψης).

Ένας από τους στόχους του τριετούς προγράμματος IQWST των Fortus et al. (2006), αναφέρεται ως η ανάπτυξη της ικανότητας των μαθητών να σκέφτονται σε διάφορα συγκείμενα διάφορα είδη συστημάτων. Το διδακτικό υλικό αφορά τρία επίπεδα (6<sup>η</sup>, 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> τάξη). Κάθε επίπεδο εστιάζει μέσα από διάφορες θεματικές περιοχές και συγκείμενα σε τρεις διαστάσεις της συστημικής σκέψης: τα μέρη, τις σχέσεις μεταξύ των μερών και το σύστημα ως σύνολο. Τον πρώτο χρόνο στόχος είναι οι μαθητές να κατανοήσουν τι είναι το σύστημα και πώς λειτουργεί μέσα από ενότητες όπως αυτή από τις γεωεπιστήμες «*How does water shape our world*», χρησιμοποιώντας απλά συστήματα και παρέχοντας την ευκαιρία στους μαθητές να σχεδιάσουν, να δομήσουν και να αναθεωρήσουν μοντέλα

αυτών των συστημάτων, όχι μόνο μέσα από τυπικές δραστηριότητες αλλά και παιχνίδια. Τον δεύτερο χρόνο στόχος είναι οι μαθητές να αντιληφθούν τα ολικά (holistic) χαρακτηριστικά του συστήματος και πώς διάφορα συστήματα αλληλεπιδρούν μέσα από ενότητες όπως «*How do I make new stuff from old stuff*» από τη χημεία, όπου οι μαθητές ασχολούνται με χημικές αλλαγές και χημικές αντιδράσεις. Για παράδειγμα, σε μια δραστηριότητα, οι μαθητές παρατήρησαν τα φαινόμενα μιας χημικής αντίδρασης σε μακροσκοπικό επίπεδο και στη συνέχεια μοντελοποίησαν την ίδια αντίδραση σε συνθήκες ανοικτού και κλειστού συστήματος σε ατομικό επίπεδο (atomic level). Στόχος του τρίτου χρόνου είναι ο ίδιος με τον δεύτερο χρόνο σε μεγαλύτερο βαθμό πολυπλοκότητας.

Μια από τις πρώτες προσπάθειες ένταξης της ανάπτυξης της συστημικής σκέψης μέσα από τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση είναι το *Science Curriculum Improvement Study (SCIS)* (Karplus, 1964). Ένας από τους στόχους του διδακτικού υλικού ήταν οι μαθητές του δημοτικού να παρατηρούν και να αναλύουν φυσικά φαινόμενα ως συστήματα που αποτελούνται από στοιχεία που αλληλεπιδρούν (Karplus & Thier, 1969). Το διδακτικό υλικό ξεκινά από πιο συγκεκριμένες έννοιες, καταλήγοντας σε πιο αφηρημένες. Σε πρώτο επίπεδο βρίσκονται οι έννοιες της ύλης (περιλαμβάνοντας τις έννοιες της δραστηριότητας-activity και της ανάπτυξης-growth), της διατήρησης της ύλης (περιλαμβάνοντας την έννοια σύστημα) και η σύγκριση παρόμοιων αντικειμένων ως προς ένα χαρακτηριστικό. Σε δεύτερο επίπεδο βρίσκονται οι έννοιες της αλληλεπίδρασης (περιλαμβάνοντας τις έννοιες των αιτιακών ή άλλων σχέσεων) και της σχετικότητας (γεωμετρικές σχέσεις). Στο τρίτο επίπεδο είναι οι έννοιες της ενέργειας (περιλαμβάνοντας τη μεταφορά ενέργειας κατά την αλληλεπίδραση), της ισορροπίας και της συμπεριφοράς, αναπαραγωγής και δημιουργίας των ειδών (Karplus, 1964).

Οι Thier και Knott (1992), στο πλαίσιο της συνέχειας της μεθοδικής προσπάθειας ανάπτυξης της συστημικής σκέψης των παιδιών μέσα από την επιστήμη, στο πρόγραμμα SCIS3, αναφέρουν ότι είναι σημαντικό τα παιδιά να βλέπουν το όλο και να αντιλαμβάνονται τα μέρη του, να εντοπίζουν τις διαδικασίες που συμβαίνουν σε αυτό και αποτελούν ενδείξεις αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα, και να αντιλαμβάνονται το αποτέλεσμα ή τη συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος. Τα παιδιά, πρέπει να αναπτύξουν την προσέγγιση της παρακολούθησης των οργανισμών και των αντικειμένων του συστήματος. Μέσα από το διδακτικό υλικό SCIS3 επιδιώκεται συγκεκριμένα τα παιδιά να κατανοήσουν τις έννοιες στοιχείο, χαρακτηριστικά του στοιχείου, σύστημα, αλληλεπίδραση και ενδείξεις αλληλεπίδρασης, να διερευνούν τι συμβαίνει όταν αλληλεπιδρούν τα στοιχεία ενός συστήματος, να εντοπίζουν τις αλλαγές που

προκαλούνται και να ερμηνεύουν τις αλλαγές σε ένα σύστημα ως ενδείξεις αλληλεπίδρασης στο σύστημα. Επίσης, να κατανοήσουν την έννοια σύστημα ως ένα σύνολο συσχετιζόμενων στοιχείων, τα οποία υπόκεινται σε αλλαγές. Το συγκεκριμένο διδακτικό υλικό επιδιώκει εξάλλου την κατανόηση της έννοιας του υποσυστήματος ως ένα σύστημα, το οποίο είναι μέρος ενός άλλου συστήματος και να λύνουν τεχνολογικά προβλήματα στηριζόμενοι στην ιδέα των υποσυστημάτων που συνδέονται μεταξύ τους. Επιδιώκουν, επίσης, την αναγνώριση και περιγραφή των μεταβλητών που μπορεί να επηρεάζουν τη συμπεριφορά ενός συστήματος, να προβλέπουν πώς η τροποποίηση μιας μεταβλητής μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά του συστήματος και να αναγνωρίζουν τη γη ως ένα σύστημα που αποτελείται από υποσυστήματα.

Ο Draper (1993), παρότι δεν παρουσιάζει συγκεκριμένο διδακτικό υλικό, εισηγείται μια διαδικασία ανάπτυξης της συστημικής σκέψης σε ένα διδακτικό πρόγραμμα για τα επίπεδα 4-12 (από 10 χρονών). Στηριζόμενος στις επτά διαστάσεις της συστημικής σκέψης του Richmond (1993), εντόπισε τρία επίπεδα στο καθένα. Τα επίπεδα προέκυψαν από παρατηρήσεις τεσσάρων χρόνων τάξεων και μαθητών σε ατομικό επίπεδο από τη σκοπιά του φοιτητή, του δάσκαλου και του ερευνητή. Διαπίστωσε ότι οι περισσότεροι άνθρωποι αναπτύσσουν τη συστημική τους σκέψη μέσα από τα διάφορα είδη και επίπεδα σκέψης που παρουσιάζει. Σημειώνει ότι οι εισηγήσεις του στηρίζονται στην ιδέα ότι τα systems dynamics δεν πρέπει να θεωρούνται ως κομμάτι του περιεχομένου ή ξεχωριστή θεματική περιοχή, αλλά ως όργανο μάθησης, έκφρασης και αναζήτησης τρόπων βελτίωσης της απόδοσης και της ποιότητας, αναγάγοντας την έννοια των μοντέλων σε ένα σημαντικό εργαλείο επικοινωνίας. Τονίζει, επίσης, ότι, ενώ κάθε είδος και επίπεδο συστημικής σκέψης εμφανίζεται σε όλες τις τάξεις, η έμφαση κάθε φορά πρέπει να είναι σε ένα είδος συστημικής σκέψης.

Συνοψίζοντας, διαπιστώνεται ότι ενώ έχουν γίνει κάποιες προσπάθειες μεθοδευμένης ανάπτυξης διδακτικού υλικού που προωθεί τη συστημική σκέψη, δεν υπάρχουν εκείνα τα επιστημονικά τεκμηριωμένα ευρήματα για την επιβεβαίωση της αποτελεσματικότητάς τους. Προκύπτουν όμως από τις διάφορες έρευνες κάποια γενικά συμπεράσματα σε σχέση με την ικανότητα των ατόμων να σκέφτονται συστημικά: οι περισσότεροι άνθρωποι αντιλαμβάνονται πολύπλοκα συστήματα ως συλλογές από κομμάτια με μικρή κατανόηση της λειτουργίας του συστήματος (Hmelo-Silver & Pfeffer, 2004), η ανάπτυξη της συστημικής σκέψης των μαθητών είναι δύσκολο εγχείρημα (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Hmelo et al., 2000), ενώ οι όποιες προσπάθειες μεθοδικής ανάπτυξης της

συστημικής σκέψης πρέπει να διέπονται από συνοχή και συνέχεια ανάμεσα στις διάφορες ενότητες και επίπεδα/τάξεις (Sabelli, 2006· Kali, Orion & Eylon, 2003).

#### 2.2.5. Μέτρηση της Συστημικής Σκέψης

Παρά την πλούσια βιβλιογραφία σχετικά με τα συστήματα και τη συστημική σκέψη, λίγα είναι τα ευρήματα που μπορούν να στηρίξουν την αποτελεσματικότητα των εκπαιδευτικών μεθόδων που χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξή της. Η ανάγκη αξιολόγησης των διδακτικών προγραμμάτων που αναπτύσσονται κάνει επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης οργάνων μέτρησής της. Από τη βιβλιογραφία προκύπτουν αρκετές προσπάθειες μέτρησης της συστημικής σκέψης, ελάχιστες όμως στοχεύουν στην ανάπτυξη και αξιοποίηση επικυρωμένων εργαλείων.

Ένας αριθμός ερευνών ασχολείται με την ανάπτυξη διδακτικού υλικού που αφορά στην καλλιέργεια της συστημικής σκέψης και, παράλληλα, αναπτύσσει όργανα μέτρησής της για να εξετάσει την αποτελεσματικότητά του. Τέτοιες έρευνες προέρχονται κυρίως από τις φυσικές επιστήμες (π.χ. γεωεπιστήμες, βιολογία, χημεία, οικολογία) και τα μαθηματικά. Πέρα από την ανάγκη αξιολόγησης της αποτελεσματικότητας ενός παρεμβατικού προγράμματος, εντοπίζονται στη βιβλιογραφία και διάφορες προσπάθειες ανάπτυξης οργάνων μέτρησης της συστημικής σκέψης, και προέρχονται κυρίως από τη διοίκηση επιχειρήσεων και την οικολογία. Και στις δύο περιπτώσεις, οι περισσότερες προσπάθειες αφορούν μαθητές των ανώτερων επιπέδων της δευτεροβάθμιας ή της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης, με ελάχιστες να αφορούν την πρωτοβάθμια ή την κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.

##### *2.2.5.1. Όργανα μέτρησης για αξιολόγηση συγκεκριμένου παρεμβατικού προγράμματος*

Οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005) επέλεξαν ένα μικρό δείγμα από το ευρύτερο που χρησιμοποιήθηκε στην έρευνά τους για την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης σε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης στις γεωεπιστήμες (earth science), από το οποίο πήραν ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα τα οποία αξιοποιήθηκαν συνδυαστικά (triangulation) για την αξιολόγηση των διαστάσεων της συστημικής σκέψης όπως την εισηγούνται<sup>3</sup>. Η αξιοποίηση των εργαλείων σε σχέση με τις ικανότητες της συστημικής σκέψης φαίνεται στον Πίνακα 2. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε ποικιλία διαφορετικών εργαλείων:

<sup>3</sup> Ο ορισμός της Συστημικής Σκέψης από τους Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005) παρουσιάζεται στο υποκεφάλαιο 2.2.3. *Η Συστημική Σκέψη ως δεξιότητα σκέψης*



- Ερωτηματολόγια τύπου Likert, κατά την απάντηση των οποίων οι μαθητές εξηγούσαν το συλλογισμό τους.
  - GROUNDWATER DYNAMIC NATURE QUESTIONNAIRE (GDN). Αυτό το ερωτηματολόγιο αναπτύχθηκε για να αξιολογήσουν οι ερευνητές την ικανότητα των μαθητών να εντοπίζουν σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος.
  - CYCLIC THINKING QUESTIONNAIRE (CTQ). Στόχος του ερωτηματολογίου ήταν ο εντοπισμός του βαθμού κατανόησης των μαθητών της κυκλικής φύσης της υδρόσφαιρας και της διατήρησης της ύλης στα γεωσυστήματα.
  - GLOBAL MAGNITUDE QUESTIONNAIRE (GMQ). Το ερωτηματολόγιο στόχευε στην αξιολόγηση της κατανόησης των μαθητών σχετικά με τις ποσότητες των στοιχείων του κύκλου του νερού

Οι ερωτήσεις των ερωτηματολογίων προέκυψαν από συνεντεύξεις που προηγήθηκαν με μικρό δείγμα μαθητών, ενώ τρεις ειδικοί στη Γεωεπιστήμη (Earth Science) αξιολόγησαν την εγκυρότητα περιεχομένου των δοκιμίων. Οι απαντήσεις που λήφθηκαν κωδικοποιήθηκαν με τιμές 0-3, με 0 τις μη επιστημονικά ορθές απαντήσεις και 3 την επιστημονικά ορθή επεξήγηση. Υπολογίστηκαν μέσοι όροι και τυπικές αποκλίσεις για κάθε δήλωση.

- Drawing Analyses (DA), κατά την οποία οι μαθητές σχεδίαζαν διαγράμματα, π.χ. για τον κύκλο του νερού (για τη σημασία τους βλέπε Dove, Everett & Preece (1999) και Novick & Nussbaum (1978)).

Η κωδικοποίηση των σχεδίων έγινε με το πλαίσιο κωδικοποίησης των Rennie and Jarvis (1995). Για να αυξηθεί η αξιοπιστία της ανάλυσης των σχεδίων, οι δύο ερευνητές ανάλυσαν και κωδικοποίησαν τα ίδια σχέδια όλων των μαθητών. Μετά από σύγκριση και συζήτηση κατέληξαν σε ένα τυποποιημένο (standardized) σύστημα κωδικοποίησης, με βάση τα εξής κριτήρια: α) παρουσίαση γεωσυστημάτων, β) παρουσίαση διαδικασιών, γ) παρουσίαση χρήσης από τον άνθρωπο ή μόλυνσης, δ) κυκλική αντίληψη του κύκλου του νερού.

- Συσχέτιση λέξεων (Word Association)- παρόμοια με τους White & Gunstone (1992).

Κατά τη δραστηριότητα αυτή οι μαθητές κατέγραφαν όλες τις έννοιες που θεωρούσαν σχετικές με τον κύκλο του νερού. Οι έννοιες που καταγράφονταν από τους μαθητές

ταξινομούνταν από τους ερευνητές με κριτήριο τη σχέση τους με μια ενοποιό έννοια, π.χ. τις διαδικασίες στον κύκλο του νερού ή την ανθρώπινη χρήση του νερού.

- Κατασκευή εννοιολογικού χάρτη (Concept Map) - βλέπε White & Gunstone (1992) και Novak & Gowin (1984).

Λόγω της δυσκολίας στην κατασκευή εννοιολογικών χαρτών, οι μαθητές διδάχτηκαν πρώτα την κατασκευή τέτοιων χαρτών σε ζευγάρια μέσα από ένα οικείο προς αυτούς θέμα και, στη συνέχεια, κλήθηκαν να φτιάξουν ατομικά εννοιολογικό χάρτη για τον κύκλο του νερού μέσα από τρία στάδια: α) επιλογή ενός αριθμού εννοιών από μια ευρύτερη λίστα, β) σύνδεση δύο εννοιών κάθε φορά με μία πρόταση, χρησιμοποιώντας κάθε έννοια όσες φορές ήθελαν, και γ) κατασκευή του εννοιολογικού χάρτη. Ο εννοιολογικός χάρτης είναι ένα ισχυρό εργαλείο που επιτρέπει την εξέταση του τρόπου με τον οποίο οι μαθητές δομούν τις γνώσεις τους. Εξάλλου, εστιάζουν στη δομή και στις συνδέσεις που προσδίδουν οι μαθητές ανάμεσα σε έννοιες.

Οι ερευνητές έδωσαν ποσοτική τιμή στους εννοιολογικούς χάρτες με κριτήρια τον αριθμό των εννοιών, τις συσχετίσεις τους και την οργάνωσή τους στο χάρτη. Για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να αναπαριστούν δυναμικές διαδικασίες, ακολουθήθηκαν τρία στάδια: α) με την καταμέτρηση των «δυναμικών εννοιών», δηλαδή των εννοιών που συνδέονται μεταξύ τους με διαδικασία, β) με την καταμέτρηση «εννοιών ταξινόμησης», δηλαδή των εννοιών που συνδέονται μεταξύ τους με τρόπο που υποδεικνύει ταξινόμηση, γ) υπολογίζοντας το ποσοστό των δυναμικών εννοιών προς τον συνολικό αριθμό των εννοιών που εντοπίστηκαν από ολόκληρο το δείγμα.

Η κυκλική σκέψη των μαθητών υπολογίστηκε ως το ποσοστό των κύκλων που κατασκευάστηκαν στον εννοιολογικό χάρτη προς τα πέντε επίπεδα κύκλων που υπάρχουν στον χάρτη. Τα πέντε επίπεδα που εντοπίζονται στον χάρτη είναι: α) καθόλου κύκλοι, β) ατμοσφαιρικός κύκλος εξάτμισης και σύνδεση μέσω βροχής με τους ωκεανούς, γ) σύνδεση μέσω βροχής με την ξηρά, δ) σύνδεση μέσω ποταμών από την ξηρά στη θάλασσα και ε) διείσδυση και σύνδεση μέσω υπόγειων νερών ή διαπνοής από τα φυτά.

- Ημιδομημένες συνεντεύξεις από τους πιο «ικανούς» και ευφραδείς μαθητές στο μάθημα της Επιστήμης.

Οι συνεντεύξεις είχαν δύο στόχους: να επικυρώσουν τις απαντήσεις των μαθητών στα ερωτηματολόγια, τους εννοιολογικούς χάρτες και τις ζωγραφιές, καθώς και να παράσχουν επιπρόσθετη πληροφόρηση ως προς τις ικανότητες συστημικής σκέψης των μαθητών. Επιπρόσθετα, στους μαθητές παρουσιάστηκαν δύο σενάρια, της κατασκευής ενός

εργοστασίου στην πόλη τους σε σχέση με τις επιπτώσεις στην ποιότητα του νερού (“The factory inventory”), και των κρυμμένων στοιχείων του συστήματος της υδρόσφαιρας (“Hidden dimensions inventory”).

Όσον αφορά στις κατηγορίες που προέκυψαν από τα δεδομένα των *συνεντεύξεων*, αυτές επικυρώθηκαν με τη διαδικασία κρίσης ειδικών (expert judgment procedure) των πρώτων συνεντεύξεων, κατά την οποία εξετάστηκε η αξιοπιστία (ανάμεσα στα άτομα που έκαναν την κατηγοριοποίηση).

- Repertory Grid – βλέπε triad tests στους Ryan & Bernard (2000)

Από αυτά προκύπτουν χαρακτηριστικά γνώρισμα ομάδας στοιχείων ενός συστήματος. Για παράδειγμα, συγκρίσεις ανάμεσα στα στοιχεία Ωκεανός, Ποτάμια και Υδατοφράγματα μπορεί να οδηγήσει στο γνώρισμα «Υψηλή αλμυρότητα» που χαρακτηρίζει το στοιχείο Ωκεανός σε αντιπαράθεση με τα άλλα δύο στοιχεία: Ποτάμια και Υδατοφράγματα. Αρχικά, έγινε ποιοτική ανάλυση των δεδομένων και κατηγοριοποίηση των στοιχείων σε διαδικασίες στον κύκλο του νερού, ανθρώπινη χρήση του νερού κ.τ.λ. Στη συνέχεια, έγινε ποσοτική ανάλυση των γνωρισμάτων που χρησιμοποιήθηκαν από τους μαθητές. Για την αξιολόγηση της ικανότητας των μαθητών να αναπαριστούν δυναμικές διαδικασίες μέσα στο σύστημα, οι ερευνητές εντόπισαν τα γνώρισμα, με κριτήριο τα δυναμικά τους χαρακτηριστικά (μετατροπή της ύλης μεταξύ των γεωσυστημάτων) και οι μαθητές καλούνταν να βαθμολογήσουν κάθε στοιχείο στην κλίμακα 1-5 με κριτήριο το γνώρισμα που ανέφεραν.

- Παρατήρηση

Η μέθοδος της παρατήρησης χρησιμοποιήθηκε για τον εντοπισμό των αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στους μαθητές, τα μέσα που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διδασκαλία και το δάσκαλο. Επίσης χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο για την αξιολόγηση του βαθμού ενασχόλησης των μαθητών στις δραστηριότητες και των στρατηγικών που χρησιμοποίησε ο δάσκαλος. Ο παρατηρητής έπαιρνε σημειώσεις κατά τη διάρκεια του μαθήματος ως συμμετοχικός παρατηρητής και στη συνέχεια συμπλήρωνε τις σημειώσεις με περισσότερες λεπτομέρειες.

Πίνακας 2. Όργανα αξιολόγησης των δεξιοτήτων της Συστημικής Σκέψης από τους Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005)<sup>4</sup>

*Adjustment of each research tool to characterize the various system thinking skills*

System thinking skills	Research tools									
	GDN	CTQ	GMQ	D	WA	CM	HD	FI	RG	
Identifying the system's components and processes			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Identifying relationships among components	<input checked="" type="checkbox"/>					<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
Identifying dynamic relationships within the system	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>				
Understanding the cyclic nature of systems		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
Organizing components within a framework of relationships				<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>				
Making generalizations								<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Understanding the hidden dimensions of a system								<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>
Thinking temporally: retrospection and prediction								<input checked="" type="checkbox"/>		<input checked="" type="checkbox"/>

GDN, Groundwater system dynamic nature Questionnaire; CTQ, Cyclic Thinking Questionnaire; GMQ, Global Magnitude Questionnaire; D, Drawing; WA, Word association; CM, Concept maps; HD, The hidden dimension inventory; FI, The factory inventory; RG, Repertory Grid.

Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η ανάπτυξη της συστημικής σκέψης στο συγκεκριμένο των γεωσυστημάτων (earth systems) γίνεται μέσα από ιεραρχημένα διαδοχικά στάδια (όπως αυτά παρουσιάστηκαν στο υποκεφάλαιο 2.2.2. Ορισμός Συστημικής Σκέψης). Έδειξαν επίσης ότι η βελτίωση στις γνωστικές δεξιότητες που αφορούν τη συστημική σκέψη οφείλονται στις ατομικές γνωστικές ικανότητες των μαθητών και στο βαθμό εμπλοκής των μαθητών στις μαθησιακές δραστηριότητες μέσα και έξω από την τάξη.

Οι ίδιοι ερευνητές, προσάρμοσαν το διδακτικό υλικό για τον κύκλο του νερού που παρουσίασαν το 2005 (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005), ώστε να είναι κατάλληλο για παιδιά δημοτικού (4<sup>th</sup> grade) (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010). Τόσο το διδακτικό υλικό όσο και η αξιολόγηση της συστημικής σκέψης, περιορίστηκαν στις πέντε πρώτες δεξιότητες λόγω της ηλικίας των παιδιών. Όπως και στην προηγούμενη τους έρευνα, χρησιμοποίησαν ποικιλία οργάνων για τη μέτρησή τους: Σχεδιαγράμματα μαθητών (Students' Drawings), Συσχέτιση λέξεων (Word Associations), Σύγκριση στοιχείων ως προς ένα γνώρισμα (Repertory Grids), Ημιδομημένες συνεντεύξεις (Semi-structured Interviews), Εξέταση γλωσσικής ικανότητας (Reading and Language Competence), Παρατήρηση (Observation), Ερωτηματολόγια - Cyclic Thinking Questionnaire (CTQ) και The Ecology System Inventory (ESI) (αντίστοιχο του «Hidden Dimension Inventory»

<sup>4</sup> Πηγή: Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, σελ. 528)

στους Ben-Zvi Assaraf και Orion, 2005). Πριν την παρέμβαση, τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι Συνεντεύξεις, τα Σχεδιαγράμματα, οι Συσχετίσεις λέξεων και οι Συγκρίσεις εννοιών ως προς ένα γνώρισμα. Κατά τη διάρκεια των μαθημάτων και της επιτόπιας μελέτης, λήφθηκαν δεδομένα από Παρατήρηση και μετά την παρέμβαση οι μαθητές συμμετείχαν σε μια Εξέταση γλωσσικής ικανότητας και απάντησαν στα Ερωτηματολόγια CTQ και ESI. Τα δεδομένα που λήφθηκαν και αναλύθηκαν ήταν, όπως και στην προηγούμενη τους έρευνα (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005) τόσο ποιοτικά όσο και ποσοτικά.

Παρά το χαμηλό βαθμό των αρχικών ικανοτήτων σχετικά με τη συστημική σκέψη, οι περισσότεροι μαθητές επέδειξαν σημαντική πρόοδο σχετικά με την ικανότητα ανάλυσης του υδρολογικού κύκλου στα στοιχεία και τις διαδικασίες του. Σαν αποτέλεσμα αναγνώρισαν σχέσεις μεταξύ των στοιχείων ενός συστήματος. Μερικοί μάλιστα μαθητές πέτυχαν υψηλού βαθμού ικανότητες συστημικής σκέψης, όπως η αναγνώριση σχέσεων ανάμεσα σε διαφορετικά συστήματα της γης και κρυμμένα μέρη του υδρολογικού συστήματος. Η έρευνά τους έδειξε ότι η άμεση επαφή με πραγματικά φαινόμενα και διαδικασίες σε σενάρια μικρής κλίμακας βοήθησε τους μαθητές να δημιουργήσουν ένα συγκεκριμένο κύκλο του νερού, ο οποίος θα μπορούσε αργότερα να επεκταθεί σε μεγαλύτερης κλίμακας αφηρημένους καθολικούς κύκλους. Η ενσωμάτωση επιτόπιων και εργαστηριακών διερευνήσεων (inquiry-based learning) και οι δραστηριότητες ενοποίησης της γνώσης (knowledge integration assignments) συνέβαλαν στην ικανότητα των συγκεκριμένων μαθητών να αναπτύξουν βασικές ικανότητες συστημικής σκέψης. Αυτό δείχνει, σύμφωνα με τους ερευνητές, ότι, παρά το ότι η συστημική σκέψη θεωρείται ως ανώτερη λειτουργία σκέψης (high order thinking skill), μπορεί να αναπτυχθεί ως ένα βαθμό στο δημοτικό σχολείο.

Νωρίτερα, οι Kali et al. (2003) κατασκεύασαν ένα δοκίμιο συστημικής σκέψης στο συγκείμενο του κύκλου των πετρωμάτων (rock cycle) και αφορούσε μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (7<sup>th</sup> grade). Το δοκίμιο στηρίχτηκε στον ορισμό της συστημικής σκέψης των Ossimitz (2000) και O'Connor και McDermott (1997). Περιελάμβανε τέσσερις ερωτήσεις που ζητούσαν από τους μαθητές να εξηγήσουν αν πιστεύουν ότι υπάρχει μια αλληλουχία διαδικασιών μεταξύ δύο πετρωμάτων (earth products) και σε θετική απάντηση να χρησιμοποιήσουν λέξεις από τις δοσμένες λέξεις/διαδικασίες όπως διάβρωση, έκρηξη, λιώσιμο, ταχεία κρυστάλλωση, καθίζηση κ.τ.λ., για να τη δείξουν. Η πρώτη ερώτηση αφορούσε μια διαδικασία μετατροπής που διδάχτηκαν οι μαθητές, ενώ οι άλλες τρεις αφορούσαν διαδικασίες που δε διδάχτηκαν.

Σύμφωνα με τους ερευνητές, η πρώτη ερώτηση μετρούσε τη γνώση που αποκτήθηκε κατά το πρόγραμμα, ενώ οι άλλες τρεις μετρούσαν την ικανότητα των μαθητών να χρησιμοποιούν τη συστημική σκέψη για να λύνουν προβλήματα σε νέο συγκείμενο. Οι θετικές απαντήσεις κατηγοριοποιήθηκαν, ανάλογα με την εξήγησή τους, σε πέντε κατηγορίες που αντιπροσώπευαν, για τους ερευνητές, διαφορετικούς βαθμούς ανάπτυξης της συστημικής σκέψης. Η πρώτη κατηγορία περιελάμβανε τις απαντήσεις με όλες τις απαιτούμενες γεωλογικές διαδικασίες στη σωστή σειρά, ενώ η πέμπτη περιελάμβανε τις απαντήσεις με μη-λογική αλληλουχία διαδικασιών (Kali et al., 2003).

Οι Kali, Orion, και Eylon (2003), καθώς και οι Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005) μελετώντας τις αντιλήψεις μαθητών κατώτερης μέσης εκπαίδευσης για τα συστήματα της γης, έδειξαν ότι οι μαθητές τείνουν να αντιλαμβάνονται ένα σύστημα ως αποσπασματικά κομμάτια γνώσης και δεν έχουν δυναμική ή συστημική προοπτική των συστημάτων.

Η μέτρηση της συστημικής σκέψης μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (6<sup>η</sup> τάξη) από τους Riess και Mischo (2009) έγινε μέσα από ερωτηματολόγιο. Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε κλειστού και ανοικτού τύπου ερωτήσεις, ακολουθώντας παρόμοια διαδικασία με τους Booth Sweeney και Sterman (2000).

Στο πρώτο έργο οι μαθητές είχαν μπροστά τους μια εικόνα με διάφορα στοιχεία του δασικού οικοσυστήματος και κλήθηκαν να ενώσουν με βέλη τα στοιχεία που θεωρούσαν ότι συνδέονταν μεταξύ τους με κάποιο τρόπο, έχοντας ως παράδειγμα τη μεταφορά ύλης (π.χ. θρεπτικές ουσίες μέσω της διατροφής). Η ανάλυση των διαγραμμάτων έγινε λαμβάνοντας υπόψη α) τον εντοπισμό ή μη της μεταφοράς ενέργειας και ύλης (διατροφικές σχέσεις, ανταλλαγή αερίων) ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος, β) τον αριθμό των σωστών συνδέσεων (χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η κατεύθυνση της επίδρασης) και γ) αν οι σχέσεις παρουσιάζονται με ολοκληρωμένο κύκλο ή όχι. Εξάλλου, το έργο περιελάμβανε ένα κείμενο για τις σχέσεις ανάμεσα σε αλεπούδες και ποντίκια και οι μαθητές καλούνταν, αφού διαβάσουν το κείμενο, να απαντήσουν σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής σχετικά με μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις στους πληθυσμούς των αλεπούδων και των ποντικών, και να φτιάξουν ένα διάγραμμα αιτίας-αποτελέσματος. Στη συνέχεια, οι μαθητές καλούνταν να εξηγήσουν το συλλογισμό τους σε σχέση με τις απαντήσεις που έδωσαν στις ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής. Ακολούθως, οι μαθητές καλούνταν να επεκτείνουν το διάγραμμα που έφτιαξαν με τις αλεπούδες και τα ποντίκια προσθέτοντας έναν ανταγωνιστή της αλεπούς, το κουνάβι, και να αναπαραστήσουν τις σχέσεις ανάμεσα σε αυτά τα στοιχεία με βέλη. Ένα άλλο κείμενο παρουσίαζε την παρέμβαση ενός αγρότη σε ένα υφιστάμενο αγρόκτημα και οι μαθητές

καλούνταν να απαντήσουν σε ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής για να δείξουν τις σχέσεις (όπως οι μακροπρόθεσμες και βραχυπρόθεσμες επιπτώσεις της ανθρώπινης παρέμβασης) που παρουσιάζονταν στο κείμενο ή που μπορούσε κάποιος να συμπεράνει από το κείμενο.

Το ερωτηματολόγιο περιελάμβανε επίσης έργα για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης που σχετίζονταν με το περιεχόμενο του παρεμβατικού προγράμματος. Η ανάλυση των δεδομένων οδήγησε σε δύο διαφορετικούς βαθμούς: την επίδοση (achievement score) και το βαθμό επεξήγησης συλλογισμού (justification score).

Τα αποτελέσματα της έρευνας τους έδειξαν ότι η ταυτόχρονη συμμετοχή σε μαθήματα σχεδιασμένα για την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης και η εργασία με προσομοιώσεις στον υπολογιστή οδηγούν τόσο σε υψηλότερες επιδόσεις (achievement score) όσο και σε καλύτερες επεξηγήσεις (justification score). Εξάλλου, τα αποτελέσματα της έρευνάς τους έδειξαν ότι η αποκλειστική συμμετοχή σε μαθήματα για την προώθηση της συστημικής σκέψης, χωρίς την εργασία με προσομοιώσεις οδηγεί μόνο σε βελτίωση της επίδοσης της συστημικής σκέψης και όχι της επεξήγησης του συλλογισμού.

Ο Ossimitz (1994, 1996, 2000), αναφέρει ότι αξιοποίησε τροποποιημένα τα έργα των Klieme και Maichle (1991, 1994) (στα γερμανικά) στις δικές του έρευνες στα πλαίσια κυρίως του μαθήματος των Μαθηματικών με φοιτητές πανεπιστημίου με έμφαση στη μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων. Τα δοκίμια, προ-πειραματικά και μετα-πειραματικά, αποτελούνται κυρίως από δύο είδη έργων, τα οποία συνοδεύονταν από αριθμό ερωτήσεων. Στο πρώτο είδος έργων παρουσιαζόταν ένα πρόβλημα και οι μαθητές καλούνταν να αναπαραστήσουν σε μορφή διαγράμματος ή εικόνας τις σχέσεις ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος που παρουσιαζόταν και να απαντήσουν σε σχετικές ερωτήσεις. Στο δεύτερο είδος έργων, οι μαθητές, ακολουθώντας το παράδειγμα που δινόταν, καλούνταν να καταγράψουν αλυσίδες επιχειρημάτων (π.χ. περισσότεροι τουρίστες → περισσότερα ξενοδοχεία → περισσότερα προβλήματα τροχαίας κίνησης → λιγότερο ελκυστικό θέρετρο). Για την αξιολόγηση των δύο ειδών έργων καταμετρούνταν ο αριθμός των στοιχείων στις αναπαραστάσεις, για τον υπολογισμό ενός δείκτη πολυπλοκότητας, και ο αριθμός των σχέσεων μεταξύ τους, για την κατασκευή ενός δείκτη διασύνδεσης (inter-relatedness).

Ο ίδιος ερευνητής, σε συνέχεια της έρευνάς του (βλέπε Ossimitz, 2001· Kainz & Ossimitz, 2002), ενσωμάτωσε δύο από τα έργα των Booth Sweeney και Sterman (2000), μαζί με άλλα, παρόμοιας δομής, για την αξιολόγηση της ικανότητας διάκρισης των εννοιών των ροών και αποθεμάτων και πρόβλεψης της συμπεριφοράς συστημάτων (stock-flow thinking) με τη χρήση γραφικών παραστάσεων. Για κάθε έργο που δόθηκε στους φοιτητές

στο προ-πειραματικό δοκίμιο, ένα παρόμοιο έργο όσον αφορά στη δομή και στην ικανότητα stock-flow-thinking που αφορούσε, αλλά με διαφορετικό συγκείμενο, δόθηκε στο μετα-πειραματικό. Τα έργα αφορούσαν για παράδειγμα το νερό σε μια δεξαμενή, την εισδοχή-απόλυση τραυματιών σε νοσοκομείο, τον αριθμό αυτοκινήτων που εισέρχονται ή εξέρχονται από ένα χώρο στάθμευσης ή διαφορές ανάμεσα στο δημοσιονομικό έλλειμμα και στο δημόσιο χρέος. Τα κριτήρια κωδικοποίησης των απαντήσεων ήταν σχετικά με το βαθμό ορθότητας της απάντησης, από «κεντελώς ορθή απάντηση» μέχρι «σοβαρά λάθη στα αποθέματα» ή «καθόλου ή τυχαία απάντηση». Γενικά οι επιδόσεις στα έργα του προ-πειραματικού δοκιμίου ήταν πολύ χαμηλές, ενώ οι επιδόσεις στο μετα-πειραματικό δοκίμιο ήταν καλύτερες, γεγονός που τονίζει τη σημασία της παρέμβασης.

Στην έρευνα που διενήργησε ο Penner (2000), στόχος ήταν η διερεύνηση της συστημικής σκέψης των μαθητών (6<sup>η</sup> τάξη) σε σχέση με τα αναδυόμενα φαινόμενα. Ένα μέσο διερεύνησης αυτής της ικανότητας είναι σύμφωνα με τον ερευνητή η συμμετοχή των μαθητών σε μοντελοποίηση των επιστημονικών φαινομένων, εφόσον η δόμηση, ο έλεγχος και η αξιολόγηση μοντέλων φαινομένων είναι ένα βασικό μέσο με το οποίο οι επιστήμονες διατυπώνουν ερμηνείες (βλέπε Hestenes, 1992).

Συνήθως, τα αναδυόμενα συστήματα μοντελοποιούνται με τη χρήση διαφορικών εξισώσεων, γεγονός που απαιτεί εκτεταμένες μαθηματικές γνώσεις, οι οποίες συνήθως δεν εμπίπτουν στην κατανόηση μαθητών δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Εξάλλου, τέτοια μοντέλα επισκοτίζουν τη διαδικασία με την οποία αναδύονται τα μοτίβα, γιατί ενώ περιλαμβάνουν τα αποτελέσματα της ανάδυσης, δεν παρέχουν λεπτομέρειες για τον τρόπο με τον οποίο οι διαδικασίες σε μικροεπίπεδο παράγουν μοτίβα σε μακροεπίπεδο. Στον αντίποδα βρίσκεται το «exploratory modeling» (Resnick & Wilensky, 1997) που έχει ως αφετηρία τη θεώρηση των συστημάτων που προκύπτουν από απλούς κανόνες. Ξεκινά με ένα σύνολο κανόνων που διέπουν τα στοιχεία του συστήματος και ως αποτέλεσμα αναγνωρίζονται τα μοτίβα συμπεριφοράς του συστήματος σε μακροεπίπεδο. Το περιβάλλον Life είναι ένα παιχνίδι που επινόησε το 1970 ο μαθηματικός John Conway και περιγράφει τις αρχές των κυψελοειδών αυτόματων. Ένα κυψελοειδές αυτόματο είναι ένα αυτο-διατηρούμενο σύμπαν, στο οποίο αλλαγές στην κατάσταση γίνονται με βάση ένα μικρό σύνολο ξεκάθαρων κανόνων. Η χρήση των κυψελοειδών αυτόματων αντιμετωπίζει το ζήτημα των γνώσεων περιεχομένου (domain-specific knowledge) που απαιτούνται από τους μαθητές και που δυσχεραίνουν την αντικειμενική μέτρηση της συστημικής σκέψης.

Το Life πραγματώνεται σε ένα δισδιάστατο πλέγμα, στο οποίο κάθε κυψέλη μπορεί να είναι μαύρη (ζωντανό) ή άσπρη (νεκρό) και έχει συνολικά οκτώ γειτονικές κυψέλες. Το



παιχνίδι ξεκινά με μια απλή διαμόρφωση των μαύρων κυψελών. Τρεις απλοί κανόνες καθορίζουν τις αλλαγές μεταξύ των γενεών: 1) Επιβίωση: Κάθε μαύρη κυψελίδα με δύο ή τρεις γειτονικές κυψελίδες επιβιώνει για την επόμενη γενεά, 2) Θάνατος: κάθε μαύρη κυψελίδα με τέσσερις ή περισσότερους γείτονες πεθαίνει από υπερπληθυσμό. Κάθε μαύρη κυψελίδα με ένα ή καθόλου γείτονες πεθαίνει από απομόνωση. 3) Γέννηση: Κάθε άσπρη κυψελίδα με ακριβώς τρεις γειτονικές μαύρες κυψελίδες γίνεται μια νέα μαύρη κυψελίδα στην επόμενη γενεά.

Οι αρχικές συνεντεύξεις και οι απομαγνητοφωνήσεις της εργασίας των μαθητών με το περιβάλλον Life (με προσομοίωση στο χαρτί- hand simulation on grid paper και στον υπολογιστή) αποτέλεσαν τα εργαλεία συλλογής δεδομένων για συστημική σκέψη των μαθητών σε σχέση με τα αναδυόμενα φαινόμενα. Έξι μαθητές δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης συμμετείχαν σε 45λεπτες-μονώρες συναντήσεις μια φορά τη βδομάδα σε σύνολο 9 εβδομάδων.

Οι ερωτήσεις της αρχικής συνέντευξης (που προέκυψαν από την πιλοτική έρευνα) σχεδιάστηκαν για τον εντοπισμό της κατανόησης των μαθητών για μερικά αντιπροσωπευτικά συστήματα αναδυόμενων φαινομένων: τη διαμόρφωση της κλίσης του εδάφους σε μια περιοχή (talus slope), το σχηματισμό V χηνών σε πτήση, την κυκλοφοριακή συμφόρηση και την ανάπτυξη ενός ώριμου δάσους. Τα σενάρια παρουσιάζονταν με διαφορετική σειρά σε κάθε μαθητή. Αφού παρουσιαζόταν κάθε σενάριο, οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν σε δύο ερωτήσεις για να διακριβωθεί η κατανόησή τους ως προς τα αναδυόμενα φαινόμενα σχετικά με το μοτίβο που μπορεί να παρουσιαστεί και σχετικά με τις επιπτώσεις σε μακροεπίπεδο μιας μικρής μείωσης του αρχικού αριθμού των στοιχείων του συστήματος.

Στη συνέχεια, αφού οι μαθητές γνώρισαν το περιβάλλον Life κλήθηκαν να δράσουν σε δύο έργα. Στόχος του πρώτου ήταν να ενθαρρύνει τους μαθητές να εστιάσουν στα δύο επίπεδα περιγραφής, το μικροεπίπεδο και το μακροεπίπεδο. Το βασικό ερώτημα ήταν αν υπάρχει σχέση ανάμεσα στην αρχική μορφή, στον αριθμό των γενεών που παράγονται και στην τελική μορφή του οργανισμού. Το δεύτερο έργο σχεδιάστηκε ώστε να ενθαρρύνει τους μαθητές να σκεφτούν τις επιδράσεις μικρών αλλαγών σε μικροεπίπεδο σε ολόκληρο το σύστημα. Οι βασικές ερωτήσεις του έργου ήταν: α) Τι είναι ίδιο/διαφορετικό σε σχέση με τα μοτίβα που σχηματίστηκαν; Τι μπορεί να βρίσκεται πίσω από τις ομοιότητες ή διαφορές; β) Υπάρχει σχέση μεταξύ του αριθμού των αρχικών κυψελών, του αριθμού των γενεών και των τελικών αποτελεσμάτων;

Μέσα από τα κείμενα των απομαγνητοφωνήσεων των συνεντεύξεων και των μαθημάτων εντοπίστηκαν σημαντικές πληροφορίες (critical events) και τάσεις σχετικά με τους σκοπούς της έρευνας. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκαν πληροφορίες στις οποίες αντιπαραβάλλονται περιγραφές από μικροεπίπεδα και μακροεπίπεδα και πληροφορίες για τις επιπτώσεις που έχουν μικρές αλλαγές στην εξέλιξη των μοτίβων στο μακροεπίπεδο. Για να εξεταστεί η αξιοπιστία της ανάλυσης, ένα άτομο που δε γνώριζε το σκοπό της έρευνας εκπαιδεύτηκε στην κωδικοποίηση της ανάλυσης και εφάρμοσε το πλαίσιο κωδικοποίησης ώστε να αναγνωρίσει τις σημαντικές καταχωρίσεις. Οι δύο αξιολόγοι είχαν αρχική συμφωνία 87%, και οι διαφωνίες επιλύθηκαν μέσα από συζήτηση.

Η ανάλυση των συνεντεύξεων έδειξε ότι τα άτομα που δεν είναι εκπαιδευμένα στη συστημική σκέψη, έχουν μικρή ή καθόλου κατανόηση της φύσης των αναδυόμενων συστημάτων. Η ανάλυση των δεδομένων από τα μαθήματα έδειξε ότι η συμμετοχή των μαθητών στις δραστηριότητες με το Life τους βοήθησε να αντιληφθούν σημαντικές πτυχές της συστημικής σκέψης ως προς τα αναδυόμενα φαινόμενα. Συγκεκριμένα, εντοπίστηκε ότι σταδιακά οι μαθητές διέκριναν καλύτερα ανάμεσα στα φαινόμενα σε μικροεπίπεδο και μακροεπίπεδο. Φάνηκε επίσης σταδιακή βελτίωση στην αναγνώριση του γεγονότος πως, παρά το ότι οι κανόνες είναι απαραίτητοι, δεν είναι ικανοί να καθορίσουν την εξέλιξη του συστήματος, αλλά οι αλληλεπιδράσεις ανάμεσα στη μορφή και τους κανόνες καθορίζουν τα γενικότερα μοτίβα. Τέλος, φάνηκε ότι οι μαθητές αναγνώριζαν το γεγονός ότι μικρές αλλαγές σε μικροεπίπεδο μπορεί να έχουν σημαντικές αλλαγές σε μακροεπίπεδο.

#### *2.2.5.2.Εργαλεία αξιολόγησης της συστημικής σκέψης ανεξάρτητα από διδακτικό υλικό*

Μια από τις σημαντικότερες προσπάθειες ανάπτυξης μιας μεθόδου αξιολόγησης της συστημικής σκέψης ατόμων αποτελεί η έρευνα των Booth Sweeney και Sterman (2000). Οι ερευνητές μελέτησαν τη συστημική σκέψη φοιτητών στη σχολή διοίκησης επιχειρήσεων στο MIT που είχαν υπόβαθρο στα μαθηματικά και την επιστήμη, αλλά δεν είχαν παρακολουθήσει μαθήματα σχετικά με τη συστημική σκέψη. Χρησιμοποίησαν το ερωτηματολόγιο ως εργαλείο για να αξιολογήσουν συγκεκριμένες πτυχές της συστημικής σκέψης όπως η ανάδραση (feedback), η χρονική καθυστέρηση (delay), αποθέματα και ροές (stocks and flows). Κατασκεύασαν διάφορα δοκίμια που το καθένα αποτελούνταν από μερικές παραγράφους που έγειραν ένα πρόβλημα και τα υποκείμενα καλούνταν να φτιάξουν μια γραφική παράσταση για την προβλεπόμενη συμπεριφορά με την πάροδο του χρόνου. Τα έργα σχεδιάστηκαν ώστε να μπορούν να απαντηθούν χωρίς τη χρήση

εξειδικευμένων μαθηματικών, πέρα από το επίπεδο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης (primarily simple arithmetic). Τα έργα που μετρούσαν ικανότητες όσον αφορά τα αποθέματα και τις ροές («Bathtub» και «Cash flow») ήταν σχετικά απλά, αφού δεν περιελάμβαναν διαδικασίες ανάδρασης, ενώ τα έργα που μετρούσαν ικανότητες στον εντοπισμό των επιδράσεων της χρονικής καθυστέρησης («Manufacturing case») περιελάμβανε ένα απόθεμα (stock), μία χρονική καθυστέρηση και μία αρνητική (εξισορροπητική) διαδικασία ανάδρασης. Αφού αναπτύχθηκαν τα αρχικά κριτήρια κωδικοποίησης, εφαρμόστηκαν στα αποτελέσματα ενός μέρους του δείγματος καταλήγοντας σε αναθεωρημένα κριτήρια. Οι σωστές απαντήσεις κωδικοποιούνταν με τον αριθμό 1, ενώ οι λανθασμένες με 0.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι οι συγκεκριμένοι φοιτητές, δεν είχαν ιδιαίτερα ανεπτυγμένη τη συστημική τους σκέψη σε βασικές πτυχές της, ιδιαίτερα στις σχέσεις αποθεμάτων και ροών (όπως η διατήρηση της ύλης) και στη χρονική καθυστέρηση. Η σημασία της έρευνας των Booth Sweeney και Sterman (2000) δεν αφορά στα ίδια τα αποτελέσματα, αλλά στο γεγονός ότι αρκετοί ερευνητές το χρησιμοποιούν για την αξιολόγηση παρεμβατικών προγραμμάτων σχεδιασμένων να προωθούν τη συστημική σκέψη, κάνοντας δυνατή τη σύγκριση των αποτελεσμάτων με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων.

Στα πλαίσια της μελέτης της συστημικής σκέψης προπτυχιακών φοιτητών ηλικίας 21 ως 31 χρόνων, οι Jensen & Brehmer (2003) χρησιμοποίησαν ένα έργο με τη χρήση του ηλεκτρονικού υπολογιστή. Τα άτομα καλούνταν να κάνουν τις απαραίτητες αλλαγές σε ένα απλό σύστημα θηρευτή (πληθυσμός αλεπούδων) και θηράματος (πληθυσμός λαγών), ώστε να επέλθει ισορροπία στο σύστημα. Δύο αιτιακές σχέσεις χαρακτήριζαν τις σχέσεις των πληθυσμών: Η «θετική», κατά την οποία ο πληθυσμός των λαγών επηρεάζει άμεσα τον πληθυσμό των αλεπούδων, αφού όσο περισσότεροι λαγοί υπάρχουν τόσο περισσότερη τροφή έχουν οι αλεπούδες με αποτέλεσμα να αυξάνεται ο πληθυσμός τους. Όσο μειώνεται ο αριθμός των λαγών, τόσο λιγότερο φαγητό υπάρχει για τις αλεπούδες, άρα ο αριθμός τους μειώνεται. Κατά την «αρνητική» σχέση, όσο περισσότερες αλεπούδες υπάρχουν τόσο περισσότεροι λαγοί τρώγονται. Ένας αυξημένος πληθυσμός αλεπούδων οδηγεί σε μειωμένο αριθμό λαγών, ενώ ένας μειωμένος πληθυσμός αλεπούδων οδηγεί σε αυξημένο αριθμό λαγών. Έτσι, οι λαγοί μπορούν να πολλαπλασιαστούν λιγότερο ή περισσότερο ανενόχλητοι. Οι δύο μεταβλητές σχετίζονται αμοιβαία και το σύστημα αντιμετωπίζεται ως διαδικασία, αφού τα υποκείμενα μπορούν να αλληλεπιδράσουν μαζί του για ένα ευρύ χρονικό πλαίσιο και σε διαφορετικές περιπτώσεις. Οι δύο αιτιακές σχέσεις που

λαμβάνονταν υπόψη στο σύστημα παραπέμπουν στα reinforcing και balancing loops που εισηγείται ο Sterman (2000).

Τα υποκείμενα μπορούσαν να επιδράσουν άμεσα στον πληθυσμό των αλεπούδων, ενώ μόνο έμμεσα στον πληθυσμό των λαγών μέσα από τον πληθυσμό των αλεπούδων. Κατά τους ερευνητές, οι δεξιότητες της συστημικής σκέψης που επιστρατεύονται είναι:

- η κατανόηση της συμπεριφοράς του συστήματος από την αλληλεπίδραση ανάμεσα στις μεταβλητές του
- η ικανότητα να αναγνωρίζουν και να κατανοούν σχέσεις αποθεμάτων και ροών (stock and flow relationships)
- η κατανόηση των διαδικασιών ανάδρασης και μη-γραμμικότητας (εφόσον οι πληθυσμοί αυξάνονται και μειώνονται εκθετικά)

Το σύστημα της προσομοίωσης θεωρούνταν κλειστό εφόσον τίποτα δεν το επηρέαζε εκτός από ό,τι περιλαμβανόταν στη λίστα της περιγραφής του έργου. Εξάλλου, χρονικές καθυστερήσεις δεν επηρέαζαν το σύστημα. Κάθε δοκιμή αποτελούνταν από 30 χρονικά βήματα (προσομοιωμένα χρόνια). Σκοπός των υποκειμένων ήταν να οδηγήσουν το σύστημα σε ισορροπία σε εκείνα τα χρονικά πλαίσια. Για την επίλυση του προβλήματος έγινε ανάλυση του περιεχομένου (task analysis) για να γίνει ξεκάθαρη η δομή του προβλήματος, οι βασικές πτυχές του έργου και η διαδικασία λύσης του προβλήματος. Στρατηγικές-πρότυπα για την επίλυση του έργου αναγνωρίστηκαν και συγκρίθηκαν με την τρόπο δράσης των υποκειμένων στην εμπειρική έρευνα.

Οι δράσεις καταγράφονταν στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, τα υποκείμενα καλούνταν να εκφράσουν λεκτικά τις σκέψεις τους κατά τη διάρκεια του μαθήματος και στο τέλος κλήθηκαν να απαντήσουν σε ερωτήσεις σχετικά με τις απόψεις τους και την κατανόησή τους για το σύστημα, ώστε να παρθούν δεδομένα για τα νοητικά τους μοντέλα, καθώς και τις απόψεις τους για τις ικανότητες που είναι χρήσιμες για την επίλυση του προβλήματος.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, παρά το σχετικό βαθμό απλότητας στη δομή του έργου, περιλαμβάνοντας μόνο δύο μεταβλητές και δύο αιτιακές σχέσεις, ο βαθμός δυσκολίας είναι μεγάλος. Μόνο 8 από τα 15 υποκείμενα μπόρεσαν να το επιλύσουν με επιτυχία. Υπήρχαν διαφορές στην επίδοση αλλά και στις προσεγγίσεις που επιλέγηκαν. Φάνηκε επίσης ότι η επιτυχία στην επίλυση του προβλήματος συνοδευόταν με «αγωνιστικό πνεύμα» και συσχετιζόταν περισσότερο με το αρσενικό φύλο.

Οι Hmelo-Silver και Green Pfeffer (2004) σύγκριναν την κατανόηση για τα σύνθετα συστήματα ανάμεσα σε ειδικούς (experts) και αρχάριους (novice). Στα πλαίσια της έρευνας, μέσα από ατομικές συνεντεύξεις, εξήγαγαν τις ιδέες των υποκειμένων σχετικά με τρία χαρακτηριστικά των συστημάτων: τη δομή (τα στοιχεία ενός συστήματος), τη συμπεριφορά (τους μηχανισμούς του) και τις λειτουργικές προοπτικές του (Structure–Behavior–Function theory, SBF). Οι ερωτήσεις αφορούσαν ένα υδάτινο σύστημα (ενυδρείο) και απευθύνονταν σε μαθητές μέσης εκπαίδευσης, προϋπηρεσιακούς εκπαιδευτικούς και ειδικούς στα ενυδρεία. Τα υποκείμενα καλούνταν να σχεδιάσουν, τα απαραίτητα στοιχεία ενός ενυδρείου, εκφράζοντας προφορικά τη σκέψη τους. Στη συνέχεια, οι συνεντεύξεις περιλάμβαναν ανοικτού τύπου ερωτήσεις και δραστηριότητες λύσης προβλήματος. Κάποιες ερωτήσεις αφορούσαν τη δομή του συστήματος (π.χ. τι περιέχεται σε ένα ενυδρείο;), άλλες αφορούσαν τη λειτουργία του συστήματος (π.χ. τι κάνουν τα ψάρια σε ένα ενυδρείο;) και άλλες αφορούσαν τους μηχανισμούς συμπεριφοράς των δομών (π.χ. τι συμβαίνει όταν ένα φίλτρο χαλάσει;). Επίσης, στα υποκείμενα δόθηκε μια λίστα με στοιχεία και ρωτήθηκαν πώς αυτά σχετίζονται με ένα ενυδρείο (π.χ. αέρας, πέτρες, θερμάστρα, χαλίκια, κ.τ.λ.). Επιπλέον, τέθηκαν διάφορες περιπτώσεις διατάραξης του ενυδρείου και τα υποκείμενα καλούνταν να αναφέρουν τις επιπτώσεις στο ενυδρείο (π.χ. «Τι θα συνέβαινε αν αποφάσιζες να προσθέσεις 10 νέα ψάρια στα 12 που ήδη υπάρχουν σε μια γυάλα 20 γαλονιών;»)

Η κωδικοποίηση των απαντήσεων έγινε με βάση μια λίστα στοιχείων και μια λίστα αντίστοιχων συμπεριφορών και λειτουργιών. Για παράδειγμα, η απάντηση «τα ψάρια κρύβονται ανάμεσα στα φυτά» κωδικοποιήθηκε ως αναγνώριση μιας συμπεριφοράς (behavior) του συστήματος, ενώ η απάντηση «το φίλτρο φιλτράρει τα οργανικά απόβλητα» κωδικοποιήθηκε ως αναγνώριση μιας λειτουργίας (function) του συστήματος. Το μεγαλύτερο μέρος της κωδικοποίησης έγινε από ένα άτομο, ενώ ένα ανεξάρτητο άτομο κωδικοποίησε 20% των απομαγνητοφωνήσεων. Για το 20% των συνεντεύξεων, υπήρξε συμφωνία ανάμεσα στα δύο άτομα 96,5 για τα στοιχεία του συστήματος, 92,5% για τις συμπεριφορές και 93% για τις λειτουργίες.

Η ανάλυση των απομαγνητοφωνημένων συνεντεύξεων και των διαγραμμάτων των υποκειμένων οδήγησε σε ποικιλία αναπαραστάσεων, από τις πιο απλουστευμένες που εστιάζουν στη δομή του συστήματος με μικρή κατανόηση συμπεριφορών και λειτουργιών, σε πιο πολύπλοκες που περιλαμβάνουν συμπεριφορές και λειτουργίες. Οι αναπαραστάσεις των αρχάριων αφορούσαν κυρίως στατικά στοιχεία του συστήματος, ενώ οι ειδικοί ενοποίησαν δομικά, λειτουργικά και στοιχεία συμπεριφορών. Τα ποσοτικά

αποτελέσματα ενισχύθηκαν και στοιχειοθετήθηκαν από ποιοτικά δεδομένα από τις συνεντεύξεις.

Στόχος της έρευνας των Hmelo-Silver et al. (2007) ήταν η διερεύνηση της διαφοράς αρχάριων και ειδικών ως προς την κατανόηση πολύπλοκων βιολογικών συστημάτων με το πλαίσιο SBF που χρησιμοποίησαν οι Hmelo-Silver και Green Pfeffer (2004). Η έρευνα αφορούσε δύο συστήματα, το ανθρώπινο αναπνευστικό σύστημα και ένα ενυδρείο. Οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τις συνεντεύξεις ως όργανο μέτρησης της συστημικής σκέψης των υποκειμένων. Στην περίπτωση του ενυδρείου, συμμετείχαν στις συνεντεύξεις μαθητές (7<sup>η</sup> τάξη), προϋπηρεσιακοί εκπαιδευτικοί, ακαδημαϊκοί-βιολόγοι και άτομα με πολύχρονη εμπειρία σε ενυδρεία. Στην περίπτωση του αναπνευστικού συστήματος, στις συνεντεύξεις συμμετείχαν μαθητές και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης, προϋπηρεσιακοί εκπαιδευτικοί και ειδικοί (γιατροί πνευμονολόγοι και «θεραπευτές του αναπνευστικού»).

Η δομή των συνεντεύξεων ήταν παρόμοια με τη δομή των συνεντεύξεων στους Hmelo-Silver και Green Pfeffer (2004). Δόθηκε ένα χαρτί με ένα ορθογώνιο σχήμα που αναπαριστούσε το ενυδρείο ή ένα χαρτί με το περίγραμμα του ανθρώπινου σώματος και τα υποκείμενα καλούνταν να σχεδιάσουν «ό,τι υπάρχει σε ένα ενυδρείο» ή «τα μέρη του σώματος που σχετίζονται με την αναπνοή», εκφράζοντας μεγαλόφωνα τις σκέψεις τους (*think-aloud protocol*). Με την ολοκλήρωση των σχεδίων των υποκειμένων, οι τελευταίοι καλούνταν να απαντήσουν σε αριθμό ερωτήσεων ανοικτού τύπου που εγείρουν θέματα σχετικά με τη δομή, τη λειτουργία και τους μηχανισμούς των δύο συστημάτων. Επίσης, τους δόθηκε λίστα με στοιχεία των συστημάτων για να εξηγήσουν πώς σχετίζονται με το υπό μελέτη σύστημα και να εξηγήσουν τι θα συνέβαινε σε συγκεκριμένες περιπτώσεις διατάραξης του συστήματος.

Η κωδικοποίηση και ανάλυση όσον αφορά το πλαίσιο SBF είναι παρόμοια με των Hmelo-Silver και Green Pfeffer (2004). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρχαν μικρές διαφορές ως προς τη δομή (structure) μεταξύ των αρχάριων και των ειδικών, αλλά σημαντικές διαφορές υπήρχαν σε σχέση με την κατανόηση αιτιακών συμπεριφορών και λειτουργιών, που αποτελεί τον πιο σημαντικό χαρακτηριστικό των συστημάτων. Τα νοητικά μοντέλα που εντοπίστηκαν κατηγοριοποιήθηκαν σε πέντε επίπεδα, από το πιο απλό και στηριγμένο στη δομή του συστήματος σε πιο περίπλοκα, διασυνδεδεμένα μοντέλα που σταδιακά περιλαμβάνουν περισσότερες συμπεριφορές και λειτουργίες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι αρχάριοι είχαν απλά, βασισμένα στη δομή μοντέλα, ενώ οι ειδικοί ήταν πιο ικανοί να εστιάσουν περισσότερο στη βασική λειτουργία και συμπεριφορά και των δύο συστημάτων.

Οι ερευνητές, συνοψίζοντας τα αποτελέσματά τους, καταλήγουν στο ότι οι μαθητές τείνουν να αντιλαμβάνονται ένα σύστημα ως αποσπασματικά κομμάτια γνώσης και δεν έχουν δυναμική ή συστημική προοπτική των συστημάτων. Η περιορισμένη ή καθόλου κατανόηση των μαθητών-αρχάριων για σύνθετα συστήματα οφείλεται, σύμφωνα με τους ερευνητές, στο γεγονός ότι αποτελούνται από πολλαπλά επίπεδα που σχετίζονται μεταξύ τους και αλληλεπιδρούν με δυναμικούς τρόπους.

Οι Sheehy et al. (2000) έδειξαν ότι ίσως λανθασμένα θεωρείται ότι τα παιδιά δεν μπορούν να φτάσουν ένα συγκεκριμένο επίπεδο πολυπλοκότητας παρά μόνο μέχρι την εφηβεία. Διερεύνησαν τη συστημική σκέψη μαθητών δημοτικού σχολείου με θέματα από το περιβάλλον, χρησιμοποιώντας μεθοδολογία κατά την οποία απαιτείται ελάχιστη χρήση της γλώσσας. Δύο προβλήματα χρησιμοποιήθηκαν· το ένα, η προσομοίωση του δάσους που αφορούσε στην αποψίλωση ενός δάσους και το άλλο, η προσομοίωση του νερού που αφορούσε στη μείωση των αποθεμάτων μιας υδατοδεξαμενής. Έχοντας στη διάθεσή τους στοιχεία ενός συστήματος, οι μαθητές καλούνταν να εισηγηθούν αλλαγές στο σύστημα που θα έκαναν την προσομοίωση να «τρέχει» για όσο το δυνατό μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Η επίδοση των παιδιών μετρήθηκε σε σχέση με έναν αριθμό μεταβλητών: τη βελτίωση του χρόνου λειτουργίας της προσομοίωσης, τον αριθμό των δοκιμών, τη χρήση στρατηγικών ανακύκλωσης, το βαθμό πολυπλοκότητας του συστήματος (τον αριθμό των αντικειμένων και των συνδέσεων μεταξύ τους), την αύξηση ή μείωση του μεγέθους των στοιχείων. Η έρευνα αποκάλυψε ότι οι μαθητές χρησιμοποίησαν συστημικές «δεξιότητες» για να επέμβουν στις προσομοιώσεις.

Οι Maani and Maharaj (2004) μέτρησαν τη συστημική σκέψη μεταπτυχιακών φοιτητών, στηριζόμενοι στις δεξιότητες του Richmond (1993, 1997, 2000) με τη χρήση ενός μοντέλου προσομοίωσης επιχείρησης (business simulation model) και το πρωτόκολλο VPA (Verbal-Protocol-Analysis). Το έργο της προσομοίωσης ζητούσε από τους συμμετέχοντες στην έρευνα να λειτουργήσουν ως CEO μιας επιχείρησης για ένα διάστημα 5 χρόνων, ελέγχοντας πέντε μεταβλητές: αριθμός πωλητών (total sales force headcount), αντιστάθμισμα συνολικών πωλήσεων (average sales compensation), δαπάνες διαφήμισης (marketing spending), μέση τιμή προϊόντος (average price per unit), δυνατότητα παραγγελιών (capacity order). Η αξιολόγηση της επίδοσης στην προσομοίωση έγινε με τρεις αντικειμενικές μετρήσεις: τα έσοδα, το κέρδος (ως ποσοστό των εσόδων) και το μερίδιο αγοράς (market share), τα οποία είχαν συγκεκριμένους στόχους-ποσά. Το έργο συμπληρωνόταν σε περίπου μισή ώρα.

Τα δεδομένα λήφθηκαν κατά τη διάρκεια της ενασχόλησης των υποκειμένων με το έργο, οι οποίοι κλήθηκαν να εξωτερικεύουν τη σκέψη τους («think-aloud»), η οποία ηχογραφούνταν και καταγράφονταν σε ένα πρωτόκολλο δεδομένων. Στη συνέχεια, εντοπιζόνταν σημαντικά αποσπάσματα-δηλώσεις, οι οποίες στη συνέχεια κωδικοποιούνταν σε μια από τις κατηγορίες κωδικών του πλαισίου κωδικοποίησης, υιοθετώντας την αθροιστική δομή του Richmond (1993, 1997, 2000), κατά την οποία υποστηρίζεται ότι τα είδη της συστημικής σκέψης χαρακτηρίζονται από αλληλουχία και το ένα ενέχεται στο επόμενο. Έτσι οι ερευνητές υιοθέτησαν ως πιο περιεκτικό είδος το «Forest Thinking», δεύτερο το «Closed-loop thinking», τρίτο το «Operational thinking», τέταρτο το «System-as-cause thinking» και τελευταίο το «Dynamic thinking».

Τα αποτελέσματα της έρευνας υποδεικνύουν ότι, ενώ ο βαθμός ανάπτυξης της συστημικής σκέψης παίζει σημαντικό ρόλο, συγκεκριμένα είδη συστημικής σκέψης (π.χ. «forest thinking») σχετίζονται περισσότερο με την επίδοση στο έργο. Ενδιαφέρον προκαλεί το συμπέρασμα που προκύπτει από τα αποτελέσματα της έρευνας, κατά το οποίο η συστημική σκέψη δεν επηρεάζει την επίδοση άμεσα, αλλά επηρεάζει πρώτα την κατανόηση, η οποία οδηγεί με τη σειρά της σε καλύτερη επίδοση στο έργο. Επίσης η προσέγγιση των υποκειμένων στο πρόβλημα φάνηκε να παίζει σημαντικό ρόλο στην επίδοση, εφόσον τα άτομα με υψηλή επίδοση προσπαθούσαν να κατανοήσουν τη δομή του συστήματος πριν την ανάπτυξη στρατηγικών και δράσης (Conception-Planning-Action, CPA cycle).

#### *2.2.5.3. Συμπεράσματα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης.*

Οι πιο πάνω προσπάθειες μέτρησης της συστημικής σκέψης συνοψίζονται στον Πίνακα 3. Παρά το ότι ενδεχομένως ο κατάλογος της βιβλιογραφίας δεν περιέχει όλες τις έρευνες γύρω από τη μέτρηση της συστημικής σκέψης (κάποιες προσπάθειες είναι διατυπωμένες στα γερμανικά, συνεπώς δεν μπορούσαν να παρουσιαστούν αναλυτικά στην παρούσα έρευνα) προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα:

1. Ελάχιστες έρευνες αφορούν την πρωτοβάθμια και κατώτερη δευτεροβάθμια εκπαίδευση.
2. Πολλές από αυτές αφορούν μέτρηση της δεξιότητας μοντελοποίησης πολύπλοκων συστημάτων που απαιτεί εκτεταμένες γνώσεις μαθηματικών.
3. Πολλές έρευνες εστιάζουν στη μέτρηση μεμονωμένων πτυχών/διαστάσεων της συστημικής σκέψης



4. Ελάχιστες (βλέπε Sheehy et al. 2000, Penner, 2000) ξεκάθαρα δεν απαιτούν γνώσεις περιεχομένου.
5. Η κωδικοποίηση και ανάλυση των εργαλείων που προτείνονται επηρεάζεται από τον εκάστοτε αξιολογητή/αναλυτή και είναι χρονοβόρες.
6. Τα περισσότερα εργαλεία που προτείνονται δεν έχουν ακολουθήσει διαδικασίες επικύρωσης.

Το σημαντικότερο ίσως συμπέρασμα από την ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας είναι το γεγονός ότι εξακολουθεί να εκκρεμεί το θέμα του ορισμού της συστημικής σκέψης ως δεξιότητα σκέψης, εφόσον (αν και μερικές έρευνες έχουν κοινό θεωρητικό υπόβαθρο) κάθε ερευνητής εξετάζει τη συστημική σκέψη από διαφορετική σκοπιά, με διαφορετικές κατηγορίες ανάλυσης των δεδομένων, και κατά συνέπεια διαφορετικό ορισμό για τη συστημική σκέψη.

Πίνακας 3. Συνοπτικός πίνακας της σύγχρονης έρευνας για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης

Επίπεδο εκπαίδευσης	Θεματική περιοχή	Με εισήγηση παρεμβατικού προγράμματος	Μέθοδος συλλογής δεδομένων	Απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις (π.χ. μαθηματικών ή εξειδικευμένων προγραμμάτων στον Η.Υ.)	Στηρίζεται σε συγκεκριμένο συγκείμενο (knowledge demanding)	Απαιτείται αξιολόγηση της αξιοπιστίας των αναλυτών	Ερευνητές
πρωτοβάθμια	γεωεπιστήμες	Ναι	πολλαπλά μέσα	Όχι	Ναι	Ναι	Ben-Zvi Assaraf & Orion (2010)
δευτεροβάθμια	γεωεπιστήμες	Ναι	πολλαπλά μέσα	Όχι	Ναι	Ναι	Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005)
δευτεροβάθμια	γεωεπιστήμες	Ναι	προ- και μετα-πειραματικά δοκίμια	Όχι	Ναι	Ναι	Kali et al. (2003)
δευτεροβάθμια	μαθηματικά	Ναι	προ- και μετα-πειραματικά δοκίμια	Ναι	Σε κάποια έργα	Ναι	Ossimitz (1994, 1996, 2000)
δευτεροβάθμια	διοίκηση επιχειρήσεων	Ναι	προ- και μετα-πειραματικά δοκίμια	Ναι	Σε κάποια έργα	Ναι	Ossimitz (2001) Kainz & Ossimitz (2002)
δευτεροβάθμια	οικολογία	Ναι	μετα-πειραματικά δοκίμια	Όχι	Ναι	Ναι	Riess & Mischo (2009)
δευτεροβάθμια	cellular automata	Ναι	συνεντεύξεις και απομαγνητοφωνήσεις μαθημάτων	Ναι	Όχι	Ναι	Penner (2000)
πρωτοβάθμια	οικολογία	Όχι	προσομοιώσεις	Όχι	Όχι	Ναι	Sheehy et al. (2000)
δευτεροβάθμια/ τριτοβ./ ειδικοί	οικολογία	Όχι	συνεντεύξεις	Όχι	Ναι	Ναι	Hmelo-Silver & Green Pfeffer (2004)
δευτεροβάθμια/ τριτοβ./ ειδικοί	οικολογία/βιολογία	Όχι	συνεντεύξεις	Όχι	Ναι	Ναι	Hmelo-Silver, Marathe & Liu (2007)
τριτοβάθμια	διοίκηση επιχειρήσεων	Όχι	δοκίμιο	Ναι	Σε κάποια έργα	Ναι	Booth Sweeney & Sterman (2000)
τριτοβάθμια	οικολογία	Όχι	προσομοίωση-logs-think-aloud protocol-συνεντεύξεις	Όχι	Όχι	Ναι	Jensen & Brehmer (2003)
τριτοβάθμια- μεταπτυχιακοί φοιτητές	διοίκηση επιχειρήσεων	Όχι	προσομοίωση-VPA protocol	Όχι	Ναι	Ναι	Maani & Maharaj (2004)

### 2.3. Η Αξιολόγηση στην Εκπαίδευση

Η αξιολόγηση αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της εξέλιξης του εκπαιδευτικού συστήματος. Σε επίπεδο τάξης, μέσα από την αξιοποίηση ενός οργάνου μέτρησης ο εκπαιδευτικός μπορεί να πάρει ενδείξεις για την επίτευξη των μαθησιακών στόχων, να διαγνώσει τις ανάγκες των μαθητών, να αξιολογήσει διδακτικές μεθόδους, να ενημερώσει τους μαθητές και τους γονείς τους για την πρόοδό τους. Μπορεί επίσης να παράσχει μια μαθησιακή εμπειρία, να δώσει στους μαθητές κίνητρο για μελέτη και να αξιοποιήσει τα αποτελέσματα για βαθμολόγηση των μαθητών. Σε επίπεδο λήψης αποφάσεων για καθορισμό πολιτικής, οι πληροφορίες που συλλέγονται από όργανα μέτρησης μπορεί να αξιοποιηθούν για την περιγραφή της επίδοσης σχολείων ή χωρών, για την επιλογή υποψηφίων για ένα πρόγραμμα ή πανεπιστήμιο, για τη χορήγηση πιστοποίησης σε εξεταζόμενους για την ολοκλήρωση ενός προγράμματος ή για αποφοίτηση. Εξάλλου, τέτοια αποτελέσματα μπορεί να χρησιμοποιηθούν για την κατανομή οικονομικών πόρων ή για την αξιολόγηση της υπευθυνότητας δασκάλων ή διευθυντών (The Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, 1997).

Ο όρος «αξιολόγηση» στα ελληνικά χρησιμοποιείται με ποικίλους τρόπους. Στα αγγλικά γίνεται διάκριση των ερμηνειών που επιδέχεται με τη χρήση διαφορετικών όρων. Οι Huitt, Hummel & Kaeck (2001) συνοψίζουν τις διαφορές αυτές ως εξής: Με τον όρο *assessment*, η αξιολόγηση αφορά στη συλλογή δεδομένων για την περιγραφή ή καλύτερη κατανόηση ενός θέματος, με τον όρο *measurement* η αξιολόγηση αφορά στη διαδικασία ποσοτικοποίησης των δεδομένων, ενώ με τον όρο *evaluation* η αξιολόγηση αφορά στη σύγκριση των δεδομένων με ένα τυπικό επίπεδο (*standard*) για σκοπούς αξιολόγησης αξίας ή ποιότητας.

Η αξιολόγηση (*assessment*) της ανθρώπινης συμπεριφοράς είναι αρκετά παλιά (19<sup>ος</sup> αιώνας). Ξεκίνησε από την αναγνώριση της ύπαρξης ατομικών διαφορών και αφορά στη διαδικασία συλλογής πληροφοριών για την κατανόηση της συμπεριφοράς ενός άλλου ατόμου. Η αξιολόγηση είναι μια διαδικασία συλλογής πληροφοριών σχετικά με ένα στόχο και κάποιες φορές περιλαμβάνει τη χρήση δοκιμίων (*τεστ*), τα οποία χορηγούνται κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Παραδείγματα αξιολόγησης είναι η πρόοδος στο τέλος ενός μαθήματος, μιας ενότητας ή μιας σχολικής χρονιάς, οι λεκτικές και ποσοτικές δεξιότητες. Η αξιολόγηση αφορά πληροφορίες σχετικά με την επίτευξη ενός στόχου, ο οποίος μπορεί να αφορά είτε στην κατανόηση σχετικά με ένα θέμα είτε στην επίτευξη μιας δεξιότητας. Η εκπαιδευτική αξιολόγηση αφορά την τεκμηρίωση, συνήθως με μετρήσιμους όρους,

γνώσεων, δεξιοτήτων, στάσεων και απόψεων. Η αξιολόγηση μπορεί να αφορά ένα άτομο, τη μαθησιακή κοινότητα (π.χ. τάξη) ή το εκπαιδευτικό σύστημα στο σύνολο.

Η μέτρηση (measurement) αφορά στη διαδικασία ποσοτικοποίησης της συμπεριφοράς, των χαρακτηριστικών, των στάσεων, των αντιλήψεων για το περιβάλλον και άλλων μεταβλητών (Walsh & Betz, 2001). Για τη μέτρησή τους απαιτείται η χρήση οργάνου και κλίμακας. Η μέτρηση είναι διαδεδομένη ιδιαίτερα στο χώρο των φυσικών επιστημών. Διάφορα όργανα μέτρησης χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση πολλών εννοιών, όπως η μάζα, η θερμοκρασία και η ένταση ενός σεισμού. Για τη μέτρηση κάθε έννοιας έχουν αναπτυχθεί, μετά από έρευνες και δοκιμές πολλών χρόνων, όργανα μέτρησης, τα οποία έχουν ισοδιαστημικές κλίμακες και δίνουν αντικειμενικά αποτελέσματα. Παρόμοια, στο χώρο των κοινωνικών επιστημών είναι απαραίτητη η ανάπτυξη οργάνων μέτρησης βασικών εννοιών και δεξιοτήτων, τα οποία να μπορούν να εφαρμοστούν σε πολλαπλά δείγματα δίνοντας έγκυρα και αξιόπιστα αποτελέσματα, τα οποία θα συμβάλουν στην εξέλιξη των κοινωνικών επιστημών, όπως τα όργανα μέτρησης στις φυσικές επιστήμες έχουν συμβάλει στη μέχρι τώρα ανάπτυξη των τελευταίων. Χωρίς την ύπαρξη αντικειμενικών οργάνων μέτρησης, η έρευνα παραμένει στην περιγραφή των δεδομένων για συγκεκριμένες έννοιες (underlying constructs), ενώ η παραγωγή συμπερασμάτων είναι αδύνατη.

Η αξιολόγηση (assessment) και η μέτρηση (measurement) γίνονται σε σχέση με μεταβλητές (δηλαδή φαινόμενα που μπορούν να πάρουν περισσότερες από μία τιμές ή επίπεδα), όπως είναι για παράδειγμα το φύλο.

Η εκτίμηση (evaluation) είναι μία σύνθετη έννοια και αφορά στην διαδικασία παροχής πληροφοριών που συμβάλλουν στην αποτίμηση μιας κατάστασης, όπως στόχων, επιπέδων, διαδικασιών κτλ. Όταν λέμε ότι εκτιμούμε μια κατάσταση εννοούμε ότι η διαδικασία θα δώσει πληροφορίες σχετικά με την αξία, την καταλληλότητα, την εγκυρότητα, τη νομιμότητα κτλ. για κάποιο θέμα για το οποίο έγινε μια αξιόπιστη μέτρηση ή αξιολόγηση. Με άλλα λόγια εκτίμηση είναι η κατηγοριοποίηση αντικειμένων, καταστάσεων, ατόμων, συνθηκών κτλ., σε σχέση με καθορισμένα κριτήρια ποιότητας. Η εκτίμηση των μαθητών από το δάσκαλο γίνεται με τη σύγκριση του επιδιωκόμενου στόχου και του βαθμού επίτευξής του.

Παρά τις διαφορές τους, τα παραπάνω είναι μέρος της επιστημονικής διαδικασίας και θέματα που αφορούν το κάθε είδος συχνά αλληλεπικαλύπτονται.

### 2.3.1. Το δοκίμιο ως μέσο αξιολόγησης

Η ανάπτυξη διαγνωστικών δοκιμίων για αξιολόγηση ποικιλίας γνωρισμάτων γίνεται εδώ και 100 χρόνια περίπου (βλέπε Rice, 1897, Binet, 1905). Με τον όρο *γνώρισμα* εννοείται μία έννοια, μεταβλητή, ιδέα ή χαρακτηριστικό, στο οποίο οι άνθρωποι φαίνεται να παρουσιάζουν ατομικές διαφορές (Bond & Fox, 2001). Ένα γνώρισμα είναι μια θεωρητική ιδέα που αναπτύσσεται για να περιγράψει και να οργανώσει μέρος της υπάρχουσας γνώσης. Ένα όργανο μέτρησης, αποτελεί λειτουργικό ορισμό του γνωρίσματος που μετρά και επιτρέπει την περιγραφή και οργάνωση των παρατηρούμενων διαφορών της συμπεριφοράς των ανθρώπων. Το δοκίμιο αποτελεί μέθοδο αναγνώρισης της συμπεριφοράς των ατόμων ενός δείγματος κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες. Με τον όρο ελεγχόμενες συνθήκες εννοούμε ότι οι διαδικασίες χορήγησης, βαθμολόγησης και ερμηνείας των αποτελεσμάτων είναι ίδιες για όλα τα άτομα του δείγματος. Με άλλα λόγια, τα δοκίμια είναι σταθμισμένα, ώστε να είναι συγκρίσιμα τα αποτελέσματα που δίνουν. Μέσα από τα δοκίμια, οι ερευνητές μπορούν να συλλέξουν μεγάλο αριθμό, κυρίως ποσοτικών, δεδομένων (Walsh & Betz, 2001). Εξάλλου, σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, τα δοκίμια διέπονται από συγκεκριμένες παραδοχές: Κάθε έργο και κάθε λέξη του δοκιμίου σημαίνει το ίδιο πράγμα για κάθε άτομο, τα άτομα αντιλαμβάνονται και μπορούν να περιγράψουν τις ιδέες τους με ακρίβεια, τα άτομα αναφέρουν τις ιδέες τους με ειλικρίνεια, το δοκίμιο είναι αξιόπιστο και έγκυρο, και η επίδοση ενός ατόμου σε ένα δοκίμιο αποτελεί το άθροισμα της πραγματικής του επίδοσης και του πιθανού λάθους.

Παρόλ' αυτά, ένα όργανο δίνει απλά ενδείξεις της συμπεριφοράς ή της επίδοσης των ατόμων σε σχέση με το εξεταζόμενο γνώρισμα (construct). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι δεν είναι δυνατή η διατύπωση και απάντηση όλων των πιθανών ερωτήσεων, ούτε η παρατήρηση όλων των συμπεριφορών που σχετίζονται με ένα γνώρισμα. Οι πληροφορίες λαμβάνονται μέσα από δείγματα ερωτήσεων, οι οποίες είναι αντιπροσωπευτικές των πτυχών της έννοιας, ή μέσα από μεμονωμένες παρατηρήσεις, γεγονός που επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη συμπεριφορά ή την επίδοση των ατόμων σε σχέση με το συγκεκριμένο γνώρισμα (The Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, 1997).

Σύμφωνα με τους Cohen, Manion και Morrison (2000), ένα δοκίμιο μπορεί να πάρει διάφορα ονόματα, ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο κατασκευάστηκε. Αν το δοκίμιο κατασκευάστηκε για σκοπούς διάγνωσης ονομάζεται «διαγνωστικό δοκίμιο» (diagnostic test). Τέτοιο δοκίμιο είναι για παράδειγμα ένα δοκίμιο μαθηματικών που δίνουν νέοι φοιτητές που μπαίνουν σε ένα πανεπιστήμιο, οι οποίοι δεν έχουν παρακολουθήσει ένα

προαπαιτούμενο μάθημα. Αν το δοκίμιο κατασκευάστηκε για να μπορεί να μετρά το βαθμό επιτυχίας των ατόμων ονομάζεται «δοκίμιο επίτευξης» (achievement test). Τέτοια είναι τα δοκίμια που γίνονται στο τέλος του εξαμήνου, για να εντοπιστεί ο βαθμός επιτυχίας των φοιτητών στα μαθήματα που παρακολούθησαν. Αν το δοκίμιο επιδιώκει να εντοπίσει τυχόν κλίσεις ή ταλέντα, τότε ονομάζεται «δοκίμιο ικανότητας» (aptitude test). Ένα δοκίμιο μπορεί να διακρίνει τα άτομα που πληρούν συγκεκριμένα κριτήρια, γι' αυτό και ονομάζεται «criterion-referenced test», ή να συγκρίνει τις επιδόσεις ανάμεσα στα υποκείμενα για την επιλογή των καλύτερων («norm-referenced test»).

Μία σημαντική κατηγοριοποίηση της αξιολόγησης είναι η διάκρισή της σε αρχική ή τελική (summative assessment) ή διαμορφωτική (formative assessment). Η αρχική/τελική αξιολόγηση γίνεται στην αρχή ή στο τέλος ενός εκπαιδευτικού προγράμματος και έχει σαν στόχο τη μέτρηση της επίδοσης των ατόμων σε σχέση με ένα γνώρισμα. Η διαμορφωτική αξιολόγηση γίνεται κατά τη διάρκεια ενός προγράμματος και στοχεύει στην αναγνώριση του βαθμού επίτευξης συγκεκριμένων στόχων, ώστε οι πληροφορίες που συλλέγονται να αξιοποιηθούν για την τροποποίηση των διδακτικών δραστηριοτήτων και τη βελτίωση των μαθησιακών αποτελεσμάτων (Black & Wiliam, 1998· Bell & Cowie, 2001· Sadler, 1989, 1998· Gipps, 1994· Clarke, 1995). Η ειδοποιός διαφορά ανάμεσα στα δύο είδη αξιολόγησης είναι πως το πρώτο παρέχει δεδομένα που μπορούν να οδηγήσουν σε γενικεύσεις και συγκρίσεις ανάμεσα στα άτομα ενός πληθυσμού, αλλά και πληθυσμούς, ενώ το δεύτερο δίνει δεδομένα για τους συγκεκριμένους μαθητές που θα αξιοποιηθούν για την προσαρμογή των δραστηριοτήτων διδασκαλίας. Επειδή ο σκοπός κάθε είδους αξιολόγησης είναι διαφορετικός, τα όργανα που χρησιμοποιούνται για το καθένα επίσης διαφέρουν μεταξύ τους. Όταν η αξιολόγηση είναι αρχική/τελική, τότε το όργανο μπορεί να είναι criterion-referenced ή norm-referenced, ενώ όταν η αξιολόγηση είναι διαμορφωτική, τότε το όργανο είναι απαραίτητα criterion-referenced.

### 2.3.2. Το δοκίμιο ως μέσο αξιολόγησης στις Φυσικές Επιστήμες

Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας δίνει αρκετά παραδείγματα προσπαθειών ανάπτυξης επικυρωμένων οργάνων μέτρησης-δοκιμίων για τη λήψη πληροφοριών που αφορούν σε όλες τις πτυχές της μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες (είτε σε σχέση με παρεμβατικά προγράμματα είτε ανεξάρτητα από οποιοδήποτε πρόγραμμα). Για παράδειγμα, αναπτύχθηκαν δοκίμια για τη διαπίστωση της ανάπτυξης πρακτικών και επιστημονικών δεξιοτήτων από τους μαθητές (π.χ. Molitor & George, 1976· Tannenbaum, 1968· Dillashaw & Okey, 1980), για τη διαπίστωση της αναγνώρισης βασικών δεξιοτήτων σε σχέση με τη φύση της επιστήμης (π.χ. Neumann, Neumann & Nehm, 2011· Scharmann, 50

Harty & Holland, 1986· Lederman, Abd-el-Khalick, Bell & Schwartz, 2002), την ανάπτυξη δεξιοτήτων όπως η μοντελοποίηση ή η λύση προβλήματος (π.χ. Schwarz & White, 1998· Heppner & Petersen, 1982), την κατανόηση εννοιών που σχετίζονται με περιεχόμενο (π.χ. McDermott & Shaffer, 1992) και τις στάσεις των ατόμων σχετικά με τις Φυσικές Επιστήμες (π.χ. Siegel & Ranney, 2003· Yager & Yager, 1985).

Τα επίπεδα (standards) που κατά καιρούς τίθενται λόγω των εκπαιδευτικών μεταρρυθμίσεων μιας χώρας έχουν κάνει επιτακτική των ανάγκη αξιολόγησης της καταλληλότητας ή της επίτευξής τους (criterion-based reference) ή ακόμα και σύγκρισης της επίδοσης μαθητών με βάση τα συγκεκριμένα κριτήρια (norm-based reference). Ένα παράδειγμα μία ευρείας κλίμακας συγκριτικής αξιολόγησης της επίδοσης των μαθητών ανάμεσα σε μεγάλο αριθμό χωρών είναι η TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study) που αναπτύχθηκε και εφαρμόζεται από το 1995 (για έκτη φορά το 2015) από τον διεθνή οργανισμό IEA (International Association for the Evaluation of Educational Achievement). Η TIMSS αξιολογεί τις γνώσεις και δεξιότητες στα μαθηματικά και την επιστήμη μαθητών (4<sup>th</sup> και 8<sup>th</sup> graders). Ένα άλλο παράδειγμα διεθνούς αξιολόγησης είναι το Διεθνές Πρόγραμμα για την Αξιολόγηση των Μαθητών (Programme for International Student Assessment-PISA) που γίνεται κάθε τρία χρόνια από το 2000 μέχρι σήμερα από τον οργανισμό OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Στοχεύει στη μέτρηση γνώσεων και δεξιοτήτων στην ανάγνωση, στα μαθηματικά, στην επιστήμη, στη λύση προβλημάτων μαθητών 15 χρονών. Η συλλογή των δεδομένων και στα δύο είδη ερευνών γίνεται μέσα από γραπτά δοκίμια.

### 2.3.3. Μεθοδολογικά στοιχεία ανάπτυξης δοκιμίων

Το τελικό προϊόν της πιο πάνω διαδικασίας είναι σημαντικό να διέπεται από αξιοπιστία και εγκυρότητα και, στην περίπτωση των norm-referenced tests, είναι σημαντική η παραγωγή κλίμακας. Για να διασφαλιστούν όμως τα πιο πάνω χαρακτηριστικά, η διαδικασία ανάπτυξης ενός δοκιμίου πρέπει να γίνεται μεθοδικά.

Σύμφωνα με τα *Standards for Psychological and Educational testing* (AERA, APA & NCME, 1999), η ανάπτυξη δοκιμίων πρέπει να ακολουθεί τέσσερα στάδια:

Στάδιο 1: Αποσαφήνιση του σκοπού του δοκιμίου και του τρόπου προσέγγισης του γνωρίσματος ή της έκτασης της περιοχής που αναμένεται να μετρηθεί («Delineation of the purpose of the test and the scope of the construct or the extent of the domain to be measured»).

Στάδιο 2: Ανάπτυξη και αξιολόγηση των προδιαγραφών του δοκιμίου («Development and evaluation of the test specifications»).

Στάδιο 3: Ανάπτυξη, λήψη δεδομένων, αξιολόγηση, και επιλογή των έργων, των τρόπων βαθμολόγησης και των διαδικασιών («Development, field testing, evaluation, and selection of the items and scoring guides and procedures»).

Στάδιο 4: Συναρμολόγηση και αξιολόγηση του δοκιμίου για λειτουργικούς σκοπούς («Assembly and evaluation of the test for operational use»).

Παρά τη φαινομενικά γραμμική πορεία ανάπτυξης δοκιμίων, το Στάδιο 3 (μέσα από τις διαδικασίες λήψης δεδομένων, την αξιολόγηση και την επιλογή των έργων) έμμεσα εισηγείται την κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία που πρέπει να ακολουθεί η ανάπτυξη ενός δοκιμίου. Αυτή η κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία επικύρωσης είναι που προσδιορίζει την αξία και σημασία ενός δοκιμίου.

#### *2.3.3.1. Αξιοπιστία και εγκυρότητα*

Οποιασδήποτε μορφής κι αν είναι το δοκίμιο είναι σημαντικό να διέπεται από αξιοπιστία και εγκυρότητα. Με τον όρο αξιοπιστία εννοούμε, σε πιθανή επανάληψη της χορήγησης του δοκιμίου στα ίδια άτομα και κάτω από τις ίδιες συνθήκες, να έχουμε πάντα τα ίδια δεδομένα. Είναι γενικά παραδεκτό ότι δεν είναι δυνατό να μετρηθεί η αξιοπιστία ενός δοκιμίου με ακρίβεια, αλλά μπορεί να υπολογιστεί με τη βοήθεια στατιστικών εκτιμητών (π.χ. Cronbach's alpha). Με τον όρο εγκυρότητα εννοούμε τη λήψη δεδομένων που να αντανακλούν την πραγματικότητα, δηλαδή το όργανο να μπορεί να μετρά πραγματικά αυτό για το οποίο κατασκευάστηκε. Οι Walsh & Betz (2001) αναφέρουν πως, ενώ η αξιοπιστία δείχνει το βαθμό στον οποίο ένα δοκίμιο μετρά κάποιο χαρακτηριστικό με συνεπή τρόπο, η εγκυρότητα δείχνει το βαθμό στον οποίο ένα δοκίμιο πραγματικά μετρά το χαρακτηριστικό που υποτίθεται ότι μετρά.

Κατά την ανάπτυξη ενός δοκιμίου, επιδιώκονται διάφορα είδη εγκυρότητας: εγκυρότητα περιεχομένου (content validity), εγκυρότητα κριτηρίου (criterion-related validity), εγκυρότητα όψεως (face validity) και εγκυρότητα γνωρίσματος (construct validity). Παρόλ' αυτά, ενώ αναγνωρίζεται η σημασία και η διάκριση των διαφόρων ειδών εγκυρότητας, είναι σημαντικό η εγκυρότητα ενός δοκιμίου να αντιμετωπίζεται ενιαία (Messick, 1989).

Η *εγκυρότητα περιεχομένου* (content validity), σύμφωνα με τους Walsh & Betz (2001), αφορά το βαθμό στον οποίο οι συμπεριφορές που επιδεικνύονται σε ένα δοκίμιο αντανακλούν όλες τις συμπεριφορές που σχετίζονται με το συγκεκριμένο γνώρισμα που



υποτίθεται ότι μετρά. Η συμπερίληψη σε ένα δοκίμιο όλων των συμπεριφορών που αφορούν σε ένα γνώρισμα είναι πρακτικά αδύνατη. Για το λόγο αυτό περιλαμβάνονται στο δοκίμιο έργα που αφορούν δείγμα συμπεριφορών του γνωρίσματος. Όταν τα έργα ενός δοκιμίου αντανακλούν τη διάσταση, την περιοχή ή το χαρακτηριστικό που επιθυμούμε να γενικεύσουμε, τότε το δοκίμιο χαρακτηρίζεται από εγκυρότητα περιεχομένου. Σύμφωνα με τον Anastasi (1988), το συγκεκριμένο είδος εγκυρότητας μπορεί να εξεταστεί με τη γνώμη ειδικών στη συγκεκριμένη γνωστική περιοχή. Επειδή η κρίση αυτή είναι σε κάποιο βαθμό υποκειμενική, είναι σημαντικό να αναφέρεται λεπτομερής ορισμός του υπό εξέταση γνωρίσματος, καθώς και διευκρίνιση των μεθόδων που ακολουθήθηκαν για την επιλογή των συγκεκριμένων έργων (Walsh & Betz, 2001).

Οι Haynes, Richard και Kubany (1995) συνοψίζοντας τους ορισμούς από τη σχετική βιβλιογραφία καταλήγουν στο συμπέρασμα ότι εγκυρότητα περιεχομένου είναι ο βαθμός στον οποίο τα στοιχεία ενός οργάνου μέτρησης είναι σχετικά και αντιπροσωπευτικά του υπό μελέτη γνωρίσματος, για το συγκεκριμένο σκοπό αξιολόγησης. Σύμφωνα με τους ίδιους ερευνητές, το πρώτο βήμα ανάπτυξης ενός οργάνου μέτρησης είναι η καταγραφή του ορισμού της περιοχής και των διαστάσεων/πτυχών του γνωρίσματος. Στη συνέχεια, για την κατασκευή των πρώτων έργων, προσεκτικά δομημένες ανοικτού τύπου συνεντεύξεις με άτομα από τον πληθυσμό και ειδικούς μπορεί να αυξήσουν την πιθανότητα τα έργα και άλλα στοιχεία του δοκιμίου να είναι αντιπροσωπευτικά και σχετικά με όλες τις πτυχές του γνωρίσματος. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συμβάλει στην προσθήκη πτυχών και στη διασαφήνιση του ορισμού του γνωρίσματος. Κάθε στοιχείο του οργάνου μέτρησης πρέπει να αξιολογηθεί από πολλούς ειδικούς, χρησιμοποιώντας κλίμακες αξιολόγησης (5-point ή 7-point) που μετρούν τη σχετικότητα (relevance), την αντιπροσωπευτικότητα (representativeness), την ευκρίνεια (specificity) και τη σαφήνιά (clarity) του. Τα περιγραφικά στατιστικά στοιχεία μπορούν συμβάλλουν στην εγκυρότητα περιεχομένου των στοιχείων (Nunnally & Bernstein, 1994), δίνοντας πληροφόρηση για τα στοιχεία που απαιτούν τροποποίηση ή εξαίρεση από το δοκίμιο.

Η *εγκυρότητα γνωρίσματος* ή *εννοιολογικής κατασκευής* ή *δομική εγκυρότητα* (construct validity) εκφράζει το βαθμό στον οποίο ένα εργαλείο μέτρησης αποτυπώνει τις ιδέες ενός θεωρητικού πλαισίου ή μιας θεωρίας (Jacobson, 1992) Είναι το είδος εκείνο που ανταποκρίνεται καλύτερα στην έννοια της εγκυρότητας, αφορά δηλαδή το βαθμό στον οποίο ένα όργανο αξιολογεί την υπό μελέτη έννοια (Cronbach & Meehl, 1955, Walsh & Betz, 2001). Σύμφωνα με τους Haynes et al. (1995), η εγκυρότητα γνωρίσματος αφορά στο βαθμό στον οποίο η διακύμανση των επιδόσεων που λαμβάνονται με ένα όργανο είναι

συνεπής με τις προβλεπόμενες επιδόσεις του ίδιου οργάνου. Γίνεται προσπάθεια εκτίμησής της κυρίως στην περίπτωση εκείνη που επιδιώκεται η ανάπτυξη οργάνων, για μέτρηση ψυχομετρικών χαρακτηριστικών, αντιλήψεων ή πεποιθήσεων που διακρίνονται σε πτυχές ή υποκλίμακες. Συνήθως, η εκτίμησή της γίνεται μέσα την πραγματοποίηση παραγοντικής ανάλυσης (factor analysis) (Stevens, 2012· Kline, 1994, 2011· Hair, Anderson, Tatham & Black, 1995· Sharma, 1996· Jackson, Gillaspay & Purc-Stephenson, 2009· Schmitt, 2011).

Εξάλλου, υπάρχουν άλλα δύο είδη εγκυρότητας που υποστηρίζουν την εγκυρότητα γνωρίσματος. Αυτές είναι η συγκλίνουσα και η αποκλίνουσα εγκυρότητα. Η πρώτη χαρακτηρίζει ένα δοκίμιο όταν οι μετρήσεις του συσχετίζονται με άλλες ανεξάρτητες μετρήσεις του ίδιου χαρακτηριστικού, ενώ η δεύτερη χαρακτηρίζει ένα δοκίμιο όταν οι μετρήσεις του δε σχετίζονται με μεταβλητές που δεν είναι δυνατό να το αντικατοπτρίζουν, όπως είναι π.χ. η επίδοση σε ένα δοκίμιο δημιουργικότητας και το ύψος των υποκειμένων (Walsh & Betz, 2001).

Ο όρος *εγκυρότητα κριτηρίου* αφορά συνήθως το βαθμό στον οποίο ένα χαρακτηριστικό έχει σχέση με ένα ανεξάρτητο ή εξωτερικό δείκτη (κριτήριο) του ίδιου χαρακτηριστικού. Υπάρχουν δύο είδη εγκυρότητας κριτηρίου: η εγκυρότητα πρόβλεψης και η ταυτόχρονη εγκυρότητα κριτηρίου. Κατά την εγκυρότητα πρόβλεψης (predictive validity) εξετάζεται κατά πόσο το *τωρινό* αποτέλεσμα ενός δοκιμίου μπορεί να προβλέψει τη *μελλοντική* κατάσταση της μεταβλητής του κριτηρίου. Για παράδειγμα, σε μια περίπτωση μπορεί να εξεταστεί ο βαθμός στον οποίο η επίδοση στο λύκειο μπορεί να προβλέψει την επίδοση στο πανεπιστήμιο. Η ταυτόχρονη εγκυρότητα κριτηρίου (concurrent validity) μελετάται όταν συγκρίνεται συγχρόνως η σχέση μεταξύ της μέτρησης ενός χαρακτηριστικού με τη μέτρηση ενός άλλου κριτηρίου. Ένα τέτοιο παράδειγμα μπορεί να είναι η σύγκριση της επίδοσης σε μια δεξιότητα με την γενικότερη επίδοση στο σχολείο (Walsh & Betz, 2001). Η σύγκριση γίνεται με δείκτες συσχέτισης και σε καμία περίπτωση δεν περιγράφει αιτιακές σχέσεις μεταξύ του υπό εξέταση χαρακτηριστικού και του εξωτερικού κριτηρίου.

Η *εγκυρότητα όψεως* (face validity) αφορά το βαθμό στον οποίο ένα δοκίμιο φαίνεται να μοιάζει με ένα δοκίμιο του γνωρίσματος που υποτίθεται ότι μετρά (Walsh & Betz, 2001) και σχετίζεται με την αποδοχή του δοκιμίου από τα άτομα που συμμετέχουν. Εξετάζεται είτε με στατιστικές αναλύσεις (Haynes et al., 1995) είτε με τη γνώμη ατόμων που σχετίζονται με τα υποκείμενα. Για παράδειγμα, η εγκυρότητα όψεως ενός δοκιμίου που αφορά μαθητές δημοτικού μπορεί να διαπιστωθεί με τη γνώμη δασκάλων με πείρα σε μαθητές δημοτικού ως προς το βαθμό κατανόησης των οδηγιών και των έργων του

δοκιμίου και την εξοικείωση των μαθητών με τις θεματικές περιοχές που περιλαμβάνονται στο δοκίμιο.

Ο Messick (1995) υποστήριξε ότι η αξιοποίηση του στατιστικού μοντέλου Rasch (Rasch, 1980/1960) μπορεί να δώσει σημαντική πληροφόρηση όσον αφορά στην εγκυρότητα ενός οργάνου μέτρησης, εφόσον η συγκεκριμένη ανάλυση συνδυάζει πληροφορίες για το περιεχόμενο, τα κριτήρια και τις επιπτώσεις σε ένα εννοιολογικό πλαίσιο (construct framework) για την εμπειρική εξέταση λογικών υποθέσεων που σχετίζονται με τη σημασία των επιδόσεων και τη χρησιμότητά τους. Υποστηρίζοντας την ίδια αντίληψη, ο Bond (2003) αναφέρει συγκεκριμένα ότι οι δείκτες που προκύπτουν από το μοντέλο Rasch σε σχέση με το βαθμό δυσκολίας και εφαρμογής των έργων παρέχουν άμεση απόδειξη για την εγκυρότητα της διαδικασίας ανάπτυξης του οργάνου (testing procedure). Επίσης, προσθέτει ότι οι δείκτες της ικανότητας των ατόμων και της εφαρμογής στο μοντέλο, συνεισφέρουν σημαντικά στην εγκυρότητα των προσδοκιών σε σχέση με την επίδοση των ατόμων.

#### 2.3.3.2. Κλίμακα (Scale) και Μονοδιαστατότητα (Unidimensionality)

Στο χώρο των φυσικών επιστημών η έννοια της κλίμακας είναι ευρέως διαδεδομένη και σχετικά εύκολο να γίνει κατανοητή. Για παράδειγμα, η αίσθηση του «ζεστού» και του «κρύου» που είχαν αρχικά οι άνθρωποι εξελίχθηκε στο πεδίο της θερμομετρίας και στην κατασκευή του θερμομέτρου, όπως το ξέρουμε σήμερα (Bond & Fox, 2001). Διαμέσου των αιώνων, το θερμοόμετρο έχει πάρει αρκετές μορφές με διαφορετική κάθε φορά κλίμακα, για να καταλήξουμε στις σημερινές μορφές που χρησιμοποιούν τις ευρέως διαδεδομένες κλίμακες (Φάρεναϊτ και Κελσίου), οι οποίες στηρίζονται στον ορισμό δύο γνωστών σημείων θερμοκρασίας (π.χ. βρασμού και μετατροπής του νερού σε πάγο) και στο χωρισμό της κλίμακας σε ίσα μέρη. Από την εξέλιξη οργάνων όπως το θερμοόμετρο μαθαίνουμε ότι η κατασκευή ενός οργάνου μέτρησης είναι συνεχώς υπό αναθεώρηση (Fischer & Dawson, 2002). Συνεπώς, κανένα όργανο δε θεωρείται τέλειο, ούτε εφαρμόζει απόλυτα σε όλες τις περιπτώσεις. Για παράδειγμα, το ιατρικό θερμοόμετρο που μπορεί με τις πληροφορίες που δίνει να σώσει μian ανθρώπινη ζωή, σε άλλες περιπτώσεις είναι εντελώς άχρηστο, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση της μέτρησης του σημείου βρασμού του νερού. Εξάλλου, τοποθετημένο σε λανθασμένο τόπο με λανθασμένο τρόπο, δεν θα δώσει τις σωστές πληροφορίες (The Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy, 1997). Παρόλ' αυτά, γνωρίζοντας τις ανακρίβειες που μπορεί να ενέχουν τα όργανα μέτρησης, όχι μόνο στις φυσικές επιστήμες, αλλά και στις κοινωνικές,

η κατασκευή τους είναι κρίσιμη για την πρόοδο τόσο της επιστήμης όσο και της κοινωνίας (Bond & Fox, 2001).

Όσον αφορά στα δοκίμια *norm-referenced*, είναι σημαντικό να αφορούν ένα μόνο γνώρισμα (construct) (Haynes et al., 1995) και είναι δυνατό από τα δεδομένα να προκύψει μία κλίμακα στην οποία να τοποθετηθούν ιεραρχημένα τα υποκείμενα με κριτήριο την επίδοσή τους, καθώς και τα έργα με κριτήριο το βαθμό δυσκολίας τους. Ο όρος μονοδιαστατότητα (*unidimensionality*) χρησιμοποιείται για να δείξει ότι τα έργα μιας κλίμακας αντιπροσωπεύουν ένα κοινό γνώρισμα. Η ανάλυση με τη χρήση του στατιστικού μοντέλου Rasch εντοπίζεται συχνά στη βιβλιογραφία για την επιβεβαίωση της ύπαρξης ενός γνωρίσματος μέσα από καινούρια όργανα μέτρησης στη ψυχολογία και στην εκπαίδευση και μπορεί να αφορούν γνώσεις, στάσεις ή δεξιότητες (π.χ. Neumann, et al., 2011· Siegel & Ranney, 2003· Haynes, Miller, Callingham & Pegg, 2006· Thomas, Anderson & Nashon, 2008· Kyriakides, Kaloyirou & Lindsay, 2006· Clements, Sarama & Liu, 2008).

Στις περιπτώσεις εκείνες όπου τα δεδομένα που λαμβάνονται από ένα όργανο μέτρησης είναι κατηγορικής μορφής (π.χ. «ναι/όχι» ή «σωστό/λάθος») όπως συμβαίνει στην περίπτωση των έργων πολλαπλής επιλογής, τέτοια δεδομένα δεν είναι ισοδιαστημικής κλίμακας, σε αντίθεση με τα δεδομένα αναλογικής μορφής που είναι συνεχή και ισοδιαστημικής κλίμακας (π.χ. η διαφορά ανάμεσα σε ένα και δύο μέτρα ύψος είναι η ίδια με τη διαφορά ανάμεσα στα 10 και 11 μέτρα ύψος). Η ανάλυση με βάση την Classical Test Theory (CTT), επειδή χρησιμοποιεί κατευθείαν τα δεδομένα που λαμβάνονται από ένα δοκίμιο (raw scores), δεν μπορεί να ιεραρχήσει την επίδοση μαθητών σε ένα δοκίμιο, εφόσον ένας μαθητής μπορεί να έλυσε σωστά λιγότερα έργα από έναν άλλο, ο οποίος απάντησε σε περισσότερα, αλλά ευκολότερα έργα. Γι'αυτό απαιτούνται μετρήσεις ισοδιαστημικής κλίμακας. Εφαρμόζοντας μοντέλα Rasch, τα δεδομένα κατηγορικής μορφής μετατρέπονται σε δεδομένα αναλογικής κλίμακας. Στηριζόμενο σε μοτίβα που προκύπτουν από τις απαντήσεις, το μοντέλο Rasch παράγει παραμέτρους για τα έργα και τα άτομα που είναι αναλογικής μορφής. Αυτό επιτρέπει τη σύγκριση ανάμεσα στα άτομα και τα έργα με τη σύγκριση ποσοτικά ίσων διαστημάτων (Neumann, et al., 2011).

#### 2.3.3.3. Ανάλυση έργων (Item analysis)

Η ποιότητα των έργων διασφαλίζεται, μέσα από τα διάφορα είδη εγκυρότητας που αξιολογούνται κατά την ανάπτυξη ενός δοκιμίου, αλλά παράλληλα και μέσα από τις

αναλύσεις με βάση τις αρχές της *Classical Test Theory* (CTT). Συγκεκριμένα, υπολογίζονται οι δείκτες δυσκολίας και διάκρισής τους.

Ο δείκτης δυσκολίας κάθε έργου υπολογίζεται ως η αναλογία των ατόμων που απάντησε σωστά το έργο προς το συνολικό αριθμό των ατόμων που το απάντησε. Συνεπώς, παίρνει τιμές από 0 μέχρι 1 και όσο μεγαλύτερος είναι ο δείκτης, τόσο ευκολότερο είναι το έργο. Ένα δοκίμιο είναι καλό να περιλαμβάνει κυρίως έργα δυσκολίας που εμπίπτουν στο εύρος 0.2 μέχρι 0.8, χωρίς όμως να αποκλείονται και έργα εκτός του συγκεκριμένου εύρους. Τιμές μικρότερες από 0.2 υποδεικνύουν πολύ δύσκολα έργα, ενώ τιμές μεγαλύτερες από 0.8 υποδεικνύουν πολύ εύκολα έργα.

Ο δείκτης διάκρισης αφορά στην «ικανότητα» της ερώτησης να διακρίνει τα άτομα υψηλής από τα άτομα χαμηλής επίδοσης σε σχέση με το υπό εξέταση γνώρισμα. Ο πορος παρουσιάζει δύο ορισμούς: α) είναι ο συντελεστής συσχέτισης μιας ερώτησης με τη συνολική επίδοση στο δοκίμιο (point biserial correlation, Curcton, 1966) και β) η διαφορά των δύο ποσοστών επιτυχίας, των ικανότερων και των λιγότερο ικανών ατόμων. Σύμφωνα με το δεύτερο ορισμό, για τον υπολογισμό του δείκτη διάκρισης, οι μαθητές ιεραρχούνται με κριτήριο τη συνολική επίδοσή τους στο δοκίμιο. Στη συνέχεια, για κάθε έργο υπολογίζεται το ποσοστό επιτυχίας του για τους μαθητές με την υψηλότερη επίδοση (του 1/3 ολόκληρου του δείγματος) και για τους μαθητές με τη χαμηλότερη επίδοση (του 1/3 ολόκληρου του δείγματος). Η διαφορά των δύο ποσοστών επιτυχίας είναι ο δείκτης διάκρισης κάθε έργου. Οι Crocker και Algina (1986) αναφέρουν ότι όταν ο δείκτης διάκρισης ενός έργου είναι ίσος ή μικρότερος από 0.19, τότε το έργο πρέπει είτε να αφαιρεθεί από το δοκίμιο είτε να αλλάξει σε μεγάλο βαθμό.

### ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΕΥΝΑΣ

Η μεγάλη σημασία της συστημικής σκέψης ως δεξιότητα απαραίτητη για την κατανόηση του κόσμου και τη διαχείριση προβλημάτων της σύγχρονης κοινωνίας είναι πια αδιαμφισβήτητη (NGSS-Achieve, 2013, Jacobson, 2000, Fuchs, 1998). Γι' αυτό και η ανάγκη ανάπτυξής της μέσα από προσεκτικά σχεδιασμένα εκπαιδευτικά προγράμματα τονίζεται από πληθώρα ερευνητών, και κάποιες προσπάθειες εντοπίζονται και εφαρμόζονται από την πρωτοβάθμια μέχρι την τριτοβάθμια εκπαίδευση (π.χ. Thier & Knott, 1992, Gudovitch & Orion, 2001, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010, Riess & Mischo, 2009).

Παρόλ' αυτά, μετά από δεκαετίες προσπαθειών ένταξης της συστημικής σκέψης στην εκπαίδευση, τα άτομα ή οι οργανισμοί που καθορίζουν εκπαιδευτική πολιτική δεν την υποστηρίζαν ικανοποιητικά (Richmond, 1994, Lyneis και Stuntz, 2008), με εξαίρεση τα πρόσφατα *Next Generation Science Standards* (NGSS-Achieve, 2013). Η αποτυχία ουσιαστικής ενσωμάτωσης της συστημικής σκέψης στην εκπαίδευση οφείλεται, σύμφωνα με τον Plate (2010), σε δύο ενδεχόμενα: είτε τα προγράμματα που στοχεύουν στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης δεν έχουν τα πλεονεκτήματα που ισχυρίζονται οι υποστηρικτές της, είτε αυτά τα πλεονεκτήματα δεν παρουσιάζονται ικανοποιητικά στο ευρύ κοινό και τους εκπαιδευτικούς ιδιαίτερα. Η ανάπτυξη μεθόδων αξιολόγησης μπορεί να συμβάλει, τόσο στη βελτίωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων που στοχεύουν στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, όσο και στην τεκμηρίωση των πλεονεκτημάτων τους.

Όμως, για να είναι γενικά αποδεκτές οι εκάστοτε αξιολογήσεις, είναι σημαντικό να είναι αντικειμενικές και να παρέχουν συγκρίσιμα αποτελέσματα με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων. Ίσως το πιο επιτυχημένο εργαλείο, ως προς αυτές τις δύο διαστάσεις, είναι το δοκίμιο των Booth Sweeney και Sterman (2000), εφόσον η εφαρμογή του σε διάφορες έρευνες έδωσε σημαντική ανατροφοδότηση σχετικά με την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης μέσα από ειδικά σχεδιασμένα προγράμματα.

Ο Forrester (2007) επιχειρηματολογεί ότι η ανάπτυξη συστημικής προοπτικής απαιτεί λιγότερο χρόνο όταν ξεκινήσει από νεαρή ηλικία οπότεν το μυαλό είναι ακόμα διερευνητικό και ανοικτό, παρά σε μεγαλύτερη ηλικία οπότεν το μυαλό έχει εκπαιδευτεί να αντιλαμβάνεται τον κόσμο με σχέσεις αιτίας και αποτελέσματος μιας κατεύθυνσης (unidirectional cause and effect). Όμως, η διδασκαλία της συστημικής σκέψης στο δημοτικό σχολείο παρουσιάζει επιπλέον προκλήσεις, οι οποίες προκύπτουν από τη

σχετικά μικρή λεκτική ικανότητα και συγκεκριμένη σκέψη. Αριθμός ερευνητών και εκπαιδευτικών επιχειρηματολογούν ότι, με τη χρήση κατάλληλων διδακτικών εργαλείων, οι «δεξιότητες» συστημικής σκέψης μπορούν να διδαχθούν στην κατώτερη δευτεροβάθμια, αλλά και στην ανώτερη πρωτοβάθμια εκπαίδευση, οδηγώντας σε σημαντική βελτίωση των δεξιοτήτων σκέψης (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010· Orion & Basis, 2008). Κι ενώ έχει αναπτυχθεί πληθώρα μέσων διερεύνησης της συστημικής σκέψης, τα περισσότερα αφορούν την *ανώτερη δευτεροβάθμια ή την τριτοβάθμια εκπαίδευση* (βλέπε Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005· Kali et al., 2003· Ossimitz, 1994, 1996, 2000· Ossimitz, 2001· Kainz & Ossimitz, 2002· Riess & Mischo, 2009· Penner, 2000· Hmelo-Silver & Green Pfeffer, 2004· Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2007· Booth Sweeney & Sterman, 2000· Jensen & Brehmer, 2003· Maani & Maharaj, 2004).

Εξάλλου, πολλές από τις προσπάθειες αφορούν μέτρηση της δεξιότητας μοντελοποίησης πολύπλοκων συστημάτων που απαιτεί *εκτεταμένες γνώσεις μαθηματικών ή εξειδικευμένες γνώσεις προγραμμάτων στον Η. Υ.* (π.χ. Ossimitz, 1994, 1996, 2000, 2001· Kainz & Ossimitz, 2002· Penner, 2000· Booth Sweeney & Sterman, 2000), ενώ οι περισσότερες απαιτούν *γνώσεις περιεχομένου*, με εξαίρεση τα εργαλεία των Penner (2000) και Sheehy et al. (2000). Εξάλλου, λίγες είναι οι έρευνες που προσπαθούν να μετρήσουν στο *σύνολό της* τη συστημική σκέψη (π.χ. Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010). Η κωδικοποίηση και ανάλυση των εργαλείων που προτείνονται επηρεάζεται από τον εκάστοτε αξιολογητή/αναλυτή (παρά το γεγονός ότι σε κάποιες έρευνες γινόταν έλεγχος της *αξιοπιστίας* τους) και είναι *χρονοβόρες*. Πέρα από κάποια εργαλεία που εφαρμόστηκαν και αξιολογήθηκαν επανειλημμένα (π.χ. Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Booth Sweeney & Sterman, 2000), τα περισσότερα δεν έχουν ακολουθήσει διαδικασίες επικύρωσης.

Μια σημαντική διάσταση που προκύπτει από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας είναι πως εξακολουθεί να εκκρεμεί το θέμα του ορισμού της συστημικής σκέψης ως δεξιότητα σκέψης. Παρά το κοινό θεωρητικό υπόβαθρο μερικών ερευνών, κάθε ερευνητής εξετάζει τη συστημική σκέψη από διαφορετική σκοπιά, με διαφορετικές κατηγορίες ανάλυσης των δεδομένων, δίνοντας ουσιαστικά διαφορετικό ορισμό για τη συστημική σκέψη.

Η ελλιπής έρευνα γύρω από τη μέτρηση της συστημικής σκέψης που να αφορά την ανώτερη πρωτοβάθμια και κατώτερη δευτεροβάθμια με επικυρωμένα εργαλεία μέτρησης, αλλά και η πληθώρα ορισμών για τη συστημική σκέψη που προκύπτει από τη βιβλιογραφία, τονίζουν τη σημασία της παρούσας έρευνας.

Ως εκ τούτου, σκοπός της παρούσας έρευνας είναι από τη μια να εντάξει τη συστημική σκέψη σε ένα συνεκτικό εννοιολογικό πλαίσιο, τουλάχιστον όσον αφορά παιδιά 10-14 χρόνων (που αντιστοιχεί στους μαθητές ανώτερης πρωτοβάθμιας και κατώτερης δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης), και από την άλλη να αναπτύξει ένα επικυρωμένο όργανο, το οποίο να δίνει την ισχύ γενίκευσης και σύγκρισης αποτελεσμάτων και να μπορεί να εφαρμοστεί για την αξιολόγηση ενός παρεμβατικού προγράμματος για την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης στους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας.

Συγκεκριμένα, διερευνούνται τα πιο κάτω ερωτήματα:

ΕΡΩΤΗΜΑ 1: Το τελικό προϊόν της έρευνας (δοκίμιο και κλίμακα) μπορεί να μετρήσει τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων; (Λειτουργικός ορισμός της συστημικής σκέψης.)

ΕΡΩΤΗΜΑ 2: Το θεωρητικό μοντέλο για τη συστημική σκέψη, πάνω στο οποίο στηρίζεται η έρευνα, μπορεί να υποστηρικτεί από τα ερευνητικά δεδομένα και αναλύσεις; (Εννοιολογικός ορισμός της συστημικής σκέψης.)

Παράλληλα με την απάντηση των πιο πάνω ερωτημάτων, στόχος της έρευνας είναι να καθιερώσει μια διαδικασία επικύρωσης ψυχομετρικών οργάνων μέτρησης, η οποία από τη μια εφαρμόζει τα τέσσερα στάδια ανάπτυξης δοκιμίων που εισηγούνται τα Standards for Psychological and Educational testing (AERA, APA, & NCME, 1999), και από την άλλη, για την ανάπτυξη και επικύρωση των έργων, διέπεται από διαδικασίες που χαρακτηρίζονται από κυκλικότητα και επανάληψη.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η θέση που καταλαμβάνει τα τελευταία χρόνια η συστημική σκέψη ως βασική δεξιότητα των μαθητών, οι οποίοι αποτελούν τους μελλοντικούς πολίτες κάθε χώρας, και ταυτόχρονα η έντονη προσπάθεια ανάπτυξης προγραμμάτων προώθησης της συστημικής σκέψης σε διάφορα επίπεδα της εκπαίδευσης, κάνει επιτακτική την ανάγκη ανάπτυξης οργάνων μέτρησής της.

Η ανάπτυξη κάθε οργάνου μέτρησης (και ειδικά ενός δοκιμίου) στις κοινωνικές επιστήμες ακολουθεί τέσσερα βασικά στάδια (Standards for Psychological and Educational testing) (AERA, APA, & NCME, 1999). Στο πρώτο στάδιο διατυπώνεται ο σκοπός ανάπτυξης του δοκιμίου και διασαφηνίζεται η σκοπιά από την οποία προσεγγίζεται το γνώρισμα ή η έκτασή του. Στο δεύτερο στάδιο διατυπώνονται οι προδιαγραφές του, ενώ στο τρίτο, που είναι και το πολυπλοκότερο, αναπτύσσονται και επικυρώνονται τα έργα που θα περιλαμβάνονται στο δοκίμιο. Στο τέταρτο και τελευταίο στάδιο συναρμολογείται το τελικό δοκίμιο με τα καταλληλότερα έργα.

Το Διάγραμμα 2 παρουσιάζει τη διαδικασία ανάπτυξης του ΔοΣΣ. Αφού διατυπώθηκε ο σκοπός ανάπτυξής του (Στάδιο 1), διατυπώθηκαν οι προδιαγραφές του (Στάδιο 2). Αφετηρία για την ανάπτυξη των έργων (Στάδιο 3) αποτέλεσε ο αρχικός ορισμός των πτυχών που συνιστούν τη συστημική σκέψη, μέσα από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Η ανάπτυξη των έργων του ΔοΣΣ πέρασε από τον «πρώτο κύκλο ανάπτυξης» και στη συνέχεια, αφού αναθεωρήθηκε ο αρχικός ορισμός της συστημικής σκέψης, πέρασε από τον «δεύτερο κύκλο ανάπτυξης». Κάθε κύκλος περιελάμβανε διάφορες «φάσεις», κατά τις οποίες ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα από όλα τα εμπλεκόμενα μέρη (μαθητές, ειδικοί, εκπαιδευτικοί), καθώς και η ενημέρωση από τη σύγχρονη βιβλιογραφία συνέβαλαν στην επικύρωση των έργων (αξιοπιστία, εγκυρότητα όψεως, περιεχομένου και κριτηρίου), και στη συναρμολόγηση του τελικού δοκιμίου και την απάντηση των ερωτημάτων της έρευνας (Στάδιο 4).

Στην παρούσα έρευνα σημαντική θέση δεν έχει μόνο το τελικό προϊόν (Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης - ΔοΣΣ), αλλά και η προτεινόμενη μεθοδολογία με έμφαση στην κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία ανάπτυξης και επικύρωσης των έργων (Στάδιο 3). Έντονο στοιχείο της μεθοδολογίας της παρούσας έρευνας είναι ο διαλεκτικός χαρακτήρας που έχει η θεωρία και η πράξη μέσω της μέτρησης, κατά την οποία η θεωρία

ενημερώνει τη μέθοδο μέτρησης και, παράλληλα, η μέτρηση ενημερώνει τη θεωρία. Στο διαλεκτικό χαρακτήρα θεωρίας και πράξης αναφέρονται οι Bond και Fox (2001) δηλώνοντας πώς τα αποτελέσματα για κάθε έργο που περιλαμβάνεται σε ένα όργανο μέτρησης, θέτουν υπό αξιολόγηση είτε τη θεωρία στην οποία στηρίχτηκε το όργανο, είτε την κατανόηση του ερευνητή για τη συγκεκριμένη θεωρία, είτε την ικανότητά του να μεταφράσει τη θεωρία σε εμπειρικό δείκτη με την κατασκευή κατάλληλων έργων, είτε με την καταλληλότητα του μεγέθους του δείγματος, είτε με τη μέθοδο ανάλυσης που επιλέγηκε. Όπως φαίνεται από το Διάγραμμα 2, μετά από κάθε Φάση, τα αποτελέσματα ή η μελέτη της βιβλιογραφίας επηρέασαν τη διαμόρφωση όχι μόνο των έργων αλλά, σε αρκετές περιπτώσεις, και των πτυχών της συστημικής σκέψης (δηλαδή της θεωρίας).

Τις τέσσερις βασικές πηγές πληροφόρησης για την επικύρωση των έργων αποτέλεσαν, όπως προαναφέρθηκε, η τρέχουσα βιβλιογραφία, οι μαθητές για τους οποίους προορίζεται το δοκίμιο, οι ειδικοί στην περιοχή, καθώς και οι εκπαιδευτικοί.

Συνήθως, εάν πρόκειται για την ανάπτυξη ενός καινούριου οργάνου, η αφετηρία είναι η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, η οποία θα δώσει πληροφόρηση τόσο για τις πτυχές που περιγράφουν το γνώρισμα όσο και για έργα που πιθανόν να έχουν ήδη αναπτυχθεί. Παρόλ' αυτά, σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης κι αν βρίσκεται το όργανο είναι σημαντική η ανασκόπηση της τρέχουσας βιβλιογραφίας.

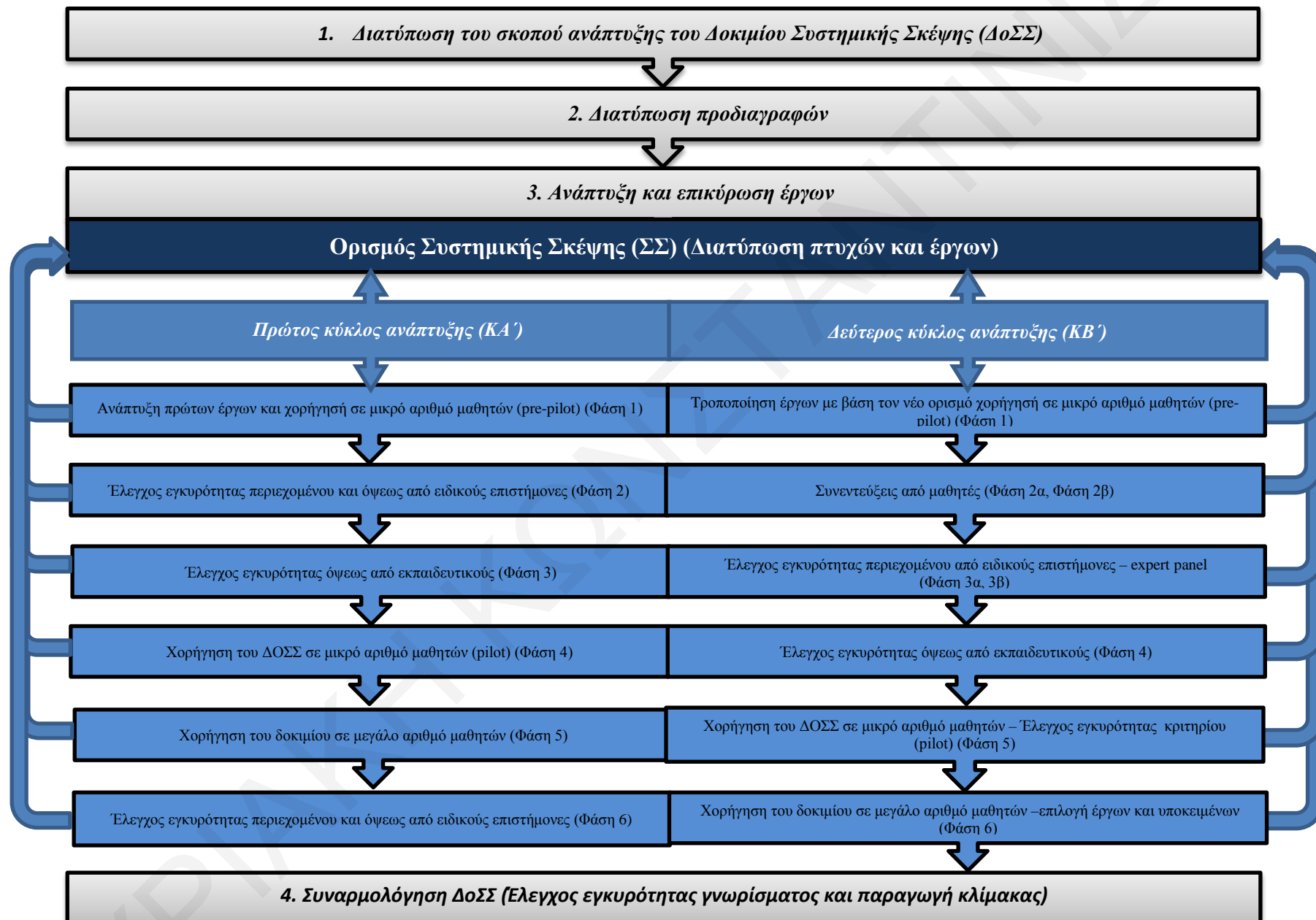
Εκτός από τη βιβλιογραφία, σημαντικό μέρος της πληροφόρησης δίνουν οι ίδιοι οι μαθητές με την απάντηση των έργων, με τις απορίες και τα σχόλιά τους και τη συμμετοχή σε συνεντεύξεις. Η συμβολή τους στη βελτίωση των έργων γίνεται σε διάφορες φάσεις κάθε κύκλου, στην αρχή, στη μέση και στο τέλος. Το δοκίμιο χορηγήθηκε επανειλημμένα σε αριθμό μαθητών για λήψη ποσοτικών και ποιοτικών δεδομένων σχετικά με τις πτυχές που περιγράφουν το γνώρισμα, αλλά και σχετικά με την ποιότητα των έργων (εγκυρότητα περιεχομένου και όψεως). Στα τελικά στάδια, το δοκίμιο επιβάλλεται να χορηγηθεί σε μεγάλο αριθμό μαθητών για λήψη ποσοτικών δεδομένων για τον έλεγχο της εγκυρότητας γνωρίσματος και της αξιοπιστίας του.

Η διαδικασία ανάπτυξης των έργων της παρούσας έρευνας μπορεί να χαρακτηριστεί ως μαθητοκεντρική, εφόσον τα έργα χορηγήθηκαν αρκετές φορές σε μαθητές, και μέσα από διαδικασίες συνέντευξης με το *think-aloud protocol*, διασφαλίστηκε ότι οι μαθητές και οι ερευνητές αντιλαμβάνονται τα ίδια πράγματα διαβάζοντας τα έργα, και οι απαντήσεις που περιέχονται στα έργα έχουν άμεση σχέση με τις απόψεις των μαθητών της συγκεκριμένης ηλικίας. Τη μαθητοκεντρική προσέγγιση για την ανάπτυξη επικυρωμένων εργαλείων

μέτρησης ακολούθησαν και υποστήριξαν διάφοροι ερευνητές (π.χ. Redish, Steinberg & Saul, 1998· Singh & Rosengrant, 2003· Aikenhead, Ryan & Fleming, 1989).

Οι *ειδικοί* συμβάλλουν ουσιαστικά στην ανάπτυξη ενός εγκυροποιημένου οργάνου μέτρησης, δίνοντας ανατροφοδότηση που αφορά τόσο στο περιεχόμενο των έργων (ορθότητα απαντήσεων σε σχέση με το γνώρισμα που εξετάζεται) όσο και στην διατύπωση των έργων (χρήση κατάλληλου λεξιλογίου) (Anastasi, 1988· Adams & Wieman, 2011). Με τον όρο «ειδικοί» εννοούμε άτομα που έχουν ασχοληθεί ιδιαίτερα με το συγκεκριμένο γνώρισμα, δηλαδή τη συστημική σκέψη στην παρούσα έρευνα, και άτομα που προέρχονται ένα χώρο που σχετίζεται άμεσα με το γνώρισμα (στην παρούσα έρευνα, από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών).

Τέλος, οι *εκπαιδευτικοί*, ως επαγγελματίες που έρχονται σε επαφή με τα άτομα για τα οποία προορίζεται το δοκίμιο, είναι σε θέση να δώσουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα των οδηγιών και των έργων του δοκιμίου σε σχέση με το βαθμό κατανόησής τους από τους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας, αλλά και άλλη πληροφόρηση για την εξέταση της εγκυρότητας κριτηρίου.



#### **4.1. Στάδιο 1: Διατύπωση του σκοπού ανάπτυξης του Δοκίμιου Συστημικής Σκέψης**

Οποιαδήποτε προσπάθεια ανάπτυξης ενός οργάνου μέτρησης ξεκινά με τη σαφή διατύπωση του σκοπού του. Το Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης (ΔοΣΣ) στοχεύει στη μέτρηση της συστημικής σκέψης παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων και στην ιεράρχησή τους ανάλογα με το βαθμό ανάπτυξης της συγκεκριμένης δεξιότητας σε μια κλίμακα. Το ΔοΣΣ αναμένεται να είναι χρήσιμο στην αξιολόγηση παρεμβάσεων με στόχο την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης. Συγκεκριμένα θα μπορεί να χορηγηθεί είτε σε περιπτώσεις σύγκρισης επιδόσεων πριν και μετά την εφαρμογή ενός εκπαιδευτικού προγράμματος προσανατολισμένου στην ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, είτε ως τελική αξιολόγηση ανάμεσα σε μαθητές που πιθανόν να έχουν ακολουθήσει διαφορετικές παρεμβάσεις για προώθηση της συστημικής σκέψης.

#### **4.2. Στάδιο 2: Διατύπωση προδιαγραφών**

Μετά την αποσαφήνιση του σκοπού ανάπτυξης του οργάνου μέτρησης, γίνεται η διατύπωση των προδιαγραφών του (π.χ. Lee et al., 2003). Αυτές μπορεί να περιλαμβάνουν τη μορφή του οργάνου μέτρησης (προφορική, γραπτή, ηλεκτρονική), το είδος των ερωτήσεων, τον προτιθέμενο βαθμό δυσκολίας, τα χαρακτηριστικά των ατόμων που θα συμμετέχουν, τις συνθήκες κάτω από τις οποίες αναμένεται να απαντούν τα άτομα, τη βαθμολόγηση που θα προκύψει από τη χορήγηση του δοκίμιου, καθώς και τον τρόπο ερμηνείας των βαθμών που θα προκύψουν από το δοκίμιο.

Όσον αφορά στο *περιεχόμενο* των έργων ΔοΣΣ, στόχος ήταν να αφορούν καθημερινά φαινόμενα/συστήματα, με τα οποία οι μαθητές είναι εξοικειωμένοι, ώστε η απάντησή τους να μην απαιτεί και να επηρεάζεται από εξειδικευμένες γνώσεις περιεχομένου, και να υποστηριχτεί έτσι η γενίκευση του δοκίμιου (βλέπε Brennan, 1992). Παρόλ' αυτά, τα έργα περιλαμβάνουν ποικιλία φαινομένων που σχετίζονται με φυσικά/βιολογικά, μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά, αλλά και κοινωνικοοικονομικά συστήματα.

Όσον αφορά στη *μορφή* τους, τα έργα αποφασίστηκε να είναι πολλαπλής επιλογής, αποτελούμενα από ένα στέλεχος και τέσσερις εναλλακτικές απαντήσεις: την ορθή απάντηση και τρεις παρεμβολές. Δεδομένου ότι κατά την ανάπτυξη των έργων λαμβάνονται υπόψη όλα τα κριτήρια, η βαθμολόγησή τους είναι αντικειμενική, αφού όποιος κι αν αξιολογεί τις απαντήσεις, αναμένεται να καταλήξει στην ίδια βαθμολογία. Εξάλλου, σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα μπορεί να χορηγηθεί μεγάλος αριθμός έργων, ώστε να καλυφθεί ικανοποιητικά η περιοχή που εξετάζεται (Bybee, McCrae &

Laurie, 2009). Είναι επίσης περισσότερο αξιόπιστες από άλλου είδους ερωτήσεις, εφόσον σε πιθανή επαναχορήγηση ενός δοκιμίου, είναι πιο πιθανό ένα υποκείμενο να δώσει τις ίδιες απαντήσεις όταν οι ερωτήσεις είναι πολλαπλής επιλογής, παρά όταν είναι ερωτήσεις ανοικτού τύπου.

Οι *τέσσερις επιλογές*, είναι σημαντικό, να μην αποκλείουν ξεκάθαρα η μια την άλλη. Οι Adams και Wieman (2011) και Lietz (2010) αναφέρουν πως οι δηλώσεις πρέπει να έχουν περίπου το ίδιο μήκος και να έχουν παρόμοια γραμματική μορφή. Επίσης εισηγούνται να αποφεύγονται οι δηλώσεις που περιλαμβάνουν τις λέξεις «πάντα» ή «ποτέ». Καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα των ερωτήσεων διαδραματίζει η επιλογή των παρεμβολών. Οι παρεμβολές έπρεπε να είναι κατά το δυνατό ομοιογενείς ως προς το περιεχόμενο και τη σύνταξή τους και σε συνάρτηση με την ορθή απάντηση. Ο έλεγχος της ποιότητας των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής, δηλαδή της εγκυρότητας περιεχομένου, γίνεται σε κάθε στάδιο της ανάπτυξής τους, με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανατροφοδότηση από τους ειδικούς, από τους εκπαιδευτικούς, αλλά και από τους μαθητές.

Ενώ η *διατύπωση* των ερωτήσεων θα ήταν λεκτική, κρίθηκε σκόπιμο, όπου ήταν δυνατό, για σκοπούς καλύτερης επικοινωνίας του περιεχομένου των έργων με τα παιδιά, τα οποία μπορούν να καταταχθούν σε διάφορους τύπους μαθητών, να αξιοποιηθούν εικόνες, διαγράμματα ή πίνακες.

Όσον αφορά στον *αριθμό* των έργων, στόχος ήταν το τελικό δοκίμιο να περιλαμβάνει τρία έργα για κάθε πτυχή, ώστε να είναι εφικτή η συμπλήρωσή του, χωρίς να επηρεάζεται η εγκυρότητα και αξιοπιστία του.

Όσον αφορά στη *βαθμολόγηση* των απαντήσεων των μαθητών, κάθε σωστή επιλογή θα κωδικοποιούνταν με 1 μονάδα, ενώ η επιλογή μιας από τις παρεμβολές θα κωδικοποιούνταν με 0.

#### **4.3. Στάδιο 3: Ανάπτυξη και επικύρωση έργων**

Κατά την ανάπτυξη και επικύρωση των έργων του ΔοΣΣ, ορίστηκε αρχικά η συστημική σκέψη μέσα από τη διασαφήνιση των πτυχών της, όπως εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία, μέσα από διάφορους ερευνητές, και στη συνέχεια εφαρμόστηκαν οι δύο κύκλοι ανάπτυξης του δοκιμίου με τις διάφορες φάσεις τους.

#### 4.3.1. Ορισμός της Συστημικής Σκέψης (αρχικός καθορισμός των πτυχών της)

Σύμφωνα με τους Haynes et al. (1995), βασικό στάδιο της ανάπτυξης ενός οργάνου μέτρησης είναι η περιγραφή του γνωρίσματος, το οποίο αναμένεται να μετρά, μέσα από την ανάλυση των πτυχών του (π.χ. Adams, 2007· Lee et al., 2003). Η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οδήγησε αρχικά στην καταγραφή δεκατριών (13) πτυχών<sup>5</sup> που σχετίζονται με τη μελέτη συστημάτων (Πίνακας 4). Στην πρώτη στήλη και δεύτερη στήλη φαίνονται οι πτυχές της συστημικής σκέψης, καθώς και οι τέσσερις κατηγορίες στις οποίες ομαδοποιήθηκαν με βάση το περιεχόμενό τους. Στην τρίτη στήλη του πίνακα παρουσιάζονται για το υδατικό σύστημα της Κύπρου, παραδείγματα ικανοτήτων που αφορούν κάθε πτυχή, με σκοπό να επιβεβαιωθεί η διάκριση των πτυχών μεταξύ τους.

Στην κατηγορία «*Προσδιορισμός του συστήματος*» ανήκουν οι πτυχές εκείνες που σχετίζονται με την αναγνώριση συστημάτων (Thier & Knott, 1992), των βασικών στοιχείων που αποτελούν ένα σύστημα (Hill & Redden, 1985· Chandler & Boutilier, 1992· Riess & Mischo, 2009· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005), των τοπογραφικών (boundaries) και χρονικών (time limits) ορίων του (Booth Sweeney & Meadows, 1996· Booth Sweeney, 2001· Ossimitz, 2000· Riess & Mischo, 2009· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005), καθώς και της ύπαρξης αναδυόμενων φαινομένων (Chandler & Boutilier, 1992· Wilensky & Resnick, 1999· Penner, 2000).

Στην κατηγορία «*Αλληλεπιδράσεις*» εντοπίζονται οι πτυχές που σχετίζονται με τον εντοπισμό της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων στη συμπεριφορά άλλων στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος (Chandler & Boutilier, 1992· Booth Sweeney (2001)· Thier & Knott, 1992· Espago, 1994· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005· Sterman, 2002), τον εντοπισμό της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του (Booth Sweeney, 2001· Espago, 1994), τον εντοπισμό της αιτίας συγκεκριμένων συμπεριφορών ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα (Wylie et al., 1998· Sheehy et al., 2000· Riess & Mischo, 2009· Ossimitz, 2000· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005) και τον εντοπισμό συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα (Thier & Knott, 1992).

Στην κατηγορία «*Ροές*» εντάσσονται οι πτυχές που σχετίζονται με την αναγνώριση των διαδικασιών εκείνων που περιλαμβάνουν γραμμικές ροές ύλης ή ενεργειακές αλλαγές μέσα σε ένα σύστημα (Chandler & Boutilier, 1992· Sterman, 2002) ή κυκλικές ροές ύλης

<sup>5</sup> Στον πρώτο κύκλο ανάπτυξης του ΔοΣΣ επιλέγηκαν 13 πτυχές, οι οποίες στο δεύτερο κύκλο μειώθηκαν σε δέκα.

(Chandler & Boutilier, 1992· Booth Sweeney, 2001· Sterman, 2002). Με τον όρο γραμμικές ροές εννοούμε τη μονόδρομη ροή, όπως είναι η ροή του νερού σε ένα ποτάμι, ενώ με τον όρο κυκλικές ροές εννοούμε τη ροή κατά την οποία ύλη ξεκινά και μπορεί να καταλήξει στο ίδιο μέρος του συστήματος, όπως μια σταγόνα νερού στον κύκλο του νερού μπορεί να βρεθεί μετά από κυκλική πορεία στο ίδιο μέρος ή στην ίδια μορφή.

Στην κατηγορία «*Ισορροπία*» ανήκουν οι πτυχές που σχετίζονται με τον εντοπισμό αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (reinforcing loop) (Sheehy et al., 2000· Ossimitz, 2000· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005) και τον εντοπισμό αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (balancing loop) (Sheehy et al., 2000· Ossimitz, 2000).

Για να καθοριστούν οι συγκεκριμένες πτυχές, έγινε αρχικά ένας κατάλογος με όλες τις πιθανές πτυχές που εντοπίστηκαν από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Κάποιες άλλες πτυχές, οι οποίες εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία κρίθηκε σκόπιμο να μην περιληφθούν στον κατάλογο, αφού είτε καλύπτονται από άλλες που ήδη περιλήφθηκαν, είτε κρίθηκαν ακατάλληλες για να περιληφθούν στον κατάλογο. Για παράδειγμα, υπάρχουν δεξιότητες οι οποίες σχετίζονται με τη μοντελοποίηση δυναμικών συστημάτων (π.χ. με την κατασκευή και ερμηνεία γραφικών παραστάσεων που παρουσιάζουν συμπεριφορές συστήματος ως προς το χρόνο) όπως αυτές που εισηγούνται οι Booth Sweeney και Sterman (2000) και σχετίζονται με τις δεξιότητες 6 και 7 (quantitative και scientific thinking) του Richmond (1993, 1997, 2000). Εξάλλου, η μοντελοποίηση, άγκαι σχετίζεται με τη συστημική σκέψη, μπορεί να διακριθεί ως μια αυτόνομη, ξεχωριστή δεξιότητα και η μέτρησή της αποτελεί πεδίο έρευνας για ένα μεγάλο αριθμό ερευνητών (π.χ. NRC, 2012· Penner, Giles, Lehrer, & Schauble, 1997· Schwarz, Reiser, Davis, Kenyon, Achér & Fortus, 2009· Stratford, Krajcik & Soloway, 1998). Άλλο παράδειγμα αποτελεί η «ικανότητα εντοπισμού των κρυμμένων συστατικών του συστήματος» που εισηγούνται οι Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005). Το χαρακτηριστικό των «κρυμμένων συστατικών» αφορά στα γεωσυστήματα που μελετούν οι συγκεκριμένοι ερευνητές, αλλά για τον εντοπισμό τους απαιτούνται συγκεκριμένες γνώσεις περιεχομένου και δε χαρακτηρίζουν απαραίτητα όλα τα συστήματα που μπορεί κάποιος να μελετήσει.

Η διατύπωση παραδειγμάτων από το υδάτινο σύστημα της Κύπρου οδήγησε είτε σε επιβεβαίωση της διαφοροποίησης κάποιων πτυχών από τις υπόλοιπες είτε σε συγχώνευση δύο πτυχών. Για παράδειγμα, η Booth Sweeney (2001) αναγνωρίζει ως διαφορετικά χαρακτηριστικά των συστημάτων τα *χρονικά όρια* (time horizons) και τις *καθυστερήσεις*



(delays) που παρατηρούνται κατά την εμφάνιση των αποτελεσμάτων μιας αλληλεπίδρασης. Κατά την ανάπτυξη των παραδειγμάτων για κάθε πτυχή, προέκυψαν παρόμοια παραδείγματα για την ικανότητα εντοπισμού των δύο αυτών χαρακτηριστικών, γι' αυτό και τα δύο συμπτώθηκαν στην πτυχή που ονομάστηκε «εντοπισμός των χρονικών ορίων» ενός συστήματος. Εξάλλου, οι Hill και Redden (1985) εντοπίζουν ως «δεξιότητα» που σχετίζεται με τη συστημική σκέψη την *αναγνώριση των στοιχείων τους*. Οι Chandler και Boutilier (1992) εντοπίζουν ως χαρακτηριστικό των συστημάτων το γεγονός ότι κάποια στοιχεία διαδραματίζουν σημαντικότερο ρόλο από άλλα. Από το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό προέκυψε η πτυχή της συστημικής σκέψης που αφορά στην *αναγνώριση του βαθμού σημαντικότητας* κάθε στοιχείου. Κατά την ανάπτυξη των παραδειγμάτων διαφάνηκε πως τα έργα για τις δύο αυτές πτυχές φαίνονταν να αναφέρονται στο ίδιο πράγμα, γι' αυτό και συμπτώθηκαν στην πτυχή «Εντοπισμός των βασικών στοιχείων ενός συστήματος».

Πίνακας 4. Ορισμός της συστημικής σκέψης και το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων

		Συστημική σκέψη	
		Πτυχές	Το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων
1. Προσδιορισμός συστήματος	1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού των βασικών στοιχείων του, όπως οι ακτές, τα ποτάμια, οι λίμνες, οι αλυκές, η βροχή, τα σύννεφα, το χιόνι, οι μονάδες αφαλάτωσης, τα υπόγεια ύδατα, οι μονάδες διαχείρισης λυμάτων.
	2. Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού των υδάτινων πόρων της γης, πάνω ή κάτω από την επιφάνεια, περιλαμβανομένου του θαλάσσιου νερού των ακτών.
	3. Εντοπισμός των χρονικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού των χρονικών ορίων που αφορούν συγκεκριμένες συμπεριφορές ή αλλαγές σε ένα σύστημα υδάτινων πόρων.
	4. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα		Η ικανότητα αναγνώρισης των υδάτινων πόρων και όλων των βασικών τους στοιχείων ως συστήματα.
	5. Αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών (συμπεριφορών) των στοιχείων του συστήματος (emergent phenomena)		Η ικανότητα αναγνώρισης του γεγονότος ότι οι μετατροπές της ύλης είναι αναδυόμενα φαινόμενα σε ένα σύστημα υδάτινων πόρων, τα οποία δεν εντοπίζονται σε κάθε μέρος ξεχωριστά.
2. Αλληλεπιδράσεις	1. Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού επιδράσεων όπως: οι επιδράσεις των ανθρώπινων δράσεων στα υπόγεια ύδατα μέσω της μόλυνσης από λιπάσματα και μικροβιοκτόνα, τις επιδράσεις της άμμου (sand rock) στο νερό (το διυλίζει), τις επιδράσεις του νερού στα βράχια (τα διαλύει), τις επιδράσεις της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα ροής νερού στους ποταμούς, την επίδραση της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα νερού στους υδροφορείς, την επίδραση της κατασκευής φραγμάτων σε όλη την Κύπρο στην ποσότητα νερού στα φράγματα, την επίδραση της υπεράντλησης νερού στο σύνολο των υδάτινων αποθεμάτων στην Κύπρο.
	2. Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του		Η ικανότητα εντοπισμού των επιδράσεων της μετατροπής της ύλης στην ποσότητα του νερού στους υδροφορείς.
	3. Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)		Η ικανότητα εντοπισμού της υπεράντλησης των υπόγειων υδάτων ως αιτία μειωμένης ποσότητας αποθεμάτων και μειωμένης ποιότητας του νερού. Η ικανότητα εισήγησης μείωσης της υπερχρήσης του νερού, ώστε να διατηρηθεί η ποσότητα των υδάτινων αποθεμάτων.
	4. Εντοπισμός των συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα (Εντοπισμός των emergent phenomena)		Η ικανότητα αναγνώρισης του γεγονότος ότι η μετατροπή της ύλης, π.χ. η δημιουργία συννέφων, γίνεται μέσα από την εξάτμιση, η οποία προκύπτει από την αλληλεπίδραση μεταξύ του νερού στην επιφάνεια των υδροφορέων και του αέρα που βρίσκεται πάνω από αυτό.
3. Ροές	1. Εντοπισμός των γραμμικών ροών ύλης ή των ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.		Η αναγνώριση ροών του νερού: από τη βροχή στα ποτάμια και από τα ποτάμια στην θάλασσα ή στις λίμνες ή σε υπόγειους υδροφορείς. Αναγνώριση αλλαγών σε σχέση με την ενέργεια κατά την αλλαγή φάσης του νερού.
	2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι το νερό που βγαίνει από τη μηχανή μας μπορεί να επιστρέψει στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό.
4. Ισορροπία	1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων οδηγεί σε μειωμένες ποσότητες στα υπόγεια αποθέματα, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του τρεχούμενου νερού αυξάνοντας έτσι την ανάγκη για υπεράντληση των υπόγειων υδάτων.
	2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> μείωση A) εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι σε μια περίοδο με πολλή βροχόπτωση, ένα φράγμα με αρχικά μικρή ποσότητα νερού θα γεμίσει. Όσο περισσότερη ποσότητα νερού μπει στους υδροφορείς, τόσο πιο πιθανό είναι οι αγρότες να κερδίσουν περισσότερα δικαιώματα ύδρευσης των χωραφιών τους. Έτσι η ποσότητα του νερού στο φράγμα θα μειωθεί πάλι.

#### 4.3.2. Πρώτος κύκλος επικύρωσης

Στον πρώτο κύκλο επικύρωσης του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης (ΔοΣΣ) κατασκευάστηκαν συνολικά 89 διαφορετικά έργα. Μερικά διατηρήθηκαν όπως διατυπώθηκαν αρχικά, μερικά τροποποιήθηκαν στην πορεία και μερικά απορρίφθηκαν εντελώς, αφού σε κάποιο στάδιο της ανάπτυξης του δοκιμίου κρίθηκαν ως ακατάλληλα. Λόγω της αφαίρεσης έργων από το δοκίμιο και της κατασκευής νέων έργων, σε κάθε στάδιο ο συνολικός αριθμός των έργων διαφέρει (Πίνακας 5), αφού ο αριθμός κυμαινόταν από 3 – 8 έργα για κάθε πτυχή. Κριτήρια κατασκευής ή διατήρησης των έργων ήταν η αντιστοιχία κάθε έργου με μία μόνο δεξιότητα της συστημικής σκέψης, η ύπαρξη μιας ξεκάθαρα σωστής απάντησης, η ομοιογένεια ανάμεσα στις εναλλακτικές απαντήσεις και η απλότητα και σαφήνεια του λεξιλογίου των έργων, ώστε να είναι απόλυτα κατανοητά από παιδιά των συγκεκριμένων ηλικιών (10-14 χρόνων), για αποφυγή παρερμηνειών.

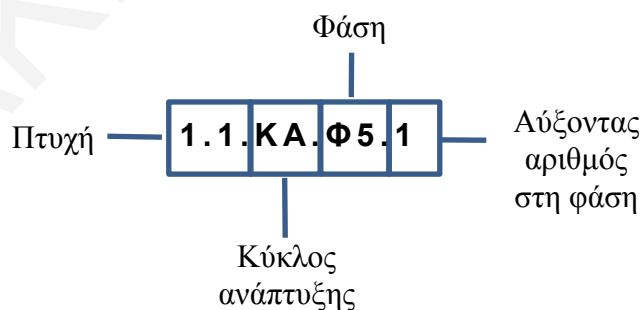
Πίνακας 5. Συνολικός αριθμός έργων κάθε πτυχής ανά φάση στον Α' κύκλο ανάπτυξης

Κωδικοί πτυχών*	Φάσεις πρώτου κύκλου ανάπτυξης				
	1- προ-πilotική χορήγηση	2 - προς ειδικούς	3 - προς εκπαιδευτικούς	4 - πιλοτική χορήγηση	5 - τελική χορήγηση
1.1	4	5	6	6	4
1.2	4	4	3	3	4
1.3	4	4	4	4	4
1.4	3	4	4	4	4
1.5	5	4	4	4	4
2.1	6	8	5	5	4
2.2		5	6	6	4
2.3		7	5	5	4
2.4		4	4	4	4
3.1		3	4	4	4
3.2		4	4	4	4
4.1		4	5	5	4
4.2		2	4	4	4
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ</b>	<b>26</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>58</b>	<b>52</b>

\* Οι κωδικοί των πτυχών αναφέρονται στις πτυχές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.

Αφού καθορίστηκαν οι πτυχές της συστημικής σκέψης μέσα από την τρέχουσα βιβλιογραφία, ένας αριθμός έργων αναπτύχθηκε και χορηγήθηκε σε μικρό δείγμα μαθητών, παίρνοντας ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα, τα οποία συνέβαλαν στην τροποποίηση κάποιων έργων και στην ανάπτυξη άλλων. Στη συνέχεια, δύο ειδικοί στις Φυσικές Επιστήμες και στη Ψυχολογία αντίστοιχα αξιολόγησαν την εγκυρότητα περιεχομένου του δοκιμίου, ενώ η εγκυρότητα όψεως αξιολογήθηκε από δύο εκπαιδευτικούς με πείρα με μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων. Ακολούθως, το δοκίμιο χορηγήθηκε σε δείγμα μαθητών για τη λήψη ποσοτικών δεδομένων για βελτίωση της εγκυρότητας όψεως και περιεχομένου, ενώ τελικά χορηγήθηκε σε ακόμη μεγαλύτερο δείγμα για έλεγχο της εγκυρότητας γνωρίσματος και της αξιοπιστίας του δοκιμίου με τη χρήση του στατιστικού ελέγχου Rasch.

Λόγω της σύνθετης φύσης της πορείας ανάπτυξης του δοκιμίου, για να διατηρηθεί η συνέχεια των έργων και να μπορεί κάποιος ανά πάσα στιγμή να παρακολουθήσει την εξέλιξη ενός έργου και να έχει συνολική εικόνα για τα έργα του δοκιμίου σε σχέση με την πτυχή για την οποία αναπτύχθηκαν σε κάθε φάση, κατασκευάστηκε ο Περιεκτικός Πίνακας Εξέλιξης των Έργων (Παράρτημα 1- βλέπε CD ROM). Ανά δύο οι στήλες του πίνακα παρουσιάζουν τα έργα που περιλήφθηκαν σε κάθε φάση: η πρώτη στήλη περιλαμβάνει τον κωδικό του έργου και η δεύτερη στήλη περιλαμβάνει το ίδιο το έργο. Ανάμεσα σε δύο φάσεις υπάρχει μια στήλη με χρωματισμένα κελιά, η οποία δείχνει το είδος της αναθεώρησης που έτυχε κάθε έργο μετά από κάθε φάση: το κελί είναι πράσινο στην περίπτωση που το έργο δεν άλλαξε καθόλου, κίτρινο στην περίπτωση που τροποποιήθηκε και κόκκινο στην περίπτωση που εξαιρέθηκε από το δοκίμιο. Μπλε χρώματος κελί έχουν τα καινούρια έργα που αναπτύχθηκαν στη συγκεκριμένη φάση.



Διάγραμμα 3. Κωδικοποίηση έργων

Ο κωδικός κάθε έργου (Διάγραμμα 3) περιλαμβάνει τέσσερις πληροφορίες: την πτυχή στην οποία απευθύνεται (π.χ. πτυχή 1.1. - βλέπε Πίνακα 4 για τους κωδικούς κάθε πτυχής), τον κύκλο ανάπτυξης (π.χ. Κύκλος Α'), τη φάση που εντοπίζεται με τη

συγκεκριμένη μορφή (π.χ. Φάση 5), καθώς και τον αύξοντά του αριθμό στη συγκεκριμένη φάση (π.χ. 1).

#### *Φάση 1: Ανάπτυξη των πρώτων έργων και χορήγησή τους σε μικρό αριθμό μαθητών*

Η πρώτη χορήγηση έργων του ΔοΣΣ σε μαθητές ήταν καθαρά διερευνητική, και στόχευε στη διαπίστωση του βαθμού εξοικείωσης των μαθητών με τη δομή, το περιεχόμενο και το λεξιλόγιο των έργων που θα περιλαμβάνονταν στο δοκίμιο (Παράρτημα 2). Κατά συνέπεια, για κάθε έργο, λήφθηκαν υπόψη οποιαδήποτε σχόλια ή απορίες των μαθητών, με σκοπό τη βελτίωση των έργων που δόθηκαν και τη δημιουργία «πρότυπων» έργων που θα λειτουργούσαν ως οδηγός για την κατασκευή των υπόλοιπων έργων. Επιπρόσθετα, υπολογίστηκαν η κατανομή των απαντήσεων ανά έργο, καθώς και ο βαθμός δυσκολίας τους.

Σε πρώτο στάδιο, κατασκευάστηκαν 26 έργα (Στήλες B-C, Παράρτημα 1) που αφορούσαν τις 6 πρώτες πτυχές της συστημικής σκέψης, όπως αυτή ορίστηκε στον πρώτο κύκλο ανάπτυξης (Πίνακας 4), δηλαδή τις πέντε πτυχές της κατηγορίας 1. Προσδιορισμός συστήματος και μία πτυχή από την κατηγορία 2. Αλληλεπιδράσεις. Τα έργα περιελάμβαναν ποικιλία διατύπωσης και οπτικών ερεθισμάτων (λεκτικά ή/και διαγραμματικά). Σε αυτό το στάδιο δεν υπήρχε επιβεβλημένος λόγος να περιλαμβάνονται έργα από όλες τις πτυχές, γιατί ο σκοπός της συγκεκριμένης χορήγησης ήταν δυνατό να επιτευχθεί με λιγότερα έργα.

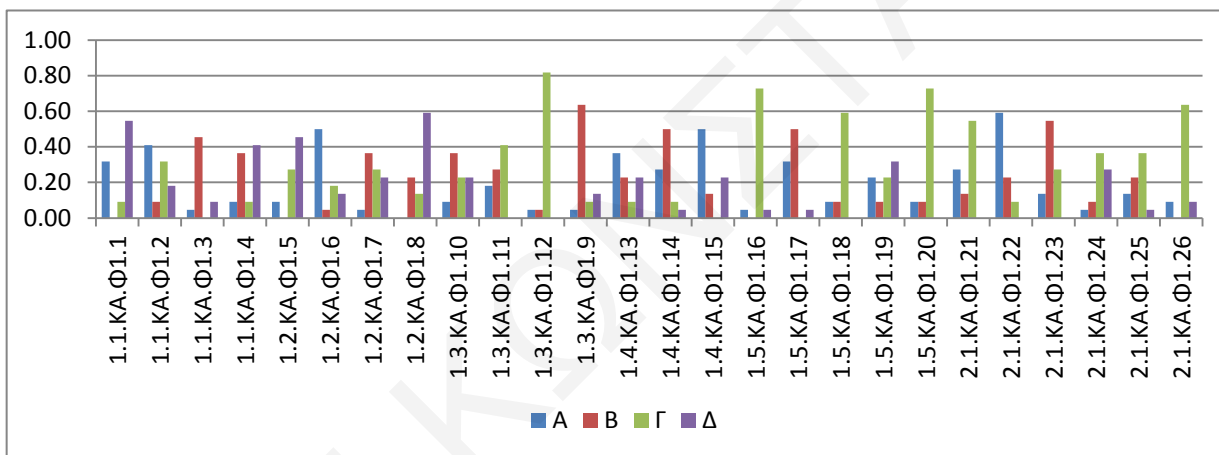
#### **Δείγμα (Κύκλος Α΄ Φάση 1 - ΚΑ.Φ1.)**

Είκοσι δύο (22) μαθητές Ε΄ τάξης δημοτικού σχολείου (που είναι και η μικρότερη ηλικία για την οποία προορίζεται το δοκίμιο) της επαρχίας Λευκωσίας κλήθηκαν να απαντήσουν στο δοκίμιο σε αυτή τη φάση. Για κάθε έργο, τα παιδιά καλούνταν να επιλέξουν μία σωστή απάντηση για κάθε έργο και να εξηγήσουν το σκεπτικό τους, ώστε να γίνει κατανοητός ο τρόπος με τον οποίο αντιλαμβάνονταν κάθε έργο, και να εντοπιστούν άλλες πιθανές εναλλακτικές επιλογές.

#### **Ανάλυση (ΚΑ.Φ1.)**

Αρχικά, έγινε περιγραφική στατιστική ανάλυση των δεδομένων. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε η κατανομή των απαντήσεων ανά έργο, καθώς και ο βαθμός δυσκολίας των έργων. Στη συνέχεια, τα αποτελέσματα, μαζί με την εξήγηση συλλογισμού και τις απορίες που εγείρονταν από τα παιδιά, οδήγησαν στις απαραίτητες τροποποιήσεις των έργων ή και αντικαταστάσεις τους.

Όσον αφορά στη *συχνότητα των απαντήσεων* (Διάγραμμα 4) φαίνεται πως αρκετά έργα δεν είχαν ικανοποιητική κατανομή, εφόσον είχαν επιλογές που δεν επιλέγονταν από κανένα μαθητή (1.1.ΚΑ.Φ1.1, 1.1.ΚΑ.Φ1.3, 1.2.ΚΑ.Φ1.5, 1.2.ΚΑ.Φ1.8, 1.3.ΚΑ.Φ1.11, 1.3.ΚΑ.Φ1.12, 1.4.ΚΑ.Φ1.15, 1.5.ΚΑ.Φ1.16, 1.5.ΚΑ.Φ1.17, 1.5.ΚΑ.Φ1.18, 1.1.ΚΑ.Φ1.20, 2.1.ΚΑ.Φ1.21, 2.1.ΚΑ.Φ1.22, 2.1.ΚΑ.Φ1.23, 2.1.ΚΑ.Φ1.26). Το γεγονός αυτό κατέδειξε την ανάγκη, σε περίπτωση που τα έργα δεν αφαιρούνταν για άλλους λόγους από το δοκίμιο, να βελτιωθούν οι επιλογές τους, ώστε να παρέχουν λογικοφανείς (plausible) εναλλακτικές επιλογές. Τρία από τα πιο πάνω έργα (1.2.ΚΑ.Φ1.5, 1.4.ΚΑ.Φ1.15 και 1.5.ΚΑ.Φ1.18) παρουσίασαν και αρκετά χαμηλό δείκτη δυσκολίας (Διάγραμμα 5), ήταν δηλαδή πολύ δύσκολα. Στο πρώτο έγινε προσπάθεια βελτίωσης της διατύπωσης του στελέχους και των επιλογών, ενώ τα άλλα δύο εξαιρέθηκαν από το δοκίμιο, το ένα λόγω δύσκολου λεξιλογίου και το άλλο λόγω του ότι για την απάντησή του απαιτούνταν γνώσεις περιεχομένου.



Διάγραμμα 4. Κατανομή απαντήσεων ανά έργο (Pre-pilot, πρώτος κύκλος)



Διάγραμμα 5. Δείκτης δυσκολίας ανά έργο (pre-pilot, πρώτος κύκλος)

Το κομμάτι της επεξήγησης του συλλογισμού έδωσε περιορισμένη πληροφόρηση για την ποιότητα των έργων, γιατί στις περισσότερες περιπτώσεις, οι μαθητές είτε επαναλάμβαναν την απάντηση, είτε δεν έδιναν καθόλου εξηγήσεις. Παρόλα αυτά, κάποιες εξηγήσεις βοήθησαν στο να εντοπιστούν έργα που είχαν περισσότερες από μία ορθές απαντήσεις (1.1.ΚΑ.Φ1.1, 1.1.ΚΑ.Φ1.2, 1.1.ΚΑ.Φ1.4, 1.2.ΚΑ.Φ1.8, 2.1.ΚΑ.Φ1.21, 2.1.ΚΑ.Φ1.23, 2.1.ΚΑ.Φ1.25) ή έργα των οποίων η διάκριση των επιλογών δεν ήταν ξεκάθαρη (1.2.ΚΑ.Φ1.5). Ένα παράδειγμα έργου, το οποίο είχε περισσότερες από μία ορθές απαντήσεις είναι το έργο 2.1.ΚΑ.Φ1.23 που παρουσιάζεται πιο κάτω, με (αναμενόμενη) ορθή απάντηση το Γ. Ένας από τους μαθητές που επέλεξε το Β (που ήταν και η δημοφιλέστερη απάντηση), εξήγησε πως «Μου συνέβηκε και μένα μια φορά και το έσπρωξα μέχρι το σπίτι μου».

*Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρω.  
Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου  
στράβωσε.*

*Το παιδί*

*A. θα οδηγήσει πίσω στο σπίτι το ποδήλατό του.*

*B. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.*

*Γ. θα το μεταφέρει στο σπίτι ο πατέρας του με το αυτοκίνητο.*

*Δ. ο φίλος του με το ποδήλατό του θα τον τραβήξει μέχρι το σπίτι.*

*(2.1.ΚΑ.Φ1.23)*

Εξάλλου, από τις απορίες των μαθητών κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του δοκιμίου, φάνηκε ότι κάποιες φράσεις ή λέξεις δεν είναι κατανοητές σε παιδιά 10 χρόνων. Πολλά παιδιά ζητούσαν περαιτέρω εξηγήσεις για τη σημασία συγκεκριμένων φράσεων του δοκιμίου: «ποια είναι τα λιγότερα στοιχεία» (1.1.ΚΑ.Φ1.2), «ποιος συνδυασμός στοιχείων είναι απαραίτητος» (1.1.ΚΑ.Φ1.1), «ποια είναι τα απαραίτητα συστατικά» (1.1.ΚΑ.Φ1.4), «αναπαράγεται», «Λάρα», «Ακάμας» (1.2.ΚΑ.Φ1.7), «τροφικές σχέσεις των οργανισμών» (1.2.ΚΑ.Φ1.5). Στις επόμενες φάσεις ανάπτυξης των έργων έγινε προσπάθεια να μη γίνει χρήση τους, αλλά, εναλλακτικά, να χρησιμοποιούνται πιο απλές περιγραφές.

### **Διαχείριση έργων (ΚΑ.Φ1.)**

Από τη μελέτη των απαντήσεων των μαθητών εντοπίστηκαν έργα με έλλειψη στη σαφήνεια της διατύπωσης του στελέχους ή των επιλογών (λόγω λεξιλογίου), έργα που δεν είχαν ξεκάθαρα ΜΙΑ ορθή απάντηση, έργα που δεν είχαν ξεκάθαρη διάκριση των

επιλογών ή παρουσίαζαν συνδυασμό των πιο πάνω χαρακτηριστικών, καθώς και έργα που στηρίζονταν σε γνώσεις περιεχομένου και έργα που είχαν πολύπλοκη δομή. Ως αποτέλεσμα, 15 έργα τροποποιήθηκαν και άλλα 9 αφαιρέθηκαν από το δοκίμιο και το είδος των επεμβάσεων που έγιναν φαίνονται συνολικά στον Πίνακα 6.

Οι τροποποιήσεις 7 έργων (1.2.ΚΑ.Φ1.7, 1.5.ΚΑ.Φ1.16, 1.5.ΚΑ.Φ1.20, 1.3.ΚΑ.Φ1.9, 2.1.ΚΑ.Φ1.26, 1.3.ΚΑ.Φ1.11, 2.1.ΚΑ.Φ1.24) αφορούσαν μικρές αλλαγές σε σχέση με τη διατύπωση του στελέχους, των επιλογών ή των διαγραμμάτων ή ακόμα και της μορφής του έργου ώστε να επιτευχθεί το κριτήριο της σαφήνειας των έργων. Οκτώ έργα (1.2.ΚΑ.Φ1.8, 2.1.ΚΑ.Φ1.21, 2.1.ΚΑ.Φ1.23, 2.1.ΚΑ.Φ1.25, 1.1.ΚΑ.Φ1.1, 1.1.ΚΑ.Φ1.2, 1.1.ΚΑ.Φ1.4, 1.2.ΚΑ.Φ1.5) δέχτηκαν μεγαλύτερες αλλαγές όσον αφορά στο περιεχόμενο των επιλογών τους, για να επιτευχθούν η λογικοφάνεια των επιλογών ή η σαφής διάκρισή τους.

**Πίνακας 6. Διαχείριση έργων μετά την pre-pilot φάση του πρώτου κύκλου ανάπτυξης**

ΚΩΔΙΚΟΙ ΕΡΓΩΝ (Λόγος)	ΑΝΑΔΙΑΤΥΠΩΣΗ		ΠΡΟΣΘΗΚΗ ΕΙΚΟΝΑΣ	ΑΛΛΑΓΗ ΣΤΟ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	
	ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ (Ασάφεια)	ΕΠΙΛΟΓΩΝ (Ασάφεια)	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ (Ασάφεια)	ΕΠΙΛΟΓΩΝ (Περισ. από ΜΙΑ ορθές απαντ.)	ΕΠΙΛΟΓΩΝ (Μη ξεκάθαρη διάκριση επιλ.)
1.2.ΚΑ.Φ1.8					
2.1.ΚΑ.Φ1.21					
2.1.ΚΑ.Φ1.23					
2.1.ΚΑ.Φ1.25				√	
1.1.ΚΑ.Φ1.1					
1.1.ΚΑ.Φ1.2					
1.1.ΚΑ.Φ1.4	√			√	
1.2.ΚΑ.Φ1.5	√				√
1.2.ΚΑ.Φ1.7					
1.5.ΚΑ.Φ1.16					
1.5.ΚΑ.Φ1.20	√	√			
1.3.ΚΑ.Φ1.9					
2.1.ΚΑ.Φ1.26	√				
1.3.ΚΑ.Φ1.11		√			
2.1.ΚΑ.Φ1.24	√		√		
1.1.ΚΑ.Φ1.3					
1.2.ΚΑ.Φ1.6					
1.3.ΚΑ.Φ1.12					
1.5.ΚΑ.Φ1.17					
1.5.ΚΑ.Φ1.18					
2.1.ΚΑ.Φ1.22	Διαγράφηκαν λόγω ακαταλληλότητας περιεχομένου				
1.4.ΚΑ.Φ1.13					
1.4.ΚΑ.Φ1.14					
1.4.ΚΑ.Φ1.15	Διαγράφηκαν λόγω λεξιλογίου/μορφής				
1.3.ΚΑ.Φ1.10					
1.5.ΚΑ.Φ1.19	Διατηρήθηκαν ως είχαν				



Ένα παράδειγμα έργου που τροποποιήθηκε όσον αφορά στη διατύπωση και το περιεχόμενο είναι και το 1.2.ΚΑ.Φ1.5 (με κωδικό 1.2.ΚΑ.Φ2.6 στη Φάση 2), ώστε να γίνει πιο σαφές το στέλεχος, αλλά και πιο λογικαφανείς οι επιλογές του. Συγκεκριμένα, κανένας μαθητής δεν επέλεξε την επιλογή Β, ενώ την επιλογή Α (που ήταν η ορθή) επέλεξε ποσοστό μικρότερο του 20%.

Φάση 1 (1.2.ΚΑ.Φ1.5)	Φάση 2 (1.2.ΚΑ.Φ2.6)
<p><i>Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τις τροφικές σχέσεις των οργανισμών που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω</i></p> <p><i>Α. τους οργανισμούς που μπορούν να εντοπιστούν μέσα ή στην επιφάνεια του νερού.</i></p> <p><i>Β. τους οργανισμούς που εντοπίζονται έξω από το νερό.</i></p> <p><i>Γ. το κλίμα, τον αέρα, το έδαφος της περιοχής.</i></p> <p><i>Δ. τους οργανισμούς που ζουν στο νερό και τον αέρα, το κλίμα και το έδαφος της περιοχής.</i></p>	<p><i>Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω</i></p> <p><i>Α. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.</i></p> <p><i>Β. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.</i></p> <p><i>Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.</i></p> <p><i>Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.</i></p>

Τα έργα που στηρίζονταν σε γνώσεις περιεχομένου και τα έργα που είχαν πολύπλοκη δομή εξαιρέθηκαν από το δοκίμιο. Συγκεκριμένα, 6 έργα διαγράφηκαν λόγω ακαταλληλότητας περιεχομένου (π.χ. το σύστημα κατανάλωσης βενζίνης στο αυτοκίνητο, το απλό ηλεκτρικό κύκλωμα, και διατροφικά συστήματα με σχετικά άγνωστους για τα παιδιά οργανισμούς χωρίς διάγραμμα) (1.1.ΚΑ.Φ1.3, 1.2.ΚΑ.Φ1.6, 1.3.ΚΑ.Φ1.12, 1.5.ΚΑ.Φ1.17, 1.5.ΚΑ.Φ1.18, 2.1.ΚΑ.Φ1.22) και 3 λόγω ακαταλληλότητας μορφής/λεξιλογίου (1.4.ΚΑ.Φ1.13, 1.4.ΚΑ.Φ1.14, 1.4.ΚΑ.Φ1.15). Για παράδειγμα, το έργο 1.4.ΚΑ.Φ1.13 διαγράφηκε από το δοκίμιο εφόσον η μορφή του και η διατύπωσή του φάνηκαν να μην είναι σαφείς στους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας. Αρκετοί μαθητές ζήτησαν διευκρινίσεις για τη σημασία της λέξης «ενιαίο» που περιλαμβάνεται στις δηλώσεις των δύο μαθητών, καθώς και για τη φράση «*Η λειτουργία του νεός επηρεάζει τη λειτουργία τουλάχιστο ενός από τα υπόλοιπα*».

*Διαβάστε τον πιο κάτω διάλογο δύο παιδιών και αποφασίστε με ποιον από τους δύο συμφωνείτε:*

**Μαθητής 1:** *Δεν μπορούμε να πούμε ότι το ποδήλατο είναι ένα ενιαίο αντικείμενο. Είναι πολλά αντικείμενα που απλά έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.*

**Μαθητής 2:** *Τα αντικείμενα που αποτελούν το ποδήλατο εξαρτώνται το ένα από το άλλο. Η λειτουργία του καθενός επηρεάζει τη λειτουργία τουλάχιστο ενός από τα υπόλοιπα, γι' αυτό μπορούμε να πούμε ότι το ποδήλατο είναι ένα ενιαίο πράγμα.*

- A. Συμφωνώ με το Μαθητή 1.
- B. Συμφωνώ με το Μαθητή 2.
- Γ. Διαφωνώ και με τους δύο.
- Δ. Συμφωνώ και με τους δύο.

(1.4.ΚΑ.Φ1.13)

Δύο έργα (1.3.ΚΑ.Φ1.10 1.5.ΚΑ.Φ1.19) διατηρήθηκαν ως είχαν, εφόσον δεν προέκυψε από αυτή τη φάση λόγος για τροποποίησή τους. Στη συνέχεια, 41 καινούρια έργα αναπτύχθηκαν και ο συνολικός αριθμός των έργων ανήλθε στα 58.

#### *Φάση 2: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου και όψεως από ειδικούς επιστήμονες*

Αφού έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις, διαγραφές και νέες προσθήκες, τα 58 έργα (Στήλες E-F, Παράρτημα 1), αξιολογήθηκαν ως προς το περιεχόμενο (content validity), από δύο ειδικούς, έναν από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και έναν από το χώρο της Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας. Δόθηκε στους ειδικούς ένα έντυπο που περιελάμβανε τις οδηγίες συμπλήρωσης, τον κατάλογο με τις πτυχές της συστημικής σκέψης, όπως αυτές ορίστηκαν αρχικά για την παρούσα έρευνα, και τον κατάλογο με τα έργα σε τυχαία σειρά (Παράρτημα 3). Από κάθε ειδικό ζητήθηκε να αντιστοιχίσει κάθε έργο με μία πτυχή της συστημικής σκέψης, για να διαπιστωθεί α) αν πραγματικά τα έργα σχετίζονται με μία μόνο πτυχή της συστημικής σκέψης, και β) αν η πτυχή που οι ειδικοί θεωρούν ότι σχετίζεται με κάθε έργο, ταυτίζεται με τη πτυχή που η ερευνήτρια θεωρεί ότι κάθε έργο σχετίζεται. Εξάλλου, ζητήθηκε από τους ειδικούς να λύσουν το δοκίμιο, επιλέγοντας για κάθε έργο τη σωστή απάντηση, για να διαπιστωθεί η ύπαρξη μίας ορθής απάντησης ανάμεσα στις τέσσερις εναλλακτικές. Οι ειδικοί παροτρύνονταν να σημειώσουν οποιαδήποτε σχόλια για κάθε έργο.

Αλλαγές ή διαγραφές έργων προέκυπταν στις περιπτώσεις εκείνες που και οι δύο ειδικοί διαφωνούσαν για την πτυχή με την οποία υποτίθεται ότι αντιστοιχούσε το έργο ή τα σχόλιά τους αφορούσαν την ορθότητα του περιεχομένου του έργου, τη διάκριση των επιλογών, την ύπαρξη μίας μόνο ορθής απάντησης ή τη λογικοφάνεια των επιλογών.

#### **Διαχείριση έργων (Κύκλος Α΄ Φάση 2 – ΚΑ.Φ2.)**

Ως αποτέλεσμα της ανατροφοδότησης των ειδικών, έξι (6) έργα τροποποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενο των επιλογών τους, ώστε να βελτιωθεί η λογικοφάνειά τους (2.4.ΚΑ.Φ2.44, 2.3.ΚΑ.Φ2.40), να είναι ξεκάθαρα διακριτές μεταξύ τους (1.2.ΚΑ.Φ2.8) και μόνο μία από αυτές να είναι σωστή (1.4.ΚΑ.Φ2.18, 2.3.ΚΑ.Φ2.39, 2.2.ΚΑ.Φ2.10).

Άλλα έξι έργα τροποποιήθηκαν όσον αφορά στη διατύπωση του στελέχους (1.1.ΚΑ.Φ2.3, 2.1.ΚΑ.Φ2.26, 4.1.ΚΑ.Φ2.56, 4.2.ΚΑ.Φ2.58) ή των επιλογών (3.1.ΚΑ.Φ2.47 3.1.ΚΑ.Φ2.48), ώστε να γίνουν πιο σαφή στους μαθητές.

Ένα παράδειγμα της συμβολής των ειδικών στη βελτίωση των έργων αποτελεί το έργο 2.2.ΚΑ.Φ2.10 με σύστημα ένα χωριό. Μετά από προτροπή και των δύο ειδικών, η απάντηση Γ του έργου, για να ισχύει ως ορθή απάντηση, θα έπρεπε να τροποποιηθεί, ώστε να μην περιλαμβάνει μόνο τα «παιδιά», αλλά «όλους τους κατοίκους του χωριού»:

Προς τους ειδικούς (2.2.ΚΑ.Φ2.10)	Προς τους εκπαιδευτικούς (2.2.ΚΑ.Φ3.9)
<p><i>Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:</i></p> <p><i>A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης</i>  <i>B. όλα τα παιδιά του σχολείου</i>  <i>Γ. όλα τα παιδιά του χωριού</i>  <i>Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανένα άλλο παιδί.</i></p>	<p><i>Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:</i></p> <p><i>A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.</i>  <i>B. όλα τα παιδιά του σχολείου.</i>  <i>Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.</i>  <i>Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανένα άλλο παιδί.</i></p>

Επιπλέον, δύο έργα μεταφέρθηκαν σε άλλη πτυχή, αφού η διαφωνία των ειδικών με την πτυχή που εισηγήθηκε η ερευνήτρια παρουσίασε, ταυτόχρονα, ομοφωνία ανάμεσα στους ειδικούς για άλλη πτυχή. Συγκεκριμένα, τα έργα 2.1.ΚΑ.Φ2.24 (βλέπε πιο κάτω) και 2.1.ΚΑ.Φ2.30 που κατασκευάστηκαν αρχικά για την πτυχή 2.1 Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος καταχωρίθηκαν, αντίστοιχα στην πτυχή «1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος», και στην πτυχή «2.2. Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του».

*Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρμω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε.*

**Το παιδί**

- A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως.*
- B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι.*
- Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.*
- Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.*

(2.1.ΚΑ.Φ2.24)

Άλλα έξι έργα διαγράφηκαν από το δοκίμιο είτε λόγω της ύπαρξης περισσότερων από μίας ορθών απαντήσεων (1.2.ΚΑ.Φ2.7, 1.5.ΚΑ.Φ2.19, 2.3.ΚΑ.Φ2.35), είτε επειδή και οι δύο ειδικοί διαφωνούσαν με την ερευνήτρια ως προς την πτυχή στην οποία αντιστοιχεί το έργο (2.1.ΚΑ.Φ2.29, 2.2.ΚΑ.Φ2.33, 2.3.ΚΑ.Φ2.41). Τα υπόλοιπα έργα παρέμειναν ως είχαν, ενώ κατασκευάστηκαν έξι (6) καινούρια έργα (1.5.ΚΑ.Φ3.20, 2.2.ΚΑ.Φ3.31, 3.1.ΚΑ.Φ3.42, 4.1.ΚΑ.Φ3.53, 4.2.ΚΑ.Φ3.57, 4.2.ΚΑ.Φ3.58). Έτσι στην επόμενη φάση (Φάση 3) αξιολογήθηκαν συνολικά 58 έργα (Στήλες Η-Ι, Παράρτημα 1).

### *Φάση 3: Έλεγχος εγκυρότητας όψεως από εκπαιδευτικούς*

Στη συνέχεια, αφού έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις στα έργα με βάση την ανατροφοδότηση των ειδικών, 58 συνολικά έργα (Στήλες Η-Ι, Παράρτημα 1) δόθηκαν σε δύο εκπαιδευτικούς σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 4) για να αξιολογηθεί η εγκυρότητα όψεως. Η επιλογή των εκπαιδευτικών έγινε με κριτήριο την εμπειρία τους με παιδιά των οποίων η ηλικία εμπίπτει στο εύρος των ηλικιών για τις οποίες απευθύνεται το δοκίμιο. Ο ένας από τους εκπαιδευτικούς προερχόταν από το χώρο της πρωτοβάθμιας εκπαίδευσης με εμπειρία με μαθητές Ε΄ και Στ΄ δημοτικού και ο άλλος από το χώρο της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης με εμπειρία με μαθητές Α΄ και Β΄ γυμνασίου.

Συγκεκριμένα οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να απαντήσουν στα έργα του δοκιμίου και να σχολιάσουν το λεξιλόγιο, τη διατύπωση, το περιεχόμενο και γενικά τη σαφήνεια τόσο των έργων, όσο και των οδηγιών συμπλήρωσης του δοκιμίου.

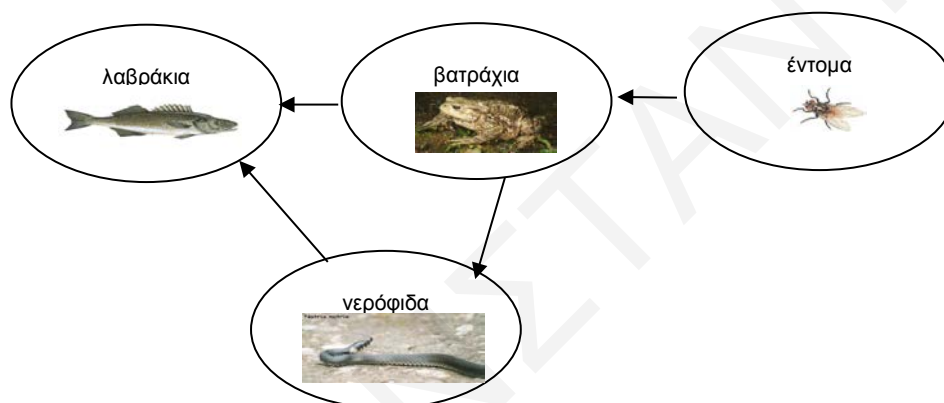
### **Διαχείριση έργων (Κύκλος Α΄ Φάση 3 – ΚΑ.Φ3.)**

Ως αποτέλεσμα της ανατροφοδότησης από τους δύο εκπαιδευτικούς, συνολικά δέκα (10) έργα τροποποιήθηκαν (Πίνακας 7). Οκτώ (8) αφορούσαν τη βελτίωση της *διατύπωσης* του στελέχους, των επιλογών ή το *περιεχόμενο διαγράμματος*, ώστε να είναι πιο σαφή και πιο κοντά στις εμπειρίες των μαθητών της συγκεκριμένης ηλικίας. Τα σχόλια των εκπαιδευτικών οδήγησαν και σε αλλαγές σε δύο έργα που αφορούσαν το περιεχόμενο των επιλογών τους, ώστε να είναι πιο λογικοφανείς οι επιλογές. Τα υπόλοιπα 48 έργα παρέμειναν ως είχαν, αφού δε δέχτηκαν οποιαδήποτε σχόλια από τους εκπαιδευτικούς. Έτσι προχώρησαν στην επόμενη φάση, για πιλοτική χορήγηση, 58 έργα.

Ένα παράδειγμα έργου που τροποποιήθηκε, αφού και οι δύο εκπαιδευτικοί σχολίασαν το μέγεθος και τη σαφήνεια του στελέχους του ήταν το 2.1.ΚΑ.Φ3.27 που αφορά τις διατροφικές σχέσεις που αναπαριστούνται με ένα τροφικό πλέγμα. Όπως φαίνεται στις

δύο εκδοχές του ίδιου έργου, ενώ το διάγραμμα και οι επιλογές διατηρήθηκαν ως είχαν, μειώθηκε η έκταση και απλοποιήθηκε το κείμενο του στελέχους.

Προς τους εκπαιδευτικούς (2.1.ΚΑ.Φ3.27)	Πιλοτική χορήγηση (2.1.ΚΑ.Φ4.27)
<p><i>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.</i></p> <p><i>Τι θα συμβεί στα λαβράκια αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;</i></p>	<p><i>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.</i></p> <p><i>Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;</i></p>



- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.  
 B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.  
 Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.  
 Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.

Πίνακας 7. Διαχείριση έργων μετά την ανατροφοδότηση των εκπαιδευτικών του πρώτου κύκλου ανάπτυξης

	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ		ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΟ
	ΣΤΕΛΕΧΟΥΣ	ΕΠΙΛΟΓΩΝ	ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ	ΕΠΙΛΟΓΩΝ
(λόγος)	(ασάφεια)	(ασάφεια)	(ασάφεια)	(μη λογικοφ. επιλογές)
2.1.ΚΑ.Φ3.27				
2.3.ΚΑ.Φ3.34	√			
2.3.ΚΑ.Φ3.37				
1.1.ΚΑ.Φ3.5				
1.3.ΚΑ.Φ3.13		√		
4.1.ΚΑ.Φ3.51				
2.3.ΚΑ.Φ3.35	√	√		
2.1.ΚΑ.Φ3.26	√			√
3.1.ΚΑ.Φ3.43				√
4.2.ΚΑ.Φ3.55	√		√	

#### Φάση 4: Χορήγηση του ΔοΣΣ σε μικρό αριθμό μαθητών (pilot)

Τα αναθεωρημένα (58) έργα (Στήλες K-L, Παράρτημα 1), χορηγήθηκαν σε 16 παιδιά ηλικίας 10 χρόνων, δηλαδή σε μαθητές Ε΄ τάξης σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 5). Σκοπός ήταν η αξιολόγηση της ποιότητας των έργων μέσα από αναλύσεις που βασίζονται στην Classical Test Theory (CTT). Το δοκίμιο χορηγήθηκε στους μαθητές σε δύο μέρη σε διάστημα μίας βδομάδας. Κάθε φορά οι μαθητές καλούνταν να απαντήσουν σε 29 έργα. Η διάρκεια συμπλήρωσης κάθε μέρους ήταν 30-50 λεπτά. Το δοκίμιο χορηγήθηκε πιλοτικά σε μαθητές ενός δημόσιου δημοτικού σχολείου της Πάφου.

#### Ανάλυση (ΚΑ.Φ4.)

Για να επιτευχθούν οι στόχοι της παρούσας φάσης, υπολογίστηκαν η συχνότητα των απαντήσεων των έργων και ο βαθμός δυσκολίας κάθε έργου (Πίνακας 8). Για τη διατήρηση ή τροποποίηση των έργων λήφθηκαν υπόψη και οι απορίες ή τα σχόλια των μαθητών κατά τη διάρκεια της επίλυσης του δοκιμίου. Στην περίπτωση εκείνη που δεν υπήρχαν περιθώρια βελτίωσης των έργων, αυτά διαγράφονταν από το δοκίμιο. Παρόλ' αυτά, οι τιμές που προέκυψαν από τη στατιστική ανάλυση ήταν καθοδηγητικές, αλλά όχι καθοριστικές για τις αλλαγές που ακολούθησαν λόγω του μικρού δείγματος.

#### Διαχείριση έργων (ΚΑ.Φ4.)

Ως αποτέλεσμα της ανάλυσης των ποσοτικών δεδομένων σε συνδυασμό με τα σχόλια των μαθητών, 22 έργα διατηρήθηκαν ως είχαν, 23 έργα τροποποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενο, τη διατύπωση του στελέχους ή των επιλογών τους ή με την προσθήκη/απλοποίηση διαγράμματος. Σε 13 περιπτώσεις η βελτίωση δεν ήταν δυνατή, γι' αυτό τα έργα διαγράφηκαν από το δοκίμιο.

Ένα παράδειγμα έργου που τροποποιήθηκε αποτελεί και το πιο κάτω:

<b>Πιλοτική χορήγηση (1.1.ΚΑ.Φ4.2)</b>	<b>Τελική χορήγηση (1.1.ΚΑ.Φ5.1)</b>
<i>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;</i> Α. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι Β. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα Δ. σκελετός, δύο τροχοί	<i>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;</i> Α. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι Β. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι Δ. σκελετός, δύο τροχοί

Η αλλαγή είχε ως στόχο να κάνει την επιλογή Γ πιο λογικοφανή, εφόσον διαφάνηκε πως κανένας μαθητής κατά την πιλοτική χορήγηση δεν την επέλεξε.

Ένα άλλο παράδειγμα αξιοποίησης των δεδομένων της Φάσης 4 είναι και το έργο 4.1.ΚΑ.Φ4.54 που παρουσιάζεται πιο κάτω και διαγράφηκε από το δοκίμιο εφόσον ο δείκτης δυσκολίας του ήταν 0,06, τιμή που υποδεικνύει ότι είναι υπερβολικά δύσκολο. Ταυτόχρονα, μια από τις απαντήσεις επιλέχθηκε από πολύ μικρό ποσοστό των μαθητών (0,06) και από τα σχόλια των μαθητών διαφάνηκε ότι πιθανόν να μην είναι μόνο μία η σωστή απάντηση, κυρίως λόγω της πολύπλοκης και πολυδιάστατης φύσης του συστήματος.

*Σε μια τάξη ενός σχολείου, υπάρχει ένα παιδί που από την αρχή της σχολικής χρονιάς όλοι το κοροϊδεύουν, γιατί είναι μοναχικό και δεν κάνει παρέα με τα υπόλοιπα παιδιά. Μέχρι το τέλος της χρονιάς, είναι πιθανόν ότι*

*A. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, αλλά θα γίνει φίλος μόνο με τους συμμαθητές του.*

*B. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, και θα γίνει φίλος με σχεδόν όλους τους μαθητές του σχολείου.*

*Γ. το παιδί θα κλειστεί περισσότερο στον εαυτό του και δεν θα κάνει παρέα με τα άλλα παιδιά, αφού το κοροϊδεύουν.*

*Δ. το παιδί θα παραμείνει όπως ήταν στην αρχή της χρονιάς. Ο χαρακτήρας δεν αλλάζει εύκολα.*

*(4.1.ΚΑ.Φ4.54)*

Εφτά (7) καινούρια έργα αναπτύχθηκαν. Ως εκ τούτου, στην τελευταία χορήγησή του, το δοκίμιο περιελάμβανε 52 έργα.

Πίνακας 8. Ανάλυση δεδομένων πιλοτικής χορήγησης πρώτου κύκλου και διαχείριση έργων

Κωδικός έργων	Δείκτης δυσκολίας	Κατανομή απαντήσεων				Άλλα σχόλια			
		A	B	Γ	Δ	Γνώσεις περιεχ.	Ασάφεια στελέχους	Ασάφεια επιλογών	Περισ. από μια ορθές
1.1.ΚΑ.Φ4.1	0,75	0,75	0,06	0,13	0,06				
1.1.ΚΑ.Φ4.2	0,25	0,56	0,19	0,00	0,25				
1.1.ΚΑ.Φ4.3	0,25	0,50	0,19	0,06	0,25				
1.1.ΚΑ.Φ4.4	0,19	0,19	0,19	0,31	0,31	√			
1.1.ΚΑ.Φ4.5	0,44	0,13	0,25	0,19	0,44				
1.2.ΚΑ.Φ4.6	0,19	0,19	0,19	0,38	0,19				
1.2.ΚΑ.Φ4.7	0,38	0,13	0,19	0,31	0,38				
1.2.ΚΑ.Φ4.8	0,44	0,13	0,19	0,19	0,44				
2.2.ΚΑ.Φ4.9	0,06	0,38	0,50	0,06	0,00				
1.3.ΚΑ.Φ4.10	0,44	0,25	0,44	0,31	0,00				
1.3.ΚΑ.Φ4.11	0,50	0,13	0,31	0,50	0,06				
1.3.ΚΑ.Φ4.12	0,63	0,25	0,06	0,63	0,00				
1.3.ΚΑ.Φ4.13	0,19	0,00	0,19	0,81	0,00	√			
1.4.ΚΑ.Φ4.14	0,56	0,06	0,56	0,19	0,19				
1.4.ΚΑ.Φ4.15	0,38	0,38	0,19	0,13	0,25				
1.4.ΚΑ.Φ4.16	0,44	0,19	0,13	0,44	0,19		√		√
1.4.ΚΑ.Φ4.17	0,38	0,06	0,38	0,13	0,44		√		
1.5.ΚΑ.Φ4.18	0,44	0,19	0,06	0,31	0,44				
1.5.ΚΑ.Φ4.19	0,63	0,25	0,06	0,63	0,00		√		
1.5.ΚΑ.Φ4.20	0,25	0,13	0,25	0,06	0,56				
1.5.ΚΑ.Φ4.21	0,31	0,13	0,13	0,31	0,44				
2.1.ΚΑ.Φ4.22	0,19	0,38	0,25	0,19	0,13				√
1.1.ΚΑ.Φ4.23	0,63	0,06	0,13	0,63	0,13				
2.1.ΚΑ.Φ4.24	0,56	0,00	0,31	0,06	0,56				
2.1.ΚΑ.Φ4.25	0,31	0,31	0,19	0,13	0,31				
2.1.ΚΑ.Φ4.26	0,25	0,13	0,25	0,38	0,25				
2.1.ΚΑ.Φ4.27	0,25	0,31	0,25	0,25	0,19				
2.2.ΚΑ.Φ4.28	0,50	0,13	0,25	0,50	0,13				
2.2.ΚΑ.Φ4.29	0,44	0,19	0,44	0,13	0,25				
2.2.ΚΑ.Φ4.30	0,25	0,06	0,25	0,06	0,56				√
2.2.ΚΑ.Φ4.31	0,75	0,13	0,06	0,75	0,06				√
2.2.ΚΑ.Φ4.32	0,69	0,13	0,69	0,13	0,06				√
2.3.ΚΑ.Φ4.33	0,69	0,06	0,69	0,25	0,00				
2.3.ΚΑ.Φ4.34	0,38	0,38	0,13	0,06	0,44				
2.3.ΚΑ.Φ4.35	0,25	0,06	0,25	0,38	0,31				
2.3.ΚΑ.Φ4.36	0,50	0,25	0,13	0,06	0,50				√
2.3.ΚΑ.Φ4.37	0,19	0,25	0,19	0,25	0,25				
2.4.ΚΑ.Φ4.38	0,50	0,13	0,50	0,19	0,06		√		
2.4.ΚΑ.Φ4.39	0,50	0,50	0,19	0,06	0,25		√	√	
2.4.ΚΑ.Φ4.40	0,13	0,31	0,13	0,19	0,31		√		
2.4.ΚΑ.Φ4.41	0,31	0,25	0,13	0,31	0,31		√		
3.1.ΚΑ.Φ4.42	0,69	0,69	0,06	0,19	0,00				
3.1.ΚΑ.Φ4.43	0,38	0,19	0,25	0,13	0,38			√	
3.1.ΚΑ.Φ4.44	0,19	0,31	0,25	0,19	0,25		√		
3.1.ΚΑ.Φ4.45	0,31	0,25	0,25	0,13	0,31	√			
3.2.ΚΑ.Φ4.46	0,19	0,31	0,19	0,31	0,19			√	
3.2.ΚΑ.Φ4.47	0,44	0,25	0,06	0,25	0,44			√	
3.2.ΚΑ.Φ4.48	0,31	0,31	0,25	0,31	0,06				



3.2.ΚΑ.Φ4.49	0,38	0,38	0,00	0,38	0,19			√	
4.1.ΚΑ.Φ4.50	0,19	0,19	0,44	0,13	0,19				
4.1.ΚΑ.Φ4.51	0,13	0,06	0,75	0,06	0,13				
4.1.ΚΑ.Φ4.52	0,44	0,44	0,13	0,13	0,25				√
4.1.ΚΑ.Φ4.53	0,38	0,38	0,31	0,13	0,19				
4.1.ΚΑ.Φ4.54	0,06	0,25	0,25	0,06	0,44				√
4.2.ΚΑ.Φ4.55	0,38	0,00	0,38	0,19	0,31				
4.2.ΚΑ.Φ4.56	0,25	0,06	0,25	0,13	0,56				√
4.2.ΚΑ.Φ4.57	0,31	0,06	0,31	0,38	0,19		√		
4.2.ΚΑ.Φ4.58	0,44	0,25	0,19	0,13	0,44		√		
	Προβληματική τιμή		Παραμένει ως έχει		Τροποποιήθηκε				Διαγράφηκε

#### Φάση 5: Χορήγηση του δοκιμίου σε μεγάλο αριθμό μαθητών

Το δοκίμιο χορηγήθηκε στη συνέχεια σε μεγάλο αριθμό υποκειμένων, για να διακριβωθεί η αποτελεσματικότητά του, μέσα από αναλύσεις της CTT, όσο και με τη χρήση του στατιστικού μοντέλου Rasch. Το τελικό δοκίμιο του πρώτου κύκλου αποτελούνταν από 52 έργα, αφού σε καθεμιά από τις 13 πτυχές αντιστοιχούσαν τέσσερα έργα (Στήλες N-O, Παράρτημα 1). Λόγω του μεγάλου αριθμού έργων, και για να αποφευχθεί η μη αξιόπιστη συμπλήρωση του δοκιμίου, το δοκίμιο χωρίστηκε και χορηγήθηκε σε τρία διαφορετικά μέρη, Α', Β' και Γ' (Παράρτημα 6). Κάθε μέρος περιλάμβανε έργα που να αναφέρονται σε όλες τις πτυχές της συστημικής σκέψης. Το Μέρος Α' αποτελείται από ερωτήσεις συμπλήρωσης προσωπικών στοιχείων και 14 έργα του ΔοΣΣ. Τα μέρη Β' και Γ' αποτελούνται από 19 διαφορετικά έργα το καθένα.

#### Χαρακτηριστικά του «τελικού» ΔοΣΣ (Κύκλος Α' Φάση 5 – ΚΑ.Φ5.)

Τα έργα σχετίζονταν με τρεις κατηγορίες συστημάτων: φυσικά/βιολογικά, μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά, κοινωνικοοικονομικά (Πίνακας 9). Δεκαπέντε (15) έργα αφορούσαν μηχανικά ή ηλεκτρικά συστήματα, όπως είναι το ποδήλατο, το αυτοκίνητο, το μοντέλο ενός αυτοκινήτου, το ξυπνητήρι, το ρολόι, το ψυγείο, η θέρμανση του σπιτιού και απλά ηλεκτρικά κυκλώματα. Με τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα σχετίζονταν 13 έργα και αφορούσαν μια οικογένεια, ένα χωριό, τον πληθυσμό μιας χώρας ή ολόκληρης της γης, το κράτος, το κυκλοφοριακό σύστημα, ένα παιχνίδι μπάσκετ, ένα τουριστικό γραφείο, μian υπεραγορά ή ένα κατάσταση. Με την κατηγορία φυσικά/βιολογικά συστήματα σχετίζονταν 20 έργα που αφορούν συστήματα όπως τα φράγματα, η θάλασσα, ο κύκλος του νερού, ένα πάρκο, γεωργική γη, ένα δάσος, μια λίμνη, ένα ποτάμι, διατροφικά συστήματα, ζωντανούς οργανισμούς, το πεπτικό και κυκλοφορικό ανθρώπινο

σύστημα. Τέσσερα από τα έργα αξιοποιούσαν περισσότερα από ένα συστήματα, τα οποία εντάσσονταν στις άλλες τρεις κατηγορίες συστημάτων.

**Πίνακας 9. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων**

Μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά συστήματα (15 έργα)		Κοινωνικοοικονομικά συστήματα (13 έργα)		Φυσικά /Βιολογικά συστήματα (20 έργα)		Πολλαπλά συστήματα (4 έργα)
Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Κωδικός έργου
Ποδήλατο	1.1.ΚΑ.Φ5.1 2.2.ΚΑ.Φ5.27 2.4.ΚΑ.Φ5.33 1.1.ΚΑ.Φ5.21 3.1.ΚΑ.Φ5.38	Οικογένεια	4.1.ΚΑ.Φ5.4 7 1.3.ΚΑ.Φ5.9	Φράγματα (Ασπρόκρεμμο , Ξυλιάτου)	1.3.ΚΑ.Φ5.1 0 2.3.ΚΑ.Φ5.2 9 2.1.ΚΑ.Φ5.2 3 2.3.ΚΑ.Φ5.3 0 2.1.ΚΑ.Φ5.2 5	1.4.ΚΑ.Φ5.1 3
Αυτοκίνητο	1.5.ΚΑ.Φ5.17 2.4.ΚΑ.Φ5.35 3.1.ΚΑ.Φ5.39	Χωριό	2.2.ΚΑ.Φ5.8	Θαλάσσια περιοχή	1.1.ΚΑ.Φ5.2 1.2.ΚΑ.Φ5.5	1.4.ΚΑ.Φ5.1 4
Μοντέλο αυτοκινήτου	1.1.ΚΑ.Φ5.3	Πληθυσμός Κίνας	2.2.ΚΑ.Φ5.2 6 4.1.ΚΑ.Φ5.4 5	Κύκλος του νερού	3.2.ΚΑ.Φ5.4 2	1.4.ΚΑ.Φ5.1 5
Ρολόι, ξυπνητήρι	2.4.ΚΑ.Φ5.34 1.5.ΚΑ.Φ5.18	Πληθυσμός γης	2.3.ΚΑ.Φ5.3 2	Πάρκο Αθαλάσσιας	1.2.ΚΑ.Φ5.7	1.4.ΚΑ.Φ5.1 6
Ψυγείο	1.5.ΚΑ.Φ5.20	Κράτος	2.1.ΚΑ.Φ5.2 3	Γεωργική γη	1.3.ΚΑ.Φ5.1 1	
Απλά ηλεκτρικά κυκλώματα	2.4.ΚΑ.Φ5.36	Κυκλοφοριακό σύστημα	2.3.ΚΑ.Φ5.3 1 1.2.ΚΑ.Φ5.6	Δάσος	2.2.ΚΑ.Φ5.2 8	
Θέρμανση σπιτιού	1.5.ΚΑ.Φ5.19 3.2.ΚΑ.Φ5.41	Παιχνίδι μπάσκετ	3.1.ΚΑ.Φ5.4 0	Λίμνη	1.2.ΚΑ.Φ5.4	
		Τουριστικό γραφείο	3.2.ΚΑ.Φ5.4 4	Ποτάμι	3.1.ΚΑ.Φ5.3 7	
		Κατάστημα	4.2.ΚΑ.Φ5.5 2	Διατροφικά συστήματα (Φίδια-ποντοφυτά, αλεπ-λαγοι-μαρ)	2.1.ΚΑ.Φ5.2 2 4.2.ΚΑ.Φ5.5 0 4.2.ΚΑ.Φ5.4 9	
		Υπεραγορά	4.2.ΚΑ.Φ5.5 1	Ζωντανοί οργανισμοί (ψάρι, μηλιά)	4.1.ΚΑ.Φ5.4 6 4.1.ΚΑ.Φ5.4 8	
				Πεπτικό σύστημα	1.3.ΚΑ.Φ5.1 2	
				Κυκλοφορικό σύστημα	3.2.ΚΑ.Φ5.4 3	

Το στέλεχος των έργων που αναπτύχθηκαν για το συγκεκριμένο δοκίμιο έχει λεκτική διατύπωση. Η διατύπωση ήταν είτε ερωτηματικού τύπου, όπου οι μαθητές καλούνταν να επιλέξουν τη σωστή απάντηση, είτε είχε τη μορφή επιλογής φράσης για τη συμπλήρωση της πρότασης που δινόταν στο στέλεχος. Για παράδειγμα, στο έργο που ακολουθεί (1.5.ΚΑ.Φ5.19), τα παιδιά καλούνται να συμπληρώσουν την πρόταση του στελέχους με μία από τις τέσσερις φράσεις που την ακολουθούν. Από την άλλη, στο έργο

(1.4.ΚΑ.Φ5.13), τα παιδιά καλούνται να απαντήσουν στην ερώτηση που παρουσιάζεται στο στέλεχος, επιλέγοντας μια από τις τέσσερις απαντήσεις.

**Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε**

- A. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- B. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.

(1.5.ΚΑ.Φ5.19)

**Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;**

- A. Ένα ρολόι.
- B. Μια καρέκλα.
- Γ. Μια λίμνη.
- Δ. Ένα αυτοκίνητο.

(1.4.ΚΑ.Φ5.13)

Όπου ήταν δυνατό, τοποθετήθηκε εικόνα, ώστε το έργο να είναι πιο ξεκάθαρο στους μαθητές, και συνολικά το δοκίμιο να είναι πιο ευχάριστο οπτικά στα παιδιά (Πίνακας 10). Για παράδειγμα, τα δύο έργα που παρατίθενται πιο κάτω αξιοποιούν το σύστημα του ποδήλατου. Παρόλ' αυτά, στο ένα γίνεται χρήση εικόνας, ενώ στο άλλο όχι. Το πρώτο έργο (1.1.ΚΑ.Φ5.1) δόθηκε στο μέρος Α' του δοκιμίου, ενώ το δεύτερο (3.1.ΚΑ.Φ5.38) δόθηκε στο μέρος Β' του δοκιμίου.

**Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**

- A. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι
- B. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια
- Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι
- Δ. Σκελετός, δύο τροχοί

(1.1.ΚΑ.Φ5.1)

**Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;**

Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει

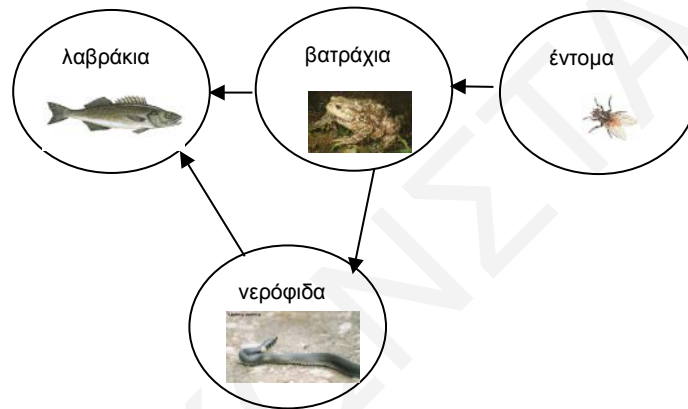
- A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.
- B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.
- Γ. να υπάρχει κίνηση του ποδιού του ποδηλάτη προς τα κάτω και προς τα πάνω.
- Δ. να υπάρχει κίνηση του καθίσματος από πάνω προς τα κάτω.



(3.1.ΚΑ.Φ5.38)

Ο λόγος για τη διάκριση ως προς την παράθεση εικόνας είναι πως στην πρώτη περίπτωση η εικόνα πιθανό να επηρεάσει την απάντηση που θα επιλέξουν οι μαθητές ως ορθή. Παρόλ' αυτά, η εικόνα δεν ήταν απαραίτητη για την επιλογή απάντησης για κανένα έργο. Αντίθετα, στα έργα παραστατικής μορφής (Πίνακας 10), τα παιδιά καλούνται να αξιοποιήσουν τις πληροφορίες που παίρνουν από το διάγραμμα ή τον πίνακα, ώστε να δώσουν απάντηση. Σύμφωνα με τους Eilam and Royas (2010), τα διαγράμματα μαζί με τη χρήση συμβόλων οργάνωσης, όπως είναι οι γραμμές, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αναπαράσταση ποικιλίας σχέσεων. Ένα παράδειγμα έργου που αξιοποιεί διάγραμμα είναι και το πιο κάτω (2.1.ΚΑ.Φ5.25).

*Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.*



*Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;*

- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.*
- B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.*
- Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.*
- Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.*

(2.1.ΚΑ.Φ5.25)

### **Δείγμα (ΚΑ.Φ5.)**

Το δοκίμιο χορηγήθηκε σε 894 μαθητές από 17 δημόσια σχολεία, 11 δημοτικά και 6 γυμνάσια. Τελικά, χρησιμοποιήθηκαν για τη στατιστική ανάλυση 848 υποκείμενα, 219 μαθητές Ε΄ τάξης δημοτικού, 249 μαθητές Στ΄ δημοτικού, 137 μαθητές Α΄ γυμνασίου και σε 243 μαθητές Β΄ γυμνασίου. Από τα 894 δοκίμια, αξιοποιήθηκαν για ανάλυση τα 848, αφαιρώντας από το δείγμα τα δοκίμια εκείνα που δεν ήταν βέβαιο αν συμπληρώθηκαν αξιόπιστα. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα δοκίμια που είχαν απαντήσεις, στις οποίες

μπορούσαν εύκολα να εντοπιστούν μοτίβα επιλογής ή τα δοκίμια που σε μερικές ερωτήσεις, αντί μιας από τις εναλλακτικές επιλογές, επιλεγόταν μέρος του στελέχους. Αφαιρέθηκαν επίσης από το δείγμα τα δοκίμια εκείνα που είχαν συμπληρωμένα μόνο το ένα ή τα δύο από τα τρία μέρη.

**Πίνακας 10. Κατανομή των έργων ως προς τη διατύπωσή τους**

Πτυχή	ΔΙΑΤΥΠΩΣΗ ΕΡΓΟΥ			
	Αμιγώς λεκτική διατύπωση	Λεκτική με παράθεση εικόνας	Αξιοποίηση διαγράμματος	Αξιοποίηση πίνακα
1.1	Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος	1.1.ΚΑ.Φ5.1 1.1.ΚΑ.Φ5.3 1.1.ΚΑ.Φ5.21 1.1.ΚΑ.Φ5.2		
1.2	Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος	1.2.ΚΑ.Φ5.7	1.2.ΚΑ.Φ5.7 1.2.ΚΑ.Φ5.4 1.2.ΚΑ.Φ5.6	
1.3	Εντοπισμός των χρονικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος	1.3.ΚΑ.Φ5.12	1.3.ΚΑ.Φ5.9	1.3.ΚΑ.Φ5.11 1.3.ΚΑ.Φ5.10
1.4	Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα	1.4.ΚΑ.Φ5.13 1.4.ΚΑ.Φ5.14 1.4.ΚΑ.Φ5.15 1.4.ΚΑ.Φ5.16		
1.5	Αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών (συμπεριφορών) των στοιχείων του συστήματος (emergent phenomena)	1.5.ΚΑ.Φ5.171. 5.ΚΑ.Φ5.19	1.5.ΚΑ.Φ5.18 1.5.ΚΑ.Φ5.20	
2.1	Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος		2.1.ΚΑ.Φ5.23	2.1.ΚΑ.Φ5.22 2.1.ΚΑ.Φ5.24 2.1.ΚΑ.Φ5.25
2.2	Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	2.2.ΚΑ.Φ5.27 2.2.ΚΑ.Φ5.8 2.2.ΚΑ.Φ5.28 2.2.ΚΑ.Φ5.26		
2.3	Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)	2.3.ΚΑ.Φ5.32 2.3.ΚΑ.Φ5.31		2.3.ΚΑ.Φ5.29 2.3.ΚΑ.Φ5.30
2.4	Εντοπισμός των συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα	2.4.ΚΑ.Φ5.33	2.4.ΚΑ.Φ5.35	2.4.ΚΑ.Φ5.36
3.1	Εντοπισμός των γραμμικών ροών (ύλης και ενέργειας) μέσα σε ένα σύστημα	3.1.ΚΑ.Φ5.37	3.1.ΚΑ.Φ5.39 3.1.ΚΑ.Φ5.40 3.1.ΚΑ.Φ5.38	
3.2	Εντοπισμός των κυκλικών ροών (ύλης και ενέργειας) μέσα σε ένα σύστημα.	3.2.ΚΑ.Φ5.43 3.2.ΚΑ.Φ5.44 3.2.ΚΑ.Φ5.41	3.2.ΚΑ.Φ5.42	
4.1	Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση Α -> αύξηση Β, αύξηση Β -> αύξηση Α) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)	4.1.ΚΑ.Φ5.45 4.1.ΚΑ.Φ5.48	4.1.ΚΑ.Φ5.46 4.1.ΚΑ.Φ5.47	
4.2	Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση Α -> αύξηση Β, αύξηση Β -> μείωση Α) εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)	4.2.ΚΑ.Φ5.51 4.2.ΚΑ.Φ5.52		4.2.ΚΑ.Φ5.50 4.2.ΚΑ.Φ5.49

### **Συνθήκες χορήγησης του δοκιμίου (ΚΑ.Φ5.)**

Όπου ήταν δυνατό, η ερευνήτρια και άλλα άτομα της Ερευνητικής Ομάδας Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες του Πανεπιστημίου Κύπρου επισκέπτονταν τα σχολεία και χορηγούσαν το δοκίμιο. Όπου αυτό δεν ήταν δυνατό, τα δοκίμια, μαζί με γραπτές οδηγίες χορήγησης, αποστέλλονταν με υπηρεσία μεταφοράς πακέτων στον εκπαιδευτικό που θα το χορηγούσε. Οι οδηγίες χορήγησης παρουσιάζονται στο Παράρτημα 7. Σε όλες τις περιπτώσεις υπήρχε και τηλεφωνική επικοινωνία της ερευνήτριας με τα άτομα που το χορηγούσαν για διασαφήνιση των οδηγιών και περαιτέρω καθοδήγηση.

Καθένα από τα τρία μέρη χορηγούνταν με διαφορά μιας βδομάδας το ένα από το άλλο. Για τη συμπλήρωση κάθε μέρους απαιτούνταν 20 περίπου λεπτά. Το άτομο που χορηγούσε το δοκίμιο ενημέρωνε τους μαθητές για την έρευνα, χωρίς όμως να εξηγεί σε λεπτομέρεια το σκοπό της, για να αποφευχθεί η πιθανότητα συζήτησης της έννοιας «σύστημα» και «συστημική σκέψη», γεγονός που πιθανό να επηρέαζε την επίδοση των μαθητών. Το ίδιο άτομο διασφάλιζε ότι οι μαθητές συμπλήρωναν όλα τα ατομικά τους στοιχεία πριν την έναρξη της συμπλήρωσης του δοκιμίου και ότι οι οδηγίες συμπλήρωσης ήταν κατανοητές από όλους τους μαθητές. Οι οδηγίες ήταν γραμμένες στην αρχή κάθε μέρους και υπενθυμίζονταν σε κάθε χορήγηση. Κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης του δοκιμίου, το υπεύθυνο άτομο για τη χορήγηση δεν απαντούσε σε πιθανές ερωτήσεις των μαθητών που αφορούσαν το περιεχόμενο των έργων του δοκιμίου, για να μην επηρεάσει με οποιοδήποτε τρόπο τις απαντήσεις των μαθητών.

### **Κωδικοποίηση και ανάλυση δεδομένων (ΚΑ.Φ5.)**

Αφού συλλέγηκαν τα δοκίμια, τα δεδομένα κωδικοποιήθηκαν σε στατιστικό φύλλο του λογισμικού προγράμματος SPSS. Κάθε σωστή απάντηση καταγραφόταν ως 1, ενώ οι λανθασμένες απαντήσεις ως 0. Ο κώδικας 0 χρησιμοποιούνταν και για τις περιπτώσεις εκείνες που τα υποκείμενα δεν απαντούσαν σε συγκεκριμένα έργα. Παρόλ' αυτά, για τα έργα που δεν απαντήθηκαν είτε λόγω έλλειψης χρόνου (τα τελευταία έργα του δοκιμίου που πιθανόν έμειναν αναπάντητα), είτε λόγω του ότι οι μαθητές προσπέρασαν ολόκληρη σελίδα εκ παραδρομής χρησιμοποιήθηκε ο κώδικας 9. Στις περιπτώσεις εκείνες που υπήρχαν δύο απαντήσεις (μία σωστή και μία λανθασμένη) η απάντηση κωδικοποιούνταν με 5. Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα QUEST (Adams & Khoo, 1993) και το στατιστικό μοντέλο Rasch (Rasch, 1980/1960) για την ανάπτυξη κλίμακας μέτρησης της συστημικής σκέψης.

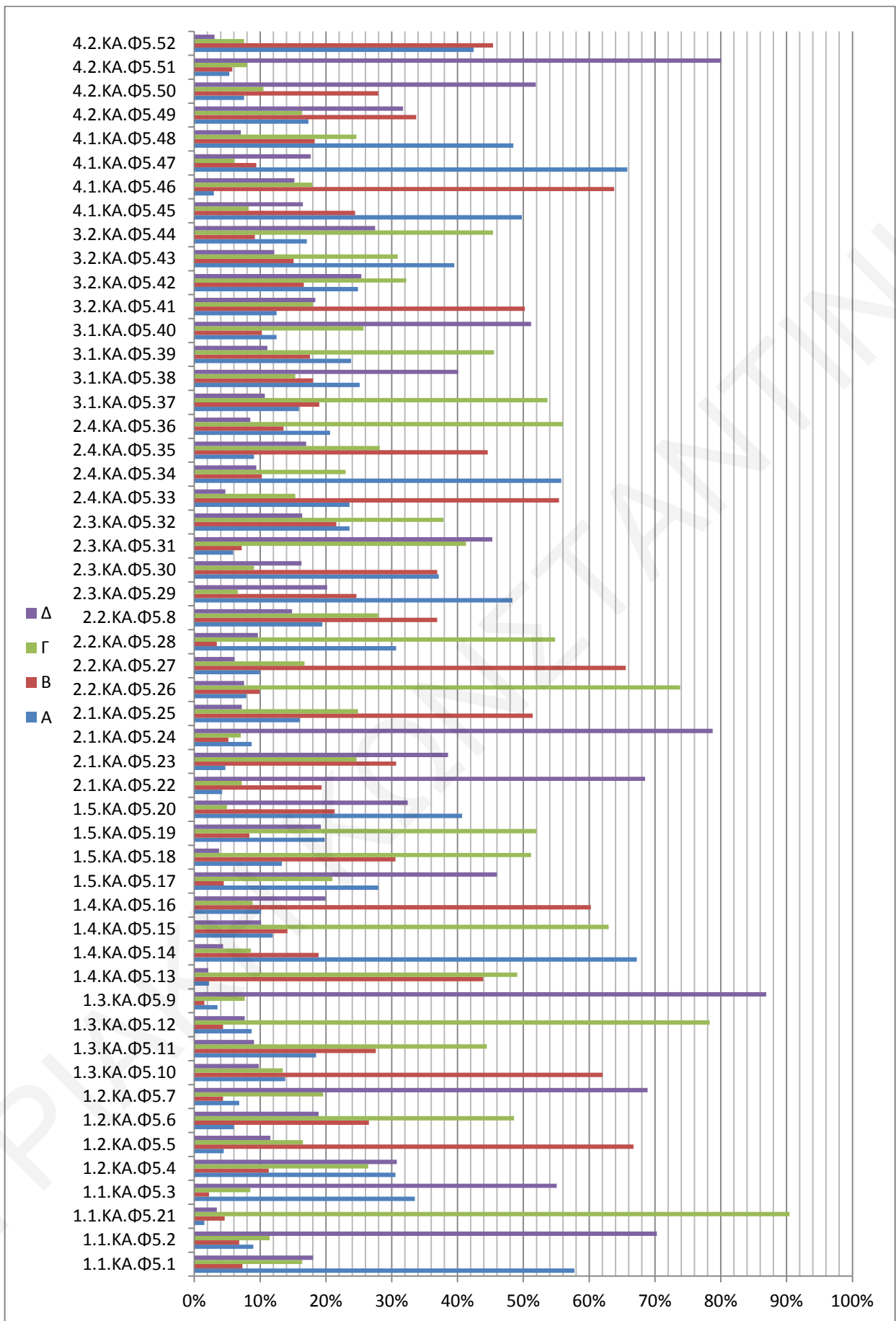
Το στατιστικό μοντέλο Rasch παρέχει ένα μαθηματικό πλαίσιο που επιτρέπει τη σύγκριση δεδομένων από δοκίμιο με τη θεωρητική, ιδανική κατάσταση του γνωρίσματος του οποίου επιχειρείται η μέτρηση. Στηρίζεται στην ιδέα ότι μόνο ένα γνώρισμα (π.χ. δεξιότητα ή κατοχή έννοιας) μπορεί να μετρηθεί κάθε φορά (unidimensionality) σε μια γραμμή όπου τα στοιχεία συνδέονται μεταξύ τους με σχέση ιεραρχίας (Bond & Fox, 2001). Η προσπάθεια ταυτόχρονης μέτρησης πολλών ανθρώπινων χαρακτηριστικών με μία μόνο επίδοση, σύμφωνα με τους Demetriou και Kyriakides (2006), κάνει δυσκολότερη την ορθή πρόβλεψη και αποδίδει στην επίδοση λιγότερο νόημα σχετικά με τις ικανότητες που υποτίθεται ότι μετρά το δοκίμιο.

Το στατιστικό μοντέλο Rasch, μέσα από την παραγωγή δεικτών εφαρμογής για τα έργα και τα άτομα (fit indices) και την παραγωγή κλίμακας έργων και ατόμων, επιτρέπει τον έλεγχο του βαθμού στον οποίο τα έργα ανταποκρίνονται σε ένα ενιαίο γνώρισμα (unidimensionality), το βαθμό στον οποίο τα έργα είναι κατάλληλου επιπέδου δυσκολίας για το δείγμα, την ιεράρχιση των έργων με κριτήριο το βαθμό δυσκολίας τους και το βαθμό διάκρισής τους (Duncan, Bode, Lai, Perera & Glycine Antagonist in Neuroprotection Americas Investigators, 2003). Επίσης το μοντέλο Rasch μπορεί να δώσει ενδείξεις αξιοπιστίας τόσο για τα άτομα όσο και για τα έργα του δοκιμίου με τον εντοπισμό πιθανών κενών κατά μήκος της κλίμακας, όπου πιθανό να απουσιάζουν έργα συγκεκριμένου βαθμού δυσκολίας ή άτομα συγκεκριμένης ικανότητας ή ακόμα και μεγάλη συγκέντρωση έργων ίδιου βαθμού δυσκολίας. Παρέχονται επίσης αριθμητικές πληροφορίες σχετικά με την αξιοπιστία του δοκιμίου και του δείγματος (Bond & Fox, 2001).

#### *Αποτελέσματα με βάση τις αρχές της CTT (ΚΑ.Φ5.)*

Λαμβάνοντας υπόψη τα 848 δοκίμια της έρευνας (από τα 894 που συμπληρώθηκαν συνολικά) έγινε αρχικά περιγραφική ανάλυση των αποτελεσμάτων, σε σχέση με την κατανομή των απαντήσεων σε κάθε έργο (Διάγραμμα 6). Επίσης εντοπίστηκαν τα έργα που ένας σημαντικός αριθμός δεν απάντησε ή επέλεξε δύο απαντήσεις (Διάγραμμα 7). Από τα δύο διαγράμματα φαίνεται πως υπάρχουν έργα που χρήζουν περαιτέρω διερεύνησης.

Από το Διάγραμμα 6 φαίνεται πως υπάρχουν έργα (π.χ. 4.2.ΚΑ.Φ5.51, 4.2.ΚΑ.Φ5.52, 1.4.ΚΑ.Φ5.13, 1.3.ΚΑ.Φ5.9, 1.1.ΚΑ.Φ5.21) που η συχνότητα κάποιων απαντήσεών τους είναι χαμηλή, γεγονός που υποδεικνύει ότι είτε το έργο είναι πολύ εύκολο/δύσκολο, είτε οι συγκεκριμένες επιλογές δεν είναι λογικοφανείς ή λόγω της διατύπωσής τους είναι εύκολο να αποκλειστούν από τους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας.



Διάγραμμα 6. Κατανομή των απαντήσεων ανά έργο (Φάση 5 - Α΄κύκλος ανάπτυξης)



Από το Διάγραμμα 7 φαίνεται ότι κάποια έργα (π.χ. 4.2.ΚΑ.Φ5.52, 4.2.ΚΑ.Φ5.50, 4.2.ΚΑ.Φ5.48, 3.2.ΚΑ.Φ5.43, 3.1.ΚΑ.Φ5.39, 2.2.ΚΑ.Φ5.28, 2.2.ΚΑ.Φ5.27, 1.4.ΚΑ.Φ5.13, 1.1.ΚΑ.Φ5.2) δεν έχουν ξεκάθαρα ορθή απάντηση, αφού ένας σημαντικός σχετικά αριθμός μαθητών είτε επιλέγει δύο απαντήσεις ως ορθές είτε δεν επιλέγει καμία. Για παράδειγμα, το έργο 1.4.ΚΑ.Φ5.13 ζητά από τους μαθητές να επιλέξουν εκείνο που δεν αποτελεί σύστημα:

***Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;***

*A. ένα ρολόι*

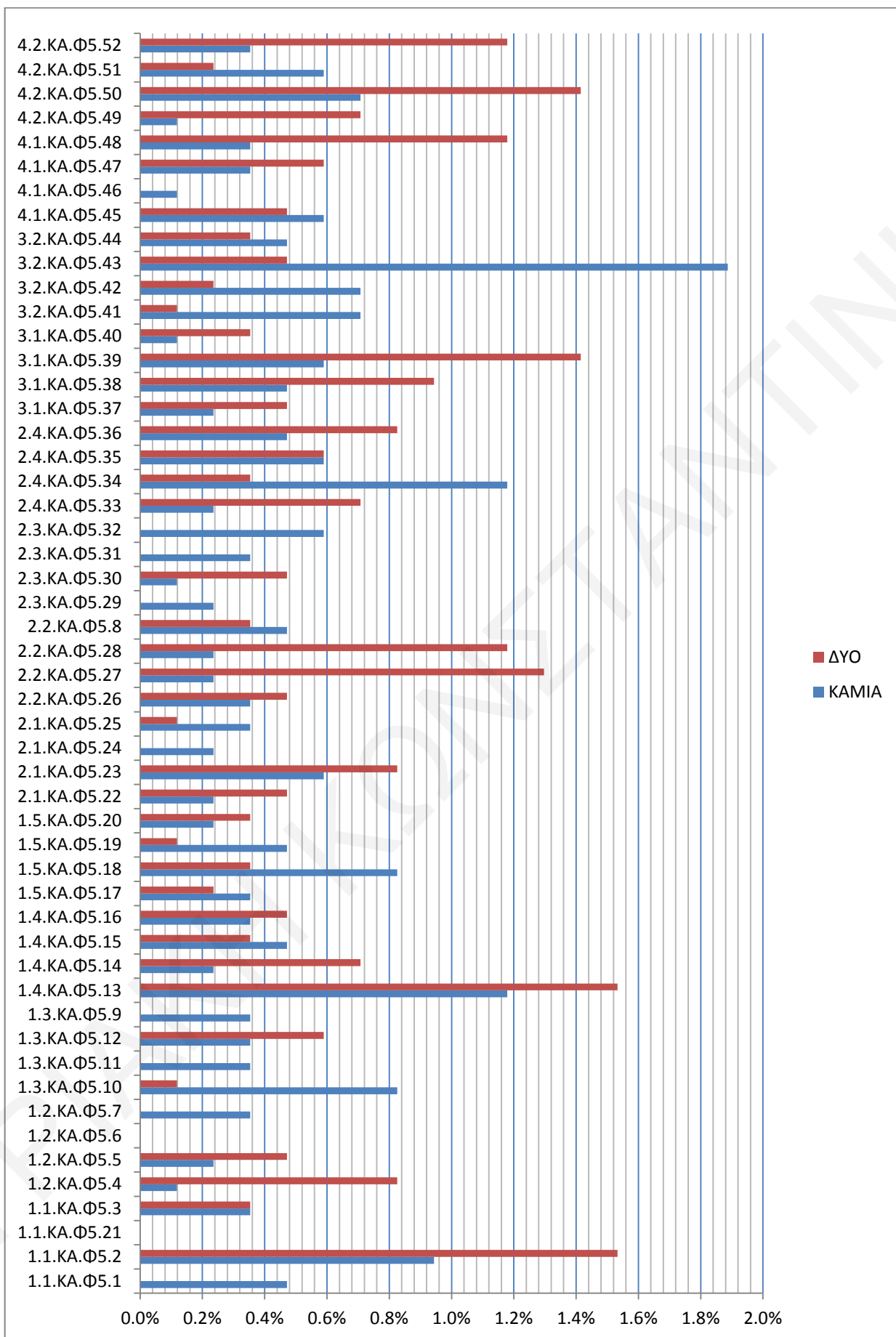
*B. μια καρτέλα*

*Γ. μια λίμνη*

*Δ. ένα αυτοκίνητο*

*(1.4.ΚΑ.Φ5.13)*

Η αναμενόμενη ως ορθή απάντηση στο συγκεκριμένο έργο είναι το *B*. Δεκατρείς (13) μαθητές έδωσαν ως ορθές απαντήσεις, τόσο το *B*, όσο και μία από τις εναλλακτικές επιλογές. Αυτό μπορεί να σημαίνει δύο πράγματα: είτε η μορφή των έργων για τη πτυχή «1.4. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα» πρέπει να τροποποιηθεί, είτε η πτυχή η ίδια είναι προβληματική.



Διάγραμμα 7. Τα έργα ως προς την επιλογή δύο απαντήσεων ή καμίας απάντησης (Φάση 5 - Α΄ κύκλος)

*Αποτελέσματα με βάση το στατιστικό μοντέλο Rasch (ΚΑ.Φ5.)*

Η ανάλυση με τη χρήση του στατιστικού μοντέλου Rasch έγινε για να δώσει ενδείξεις για την καταλληλότητα του ΔοΣΣ ως προς το αναπτυξιακό επίπεδο των μαθητών ηλικίας 10-14 χρόνων, την αξιοπιστία των έργων, καθώς και έργα που δεν ταιριάζουν καλά στο θεωρητικό μοντέλο που υπολογίζει η ανάλυση, δηλαδή τα έργα εκείνα που δε συμπεριφέρονται με τον ίδιο τρόπο όπως τα υπόλοιπα.

Το Διάγραμμα 8 παρουσιάζει την κλίμακα για τα 52 έργα του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης. Τόσο ο βαθμός δυσκολίας των έργων όσο και η επίδοση των υποκειμένων είναι βαθμονομημένα στην ίδια κλίμακα. Οι θέσεις των ατόμων ορίζουν ότι κάθε άτομο έχει 50% πιθανότητα να επιτύχει στο έργο ή στα έργα που βρίσκονται στο ίδιο ύψος της κλίμακας. Το ίδιο άτομο έχει μεγαλύτερη από 50% πιθανότητα να επιτύχει σε λιγότερο δύσκολα έργα, ενώ έχει μικρότερη από 50% πιθανότητα να επιτύχει σε περισσότερο δύσκολα έργα.

Φαίνεται πως υπάρχει αντιστοιχία του βαθμού δυσκολίας των έργων και της ικανότητας των ατόμων του δείγματος, γεγονός που επιβεβαιώνεται και από τις τιμές του Πίνακα 16, ο οποίος περιγράφεται πιο κάτω. Οι επιδόσεις των μαθητών κυμαίνονται από -2.16 μέχρι 2.37 μονάδες (logits), ενώ ο βαθμός δυσκολίας των έργων κυμαίνεται από -2.41 μέχρι 2.53 μονάδες (logits) και τόσο οι επιδόσεις των μαθητών, όσο και ο βαθμός δυσκολίας των έργων έχουν περίπου κανονική κατανομή. Φαίνεται από το διάγραμμα ότι υπάρχει ένα έργο που μπορεί να θεωρηθεί σχετικά δύσκολο για το συγκεκριμένο δείγμα και ένα έργο που μπορεί να θεωρηθεί σχετικά εύκολο. Ευκολότερο έργο αποτελεί το 1.1.ΚΑ.Φ5.21, αφού 767/848 μαθητές επιλέγουν ως σωστή απάντηση το Γ. Αυτό είναι λογικό, εφόσον τόσο το σύστημα (ποδήλατο), όσο και οι συνθήκες που περιγράφονται στο έργο (τρύπημα τροχού) είναι πολύ κοντά στις εμπειρίες των παιδιών.

*Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρω.*

*Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε.*

*Το παιδί ...*

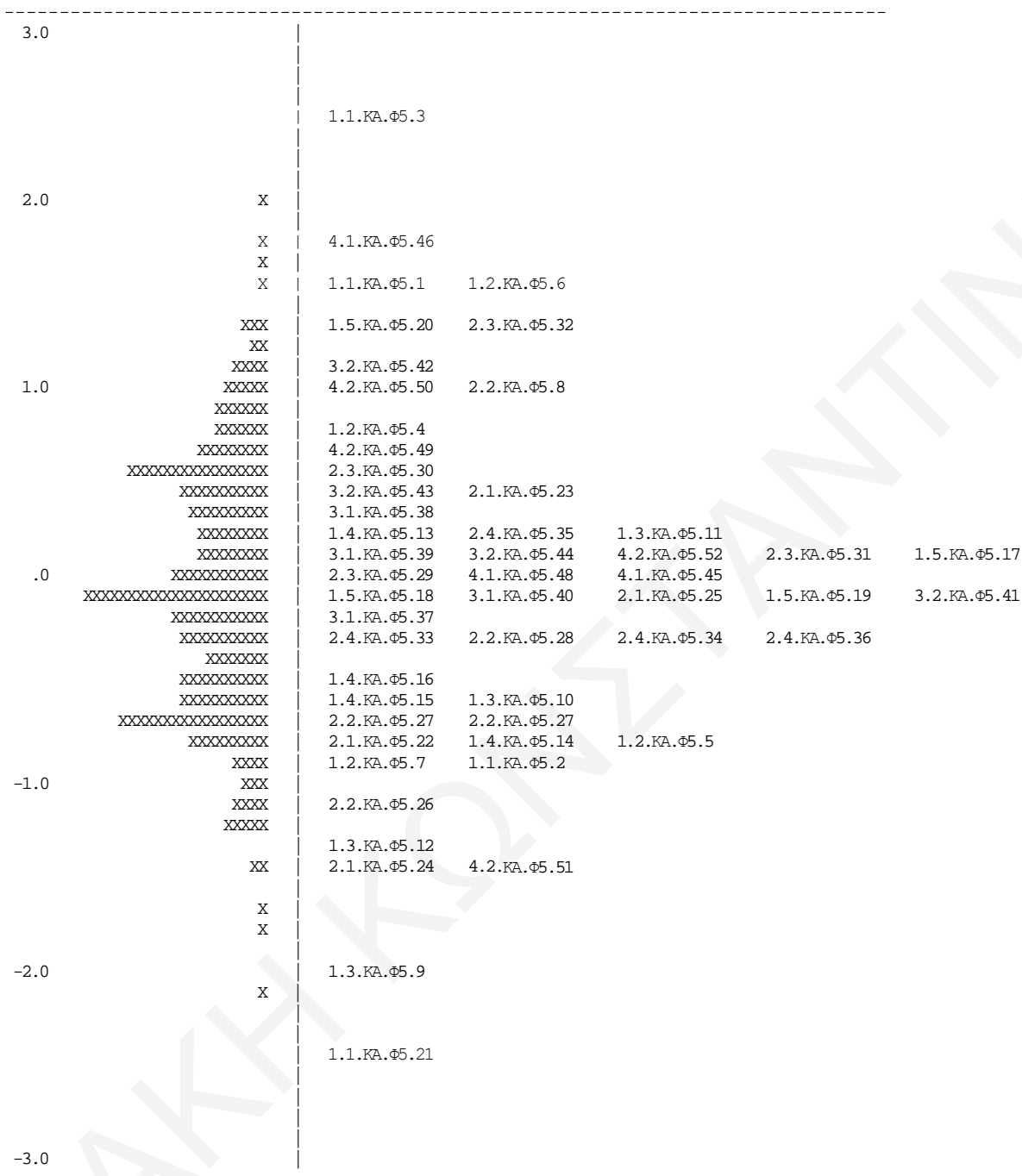
*A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως.*

*B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι.*

*Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.*

*Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.*

*(1.1.ΚΑ.Φ5.21)*



\* Κάθε X αντιπροσωπεύει 4 μαθητές

#### Διάγραμμα 4. Κλίμακα βαθμού δυσκολίας των 52 έργων και της ικανότητας των μαθητών (πρώτος κύκλος ανάπτυξης)

Το δυσκολότερο έργο είναι το 1.1.ΚΑ.Φ5.3, αφού μόνο 72/848 μαθητές επιλέγουν ως ορθή απάντηση το Γ. Αυτό πιθανόν να οφείλεται στο γεγονός ότι στο σχολείο, στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία, τα παιδιά έχουν την εμπειρία κατασκευής ηλεκτρικού αυτοκινήτου με τη χρήση μπαταρίας.

**Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ να έχουν τα αυτοκινητάκια;**

A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες

B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι

Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς

Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι

(1.1.ΚΑ.Φ5.3)

Ο Πίνακας 11 παρουσιάζει τις στατιστικές τιμές της ανάλυσης με τη βοήθεια του μοντέλου Rasch για το σύνολο του δείγματος, αλλά και για τις τέσσερις υποομάδες (μαθητές Ε΄ και Στ΄ δημοτικού, και Α΄ και Β΄ γυμνασίου).

**Πίνακας 11. Οι στατιστικές τιμές για τα 52 έργα του ΔοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες**

Στατιστικοί δείκτες	Όλοι (n=848)	Ε΄ Δημ. (n=219)	Στ΄ Δημ. (n=249)	Α΄ Γυμν. (n=137)	Β΄ Γυμν. (n=243)
Mean (items*) (persons)	0.00 -0.01	0.00 -0.30	0.00 -0.05	0.00 0.14	0.00 0.21
Standard deviation (items) (persons)	0.97 0.72	0.96 0.66	0.97 0.73	1.08 0.73	1.03 0.68
Separability** (items) (persons)	0.99 0.81	0.97 0.77	0.98 0.81	0.96 0.81	0.98 0.78
Mean Infit mean square (items) (persons)	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00	1.00 1.00
Mean Outfit mean square (items) (persons)	1.01 1.01	1.02 1.02	1.02 1.02	1.01 1.01	1.01 1.01
Infit t (items) (persons)	-0.12 -0.04	-0.13 -0.07	-0.03 -0.03	0.00 -0.02	0.04 -0.01
Outfit t (items) (persons)	0.09 0.02	0.05 0.04	0.09 0.03	0.05 -0.01	0.08 0.02

\*L=52 items

\*\* Separability (αξιοπιστία): Η τιμή 1 δείχνει μεγάλη αξιοπιστία, ενώ η τιμή 0 πολύ μικρή

Ο μέσος όρος του βαθμού δυσκολίας των έργων είναι το 0 (SD=0.97), ενώ για την επίδοση των ατόμων είναι -0.01 (SD=0.72) που είναι κοντά στο 0. Αυτό δείχνει ότι υπάρχει αντιστοιχία του βαθμού δυσκολίας των έργων και του βαθμού ικανότητας των ατόμων. Εξάλλου, ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών φαίνεται να συνάδει με το αναπτυξιακό επίπεδο των μαθητών, αφού οι μεγαλύτεροι μαθητές επιδεικνύουν καλύτερες

επιδόσεις. Η τυπική απόκλιση της επίδοσης των ατόμων ( $SD=0.72$ ) υποδεικνύει μικρή διασπορά στις μετρήσεις, γεγονός που υποστηρίζει την ομοιομορφία στη συμπεριφορά του δείγματος. Με άλλα λόγια, οι μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων συμπεριφέρονται απέναντι στο ΔοΣΣ ως μια ομοιόμορφη ομάδα.

Ο Πίνακας 11 δείχνει επίσης ότι για ολόκληρο το δείγμα η τιμή αξιοπιστίας των έργων είναι 0.99. Η υψηλή αυτή αξιοπιστία των έργων υπονοεί ότι σε πιθανή επαναχορήγηση του ίδιου δοκιμίου σε διαφορετικό δείγμα με παρόμοια κατανομή ικανότητας, η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα έργα στο χάρτη θα είναι η ίδια (Bond & Fox, 2001). Οι τιμές αξιοπιστίας των υποκειμένων για το σύνολο του δείγματος είναι 0.81 που είναι ικανοποιητική – άνκαι ο Wright (1985) αναφέρει ότι αποδεκτές τιμές αξιοπιστίας για μια τέλεια κλίμακα είναι μεγαλύτερες από 0.90. Υψηλή αξιοπιστία σχετικά με την ικανότητα των ατόμων σημαίνει ότι σε πιθανή επαναχορήγηση ενός άλλου δοκιμίου που μετρά το ίδιο γνώρισμα η σειρά με την οποία κατανέμονται τα άτομα θα παραμείνει η ίδια (Bond & Fox, 2001).

Για να είναι μεγάλος ο βαθμός συμφωνίας των έργων και του στατιστικού μοντέλου, πρέπει οι τιμές των δεικτών Mean Infit/Outfit Mean Square (για δεδομένα σε διχοτομική μορφή από δοκίμια πολλαπλής επιλογής τα οποία δεν έχουν σημαντικές συνέπειες για τους εξεταζόμενους) είναι 0.77-1.3 (Adams & Khoo, 1993; Wright, Linacre, Gustafson & Martin-Lof, 1994) με μέση τιμή το 1. Αντίστοιχα, οι δείκτες *infit t* και *outfit t* είναι καλό να έχουν μέση τιμή το 0 και να μην ξεπερνούν το όριο τιμών  $\pm 2$ . Μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις *infit* και *outfit* statistics δείχνουν τάση για διαφορετικές συμπεριφορές κατά την απάντηση ευκολότερων ή δυσκολότερων έργων σε σχέση με τις συμπεριφορές που εντοπίζονται κατά την απάντηση των μέτριας δυσκολίας έργων (Hambleton & Swaminathan, 1985).

Ο δείκτης Mean Infit Mean Square τόσο για τα έργα όσο και για τα υποκείμενα έχει μέση τιμή το 1 για ολόκληρο το δείγμα, ενώ ο δείκτης Mean Outfit mean square έχει μέση τιμή για ολόκληρο το δείγμα 1.01. Εξετάζοντας τις τιμές Infit Mean Square για κάθε έργο ξεχωριστά (Πίνακας 1, Παράρτημα 22) φαίνεται ότι όλων των έργων ο συγκεκριμένος δείκτης εμπίπτει στο αποδεκτό εύρος τιμών 0.77-1.3.

Ο δείκτης Infit *t* για ολόκληρο το δείγμα έχει μέση τιμή -0.12 για τα έργα και -0.04 για τα άτομα του δείγματος. Αντίστοιχα, ο δείκτης Outfit *t*, για ολόκληρο το δείγμα έχει μέση τιμή 0.09 για τα έργα και 0.02 για τα άτομα του δείγματος. Μελετώντας τις τιμές των *infit t* και *outfit t* για κάθε έργο ξεχωριστά (Πίνακας 1, Παράρτημα 22), φαίνεται ότι 22 από τα 52 έργα του δοκιμίου έχουν τιμές *infit t* και 16 έργα έχουν τιμές *outfit t* που δεν εμπίπτουν

στο εύρος -2 μέχρι 2 μονάδες. Υπολογίζοντας τη διαφορά των δύο τιμών (infit t και outfit t) για κάθε έργο, του οποίου οι τιμές δεν εμπίπτουν στο γενικά αποδεκτό εύρος, προκύπτουν τέσσερα έργα που η διαφορά ανάμεσα στις δύο τιμές υπερβαίνει τις 2 μονάδες. Προκύπτει ότι τα τέσσερα αυτά έργα (2.4.ΚΑ.Φ5.35, 1.1.ΚΑ.Φ5.3, 2.4.ΚΑ.Φ5.33, 1.5.ΚΑ.Φ5.17) δεν ταιριάζουν καλά στο μοντέλο:

**Ποια από τις παρακάτω προτάσεις δείχνει ότι τα μέρη του αυτοκινήτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;**

A. Όταν πλένεις το αυτοκίνητο με σαπούνι και σφουγγάρι, η επιφάνειά του γίνεται πιο φωτεινή.

B. Όταν πατάς το πετάλι, τότε το αυτοκίνητο κινείται πιο γρήγορα.

Γ. Όταν συγκρουστεί με ένα άλλο αυτοκίνητο, το μεταλλικό του μέρος μπορεί να στραβώσει.

Δ. Όταν ένας από τους τροχούς του περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.

(2.4.ΚΑ.Φ5.35-διαγράφηκε)



**Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ να έχουν τα αυτοκινητάκια;**

A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες

B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι

Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς

Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι

(1.1.ΚΑ.Φ5.3-αλλαγή στη διατύπωση του στελέχους)

**Ποια από τις παρακάτω προτάσεις δείχνει καλύτερα ότι τα μέρη του ποδηλάτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;**

A. Όταν ένας από τους τροχούς περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.

B. Όταν πατήσεις το πετάλι, γυρίζει ο τροχός.

Γ. Όταν το ποδήλατο συγκρουστεί με ένα τοίχο, ο τροχός μπορεί να στραβώσει.

Δ. Όταν καθίσεις στη σέλα, η σέλα ζεσταίνεται.

(2.4.ΚΑ.Φ5.33- διαγράφηκε)

**Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**

A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.

B. να ελέγξει τους τροχούς του.

Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.

Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.

(1.5.ΚΑ.Φ5.17-διατηρήθηκε ως είχε για περαιτέρω διερεύνηση)

Είναι όμως σημαντικό να αναφερθεί ότι τα συγκεκριμένα έργα δεν είχαν μεγάλες διαφορές ανάμεσα στις τιμές *infit t* και *outfit t* (μεγαλύτερες από 2 logits) για όλες τις υποομάδες (Ε΄, Στ΄ δημοτικού και Α΄ και Β΄ γυμνασίου). Το έργο 2.4.ΚΑ.Φ5.35 δεν έχει τιμές με μεγάλη διαφορά για καμιά από τις υποομάδες, ενώ το έργο 1.1.ΚΑ.Φ5.3 έχει τιμές με μεγάλη διαφορά μόνο για την υποομάδα Στ΄ τάξη (1.9 logits). Το έργο 2.4.ΚΑ.Φ5.33 έχει τιμές με σχετικά μεγάλη διαφορά για την υποομάδα Α΄ τάξη γυμνασίου (1.5 logits), ενώ το έργο 1.5.ΚΑ.Φ5.17 έχει τιμές με μεγάλη διαφορά μόνο για την υποομάδα Στ΄ τάξη (1.7 logits).

Από τα πιο πάνω μπορούμε να συμπεράνουμε πως τα έργα του ΔοΣΣ στην τελική φάση του πρώτου κύκλου μπορούν να αποτελέσουν γερή βάση πάνω στην οποία μπορεί να αναπτυχθεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο όργανο και κλίμακας μέτρησης της συστημικής σκέψης των παιδιών ηλικίας 10-14.

#### *Φάση 6: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου και όψεως από ειδικούς*

Προτού ξεκινήσει ο δεύτερος κύκλος επικύρωσης του ΔοΣΣ, μετά από επανεξέταση των δεδομένων του πρώτου κύκλου και τη συζήτηση με ειδικούς από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (δύο ακαδημαϊκούς και διδακτορικούς φοιτητές), κατά το ESERA10 Summerschool που διεξήχθη στο Πανεπιστήμιο της Udine, Ιταλία, το καλοκαίρι του 2010, κρίθηκε σημαντική η αναθεώρηση των πτυχών. Έτσι, οι πτυχές από 13 που ήταν στην αρχή του πρώτου κύκλου έγιναν 10 (Πίνακας 12). Συγκεκριμένα, έγιναν οι πιο κάτω αναθεωρήσεις:

α) Οι αρχικές πτυχές «1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος» και «1.2. Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος» (Πίνακας 4) φαίνεται να διερευνούνται από παρόμοια έργα, όπως φαίνεται από τα πιο κάτω παραδείγματα, γι' αυτό και τα έργα της δεύτερης ομαδοποιήθηκαν με αυτά της πρώτης (Πίνακας 12).



«1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος»	«1.2. Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος»
<p><i>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;</i></p> <p><i>A. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι</i></p> <p><i>B. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια</i></p> <p><i>Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι</i></p> <p><i>Δ. σκελετός, δύο τροχοί</i></p> <p style="text-align: right;"><i>1.1.ΚΑ.Φ5.1</i></p>	<p><i>Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω</i></p> <p><i>A. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.</i></p> <p><i>B. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.</i></p> <p><i>Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.</i></p> <p><i>Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του ή γύρω από το νερό.</i></p> <p style="text-align: right;"><i>1.2.ΚΑ.Φ5.4</i></p>

β) Οι αρχικές πτυχές «1.4. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα» και «1.5. Αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος (emergent phenomena)» (Πίνακας 4) συμπτύχθηκαν στην καινούρια πτυχή «1.3. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα, με κριτήριο τα αναδύμενα φαινόμενα (emergent phenomena)» (Πίνακας 12).

Την άποψη αυτή ενισχύουν και τα δεδομένα της τελικής χορήγησης του πρώτου κύκλου που έδειξαν ότι οι μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων αντιμετωπίζουν δυσκολία στο να επιλέξουν μία απάντηση στα έργα που αφορούσαν στην αναγνώριση συστημάτων, γεγονός που υποδεικνύει την ασάφεια των συγκεκριμένων έργων. Για παράδειγμα, το πιο κάτω έργο που αφορά την πτυχή «1.4. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα» ζητά από τους μαθητές να επιλέξουν εκείνο που δεν αποτελεί σύστημα:

*Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;*

- A. ένα ρολόι*
- B. μια καρέκλα*
- Γ. μια λίμνη*
- Δ. ένα αυτοκίνητο*

*1.4.ΚΑ.Φ5.13*

Αρκετοί μαθητές επέλεξαν ως ορθές δύο απαντήσεις, το Β και μία από τις εναλλακτικές επιλογές. Το γεγονός αυτό δίνει πληροφόρηση όχι μόνο για τα συγκεκριμένα έργα, αλλά και για την πτυχή που αντιπροσωπεύουν. Εφόσον, σύστημα είναι κάθε φορά ό,τι εμείς

ορίζουμε ως τέτοιο για να το μελετήσουμε, κρίνεται σκόπιμο η αναγνώριση ενός συστήματος να γίνεται μέσα από τα χαρακτηριστικά του και συγκεκριμένα τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena).

γ) Η πτυχή «2.4. Εντοπισμός των συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα» (Πίνακας 4) αποφασίστηκε να αφαιρεθεί, γεγονός που στηρίζεται σε δύο λόγους: Ο πρώτος είναι πως το ζήτημα των αναδυόμενων φαινομένων (emergent phenomena) καλύπτεται μέσα από την πτυχή «1.3. Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα, με κριτήριο τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena)» (Πίνακας 12), ενώ οι έννοιες που σχετίζονται με τις αλληλεπιδράσεις καλύπτονται μέσα από τις υπόλοιπες πτυχές της κατηγορίας «Αλληλεπιδράσεις» (πτυχές 2.1, 2.2 και 2.3, Πίνακας 12). Ο δεύτερος λόγος είναι πως από τον πρώτο κύκλο επικύρωσης φάνηκε πως η συμφωνία των ειδικών επιστημόνων στα έργα της συγκεκριμένης πτυχής ήταν ελάχιστη. Συγκεκριμένα, μόνο για ένα από τα τέσσερα έργα της πτυχής αυτής, ένας από τους δύο ειδικούς εντόπισε το συσχετισμό του έργου με τη συγκεκριμένη πτυχή.

Με βάση τα αποτελέσματα της Φάσης 5 του πρώτου κύκλου ανάπτυξης του ΔοΣΣ, αλλά και την ανατροφοδότηση που λήφθηκε από ειδικούς από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών, έγινε αναθεώρηση των έργων και προετοιμασία τους για τον δεύτερο κύκλο ανάπτυξης (Πίνακας 13).

Συγκεκριμένα, αφαιρέθηκαν από το δοκίμιο δεκατέσσερα (14) έργα, από τα οποία δώδεκα (12) έργα αφαιρέθηκαν λόγω της σύμπτυξης των πτυχών που αναφέρθηκαν προηγουμένως (βλέπε Υποκεφάλαιο 4.3.3.1. *Αναθεώρηση πτυχών της συστημικής σκέψης*). Πέντε (5) έργα βελτιώθηκαν ως προς τη διατύπωση του στελέχους, δύο (2) ως προς τη διατύπωση των επιλογών και τρία (3) ως προς το περιεχόμενο των επιλογών. Επίσης, αναπτύχθηκαν τρία (3) καινούρια έργα (2.2.KB.Φ1.20, 2.2.KB.Φ1.21, 4.1.KB.Φ1.37) για να ικανοποιηθεί ο απαιτούμενος αριθμός έργων ανά πτυχή (4).

Πίνακας 12. Αναθεωρημένος ορισμός της συστημικής σκέψης (στο τέλος του πρώτου κύκλου) και το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων

	Πτυχές	Συστημική σκέψη
		<b>Το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων</b>
1. Προσδιορισμός συστήματος	1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού των βασικών στοιχείων του, όπως οι ακτές, τα ποτάμια, οι λίμνες, οι αλυκές, η βροχή, τα σύννεφα, το χιόνι, οι μονάδες αφαλάτωσης, τα υπόγεια ύδατα, οι μονάδες διαχείρισης λυμάτων.
	2. Εντοπισμός των χρονικών ορίων ενός συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού των χρονικών ορίων που αφορούν συγκεκριμένες συμπεριφορές ή αλλαγές σε ένα σύστημα υδάτινων πόρων.
	3. Ορισμός των συστημάτων με βάση τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή το γεγονός ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.	Η ικανότητα αναγνώρισης των υδάτινων πόρων και όλων των βασικών τους στοιχείων ως συστήματα, με κριτήριο αναδυόμενα φαινόμενα όπως είναι οι μετατροπές της ύλης. Π.χ. αναγνώριση μιας λίμνης ως σύστημα μέσα από τον εντοπισμό της διαδικασίας της εξάτμισης του νερού.
2. Αλληλεπιδράσεις	1. Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού επιδράσεων όπως: οι επιδράσεις των ανθρώπινων δράσεων στα υπόγεια ύδατα μέσω της μόλυνσης από λιπάσματα και μικροβιοκτόνα, τις επιδράσεις της άμμου (sand rock) στο νερό (το διυλίζει), τις επιδράσεις του νερού στα βράχια (τα διαλύει), τις επιδράσεις της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα ροής νερού στους ποταμούς, την επίδραση της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα νερού στους υδροφορείς, την επίδραση της κατασκευής φραγμάτων σε όλη την Κύπρο στην ποσότητα νερού στα φράγματα, την επίδραση της υπεράντλησης νερού στο σύνολο των υδάτινων αποθεμάτων στην Κύπρο.
	2. Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	Η ικανότητα εντοπισμού των επιδράσεων της μετατροπής της ύλης στην ποσότητα του νερού στους υδροφορείς.
	3. Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)	Η ικανότητα εντοπισμού της υπεράντλησης των υπόγειων υδάτων ως αιτία μειωμένης ποσότητας αποθεμάτων και μειωμένης ποιότητας του νερού. Η ικανότητα εισήγησης μείωσης της υπερχρήσης του νερού, ώστε να διατηρηθεί η ποσότητα των υδάτινων αποθεμάτων.
3. Ροές	1. Εντοπισμός των γραμμικών ροών ύλης ή των ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.	Η αναγνώριση ροών του νερού: από τη βροχή στα ποτάμια και από τα ποτάμια στην θάλασσα ή στις λίμνες ή σε υπόγειους υδροφορείς. Αναγνώριση αλλαγών σε σχέση με την ενέργεια κατά την αλλαγή φάσης του νερού.
	2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι το νερό που βγαίνει από τη μανιέρα μας μπορεί να επιστρέψει στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό.
4. Ισορροπία	1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων οδηγεί σε μειωμένες ποσότητες στα υπόγεια αποθέματα, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του τρεχούμενου νερού αυξάνοντας έτσι την ανάγκη για υπεράντληση των υπόγειων υδάτων.
	2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> μείωση A) (εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι σε μια περίοδο με πολλή βροχόπτωση, ένα φράγμα με αρχικά μικρή ποσότητα νερού θα γεμίσει. Όσο περισσότερη ποσότητα νερού μπει στους υδροφορείς, τόσο πιο πιθανό είναι οι αγρότες να κερδίσουν περισσότερα δικαιώματα ύδρευσης των χωραφιών τους. Έτσι η ποσότητα του νερού στο φράγμα θα μειωθεί πάλι.

Πίνακας 13. Τελικά αποτελέσματα Α΄ κύκλου και Διαχείριση έργων

Έργο	Αποτελέσματα				Μεγάλη διαφορά infit t - outfit t	Σύμπτυξη πτυγών	Διαχείριση έργων		
	A	B	Γ	Δ			Διατύπωση στελέχους	Διατύπωση επιλογής	Περιεχόμενο επιλογής
1.1.ΚΑ.Φ5.1	0.58	0.07	0.16	0.18			✓		
1.1.ΚΑ.Φ5.2	0.09	0.07	0.11	0.70		•			
1.1.ΚΑ.Φ5.21	0.02	0.05	0.90	0.03		•			
1.1.ΚΑ.Φ5.3	0.33	0.02	0.08	0.55	•		✓		
1.2.ΚΑ.Φ5.4	0.31	0.11	0.26	0.31					
1.2.ΚΑ.Φ5.5	0.04	0.67	0.17	0.12		•			
1.2.ΚΑ.Φ5.6	0.06	0.27	0.49	0.19			✓		
1.2.ΚΑ.Φ5.7	0.07	0.04	0.20	0.69		•			
1.3.ΚΑ.Φ5.10	0.14	0.62	0.13	0.10					
1.3.ΚΑ.Φ5.11	0.19	0.28	0.44	0.09					
1.3.ΚΑ.Φ5.12	0.09	0.04	0.78	0.08					
1.3.ΚΑ.Φ5.9	0.04	0.02	0.08	0.87					
1.4.ΚΑ.Φ5.13	0.02	0.44	0.49	0.02		•			
1.4.ΚΑ.Φ5.14	0.67	0.19	0.09	0.04		•			
1.4.ΚΑ.Φ5.15	0.12	0.14	0.63	0.10		•			
1.4.ΚΑ.Φ5.16	0.10	0.60	0.09	0.20		•			
1.5.ΚΑ.Φ5.17	0.28	0.04	0.21	0.46	•				
1.5.ΚΑ.Φ5.18	0.13	0.31	0.51	0.04					
1.5.ΚΑ.Φ5.19	0.20	0.08	0.52	0.19					
1.5.ΚΑ.Φ5.20	0.41	0.21	0.05	0.32					
2.1.ΚΑ.Φ5.22	0.04	0.19	0.07	0.69					
2.1.ΚΑ.Φ5.23	0.05	0.31	0.25	0.39					
2.1.ΚΑ.Φ5.24	0.09	0.05	0.07	0.79					
2.1.ΚΑ.Φ5.25	0.16	0.51	0.25	0.07					
2.2.ΚΑ.Φ5.26	0.08	0.10	0.74	0.08					
2.2.ΚΑ.Φ5.27	0.10	0.66	0.17	0.06					
2.2.ΚΑ.Φ5.28	0.31	0.03	0.55	0.10					
2.2.ΚΑ.Φ5.8	0.19	0.37	0.28	0.15				✓	
2.3.ΚΑ.Φ5.29	0.48	0.25	0.07	0.20					
2.3.ΚΑ.Φ5.30	0.37	0.37	0.09	0.16					
2.3.ΚΑ.Φ5.31	0.06	0.07	0.41	0.45			✓	✓	
2.3.ΚΑ.Φ5.32	0.24	0.22	0.38	0.16					
2.4.ΚΑ.Φ5.33	0.24	0.55	0.15	0.05	•	•			
2.4.ΚΑ.Φ5.34	0.56	0.10	0.23	0.09		•			
2.4.ΚΑ.Φ5.35	0.09	0.45	0.28	0.17	•	•			
2.4.ΚΑ.Φ5.36	0.21	0.14	0.56	0.08		•			
3.1.ΚΑ.Φ5.37	0.16	0.19	0.54	0.11					
3.1.ΚΑ.Φ5.38	0.25	0.18	0.15	0.40					
3.1.ΚΑ.Φ5.39	0.24	0.18	0.46	0.11					✓
3.1.ΚΑ.Φ5.40	0.13	0.10	0.26	0.51					
3.2.ΚΑ.Φ5.41	0.13	0.50	0.18	0.18					✓
3.2.ΚΑ.Φ5.42	0.25	0.17	0.32	0.25					
3.2.ΚΑ.Φ5.43	0.40	0.15	0.31	0.12					
3.2.ΚΑ.Φ5.44	0.17	0.09	0.45	0.27					
4.1.ΚΑ.Φ5.45	0.50	0.24	0.08	0.17					✓
4.1.ΚΑ.Φ5.46	0.03	0.64	0.18	0.15					
4.1.ΚΑ.Φ5.47	0.66	0.09	0.06	0.18					
4.1.ΚΑ.Φ5.48	0.48	0.18	0.25	0.07					
4.2.ΚΑ.Φ5.49	0.17	0.34	0.16	0.32					
4.2.ΚΑ.Φ5.50	0.08	0.28	0.10	0.52					
4.2.ΚΑ.Φ5.51	0.05	0.06	0.08	0.80					
4.2.ΚΑ.Φ5.52	0.42	0.45	0.08	0.03			✓		

Προβληματική τιμή
  Παραμένει ως έχει
  Τροποποιήθηκε
  Διαγράφηκε

#### 4.3.3. Δεύτερος κύκλος επικύρωσης

Στον δεύτερο κύκλο επικύρωσης του ΔοΣΣ χρησιμοποιήθηκαν 38 από τα έργα της τελικής φάσης (Φάση 5) του πρώτου κύκλου ανάπτυξης και κατασκευάστηκαν, σε όλες τις φάσεις του δεύτερου κύκλου συνολικά 29 καινούρια έργα. Λόγω της αφαίρεσης έργων από το δοκίμιο και της κατασκευής νέων έργων, σε κάθε στάδιο ο συνολικός αριθμός των έργων διαφέρει (Πίνακας 14), έγινε όμως προσπάθεια τα έργα κάθε πτυχής να είναι γύρω στα τέσσερα. Τα έργα του δεύτερου κύκλου, όπως και στον πρώτο κύκλο αναπτύχθηκαν μέσα από μια διαδικασία επικύρωσης, κατά την οποία λήφθηκαν δεδομένα από μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων, ειδικούς και εκπαιδευτικούς. Εξίσου σημαντικό ρόλο έπαιξε και σε αυτόν τον κύκλο η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας. Η ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας και η ανατροφοδότηση από τα δεδομένα οδηγούσε κάθε φορά σε τροποποίηση ή αφαίρεση αριθμού έργων και σε κατασκευή καινούριων.

Επίσης, στον δεύτερο κύκλο έγιναν σε δύο περιπτώσεις περαιτέρω αλλαγές στο περιεχόμενο ή στη διατύπωση των πτυχών: μετά την pre-pilot χορήγηση (Φάση 1) και μετά την ανατροφοδότηση από τους ειδικούς (Φάση 3).

Πίνακας 14. Συνολικός αριθμός έργων κάθε πτυχής ανά φάση στον Β΄ κύκλο ανάπτυξης

Φάσεις δεύτερου κύκλου ανάπτυξης									
Κωδικοί πτυχών*	Φάση 1 Προ-πilotική χορήγηση	Κωδικοί πτυχών**	Φάση 2α συνεντεύξεις	Φάση 2β συνεντεύξεις	Φάση 3α προς ειδικούς	Φάση 3β ομάδα εμπειρογνομένων	Φάση 4 προς εκπαιδευτικούς	Φάση 5 pilotική χορήγηση	Φάση 6 τελική χορήγηση
<b>1.1</b>	5	<b>1.1</b>	5	5	5	5	5	5	5
<b>1.2</b>	4	<b>1.2</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>1.3</b>	4	<b>1.3</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>2.1</b>	4	<b>2.1</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>2.2</b>	4	<b>2.2</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>2.3</b>	4	<b>2.3</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>3.1</b>	4	<b>3.1</b>	5	5	5	4	4	4	4
<b>3.2</b>	4	<b>3.2</b>	5	4	4	4	4	4	4
<b>4.1</b>	4	<b>4.1</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>4.2</b>	4	<b>4.2</b>	4	4	4	4	4	4	4
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΡΓΩΝ ΑΝΑ ΦΑΣΗ</b>	<b>41</b>		<b>43</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>	<b>41</b>

\* Οι κωδικοί των πτυχών αναφέρονται στις πτυχές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.

\*\* Οι κωδικοί των πτυχών αναφέρονται στις πτυχές που παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.

### *Φάση 1: Χορήγηση σε μικρό αριθμό μαθητών (pre-pilot)*

Ξεκινώντας τον δεύτερο κύκλο επικύρωσης του ΔοΣΣ, ήταν απαραίτητο, με βάση τις αλλαγές που έγιναν στον εννοιολογικό ορισμό της συστημικής σκέψης με την αναθεώρηση των πτυχών, να γίνουν επιλογές έργων του πρώτου κύκλου (με ταυτόχρονη αλλαγή στο περιεχόμενο ή τη μορφή/διατύπωσή τους) και προσθήκες νέων έργων. Έτσι, στην πρώτη φάση του δεύτερου κύκλου, προέκυψε ένα δοκίμιο αποτελούμενο από 41 έργα (4 έργα για καθεμιά από τις 9 πτυχές και 5 έργα για μία από τις πτυχές) (Στήλες R-S, Παράρτημα 1).

#### **Δείγμα (Κύκλος Β΄ Φάση 1 – ΚΒ.Φ1.)**

Το δοκίμιο με τη νέα μορφή δόθηκε σε 89 μαθητές 10-14 χρόνων που φοιτούσαν σε δύο τμήματα γυμνασίου (Α΄ και Β΄ τάξης, Παράρτημα 8) και δύο τμήματα δημοτικού (Ε΄ και Στ΄ τάξης, Παράρτημα 9).

#### **Ανάλυση (ΚΒ.Φ1.)**

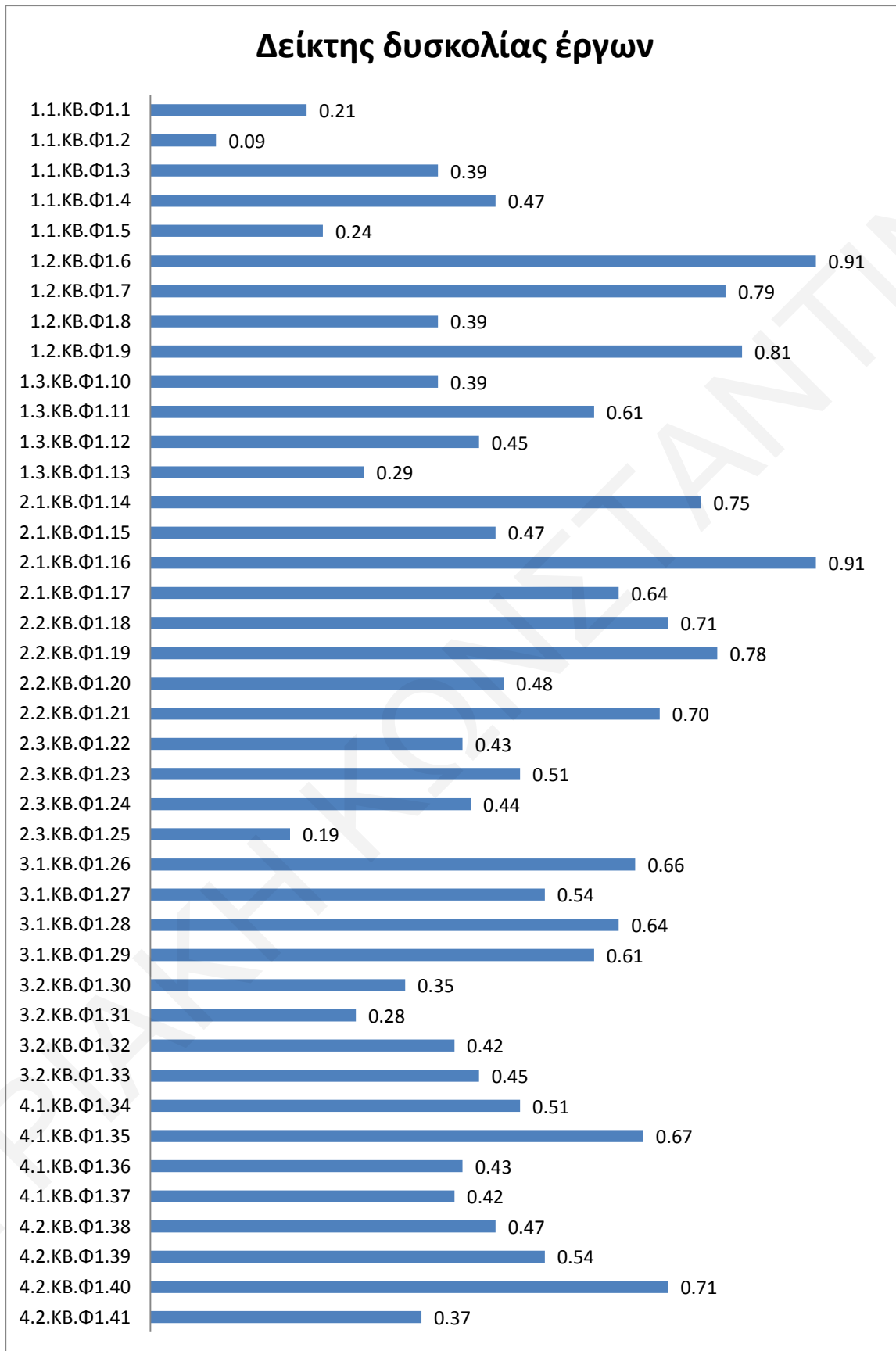
Τα δεδομένα έτυχαν περιγραφικής στατιστικής ανάλυσης, ώστε να βελτιωθεί η ποιότητα των ερωτήσεων. Συγκεκριμένα, υπολογίστηκε ο βαθμός δυσκολίας και η αξιοπιστία του δοκιμίου στο σύνολό του, ενώ για κάθε ερώτηση υπολογίστηκε η αποτελεσματικότητα των παρεμβολών (συχνότητα επιλογών), ο δείκτης δυσκολίας και ο δείκτης διάκρισης. Ταυτόχρονα, λήφθηκαν υπόψη τυχόν απορίες των μαθητών που εγείρονταν κατά τη διάρκεια της συμπλήρωσης.

Ο βαθμός δυσκολίας ολόκληρου του δοκιμίου υπολογίστηκε λαμβάνοντας υπόψη το μέσο όρο της επίδοσης των 89 παιδιών (mean=49.9%) με χαμηλότερη επίδοση 19.51% και υψηλότερη 73.17%. Η αξιοπιστία του δοκιμίου υπολογίστηκε με το δείκτη Cronbach  $\alpha$  (0.74) που θεωρείται αποδεκτή τιμή για την εσωτερική συνέπεια των έργων ενός δοκιμίου.

Ο δείκτης δυσκολίας κάθε ερώτησης (Διάγραμμα 9) υπολογίστηκε με το ποσοστό των ατόμων που απάντησε σωστά κάθε ερώτηση προς το συνολικό αριθμό των ατόμων που συμπλήρωσαν το δοκίμιο. Η γραφική παράσταση δείχνει ότι ένα από τα έργα (1.1.ΚΒ.Φ1.2) είναι πολύ δύσκολο για τα παιδιά της συγκεκριμένης ηλικίας, ενώ δύο έργα (1.2.ΚΒ.Φ1.6 και 2.1.ΚΒ.Φ1.16) είναι πολύ εύκολα.

Το Διάγραμμα 10 δείχνει τον δείκτη διάκρισης για κάθε έργο, όπου επτά από τα έργα παρουσιάζουν τιμές μικρότερες από 0.2, από τα οποία ένα (2.3.ΚΒ27) παρουσιάζει

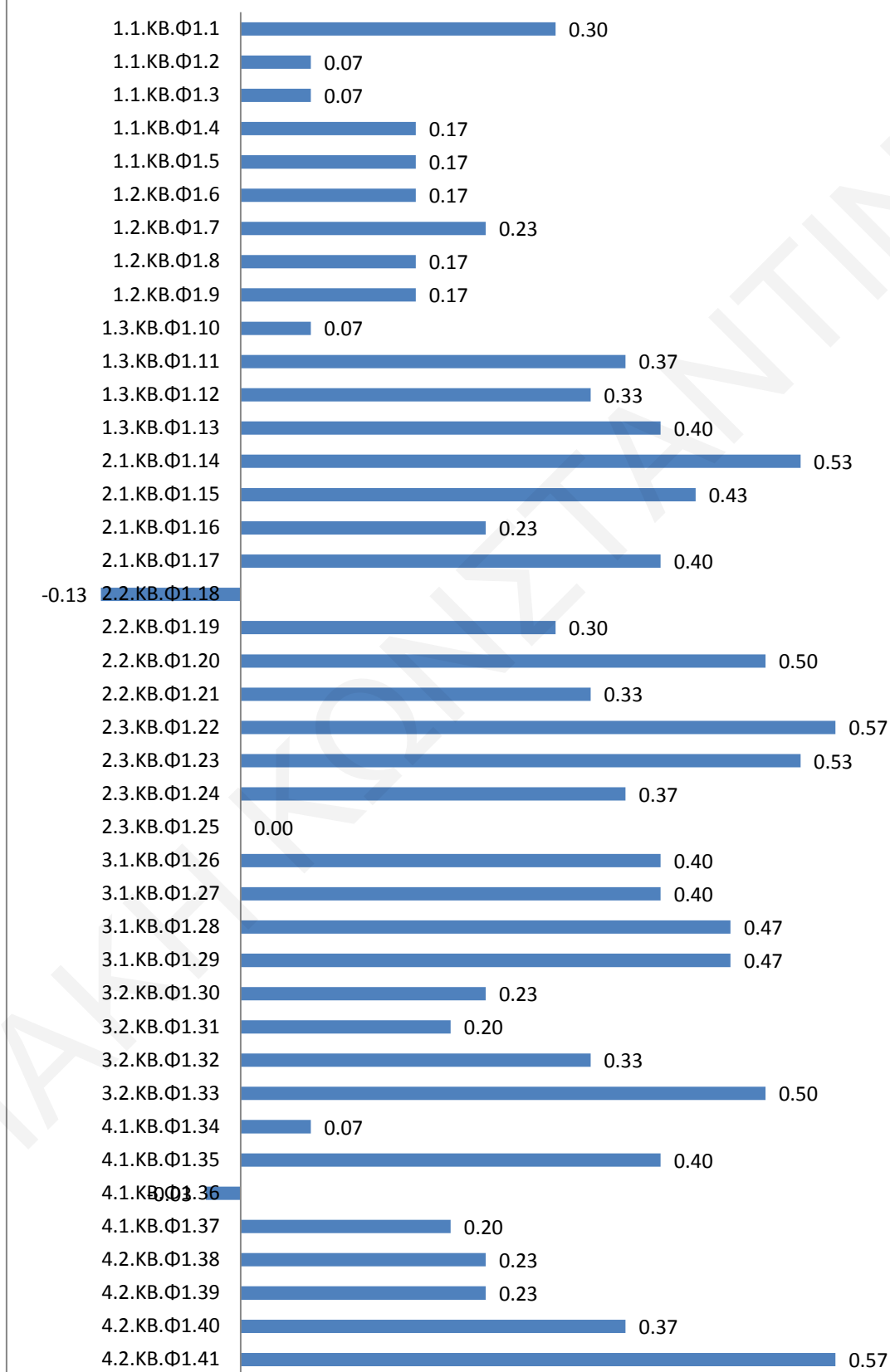
μηδενική συσχέτιση και δύο (2.2.KB18 και 4.1.KB36) παρουσιάζουν αρνητική συσχέτιση.



Διάγραμμα 9. Δείκτης δυσκολίας των έργων του ΛοΣΣ (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης)



## Δείκτης διάκρισης έργων



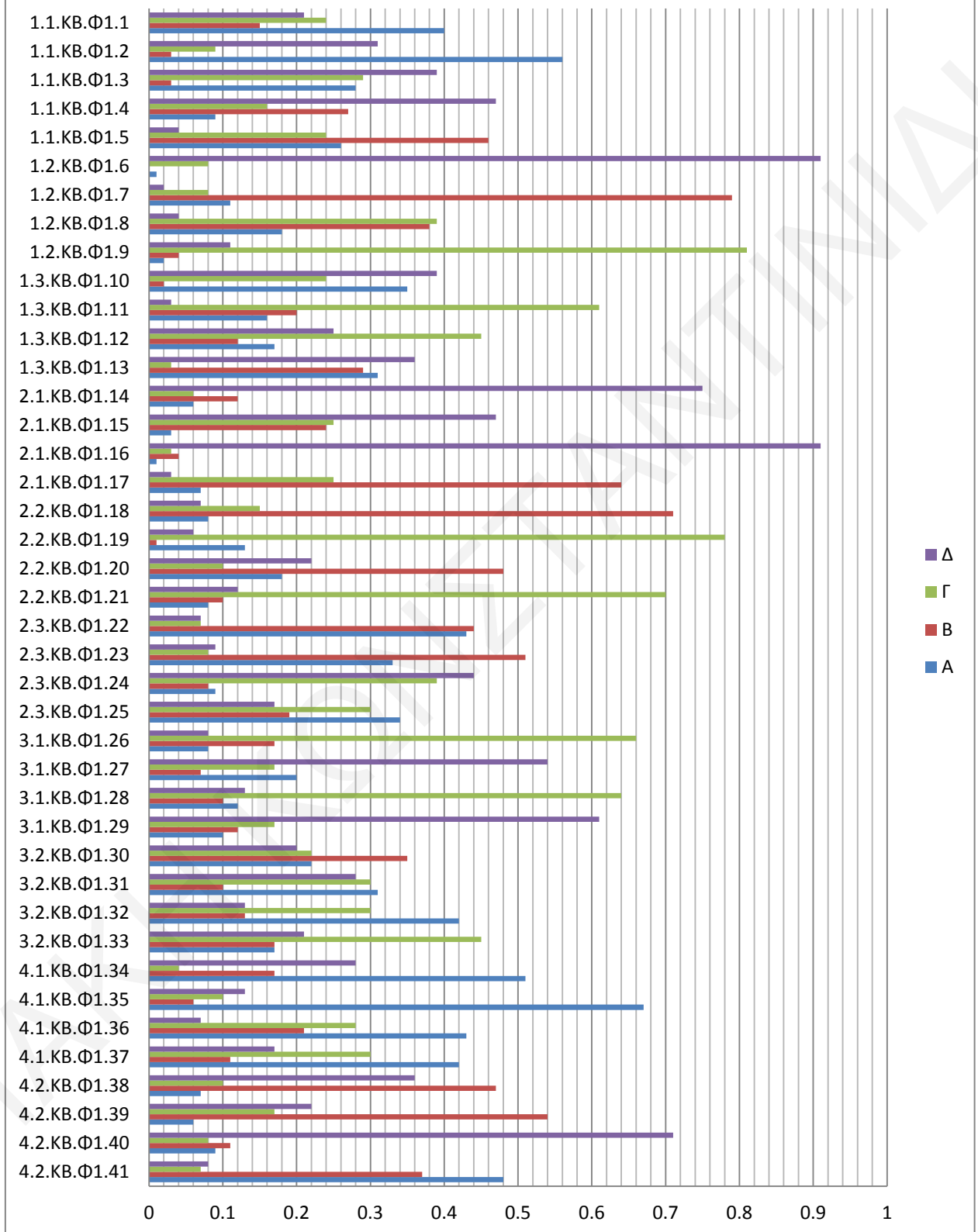
Διάγραμμα 10. Δείκτης διάκρισης των έργων του ΔοΣΣ (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης)

Σχετικά με την αποτελεσματικότητα των παρεμβολών, υπολογίστηκε για κάθε έργο η συχνότητα των απαντήσεων που επιλέγηκαν από τους μαθητές (Διάγραμμα 11). Τα έργα που παρουσίασαν floor effect, δηλαδή απαντήσεις που επιλέγονται από πολύ μικρό ποσοστό επανεξετάστηκαν για βελτίωση ή αντικατάσταση.

Πέρα από τις αλλαγές στα έργα λόγω των ποσοτικών αναλύσεων, η μελέτη της πρόσφατης βιβλιογραφίας οδήγησε στην αντικατάσταση της πτυχής «3.1. Εντοπισμός των γραμμικών ροών ύλης ή των ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα» (Πίνακας 4, Πίνακας 12) με την πτυχή «3.1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα» (Πίνακας 16), και κατά συνέπεια στην αφαίρεση και κατασκευή νέων έργων. Οι «ροές και τα αποθέματα» φαίνεται να εξετάζεται ως διάσταση της συστημικής σκέψης μαθητών δευτεροβάθμιας ή τριτοβάθμιας εκπαίδευσης από αρκετούς ερευνητές (Jensen & Brehmer, 2003, Ossimitz, 2000, 2001, Booth Sweeney & Sterman, 2000, Wylie et al., 1998, Barry, 1997, System Dynamics Group, M.I.T., 1994), αλλά η σημασία της μελέτης τους ακόμα και στην πρωτοβάθμια εκπαίδευση τονίζεται και μέσα από τα *Next Generations Science Standards* (NGSS, Achieve, 2013 και NRC, 2012). Συγκεκριμένα τα NGSS (Achieve, 2013) τονίζουν τη σημασία των «ροών» ύλης ή ενέργειας προς και από ένα σύστημα ως αιτίες αλλαγής της κατάστασης μιας ποσότητας του συστήματος. Γίνεται εισήγηση στο δημοτικό να δίνεται έμφαση στην αναγνώριση της διατήρησης της ύλης και της ροής ύλης από και προς το σύστημα που μελετάται, ενώ ο ρόλος των ενεργειακών ροών σε σχέση με αυτές τις ροές να εισάγεται στη μέση εκπαίδευση. Παράλληλα η ικανότητα του εντοπισμού απλών γραμμικών ροών (πτυχή 3.1., Πίνακας 4) συναντάται σε μικρότερες ηλικίες από αυτές για τις οποίες προορίζεται το ΔοΣΣ (NRC, 2012).

Συνεπώς, οι αλλαγές στα έργα επηρεάστηκαν τόσο από τα δεδομένα της pre-pilot χορήγησης, αλλά και από την ανασκόπηση της πρόσφατης βιβλιογραφίας, οδηγώντας σε ένα νέο σύνολο αναθεωρημένων και καινούριων έργων. Ο Πίνακας 15 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης της Φάσης 1 του δεύτερου κύκλου, καθώς και την αντιμετώπιση που είχε το έργο μετά από την ανάλυση. Όπου ήταν δυνατό να γίνουν βελτιωτικές τροποποιήσεις σε ένα έργο με προβληματικές τιμές, το έργο τροποποιούνταν. Όπου δεν ήταν δυνατό να βελτιωθεί το έργο, τότε εξαιρούνταν από το δοκίμιο.

## Συχνότητα απαντήσεων ανά έργο



Διάγραμμα 11. Συχνότητα απαντήσεων ανά ερώτηση (Φάση 1 - pre-pilot – δεύτερος κύκλος ανάπτυξης)

Πίνακας 15. Αποτελέσματα ανάλυσης των έργων με δείκτες CTT και Διαχείριση έργων (Β' Κύκλος - Φάση 1)

Κωδικός έργου	Αποτελέσματα						Διαχείριση έργων				
	Δείκτης δυσκολίας	Δείκτης διάκρισης	Συχνότητα απαντήσεων				Περιεχ. στελέχους	Περιεχ. επιλογών	Διατύπωση στελέχους	Διατύπωση επιλογών	Αφώρηση διαγράμ.
			Α	Β	Γ	Δ					
1.1.ΚΒ.Φ1.1	0.21	0.30	0.40	0.15	0.24	0.21					
1.1.ΚΒ.Φ1.2	0.09	0.07	0.56	0.03	0.09	0.31	√	√			
1.1.ΚΒ.Φ1.3	0.39	0.07	0.28	0.03	0.29	0.39		√			
1.1.ΚΒ.Φ1.4	0.47	0.17	0.09	0.27	0.16	0.47	√	√			
1.1.ΚΒ.Φ1.5	0.24	0.17	0.26	0.46	0.24	0.04		√			
1.2.ΚΒ.Φ1.6	0.91	0.17	0.01	0.00	0.08	0.91					
1.2.ΚΒ.Φ1.7	0.79	0.23	0.11	0.79	0.08	0.02					
1.2.ΚΒ.Φ1.8	0.39	0.17	0.18	0.38	0.39	0.04					
1.2.ΚΒ.Φ1.9	0.81	0.17	0.02	0.04	0.81	0.11					
1.3.ΚΒ.Φ1.10	0.39	0.07	0.35	0.02	0.24	0.39		√			
1.3.ΚΒ.Φ1.11	0.61	0.37	0.16	0.20	0.61	0.03		√			
1.3.ΚΒ.Φ1.12	0.45	0.33	0.17	0.12	0.45	0.25					
1.3.ΚΒ.Φ1.13	0.29	0.40	0.31	0.29	0.03	0.36				√	
2.1.ΚΒ.Φ1.14	0.75	0.53	0.06	0.12	0.06	0.75	√	√			√
2.1.ΚΒ.Φ1.15	0.47	0.43	0.03	0.24	0.25	0.47				√	
2.1.ΚΒ.Φ1.16	0.91	0.23	0.01	0.04	0.03	0.91					
2.1.ΚΒ.Φ1.17	0.64	0.40	0.07	0.64	0.25	0.03		√		√	
2.2.ΚΒ.Φ1.18	0.71	-0.13	0.08	0.71	0.15	0.07					
2.2.ΚΒ.Φ1.19	0.78	0.30	0.13	0.01	0.78	0.06					
2.2.ΚΒ.Φ1.20	0.48	0.50	0.18	0.48	0.10	0.22					
2.2.ΚΒ.Φ1.21	0.70	0.33	0.08	0.10	0.70	0.12	√	√			
2.3.ΚΒ.Φ1.22	0.43	0.57	0.43	0.44	0.07	0.07		√			
2.3.ΚΒ.Φ1.23	0.51	0.53	0.33	0.51	0.08	0.09		√			
2.3.ΚΒ.Φ1.24	0.44	0.37	0.09	0.08	0.39	0.44		√			
2.3.ΚΒ.Φ1.25	0.19	0.00	0.34	0.19	0.30	0.17					
3.1.ΚΒ.Φ1.26	0.66	0.40	0.08	0.17	0.66	0.08					
3.1.ΚΒ.Φ1.27	0.54	0.40	0.20	0.07	0.17	0.54					
3.1.ΚΒ.Φ1.28	0.64	0.47	0.12	0.10	0.64	0.13					
3.1.ΚΒ.Φ1.29	0.61	0.47	0.10	0.12	0.17	0.61					
3.2.ΚΒ.Φ1.30	0.35	0.23	0.22	0.35	0.22	0.20				√	
3.2.ΚΒ.Φ1.31	0.28	0.20	0.31	0.10	0.30	0.28					
3.2.ΚΒ.Φ1.32	0.42	0.33	0.42	0.13	0.30	0.13					
3.2.ΚΒ.Φ1.33	0.45	0.50	0.17	0.17	0.45	0.21					
4.1.ΚΒ.Φ1.34	0.51	0.07	0.51	0.17	0.04	0.28		√	√		
4.1.ΚΒ.Φ1.35	0.67	0.40	0.67	0.06	0.10	0.13					
4.1.ΚΒ.Φ1.36	0.43	-0.03	0.43	0.21	0.28	0.07					
4.1.ΚΒ.Φ1.37	0.42	0.20	0.42	0.11	0.30	0.17				√	
4.2.ΚΒ.Φ1.38	0.47	0.23	0.07	0.47	0.10	0.36	√	√	√		
4.2.ΚΒ.Φ1.39	0.54	0.23	0.06	0.54	0.17	0.22		√			

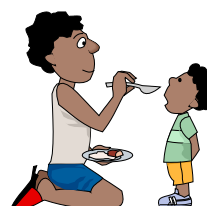
4.2.KB.Φ1.40	0.71	0.37	0.09	0.11	0.08	0.71		√			
4.2.KB.Φ1.41	0.37	0.57	0.48	0.37	0.07	0.08			√	√	
	Προβληματική τιμή	Εξαιρείται από το δοκίμιο			Τροποποιείται						Παραμένει ως έχει

### Διαχείριση έργων (KB.Φ1.)

Επτά (7) από τα έργα κρίθηκαν ως κατάλληλα και διατηρήθηκαν ως είχαν. Συνολικά, διαγράφηκαν – και αντικαταστάθηκαν από καινούρια – δεκατρία (13) έργα. Αφαιρέθηκαν τα τέσσερα (4) έργα που αφορούσαν την αρχική πτυχή «3.1. Εντοπισμός των γραμμικών ροών ύλης ή των ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα» (Πίνακας 4), η οποία αντικαταστάθηκε, καθώς και άλλα εννιά (9) έργα που είχαν εξαιρετικά προβληματικές τιμές στους δείκτες δυσκολίας και διάκρισης και στις εναλλακτικές επιλογές. Για παράδειγμα, το έργο 4.1.KB.Φ1.35 παρουσίασε επιλογές με χαμηλή συχνότητα (B και Γ), και εφόσον δεν υπήρχαν περιθώρια βελτίωσης, αφαιρέθηκε από το δοκίμιο:

*Μια μητέρα ταΐζει το μωρό. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιάτο και σκορπά στο πάτωμα λίγο από το φαΐ. Η μητέρα γελά. Είναι πιθανό ότι το μωρό ...*

- A. θα το ζανακάνει, για να ζαναγελάσει η μητέρα.
- B. θα το ζανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.
- Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ζανακάνει.
- Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ζανακάνει.



(4.1.KB.Φ1.35)

Είκοσι ένα (21) έργα που παρουσίασαν μικρές αποκλίσεις από τις αποδεκτές τιμές όσον αφορά τους δείκτες δυσκολίας και διάκρισης και σχετικά καλή συχνότητα απαντήσεων έτυχαν μικρών τροποποιήσεων. Για παράδειγμα το έργο 1.1.KB.Φ1.2 που φαίνεται πιο κάτω και που παρουσίασε απόκλιση από τις αποδεκτές τιμές (δύσκολο, με χαμηλό δείκτη διάκρισης και προβλήματα στις εναλλακτικές επιλογές, βλέπε Πίνακα 15), τροποποιήθηκε ώστε οι προϋπάρχουσες εμπειρίες των παιδιών να μην επηρεάζουν την επιλογή της απάντησης. Συγκεκριμένα, οι περισσότεροι μαθητές πιθανόν να επέλεξαν το Α ως σωστή απάντηση, όπως και στην τελευταία φάση του πρώτου κύκλου (φάση 5, έργο 1.1.KA.Φ5.3), παρά την αλλαγή στη διατύπωση του στελέχους (με την προσθήκη της λέξης «απαραίτητα»). Η αλλαγή αυτή δεν ήταν αρκετή για να διευκολύνει τους μαθητές προς την επιλογή της ορθής απάντησης, εφόσον όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, οι εμπειρίες τους από το μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία, στο οποίο γίνεται συνήθως

κατασκευή μοντέλου αυτοκινήτου με τη χρήση μπαταριών, καθοδήγησαν την απάντησή τους. Συνεπώς, το έργο τροποποιήθηκε ως εξής:

Κατά την pre-pilot χορήγηση (1.1.ΚΒ.Φ1.2)	Κατά τη φάση των συνεντεύξεων (1.1.ΚΒ.Φ2α.2)
<p><i>Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχουν τα αυτοκινητάκια;</i></p> <p><i>A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες</i></p> <p><i>B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι</i></p> <p><i>Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς</i></p> <p><i>Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι</i></p>	<p><i>Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι για να παίζει. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι;</i></p> <p><i>A. Σκελετό και τέσσερις τροχούς</i></p> <p><i>B. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και τιμόνι</i></p> <p><i>Γ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες</i></p> <p><i>Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι</i></p>

Συνολικά, στη Φάση 1 του δεύτερου κύκλου, εξαιρέθηκαν από το δοκίμιο δεκατρία (13) έργα, τροποποιήθηκαν είκοσι ένα (21), διατηρήθηκαν ως είχαν επτά (7) και κατασκευάστηκαν άλλα δεκατρία (13).

Πίνακας 16. Αναθεωρημένος ορισμός της ΣΣ (μετά το pre-pilot του δεύτερου κύκλου)

		Συστημική σκέψη	
		Πτυχές	Το παράδειγμα ενός συστήματος υδάτινων πόρων
1. Προσδιορισμός συστήματος	1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού των βασικών στοιχείων του, όπως οι ακτές, τα ποτάμια, οι λίμνες, οι αλυκές, η βροχή, τα σύννεφα, το χιόνι, οι μονάδες αφαλάτωσης, τα υπόγεια ύδατα, οι μονάδες διαχείρισης λυμάτων.
	2. Εντοπισμός των χρονικών ορίων ενός συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού των χρονικών ορίων που αφορούν συγκεκριμένες συμπεριφορές ή αλλαγές σε ένα σύστημα υδάτινων πόρων.
	3. Ορισμός των συστημάτων με βάση τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή το γεγονός ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.		Η ικανότητα αναγνώρισης των υδάτινων πόρων και όλων των βασικών τους στοιχείων ως συστήματα, με κριτήριο αναδυόμενα φαινόμενα όπως είναι οι μετατροπές της ύλης. Π.χ. αναγνώριση μιας λίμνης ως σύστημα μέσα από τον εντοπισμό της διαδικασίας της εξάτμισης του νερού.
2. Αλληλεπιδράσεις	1. Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος		Η ικανότητα εντοπισμού επιδράσεων όπως: οι επιδράσεις των ανθρώπινων δράσεων στα υπόγεια ύδατα μέσω της μόλυνσης από λιπάσματα και μικροβιοκτόνα, τις επιδράσεις της άμμου (sand rock) στο νερό (το διυλίζει), τις επιδράσεις του νερού στα βράχια (τα διαλύει), τις επιδράσεις της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα ροής νερού στους ποταμούς, την επίδραση της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα νερού στους υδροφορείς, την επίδραση της κατασκευής φραγμάτων σε όλη την Κύπρο στην ποσότητα νερού στα φράγματα, την επίδραση της υπεράντλησης νερού στο σύνολο των υδάτινων αποθεμάτων στην Κύπρο.
	2. Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του		Η ικανότητα εντοπισμού των επιδράσεων της μετατροπής της ύλης στην ποσότητα του νερού στους υδροφορείς.
	3. Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)		Η ικανότητα εντοπισμού της υπεράντλησης των υπόγειων υδάτων ως αιτία μειωμένης ποσότητας αποθεμάτων και μειωμένης ποιότητας του νερού. Η ικανότητα εισήγησης μείωσης της υπερχρήσης του νερού, ώστε να διατηρηθεί η ποσότητα των υδάτινων αποθεμάτων.
3. Ροές	1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.		<b>Η αναγνώριση ότι για να υπάρχουν αποθέματα νερού στα φράγματα πρέπει η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για σκοπούς ύδρευσης να μην υπερβαίνει την ποσότητα εισροής νερού από τη βροχή και τα ποτάμια.</b>
	2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι το νερό που βγαίνει από τη μηχανή μας μπορεί να επιστρέψει στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό.
4. Ισορροπία	1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων οδηγεί σε μειωμένες ποσότητες στα υπόγεια αποθέματα, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του τρεχούμενου νερού αυξάνοντας έτσι την ανάγκη για υπεράντληση των υπόγειων υδάτων.
	2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> μείωση A) (εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)		Η αναγνώριση του γεγονότος ότι σε μια περίοδο με πολλή βροχόπτωση, ένα φράγμα με αρχικά μικρή ποσότητα νερού θα γεμίσει. Όσο περισσότερη ποσότητα νερού μπει στους υδροφορείς, τόσο πιο πιθανό είναι οι αγρότες να κερδίσουν περισσότερα δικαιώματα ύδρευσης των χωραφιών τους. Έτσι η ποσότητα του νερού στο φράγμα θα μειωθεί πάλι.

## Φάση 2: Συνεντεύξεις από μαθητές

Στη συνέχεια, τα έργα (Φάση 2α, Στήλες U-Z, Παράρτημα 1) αξιοποιήθηκαν για τη διεξαγωγή συνεντεύξεων σε συνολικά 16 μαθητές. Αρχικά, έγινε μια δοκιμαστική συνέντευξη δίνοντας σε ένα μαθητή ολοκληρωμένα τα έργα και τις επιλογές τους (Στήλες U-V, Παράρτημα 1), για βελτίωσή τους κυρίως όσον αφορά στη διατύπωσή τους. Στη συνέχεια, 10 μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων κλήθηκαν να επιλύσουν τα 42 έργα (Στήλες X-Z, Παράρτημα 1, με τη μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 10), ακολουθώντας το *think-aloud protocol*, ώστε να διαφανεί ο τρόπος σκέψης τους κατά την απάντησή τους, δηλαδή ο τρόπος με τον οποίο ερμηνεύονται τα έργα από τα παιδιά της συγκεκριμένης ηλικίας. Τρία από τα δέκα παιδιά κλήθηκαν να απαντήσουν στα ίδια έργα, αλλά με τη μορφή ανοικτού τύπου ερωτήσεων, δηλαδή χωρίς τις εναλλακτικές επιλογές (Παράρτημα 11). Τα δεδομένα από τα δύο είδη συνεντεύξεων αναλύθηκαν ταυτόχρονα. Αφού έγιναν οι απαραίτητες αλλαγές στα έργα, ακολούθησε η δεύτερη φάση των συνεντεύξεων (Φάση 2β, Στήλες AB-AC, Παράρτημα 1). Τα έργα και οι επιλογές τους δόθηκαν σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 12) σε πέντε μαθητές, οι οποίοι έλυναν κάθε έργο, εξηγώντας κάθε φορά τον τρόπο σκέψης τους.

Άνκαι οι συνεντεύξεις μαγνητοφωνούνταν, όλες οι απαντήσεις, τα σχόλια και οι απορίες των μαθητών καταγράφονταν την ώρα της συνέντευξης. Στις περιπτώσεις εκείνες που δεν ήταν δυνατή η καταγραφή όλων των σχολίων των μαθητών ή η καταγραφή ήταν ασαφής, αξιοποιούνταν οι μαγνητοφωνημένες συνεντεύξεις.

### Ανάλυση (Κύκλος Β΄ Φάση 2)

Στο πρώτο επίπεδο ανάλυσης, κατηγοριοποιήθηκαν οι απαντήσεις των μαθητών με βάση το περιεχόμενό τους από την πιο ολοκληρωμένη, μέχρι την πιο αφελή/ακατάλληλη. Από αυτή την πρώτη κατηγοριοποίηση, μαζί με τις απορίες ή τα σχόλια των μαθητών, προέκυψαν τα εξής κριτήρια αναθεώρησης των έργων, σε ένα δεύτερο επίπεδο ανάλυσης των δεδομένων:

- Ασάφεια διαγράμματος / γραφικής παράστασης / εικόνας (Α)
- Ασάφεια στελέχους (Β)
- Ασάφεια επιλογών (Γ)
- Άλλες ορθές απαντήσεις (Δ)
- Άλλες λανθασμένες απαντήσεις (Ε)
- Περισσότερες από μία ορθές απαντήσεις (Ζ)
- Απαιτούνται γνώσεις περιεχομένου (Η)



- Εναλλακτικές που δεν επιλέγονται (Θ) (από τουλάχιστον δύο άτομα)

Πιο κάτω, παρουσιάζονται δύο παραδείγματα που παρουσιάζουν τη διαδικασία ανάλυσης των δεδομένων και διαχείρισης των έργων από την ανάλυση των συνεντεύξεων, ενός έργου που τροποποιήθηκε κι ενός που εξαιρέθηκε από το δοκίμιο.

Ένα παράδειγμα έργου που τροποποιήθηκε μετά την ανάλυση των δεδομένων των συνεντεύξεων είναι το 3.2.KB.Φ2α.33 που αφορά τον κύκλο του νερού. Στο συγκεκριμένο έργο προέκυψαν οκτώ ομάδες απαντήσεων (1<sup>ο</sup> επίπεδο ανάλυσης) (Πίνακας 17):

***Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;***

*A. Όχι, απλώς θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.*

*B. Όχι, θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.*

*Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας με σωλήνες.*

*Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί ξανά στο σπίτι μας.*

(3.2.KB.Φ2α.33)

**Πίνακας 17. Παράδειγμα ανάλυσης 1ου επιπέδου έργου που τροποποιήθηκε (Κύκλος Β' - Φάση 2)**

<b>Αρ. μαθητών</b>	<b>Απάντηση</b>	<b>Κατηγορίες απαντήσεων</b>
1	Δ	«Θα κάνει δηλαδή τον κύκλο του νερού.»
1	Δ	«[Επαναλαμβάνει την απάντηση προσθέτοντας ότι το νερό φτάνει στη θάλασσα] με σωλήνες.» - χωρίς εξήγηση
1	Δ	«Τα άλλα δε μου φαίνονται πολύ σωστά.» - αποκλείοντας τις άλλες επιλογές
3	Γ - Δ	«Μπορεί να πάει και στο διυλιστήριο. - Ισχύουν και τα δύο.» χωρίς εξήγηση
1	Γ	«Μπορεί, γιατί με την τεχνολογία σήμερα μπορεί να βάλουν φίλτρα, να το καθαρίζουν και να γίνεται πόσιμο.»
2	B	«Γ και Δ δεν είναι λογικό. Αν κάνουμε μπάνιο φεύγουν οι βρωμιές μας. Α δεν είναι λογικό να πηγαίνει στο έδαφος. Πάει στη θάλασσα.» «Όχι, γιατί είναι με σαπουνιές, απόβλητα, άμμους αν πήγαμε θάλασσα. Είναι αδύνατο να το πιούμε.»
1	A	«Θεωρώ λίγο δύσκολο να επιστρέψει ξανά σπίτι μας ως πόσιμο νερό.»
1	-	«Δεν ξέρω.»

Στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, από τις πιο πάνω απαντήσεις των μαθητών, εντοπίστηκε ότι οι μαθητές που επιλέγουν την απάντηση Β θεωρούν βρώμικο το νερό που φεύγει από το μπάνιο (κριτήριο αναθεώρησης «Ε: Άλλες λανθασμένες απαντήσεις»), ενώ η επιλογή Α επιλέγεται μόνο από ένα άτομο (κριτήριο αναθεώρησης «Θ: Εναλλακτικές που δεν επιλέγονται»). Συνεπώς, κατά τη διαχείριση του συγκεκριμένου έργου, αποφασίστηκε να αξιοποιηθεί η έννοια του βρώμικου νερού και στην επιλογή Α, ώστε να γίνει πιο λογικοφανής. Το έργο, όπως προχώρησε στην επόμενη φάση των συνεντεύξεων (Φάση 2β), παρουσιάζεται πιο κάτω:

***Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;***

*Α. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους.*

*Β. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.*

*Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.*

*Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας.*

(3.2.ΚΒ.Φ2β.32)

Ένα έργο που τα αποτελέσματα της ανάλυσης οδήγησαν στην αφαίρεσή του από το δοκίμιο αποτελεί και το 3.2.ΚΒ.Φ2α.34 που αφορούσε το ανθρώπινο κυκλοφορικό σύστημα:

***Υπάρχει πιθανότητα το αίμα που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;***

*Α. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά πάει ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.*

*Β. Ναι, μόνο αν είμαστε ξαπλωμένοι ή σκυφτοί με το κεφάλι προς τα κάτω.*

*Γ. Όχι, γιατί ο εγκέφαλος χρειάζεται περισσότερο αίμα.*

*Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το είδος του αίματος που χρειάζεται κάθε όργανο.*

(3.2.ΚΒ.Φ2α.34)

Στο συγκεκριμένο έργο προέκυψαν οι ομάδες απαντήσεων (1<sup>ο</sup> επίπεδο ανάλυσης) που φαίνονται στον Πίνακα 18. Στο δεύτερο επίπεδο ανάλυσης, μελετώντας τις κατηγορίες 118

απαντήσεων των μαθητών, προκύπτει ότι κανένας μαθητής δεν επιλέγει την απάντηση Γ (κριτήριο αναθεώρησης «Θ: Εναλλακτικές που δεν επιλέγονται»). Εξάλλου, σε συνδυασμό με τα σχόλια και τις απορίες τους (π.χ. «Το μάθαμε στο σχολείο.», «... [Στον εγκέφαλο] είναι το ίδιο αίμα που έχουμε και στο υπόλοιπο σώμα μας...;») είναι φανερό ότι το συγκεκριμένο έργο απαιτεί γνώσεις περιεχομένου (κριτήριο αναθεώρησης «Η: Απαιτούνται γνώσεις περιεχομένου»). Κατά συνέπεια, το έργο αφαιρέθηκε από το δοκίμιο.

**Πίνακας 18. Παράδειγμα ανάλυσης 1ου επιπέδου έργου που διαγράφηκε (Κύκλος Β΄ - Φάση 2)**

<b>Αρ. μαθητών</b>	<b>Απάντηση</b>	<b>Κατηγορίες απαντήσεων</b>
3	A	«Ναι, γιατί μεταφέρεται από τα όργανα του σώματος στον εγκέφαλο και οξυγονώνεται. Το μάθαμε στο σχολείο.», «Μεγάλη πιθανότητα, γιατί υπάρχει συνέχεια ροή που ταξιδεύει το αίμα σε διάφορα μέρη του σώματός μας.» «Ναι. Από όσο ξέρω το αίμα κινείται προς όλο το σώμα. Αφού ο εγκέφαλός μας χρειάζεται αίμα και η καρδιά στέλλει το αίμα σε όλο το σώμα και έρχεται ξανά πίσω στην καρδιά, το ίδιο αίμα που υπάρχει στο χέρι μας μπορεί να πάει και στον εγκέφαλό μας.»
1	A	«το Β.. νομίζω ότι δεν ισχύει ΜΟΝΟ αν είμαστε σκυφτοί ή ξαπλωτοί για να πάει το αίμα στον εγκέφαλο. Το Γ ... δεν ξέρω αν χρειάζεται περισσότερο αίμα ο εγκέφαλος... Είναι το ίδιο αίμα που έχουμε και στο υπόλοιπο σώμα μας...; ».
1	B	«Ο εγκέφαλος χρειάζεται άλλο αίμα...;» «Το Α μπορεί να συμβαίνει, αλλά είναι πιο σωστό το Β. Αυτό συμβαίνει.»
2	B	«Μου έτυχε! Όταν το κεφάλι βλέπει κάτω, μπορεί να μεταφερθεί στον εγκέφαλό μας.», «Το έκανα κι έγινε έτσι.»
1	Δ	«Επειδή χρειάζεται περισσότερο αίμα ο εγκέφαλος. Όμως και το Α μπορεί να θεωρηθεί σωστό...»
1	Δ	«Γιατί στο χέρι μπορεί να έχει μια πληγή, να έπαθε κάτι το αίμα, άλλο το αίμα εδώ [στο χέρι] άλλο στον εγκέφαλο.»
1	Δ	[Επαναλαμβάνει τη διατύπωση της Δ]
1	A, B, Δ	«Είναι σωστά και τα τρία...το Γ είναι λάθος»

### **Διαχείριση έργων (ΚΒ.Φ2α.)**

Τα κριτήρια αναθεώρησης των έργων που τέθηκαν, τα σχόλια των μαθητών, οι απορίες τους και οι πιθανές απαντήσεις που εισηγούνταν λαμβάνονταν υπόψη για την τροποποίηση του έργου. Όπου η βελτίωση του έργου ήταν αδύνατη, αντικαθιστούνταν από άλλο. Ο Πίνακας 19 παρουσιάζει συνοπτικά κάθε έργο σε σχέση με τα κριτήρια αναθεώρησης και τον τρόπο διαχείρισής του κατά τη Φάση 2α.

Τέσσερα (4) από τα 43 έργα κρίθηκε ότι δεν ήταν δυνατό να βελτιωθούν. Τα τρία από αυτά φάνηκε ότι στηρίζονταν σε γνώσεις περιεχομένου: το έργο 3.2.ΚΒ.Φ2α.31 που αφορούσε το σύστημα θέρμανσης του σπιτιού, το έργο 3.2.ΚΒ.Φ2α.34 που αφορούσε το ανθρώπινο κυκλοφορικό σύστημα και το έργο 4.1.ΚΒ.Φ2α.37 που αφορούσε την ανομβρία στην Κύπρο (και δεν υπήρχε μία ξεκάθαρα ορθή απάντηση). Το έργο 4.1.ΚΒ.Φ2α.39 που αφορούσε ένα δασικό σύστημα, είχε ελλειπείς πληροφορίες, με αποτέλεσμα να μην υπάρχει μία ξεκάθαρα ορθή απάντηση. Ένα έργο παρέμεινε ως είχε, όλα τα υπόλοιπα τροποποιήθηκαν και τρία καινούρια έργα αναπτύχθηκαν.

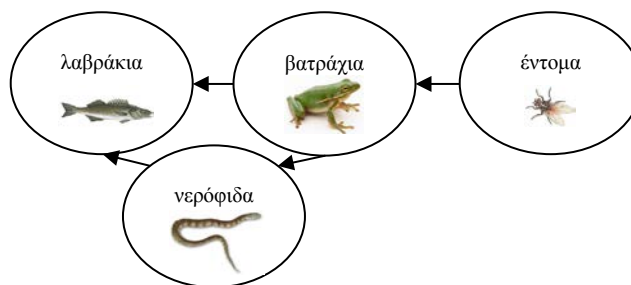
Συγκεκριμένα, 29 από τα 43 έργα δέχτηκαν αλλαγές στο περιεχόμενο τουλάχιστον μίας από τις εναλλακτικές επιλογές. Έντεκα (11) από τα 29 έργα δέχτηκαν αλλαγές μόνο στο περιεχόμενο τουλάχιστον μίας από τις εναλλακτικές επιλογές, 13 έργα δέχτηκαν αλλαγές και στη διατύπωση του στελέχους, 3 από αυτά δέχτηκαν αλλαγές και στη διατύπωση τουλάχιστον μιας από τις επιλογές, ενώ 2 από αυτά δέχτηκαν ταυτόχρονα αλλαγές και στη διατύπωση του στελέχους και σε τουλάχιστον μία από τις επιλογές.

Επίσης, 9 από τα 43 έργα δέχτηκαν αλλαγές σε σχέση με τη διατύπωση των επιλογών ή του στελέχους. Ένα (1) από αυτά δέχτηκε αλλαγές μόνο στη διατύπωση τουλάχιστον μίας από τις εναλλακτικές, τρία (3) από αυτά δέχτηκαν αλλαγές μόνο στη διατύπωση του στελέχους και 5 δέχτηκαν ταυτόχρονα αλλαγές στη διατύπωση του στελέχους και τουλάχιστο σε μια από τις επιλογές.

Εξάλλου έγιναν αλλαγές στο διάγραμμα (τροφικό πλέγμα) που αφορούσε σε τέσσερα έργα. Στο διάγραμμα αυτό χρησιμοποιούνταν το βελάκι ως συμβολισμός της μεταφοράς ενέργειας, δηλαδή από το θήραμα στον κυνηγό. Φάνηκε από τις απορίες των μαθητών ότι η κατεύθυνση των βελών μπερδευε την ερμηνεία του διαγράμματος, με αποτέλεσμα να επηρεάζει τις απαντήσεις τους. Γι' αυτό, στην επόμενη φάση των συνεντεύξεων ζητούνταν από τους μαθητές να συμπληρώσουν οι ίδιοι τα βέλη για να δείξουν τις τροφικές σχέσεις που τους περιγράφονταν λεκτικά στο στέλεχος της ερώτησης. Επίσης στο έργο 1.3.ΚΒ.Φ2α.10 τοποθετήθηκε μια εικόνα ενός ταχύμετρου, για να υπάρχει ίδια κατανόηση από όλα τα άτομα για την έννοια του ταχύμετρου του αυτοκινήτου.

Πιο κάτω φαίνεται η προσφώνηση για το διάγραμμα που χρησιμοποιήθηκε στα τέσσερα έργα στην πρώτη φάση των συνεντεύξεων.

Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Στη συνέχεια, τα τέσσερα έργα που σχετίζονταν με το διάγραμμα ομαδοποιήθηκαν και παρουσιάστηκαν ταυτόχρονα στους μαθητές της δεύτερης φάσης των συνεντεύξεων με την πιο κάτω διατύπωση:

Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου και απάντησε στις ερωτήσεις 1-4. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.

Πρώτα συμπλήρωσε τα βέλη ανάμεσα στους κρίκους για να δείξεις ποιος τρώει ποιον.



Στόχος ήταν, στη δεύτερη φάση των συνεντεύξεων, να εντοπιστεί ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος παρουσίασης του διαγράμματος, ώστε να μην υπάρχουν ζητήματα παρερμηνείας του, και κατά συνέπεια μη έγκυρες και αξιόπιστες μετρήσεις.

Αφού τροποποιήθηκαν τα έργα, ακολούθησε η Φάση 2β των συνεντεύξεων με 42 έργα (Στήλες AB-AC, Παράρτημα 1) και χορηγήθηκαν σε άλλα 5 παιδιά, τα οποία κλήθηκαν πάλι να απαντήσουν τα 42 έργα πολλαπλής επιλογής (Παράρτημα 12), εξηγώντας κάθε φορά το συλλογισμό τους (*think-aloud protocol*). Αφού εφαρμόστηκε η ίδια διαδικασία ανάλυσης όπως και στη Φάση 2α, αριθμός έργων τροποποιήθηκε ή αντικαταστάθηκε (Πίνακας 20).

Συγκεκριμένα, 23 έργα τροποποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενο, τη διατύπωση ή τη μορφοποίηση (*formatting*). Όσον αφορά στη μορφοποίηση, σε κάποια έργα χρειάστηκε

να υπογραμμιστούν ή να γραφτούν με κεφαλαία γράμματα κάποιες λέξεις ή φράσεις από το στέλεχος, ώστε να μην αγνοηθούν σημαντικές πληροφορίες για την απάντηση της ερώτησης.

Συνολικά, 12 έργα τροποποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενο τουλάχιστον μίας από τις επιλογές. Από αυτά, δύο έργα δέχτηκαν αλλαγές και στη διατύπωση του στελέχους, δύο έργα δέχτηκαν αλλαγές και στη διατύπωση τουλάχιστον μίας από τις επιλογές και σε άλλα δύο έργα έγινε μορφοποίηση του στελέχους.

Άλλα 7 έργα τροποποιήθηκαν όσον αφορά αποκλειστικά στη διατύπωση των επιλογών ή του στελέχους. Από αυτά ένα έργο τροποποιήθηκε μόνο ως προς το στέλεχος, τρία έργα μόνο ως προς τη διατύπωση μίας τουλάχιστον από τις επιλογές, δύο έργα δέχτηκαν αλλαγές ταυτόχρονα στη διατύπωση των επιλογών και στη μορφοποίηση του στελέχους, ενώ σε ένα από αυτά έγινε μορφοποίηση και ταυτόχρονα τροποποιήθηκε η διατύπωση του στελέχους. Επίσης, άλλα 4 από τα έργα δέχτηκαν αλλαγές μόνο όσον αφορά στη μορφοποίηση του στελέχους.

Φάνηκε εξάλλου, όσον αφορά στο τροφικό πλέγμα, ότι ήταν πιο αποτελεσματικό να φανούν οι τροφικές σχέσεις ανάμεσα στους μαθητές με βέλη, τα οποία να δείχνουν «ποιος τρώει ποιον», και προστέθηκε η λέξη «τρώει» στο βελάκι που συνέδεε τους οργανισμούς.

Τα υπόλοιπα 19 έργα έμειναν ως είχαν.

Πίνακας 1. Κριτήρια αναθεώρησης έργων και διαχείρισή τους (Κύκλος Β' - Φάση 2α)

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΕΡΓΩΝ								ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ			
	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Διαγραφή	Αναδιατύπωση στελέχους	Αναδιατύπωση επιλογών	Περιεχόμενο επιλογών
1.1.ΚΒ.Φ2α.1					•			•				√
1.1.ΚΒ.Φ2α.2								•				√
1.1.ΚΒ.Φ2α.3								•				√
1.1.ΚΒ.Φ2α.4		•						•		√		
1.1.ΚΒ.Φ2α.5		•	•							√	√	√
1.2.ΚΒ.Φ2α.6		•								√		
1.2.ΚΒ.Φ2α.7										√		
1.2.ΚΒ.Φ2α.8		•						•		√		√
1.2.ΚΒ.Φ2α.9								•				√
1.3.ΚΒ.Φ2α.10								•			√	√
1.3.ΚΒ.Φ2α.11								•				√
1.3.ΚΒ.Φ2α.12		•	•					•		√	√	
1.3.ΚΒ.Φ2α.13												
2.1.ΚΒ.Φ2α.14		•						•		√		√
2.1.ΚΒ.Φ2α.15		•		•						√		√
2.1.ΚΒ.Φ2α.16	•	•	•					•		√		√
2.1.ΚΒ.Φ2α.17	•			•				•				√
2.2.ΚΒ.Φ2α.18		•			•		•			√		√
2.2.ΚΒ.Φ2α.19					•			•		√		√
2.2.ΚΒ.Φ2α.20			•		•			•		√		√
2.2.ΚΒ.Φ2α.21										√	√	
2.3.ΚΒ.Φ2α.22	•	•						•		√		√
2.3.ΚΒ.Φ2α.23	•	•						•		√		√
2.3.ΚΒ.Φ2α.24		•				•				√	√	√
2.3.ΚΒ.Φ2α.25								•				√
3.1.ΚΒ.Φ2α.26			•					•			√	√
3.1.ΚΒ.Φ2α.27		•	•							√		√
3.1.ΚΒ.Φ2α.28		•			•			•		√		√
3.1.ΚΒ.Φ2α.29								•			√	
3.1.ΚΒ.Φ2α.30					•							√
3.2.ΚΒ.Φ2α.31							•		√			
3.2.ΚΒ.Φ2α.32		•								√	√	
3.2.ΚΒ.Φ2α.33					•			•				√
3.2.ΚΒ.Φ2α.34							•	•	√			
3.2.ΚΒ.Φ2α.35								•				√
4.1.ΚΒ.Φ2α.36		•	•							√		√
4.1.ΚΒ.Φ2α.37							•	•	√			
4.1.ΚΒ.Φ2α.38					•							√
4.1.ΚΒ.Φ2α.39						•		•	√			
4.2.ΚΒ.Φ2α.40			•								√	√
4.2.ΚΒ.Φ2α.41								•		√	√	
4.2.ΚΒ.Φ2α.42								•		√	√	
4.2.ΚΒ.Φ2α.43								•		√		√

Πίνακας 20. Κριτήρια αναθεώρησης έργων και διαχείρισή τους (Κύκλος Β' - Φάση 2β)

	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΝΑΘΕΩΡΗΣΗΣ ΕΡΓΩΝ									ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΕΡΓΩΝ			
	A	B	Γ	Δ	E	Z	H	Θ	Μορφοποίηση στελέχους	Αναδιатύπωση στελέχους	Αναδιатύπωση επιλογών	Περιεχόμενο επιλογών	
1.1.ΚΒ.Φ2β.1													
1.1.ΚΒ.Φ2β.2					•							✓	
1.1.ΚΒ.Φ2β.3			•								✓	✓	
1.1.ΚΒ.Φ2β.4													
1.1.ΚΒ.Φ2β.5													
1.2.ΚΒ.Φ2β.6		•					•			✓			
1.2.ΚΒ.Φ2β.7					•			•		✓		✓	
1.2.ΚΒ.Φ2β.8									✓				
1.2.ΚΒ.Φ2β.9													
1.3.ΚΒ.Φ2β.10													
1.3.ΚΒ.Φ2β.11													
1.3.ΚΒ.Φ2β.12													
1.3.ΚΒ.Φ2β.13			•								✓		
2.1.ΚΒ.Φ2β.14					•							✓	
2.1.ΚΒ.Φ2β.15			•								✓	✓	
2.1.ΚΒ.Φ2β.16													
2.1.ΚΒ.Φ2β.17	•												
2.2.ΚΒ.Φ2β.18									✓			✓	
2.2.ΚΒ.Φ2β.19									✓				
2.2.ΚΒ.Φ2β.20		•	•						✓			✓	
2.2.ΚΒ.Φ2β.21		•	•						✓		✓		
2.3.ΚΒ.Φ2β.22									✓				
2.3.ΚΒ.Φ2β.23									✓				
2.3.ΚΒ.Φ2β.24			•									✓	
2.3.ΚΒ.Φ2β.25													
3.1.ΚΒ.Φ2β.26													
3.1.ΚΒ.Φ2β.27													
3.1.ΚΒ.Φ2β.28													
3.1.ΚΒ.Φ2β.29		•							✓		✓		
3.1.ΚΒ.Φ2β.30													
3.2.ΚΒ.Φ2β.31													
3.2.ΚΒ.Φ2β.32							•					✓	
3.2.ΚΒ.Φ2β.33							•					✓	
3.2.ΚΒ.Φ2β.34													
4.1.ΚΒ.Φ2β.35													
4.1.ΚΒ.Φ2β.36								•	✓	✓			
4.1.ΚΒ.Φ2β.37													
4.1.ΚΒ.Φ2β.38			•								✓		
4.2.ΚΒ.Φ2β.39						•						✓	
4.2.ΚΒ.Φ2β.40													
4.2.ΚΒ.Φ2β.41						•				✓		✓	
4.2.ΚΒ.Φ2β.42			•								✓		



### *Φάση 3: Έλεγχος εγκυρότητας περιεχομένου του ΔοΣΣ από ειδικούς*

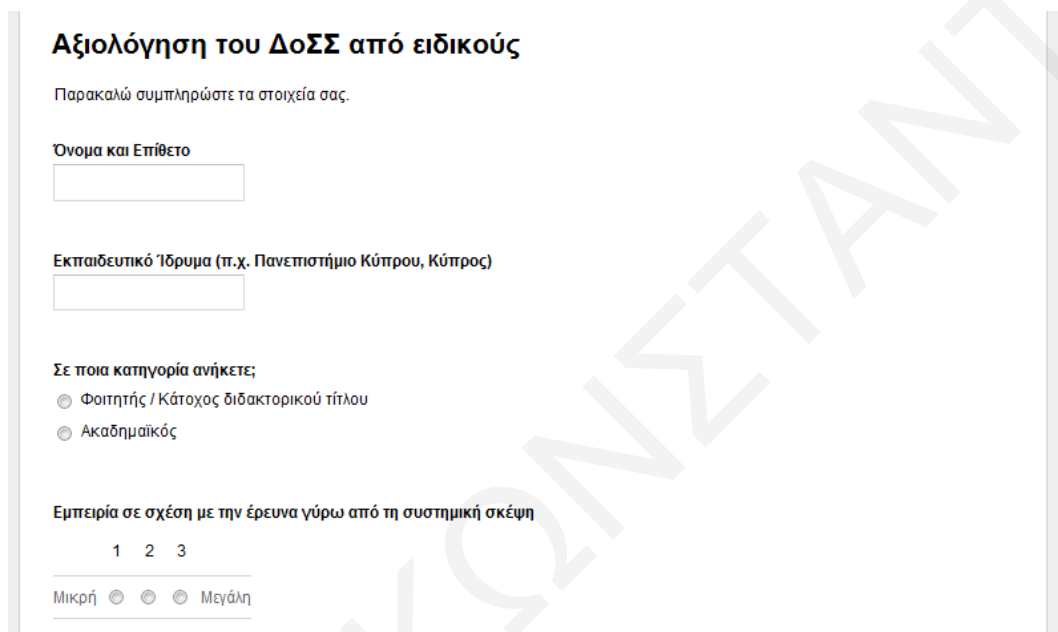
Στη συνέχεια, αξιολογήθηκε η εγκυρότητα περιεχομένου τόσο των πτυχών της συστημικής σκέψης όσο και των έργων του δοκιμίου με τη συμβολή από ειδικούς στο χώρο. Σύμφωνα με τους Adams & Wieman (2011), 6 έως 10 ειδικοί είναι ικανοποιητικός αριθμός για να συμβάλει στην αξιολόγηση ενός δοκιμίου. Ρόλος των ειδικών ήταν α) να απαντήσουν στα έργα του δοκιμίου, β) να αντιστοιχίσουν κάθε έργο με μία πτυχή (ή περισσότερες πτυχές, αν έκριναν απαραίτητο) και να δώσουν οποιαδήποτε σχόλια σε σχέση με την ποιότητα των 42 έργων (π.χ. σωστό περιεχόμενο, διάκριση εναλλακτικών απαντήσεων, ύπαρξη μίας ορθής απάντησης). Η ανατροφοδότηση των ειδικών εξετάστηκε από ομάδα εμπειρογνομόνων (expert panel), ώστε να καταλήξει σε ομοφωνία σε σχέση με τις πτυχές της συστημικής σκέψης και τα έργα του ΔοΣΣ.

#### Φάση 3α

Στο πρώτο στάδιο της αξιολόγησης του ΔοΣΣ από τους ειδικούς (Φάση 3α), δέκα ειδικοί στη Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες με σχετική πείρα στη συστημική σκέψη ανέλαβαν να μελετήσουν τις πτυχές της συστημικής σκέψης όπως παρουσιάζονταν σε αυτή τη φάση της έρευνας (Πίνακας 8) και να αξιολογήσουν την ποιότητα 42 έργων (Στήλες AF-AG , Παράρτημα 1). Οι ειδικοί αποτελούνταν από επτά ελληνόφωνες μεταπτυχιακούς ή διδακτορικούς φοιτητές/τριες και κατόχους διδακτορικού τίτλου, ένα ελληνόφωνο ακαδημαϊκό, μία γερμανόφωνη διδακτορική φοιτήτρια και ένα αγγλόφωνο ακαδημαϊκό. Η επικοινωνία με τα άτομα της πρώτης κατηγορίας ειδικών, καθώς και η αξιολόγηση των έργων έγιναν στα ελληνικά. Η επικοινωνία με τα άτομα της δεύτερης κατηγορίας ειδικών έγινε στα αγγλικά, ενώ τα έργα και ο κατάλογος των πτυχών που τους δόθηκαν, μεταφράστηκαν προηγουμένως στα αγγλικά. Τα μεταφρασμένα έργα αξιολογήθηκαν προηγουμένως από έναν ελληνόφωνο επιστήμονα, ο οποίος εργάζεται στο εξωτερικό.

Οι ειδικοί δέκτηκαν αρχικά ένα ηλεκτρονικό μήνυμα στα ελληνικά, αν ήταν ελληνόφωνες (Παράρτημα 13), και στα αγγλικά, αν δεν ήταν ελληνόφωνες (Παράρτημα 14), στο οποίο δίνονταν λεπτομερείς οδηγίες για την αξιολόγηση του δοκιμίου. Επίσης, στο συγκεκριμένο ηλεκτρονικό μήνυμα επισυνάφθηκε ένα έγγραφο (στα ελληνικά Παράρτημα 15 και στα αγγλικά Παράρτημα 16), το οποίο περιελάμβανε τη λίστα με τις δέκα πτυχές της συστημικής σκέψης, καθώς και παραδείγματα για κάθε πτυχή από το σύστημα Υδάτινων Πόρων της Κύπρου. Οι ειδικοί κλήθηκαν να μελετήσουν προσεκτικά τις πτυχές και τα παραδείγματα πριν προχωρήσουν στην αξιολόγηση των έργων.

Στη συνέχεια, οι ειδικοί έλαβαν ένα δεύτερο ηλεκτρονικό μήνυμα, στο οποίο καλούνταν να ακολουθήσουν ένα σύνδεσμο, για να αξιολογήσουν ηλεκτρονικά (online) το δοκίμιο. Επιλέγοντας το σύνδεσμο, οι ειδικοί έβλεπαν στην οθόνη του υπολογιστή την πρώτη σελίδα από τις 44. Στην πρώτη σελίδα (Εικόνα 1) έπρεπε να καταγράψουν τα προσωπικά τους στοιχεία (όνομα, εκπαιδευτικό ίδρυμα, φοιτητής/κάτοχος διδακτορικού τίτλου ή ακαδημαϊκός και βαθμός σχέσης με την έρευνα γύρω από τη συστημική σκέψη). Στη δεύτερη σελίδα παρουσιάζονταν οι πτυχές, όπως αυτές τους γνωστοποιήθηκαν στο πρώτο ηλεκτρονικό μήνυμα, και οι ειδικοί καλούνταν να γράψουν οποιαδήποτε σχόλια σε σχέση με τις πτυχές.



**Αξιολόγηση του ΔοΣΣ από ειδικούς**

Παρακαλώ συμπληρώστε τα στοιχεία σας.

Όνομα και Επώνυμο

Εκπαιδευτικό Ίδρυμα (π.χ. Πανεπιστήμιο Κύπρου, Κύπρος)

Σε ποια κατηγορία ανήκετε;

Φοιτητής / Κάτοχος διδακτορικού τίτλου  
 Ακαδημαϊκός

Εμπειρία σε σχέση με την έρευνα γύρω από τη συστημική σκέψη

1 2 3

Μικρή    Μεγάλη

Εικόνα 1. Η πρώτη σελίδα - συμπλήρωση προσωπικών στοιχείων - για την αξιολόγηση από τους ειδικούς

Η αξιολόγηση των έργων γινόταν από τις σελίδες 3 μέχρι 44 (Εικόνα 2). Σε κάθε μια από τις σελίδες αυτές παρουσιαζόταν ένα ξεχωριστό έργο. Για κάθε έργο οι ειδικοί καλούνταν να επιλέξουν την ορθή απάντηση (από τις τέσσερις εναλλακτικές) και να το αντιστοιχίσουν με μια πτυχή (ή περισσότερες εάν το έκριναν απαραίτητο). Στη συνέχεια, έπρεπε να αξιολογήσουν κάθε έργο ως προς τέσσερα κριτήρια: την αντιστοιχία του έργου με μόνο μία πτυχή, την ύπαρξη μίας και μόνο σωστής απάντησης, την ξεκάθαρη διάκριση των εναλλακτικών επιλογών μεταξύ τους και την καταλληλότητα της διατύπωσής του. Συγκεκριμένα, έπρεπε να επιλέξουν «ναι» ή «όχι» στις δηλώσεις «Το έργο αντιστοιχεί σε μόνο μια πτυχή» και «Το έργο έχει μόνο μια σωστή απάντηση» και να επιλέξουν μια από τις τέσσερις τιμές σε κλίμακα Likert (όπου 1= διαφωνώ απόλυτα, 2= διαφωνώ, 3=συμφωνώ, 4= συμφωνώ απόλυτα) στις δηλώσεις «Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές είναι ξεκάθαρα διακριτές μεταξύ τους» και «Η διατύπωση του έργου είναι η κατάλληλη».

Τέλος, για κάθε έργο, καλούνταν να γράψουν οποιαδήποτε σχόλια ή εισηγήσεις έκριναν ως σημαντικά.

Page 4 of 44

**2/42**

Σε μια μεγάλη χώρα στην Ασία υπάρχει εξαιρετικά πολύς πληθυσμός. Αυτό σημαίνει ότι μελλοντικά:

- Α. θα μειωθεί ο πληθυσμός γιατί μπορεί να πεθάνουν περισσότεροι από όσους γεννιούνται.
- Β. θα μειωθεί ο πληθυσμός, γιατί πολλοί θα μεταναστεύσουν σε άλλες χώρες.
- Γ. θα αυξηθεί κι άλλο ο πληθυσμός.
- Δ. ο πληθυσμός θα μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσο πεθαίνουν.

Αντιστοιχίστε το πιο πάνω έργο με μια πτυχή (ή περισσότερες αν το κρίνετε απαραίτητο) της συστημικής σκέψης.

- 1.1. Αναγνώριση των βασικών στοιχείων ενός συστήματος
- 1.2. Αναγνώριση χρονικών ορίων
- 1.3. Αναγνώριση συστημάτων σε σχέση με τα αναδυόμενα φαινόμενά τους (emergent phenomena)
- 2.1. Εντοπισμός των επιδράσεων της συμπεριφοράς των μερών του συστήματος στα υπόλοιπα μέρη του
- 2.2. Εντοπισμός της επίδρασης της συμπεριφοράς ολόκληρου του συστήματος πάνω στη συμπεριφορά των μερών του
- 2.3. Εισήγηση αλλαγών για να προκύψουν συγκεκριμένες συμπεριφορές (αναγνώριση απίας ή/και εισήγηση λύσεων)
- 3.1. Εντοπισμός σχέσης μεταξύ εισροών και εκροών ενέργειας σε ένα σύστημα
- 3.2. Εντοπισμός κυκλικών ροών ύλης σε ένα σύστημα
- 4.1. Εντοπισμός αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (reinforcing loops)
- 4.2. Εντοπισμός αμφίδρομων εξισορροπτικών αλληλεπιδράσεων (balancing loops)

Το έργο αντιστοιχεί σε μόνο ΜΙΑ πτυχή.

- Ναι
- Όχι

Το έργο έχει μόνο ΜΙΑ σωστή απάντηση.

- Ναι
- Όχι

Κάθε εναλλακτική επιλογή είναι ξεκάθαρα διακριτή από τις άλλες.

1 2 3 4

Διαφωνώ απόλυτα     Συμφωνώ απόλυτα

Η διατύπωση του έργου είναι η κατάλληλη.

1 2 3 4

Διαφωνώ απόλυτα     Συμφωνώ απόλυτα

**Σχόλια**  
Σας παρακαλώ, γράψτε οποιαδήποτε σχόλια κρίνετε σημαντικά για το συγκεκριμένο έργο.

Add Item

Εικόνα 1. Παράδειγμα σελίδων αξιολόγησης των έργων από τους ειδικούς στη Φάση 3α

### Ανάλυση (Κύκλος Β΄ Φάση 3α – ΚΒ.Φ3α.)

Τα δεδομένα που λήφθηκαν από τους ειδικούς καταγράφηκαν σε λογιστικό φύλλο στην Excel. Τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν σε ποσοτικά και ποιοτικά. Συγκεκριμένα, η αντιστοίχιση των έργων με τις πτυχές και η επιλογή της απάντησης αξιοποιήθηκαν ως ποσοτικά δεδομένα, ενώ τα σχόλια των ειδικών στο τέλος κάθε έργου έδωσαν ποιοτική πληροφόρηση. Με βάση την ατομική αξιολόγηση που έγινε από τους ειδικούς, έγιναν από την ερευνήτρια αλλαγές στις εξής περιπτώσεις: α) όταν δύο τουλάχιστον ειδικοί επέλεξαν λανθασμένη απάντηση, β) όταν τρεις τουλάχιστον ειδικοί επέλεξαν άλλη/άλλες πτυχές από την προτενόμενη και γ) όταν τα σχόλια των ειδικών στο τέλος του έργου

καταδείκνυαν την ανάγκη για αλλαγή ή αντικατάστασή του. Η σύνοψη της ανατροφοδότησης από τους ειδικούς φαίνεται στον Πίνακα 21.

Ο Πίνακας 21 δείχνει ότι για αρκετά έργα υπήρχε πρόβλημα στον εντοπισμό της κατάλληλης πτυχής, ενώ σε αρκετά έργα δεν ήταν ξεκάθαρη η ορθή απάντηση. Επίσης, φάνηκε ότι αρκετά έργα απαιτούσαν γνώσεις περιεχομένου, ενώ για ένα από αυτά (1.2.KB.Φ3α.9) οι ειδικοί σχολίασαν ότι μετρά «ερμηνεία γραφικής παράστασης». Για άλλα τρία έργα (2.1.KB.Φ3α.17, 2.2. KB.Φ3α.22, 2.2.KB.Φ3α.23) σχολιάστηκε ότι λόγω της χρήσης του ίδιου τροφικού πλέγματος, μπορεί να τίθενται θέματα λογικής αλληλεξάρτησης (logical dependence), άρα αναξιόπιστων μετρήσεων.

### **Διαχείριση έργων και πτυχών (KB.Φ3α.)**

Αφού έγιναν οι πρώτες αλλαγές στα έργα από την ερευνήτρια, συγκροτήθηκε η ομάδα εμπειρογνομόνων (expert panel) για αξιολόγηση της ανατροφοδότησης των ειδικών και των αρχικών αλλαγών. Η ομάδα εμπειρογνομόνων αποτελούνταν από την ερευνήτρια και δύο ανεξάρτητους ειδικούς: ο ένας προέρχεται από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και ο άλλος από το χώρο της Εκπαιδευτικής Ψυχολογίας με ειδίκευση στην Ψυχομετρία. Στόχος της συγκρότησης της ομάδας ήταν η κατάληξη σε συμφωνία σε σχέση με τις πτυχές της συστημικής σκέψης (όσον αφορά στη διατύπωση), αλλά και σε σχέση με την τελική μορφή των έργων. Συγκεκριμένα, αφού κοινοποιήθηκαν τα προβλήματα ή οι αδυναμίες των πτυχών της συστημικής σκέψης και του δοκιμίου, παρουσιάστηκαν οι πιθανές βελτιωτικές τροποποιήσεις και έγιναν περαιτέρω εισηγήσεις για βελτίωση του καταλόγου των πτυχών της συστημικής σκέψης, αλλά και των έργων του δοκιμίου. Η εργασία της ομάδας έγινε σε τέσσερις τετράωρες συναντήσεις.

Ο Πίνακας 22 παρουσιάζει συνοπτικά τις αλλαγές στη διατύπωση των πτυχών, αλλά και τις αλλαγές στα έργα που προέκυψαν από την ανατροφοδότηση των ειδικών και την ομάδα εμπειρογνομόνων. Συνολικά, στη Φάση 3α, δεκατρία (13) έργα αντικαταστάθηκαν από καινούρια, σε πέντε (5) έργα έγιναν αλλαγές ως προς τη διατύπωση του στελέχους ή των επιλογών, ενώ έντεκα (11) έργα άλλαξαν ως προς το περιεχόμενο του στελέχους ή των επιλογών τους.

Πίνακας 21. Ανατροφοδότηση από ειδικούς για τα έργα του ΔοΣΣ (Β΄ Κύκλος - Φάση 3α)

Κωδικός έργων	Αριθμητικά αποτελέσματα		Σχόλια ειδικών				
	>2/10 άλλη πτυχή	>1/10 άλλη απάντηση	Δεν υπάρχει ΜΙΑ ορθή απάντηση	Μη διάκριση επιλογών	Ασάφεια στελέχους	Απαιτεί γνώσεις περιεχομένου	Ίδιο διάγραμμα σε πολλά έργα (logical dependence)
1.1.KB.Φ3α.1							
1.1.KB.Φ3α.2							
1.1.KB.Φ3α.3				•			
1.1.KB.Φ3α.4							
1.1.KB.Φ3α.5					•		
1.2.KB.Φ3α.6			•				
1.2.KB.Φ3α.7			•				
1.2.KB.Φ3α.8							
1.2.KB.Φ3α.9						•	
1.3.KB.Φ3α.10	•						
1.3.KB.Φ3α.11							
1.3.KB.Φ3α.12							
1.3.KB.Φ3α.13							
2.1.KB.Φ3α.14					•		
2.1.KB.Φ3α.15			•				
2.1.KB.Φ3α.16			•				
2.1.KB.Φ3α.17							•
2.2.KB.Φ3α.18	•						
2.2.KB.Φ3α.19	•		•				
2.2.KB.Φ3α.20	•						
2.2.KB.Φ3α.21							
2.2.KB.Φ3α.22	•						•
2.2.KB.Φ3α.23	•						•
2.3.KB.Φ3α.24	•	•					
2.3.KB.Φ3α.25	•	•	•				
3.1.KB.Φ3α.26							
3.1.KB.Φ3α.27	•						
3.1.KB.Φ3α.28	•	•				•	
3.1.KB.Φ3α.29							
3.1.KB.Φ3α.30	•	•	•			•	
3.2.KB.Φ3α.31	•					•	
3.2.KB.Φ3α.32							
3.2.KB.Φ3α.33	•	•				•	
3.2.KB.Φ3α.34							
4.1.KB.Φ3α.35	•	•			•		
4.1.KB.Φ3α.36	•	•	•			•	
4.1.KB.Φ3α.37	•	•			•		
4.1.KB.Φ3α.38	•						
4.2.KB.Φ3α.39	•		•			•	
4.2.KB.Φ3α.40	•					•	
4.2.KB.Φ3α.41	•	•	•				
4.2.KB.Φ3α.42	•	•					

Εξαιρείται από το δοκίμιο

Τροποποιείται

Παραμένει ως έχει

Μελετώντας την ανατροφοδότηση από τους ειδικούς, φάνηκε ότι υπήρχε η τάση να συσχετίζονται τα έργα της πτυχής «2.3. Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)» που περιείχαν εντοπισμό αιτίας με την πτυχή «2.1. Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος». Γι' αυτό, τόσο η διατύπωση της πρώτης πτυχής όσο και το περιεχόμενο των έργων περιορίστηκε στην εισήγηση λύσεων, χωρίς τη συμπερίληψη του εντοπισμού αιτίας («2.3. Εντοπισμός τρόπων αναίρεσης αλλαγών ή λύσεων σε προβλήματα μέσα από την αναγνώριση αλληλεπιδράσεων»), εφόσον ο εντοπισμός αιτίας στα έργα δεν ήταν προφανής στους ειδικούς, σε αντίθεση με την εισήγηση λύσεων που φαινόταν πιο ξεκάθαρη. Τα καινούρια έργα που χρειάστηκε να κατασκευαστούν για τη συγκεκριμένη πτυχή παρουσίαζαν ένα πρόβλημα προς επίλυση. Τέτοιο παράδειγμα αποτελεί το έργο 2.3.ΚΒ.Φ3β.22 που αναπτύχθηκε μετά τη φάση 3α και παρουσιάζεται στη συνέχεια:

***Τελευταία παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου να μετακομίζουν στις πόλεις, με αποτέλεσμα τα χωριά να ερημώνονται. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;***

*A. Να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας στα χωριά της υπαίθρου.*

*B. Να γίνουν πιο όμορφα τα χωριά της υπαίθρου.*

*Γ. Να δίνονται χρήματα από το κράτος για να φτιάχνονται τα παλιά σπίτια των χωριών της υπαίθρου.*

*Δ. Να δοθούν άδειες για περισσότερα εστιατόρια και καφετέριες στα χωριά της υπαίθρου.*

(2.3.ΚΒ.Φ3β.22)

Αντίστοιχα, στις περιπτώσεις σεναρίων με καταστάσεις επίλυσης προβλήματος της πτυχής «3.1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα», οι ειδικοί φάνηκε να αναγνωρίζουν τα έργα της πτυχής ως έργα της «2.3. Εντοπισμός τρόπων αναίρεσης αλλαγών ή λύσεων σε προβλήματα μέσα από την αναγνώριση αλληλεπιδράσεων». Γι' αυτό άλλαξαν τα έργα της πρώτης, ώστε να μην παρουσιάζουν σεναρία με καταστάσεις προβλήματος, στα οποία απαιτείται η εισήγηση λύσεων. Για παράδειγμα το έργο 3.1.ΚΒ.Φ3α.26, τροποποιήθηκε ώστε να μην παρουσιάζει κατάσταση λύσης προβλήματος, αλλά διαπίστωση μιας κατάστασης και εντοπισμό αιτίας.

Προς τους ειδικούς – Φάση 3α (3.1.ΚΒ.Φ3α.26)	Αλλαγές από ομάδα εμπειρογνομόνων (3.1.ΚΒ.Φ3β.26)
<p><i>Σε ένα δάσος κόβονται πολλά δέντρα για διάφορες χρήσεις. Κάποιες φορές οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια δέντρα. Τι πρέπει να γίνει, για να μην τελειώσουν κάποτε όλα τα δέντρα;</i></p> <p><i>A. Είναι απίθανο να τελειώσουν ποτέ τα δέντρα, αφού οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια.</i></p> <p><i>B. Πρέπει οι δασονόμοι να φυτεύουν πιο συχνά δέντρα.</i></p> <p><i>Γ. Πρέπει να μειωθούν τα δέντρα που κόβονται.</i></p> <p><i>Δ. Πρέπει να κόβονται λιγότερα δέντρα από αυτά που φυτεύονται.</i></p>	<p><i>Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι</i></p> <p><i>A. δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.</i></p> <p><i>B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.</i></p> <p><i>Γ. οι ξυλοκόποι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.</i></p> <p><i>Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.</i></p>

Επίσης, η πτυχή «1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος» μετονομάστηκε σε «1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων και των χωρικών ορίων ενός συστήματος». Στις δύο πτυχές των κυκλικών αναδράσεων (πτυχές 4.1. και 4.2.) τονίστηκε στη διατύπωσή τους ότι η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και αντίστοιχα στις ενισχυτικές ή εξισορροπητικές αλληλεπιδράσεις (βλέπε Πίνακα 22).

Πίνακας 22. Αλλαγές στο λειτουργικό ορισμό της Συσημικής Σκέψης (ΣΣ) και στα έργα του ΔοΣΣ μετά τη χορήγηση του δοκιμίου στους ειδικούς (Φάση 3α)

	Πτυχές ΣΣ όπως δόθηκαν στους ειδικούς (Φάση 3α)	Πτυχές ΣΣ μετά τη Φάση 3α	Αναδιατύπωση της πτυχής	Αλλαγή στη διατύπωση του στελέχους ή/και των επιλογών	Αλλαγή στο περιεχόμενο του στελέχους ή/και των επιλογών	Αντικατάσταση των έργων
1. Προσδιορισμός συστήματος	1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος	1. 1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων και των χωρικών ορίων ενός συστήματος.	Συμπερίληψη χωρικών ορίων	1.1.ΚΒ.Φ3α.3	1.1.ΚΒ.Φ3α.5	
	2. Εντοπισμός των χρονικών ορίων ενός συστήματος	1.2. Αναγνώριση της σημασίας των χρονικών ορίων σε ένα σύστημα.				1.2.ΚΒ.Φ3α.6 1.2.ΚΒ.Φ3α.7 1.2.ΚΒ.Φ3α.9
	3.Ορισμός των συστημάτων με βάση τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή το γεγονός ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.	1. 3. Διασύνδεση των συστημάτων με τα αντίστοιχα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.		1.3.ΚΒ.Φ3α.10		
2. Αλληλεπιδράσεις	1. Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος	2.1. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος.		2.1.ΚΒ.Φ3α.14 2.1.ΚΒ.Φ3α.16	2.1.ΚΒ.Φ3α.15	2.1.ΚΒ.Φ3α.17
	2. Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	2.2. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	Διασαφήνιση του είδους της επίδρασης		2.2.ΚΒ.Φ3α.18 2.2.ΚΒ.Φ3α.20	2.2.ΚΒ.Φ3α.19
	3. Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)	2.3. Εντοπισμός τρόπων αναίρεσης αλλαγών ή λύσεων σε προβλήματα μέσα από την αναγνώριση αλληλεπιδράσεων	Περιορισμός στη λύση προβλήματος	2.3.ΚΒ.Φ3α.24		2.3.ΚΒ.Φ3α.22 2.3.ΚΒ.Φ3α.23



						2.3. KB.Φ3α.25
	<b>Πτυχές ΣΣ όπως δόθηκαν στους ειδικούς (Φάση 3α)</b>	<b>Πτυχές ΣΣ μετά τη Φάση 3α</b>	Αναδιατύπωση της πτυχής	Αλλαγή στη διατύπωση του στελέχους ή/και των επιλογών	Αλλαγή στο περιεχόμενο του στελέχους ή/και των επιλογών	Αντικατάσταση των έργων
<b>3. Ροές</b>	1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.	3.1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.			3.1. KB.Φ3α.26 3.1. KB.Φ3α.27 (φεύγουν οι περιπτώσεις προβλήματος)	3.1. KB.Φ3α.28
	2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.	3.2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.			3.2. KB.Φ3α.31	3.2. KB.Φ3α.33
<b>4. Ανάδραση</b>	1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)	4.1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα ενισχυτικά αποτελέσματα). (Αύξηση A → αύξηση B, αύξηση B → αύξηση A)	Έμφαση στην ανάδραση		4.1. KB.Φ3α.35	4.1. KB.Φ3α.36 4.1. KB.Φ3α.37 4.1. KB.Φ3α.38
	2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> μείωση A) (εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)	4.2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων, ώστε να επέλθει η ισορροπία σε ένα σύστημα (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα εξισορροπητικά αποτελέσματα). (Αύξηση A → αύξηση B, αύξηση B → μείωση A)	Έμφαση στην ανάδραση		4.2. KB.Φ3α.39 4.2. KB.Φ3α.40 4.2. KB.Φ3α.41	

### Φάση 3β

Οι αναδιατυπωμένες πτυχές (όπως διατυπώνονται στον Πίνακα 22) και τα αναθεωρημένα έργα (Στήλες AI-AJ , Παράρτημα 1) δόθηκαν σε μία από τους ειδικούς (κάτοχο διδακτορικού τίτλου στη Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες) για να τα επαναξιολογήσει ηλεκτρονικά όπως και στη Φάση 3α, αλλά με πιο απλουστευμένα κριτήρια αξιολόγησης. Συγκεκριμένα, η ειδικός έπρεπε να απαντήσει κάθε έργο, να το αντιστοιχίσει με μια από τις δέκα προτεινόμενες πτυχές και να σημειώσει στο κάτω μέρος κάθε σελίδας/έργου οποιαδήποτε σχόλια είχε για το έργο (Εικόνα 3). Στη συνέχεια, η επαναξιολόγηση μελετήθηκε εκ νέου από την ίδια ομάδα εμπειρογνομόνων και έγιναν οι απαραίτητες βελτιωτικές τροποποιήσεις στα έργα.

2/41

Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;

Α. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειωθούν οι γεννήσεις.

Β. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα επόμενα χρόνια θα πεθάνουν περισσότεροι.

Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.

Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσο πεθαίνουν.

Αντιστοιχίστε το πιο πάνω έργο με μια πτυχή (ή περισσότερες αν το κρίνετε απαραίτητα) της συστημικής σκέψης.

1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων και των χωρικών ορίων ενός συστήματος.

1.2. Αναγνώριση της σημασίας των χρονικών ορίων σε ένα σύστημα.

1.3. Διασύνδεση των συστημάτων με τα αντίστοιχα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena)

2.1. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά άλλων στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος.

2.2. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του

2.3. Εντοπισμός τρόπων ανάλυσης αλλαγών ή λύσεων σε προβλήματα μέσα από την αναγνώριση αλληλεπιδράσεων

3.1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.

3.2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.

4.1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενεργειακών αλληλεπιδράσεων

4.2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξορροητικών αλληλεπιδράσεων

Σχόλια  
Σας παρακαλώ, γράψτε οποιαδήποτε σχόλια κρίνετε σημαντικά για το συγκεκριμένο έργο.

Εικόνα 3. Παράδειγμα έργου για αξιολόγηση στη Φάση 3β

Η ειδικός συσχέτισε τα έργα 1.2.ΚΒ.Φ3β.7 και 1.2.ΚΒ.Φ3β.8 με την πτυχή «2.2. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του», αντί με την πτυχή «1.2. Αναγνώριση της σημασίας των χρονικών ορίων σε ένα σύστημα.». Γι' αυτό η διατύπωση των συγκεκριμένων έργων αναθεωρήθηκε, ώστε να απλοποιηθούν και να είναι πιο ξεκάθαρα τα χρονικά όρια που πρέπει να σκεφτούν οι

ειδικοί, αλλά και οι μαθητές. Επίσης, στο έργο 1.3.ΚΒ.Φ3β.10 αναδιατυπώθηκε το στέλεχος και προστέθηκε η εικόνα του ταχύμετρου που αναφέρεται στο έργο, ώστε να είναι πιο κατανοητό το έργο από τους μαθητές και για να είναι πιο ξεκάθαρη η ορθή απάντηση. Τα έργα 4.2.ΚΒ.Φ3β.38 και 4.2.ΚΒ.Φ3β.39 άλλαξαν ως προς το περιεχόμενο των επιλογών τους για να είναι πιο ξεκάρα η ορθή απάντηση. Επιπρόσθετα, ένα καινούριο έργο (2.3.ΚΒ.Φ3β.23) αφαιρέθηκε από το δοκίμιο, αφού η ειδικός το συσχέτισε με άλλη πτυχή και η ομάδα εμπειρογνομόνων διαπίστωσε το μεγάλο βαθμό πολυπλοκότητάς του, και αντικαταστάθηκε από ένα καινούριο (2.3.ΚΒ.Φ4.23).

Το δοκίμιο με τα αναθεωρημένα έργα δόθηκε στη συνέχεια σε εκπαιδευτικούς για να αξιολογηθεί η εγκυρότητα όψεώς του.

#### *Φάση 4: Έλεγχος εγκυρότητας όψεως από εκπαιδευτικούς*

Αφού έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις, τα βελτιωμένα έργα (Στήλες AL-AM , Παράρτημα 1) σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 17) δόθηκε σε δύο εκπαιδευτικούς της δημοτικής και έναν εκπαιδευτικό της μέσης εκπαίδευσης, για να αξιολογήσουν την εγκυρότητα όψεώς του. Οι εκπαιδευτικοί κλήθηκαν να απαντήσουν στις ερωτήσεις του δοκιμίου και να σχολιάσουν την παρουσίασή του και την καταλληλότητά του για τα παιδιά της συγκεκριμένης ηλικίας. Τα σχόλιά τους ήταν περιγραφικά και αφορούσαν τις οδηγίες και τα ίδια έργα, ως προς το βαθμό δυσκολίας του περιεχομένου και της γλωσσικής διατύπωσής τους. Η ανατροφοδότηση οδήγησε σε βελτιωτικές τροποποιήσεις του δοκιμίου.

Σύμφωνα με τους εκπαιδευτικούς, η γενική παρουσίαση του δοκιμίου ήταν η κατάλληλη για τους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας, με εισήγηση να μεγαλώσει το μέγεθος της γραμματοσειράς. Τα εξειδικευμένα σχόλιά τους για τα έργα οδήγησαν στη βελτίωση της διατύπωσης (είτε του στελέχους είτε των εναλλακτικών επιλογών) για επτά (7) από τα 41 έργα (1.2.ΚΒ.Φ4.6, 2.2.ΚΑ.Φ4.20, 3.2.ΚΒ.Φ4.32, 4.1.ΚΒ.Φ4.35, 4.1.ΚΒ.Φ4.37, 4.2.ΚΒ.Φ4.38, 4.2.ΚΒ.Φ4.39), ενώ δύο έργα (1.1.ΚΒ.Φ4.4, 3.1.ΚΒ.Φ4.29) τροποποιήθηκαν ως προς το περιεχόμενό τους.

Ένα παράδειγμα έργου που τροποποιήθηκε ως προς τη διατύπωση παρουσιάζεται πιο κάτω, αρχικά, όπως αυτό δόθηκε στους εκπαιδευτικούς και δίπλα, όπως διαμορφώθηκε μετά από τις εισηγήσεις τους. Οι δύο από τους ειδικούς εισηγήθηκαν την αντικατάσταση της φράσης «*Η λειτουργία του εργοστασίου λιγότερες ώρες*», δίνοντας εναλλακτικές

φράσεις που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν: «Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα δουλεύει λιγότερες ώρες» ή «Η μειωμένη αυτή λειτουργία».

Προς τους εκπαιδευτικούς (2.2.ΚΑ.Φ4.20)	Πιλοτική χορήγηση (2.2.ΚΑ.Φ5.20)
<p>Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.  <b>Η λειτουργία του εργοστασίου λιγότερες ώρες</b>                      Α. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.                      Β. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.                      Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.                      Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.</p>	<p>Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.  <b>Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί λιγότερες ώρες</b>                      Α. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.                      Β. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.                      Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.                      Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.</p>

Ένα έργο που τροποποιήθηκε ως προς το περιεχόμενό του, μετά από εισήγηση δύο εκπαιδευτικών, για να είναι πιο λογικαφανές το σενάριο, είναι το εξής:

Προς τους εκπαιδευτικούς (1.1.ΚΑ.Φ4.4)	Πιλοτική χορήγηση (1.1.ΚΒ.Φ5.4)
<p>Ένας οδηγός λεωφορείου (που είναι ξένος και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους) θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;                      Α. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.                      Β. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.                      Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.                      Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.</p>	<p>Ένας τουρίστας έφτασε στο αεροδρόμιο της Λάρνακας και εκεί ενοικίασε αυτοκίνητο, αν και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους. Θα συναντήσει ένα φίλο του σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζεις ότι θα ήταν χρήσιμος στον τουρίστα;                      Α. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.                      Β. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.                      Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.                      Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.</p>

Φάση 5: Χορήγηση του ΔοΣΣ σε μικρό αριθμό μαθητών (pilot) - Έλεγχος εγκυρότητας κριτηρίου

Στη συνέχεια, τα 41 αναθεωρημένα έργα (Στήλες ΑΟ-ΑΡ , Παράρτημα 1) χορηγήθηκαν σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 18\_για τους μαθητές γυμνασίου και Παράρτημα 19\_για

τους μαθητές του δημοτικού) σε 114 συνολικά μαθητές, ηλικίας 10-14 χρόνων. Συγκεκριμένα χορηγήθηκε σε 30 μαθητές Β΄ γυμνασίου, 37 μαθητές Α΄ γυμνασίου, 34 μαθητές Στ΄ δημοτικού και 13 μαθητές Ε΄ δημοτικού που φοιτούσαν σε δημόσια σχολεία της Κύπρου. Από το σύνολο των 114 μαθητών, 5 μαθητές αφαιρέθηκαν από το δείγμα, εφόσον υπήρχαν ενδείξεις ότι συμπλήρωσαν το δοκίμιο τυχαία. Κατά συνέπεια, οι αναλύσεις που ακολούθησαν στηρίχθηκαν σε 109 μαθητές.

Τα δεδομένα της πιλοτικής χορήγησης του δεύτερου κύκλου χρησιμοποιήθηκαν με δύο τρόπους: α) για την ανάλυση των έργων με βάση τις αρχές της Classical Test Theory (CTT) και για την αξιολόγηση της εγκυρότητας κριτηρίου του δοκιμίου.

#### *Αξιολόγηση ποιότητας έργων με δείκτες CTT*

Συγκεκριμένα υπολογίστηκαν η αξιοπιστία και ο δείκτης δυσκολίας του δοκιμίου στο σύνολό του, ο δείκτης δυσκολίας και ο δείκτης διάκρισης των έργων και η συχνότητα των απαντήσεων.

Ο βαθμός δυσκολίας ολόκληρου του δοκιμίου υπολογίστηκε λαμβάνοντας υπόψη τον μέσο όρο της επίδοσης των 109 παιδιών (mean=48.89%) με χαμηλότερη επίδοση 9.76% και υψηλότερη 87,80%. Η αξιοπιστία του δοκιμίου υπολογίστηκε με το δείκτη Cronbach  $\alpha$  ( $\alpha=0.81$ , για 88 υποκείμενα-listwise) που θεωρείται ικανοποιητική τιμή για την εσωτερική συνέπεια των έργων ενός δοκιμίου.

Ο δείκτης δυσκολίας και ο δείκτης διάκρισης των 41 έργων φαίνεται στο Διάγραμμα 12. Η μικρότερη τιμή του δείκτη δυσκολίας ήταν 0.16 και η μεγαλύτερη 0.83, που είναι σχετικά αποδεκτές τιμές. Πέρα από ένα έργο που παρουσίασε μηδενικό δείκτη διάκρισης, η μικρότερη τιμή του δείκτη διάκρισης ήταν 0.16 και η μεγαλύτερη 0.61. Παράλληλα υπολογίστηκε η συχνότητα των εναλλακτικών απαντήσεων για κάθε έργο (Διάγραμμα 13), με κάποια έργα να έχουν απαντήσεις με χαμηλή συχνότητα.

Ο Πίνακας 23 παρουσιάζει συνοπτικά τα αποτελέσματα της ανάλυσης της Φάσης 5 του δεύτερου κύκλου, καθώς και την αντιμετώπιση που είχε το έργο μετά από την ανάλυση. Όπου ήταν δυνατό να γίνουν βελτιωτικές τροποποιήσεις σε ένα έργο με προβληματικές τιμές, το έργο τροποποιούνταν. Σε αυτή τη φάση, κανένα έργο δεν αφαιρέθηκε από το δοκίμιο. Έγιναν οι απαραίτητες βελτιωτικές τροποποιήσεις σε επτά (7) έργα. Συγκεκριμένα, άλλαξαν ως προς το περιεχόμενο των επιλογών τέσσερα (4) έργα (1.1.KB.Φ5.1, 3.1.KB.Φ5.27, 1.3.KB.Φ5.11, 4.1.KB.Φ5.34), ως προς το περιεχόμενο των επιλογών και τη διατύπωση του στελέχους ένα έργο (1.2.KB.Φ5.7), ως προς το

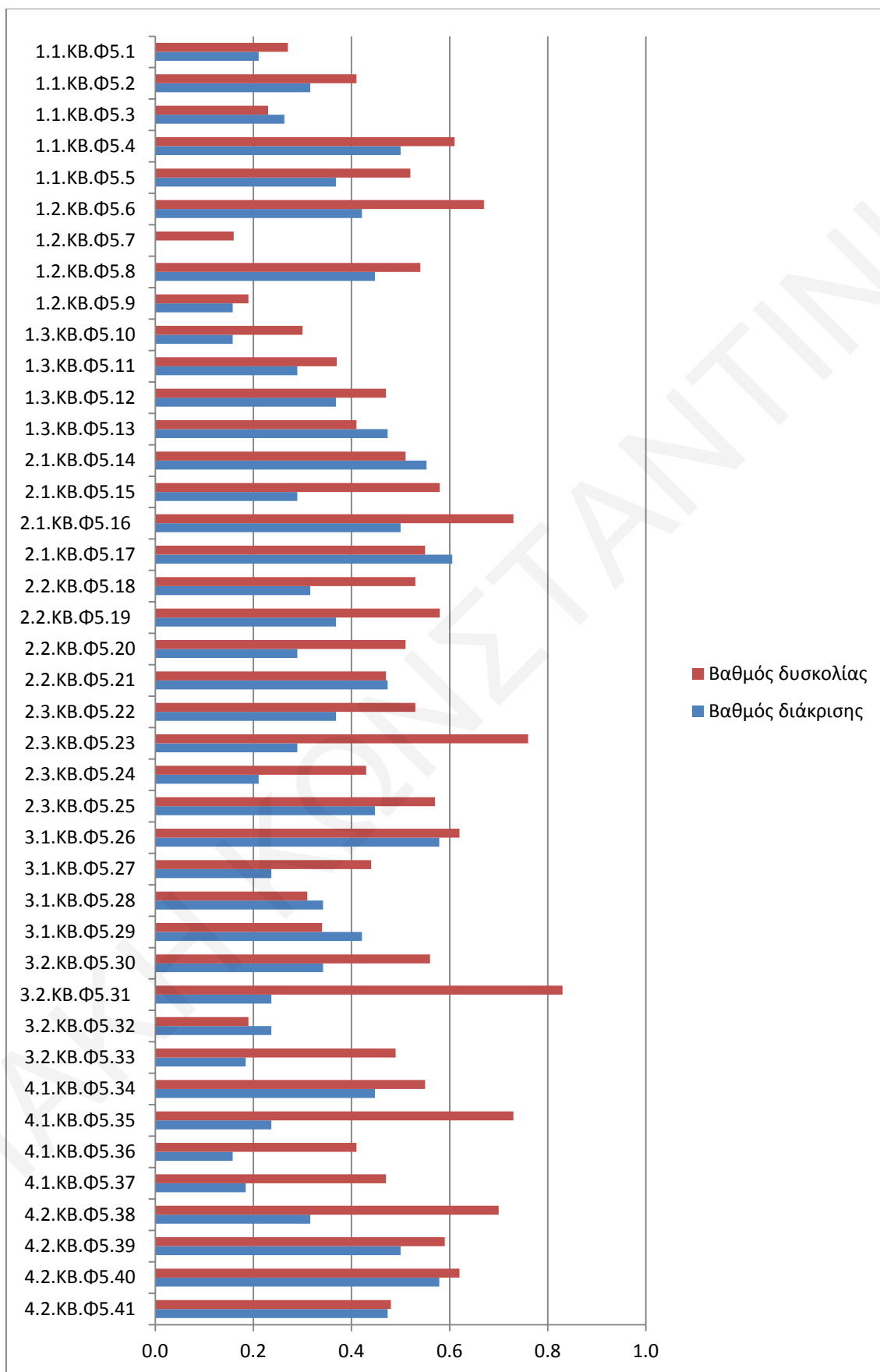
περιεχόμενο των επιλογών του (2.1.KB.Φ5.16) και προσθήκη εικόνας σε ένα έργο (4.2.KB.Φ5.38).

Το έργο με τον μηδενικό βαθμό διάκρισης (1.2.KB.Φ5.7) δεν αφαιρέθηκε από το δοκίμιο, αλλά τροποποιήθηκε ως προς το περιεχόμενο, κάνοντάς το πιο απλό:

<b>Πιλοτική χορήγηση (1.2.KB.Φ5.7)</b>	<b>Τελική χορήγηση (1.2.KB.Φ6.7)</b>
<p><i>Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής ΔΕΝ είναι απαραίτητο να αντέχουν:</i></p> <p><i>A. αρκετά χρόνια χωρίς νερό.</i>  <i>B. αρκετούς μήνες χωρίς νερό.</i>  <i>Γ. αρκετές μέρες σε ορμητικά νερά.</i>  <i>Δ. αρκετούς μήνες σε ορμητικά νερά.</i></p>	<p><i>Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής είναι απαραίτητο να αντέχουν χωρίς νερό ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ...</i></p> <p><i>A. αρκετά χρόνια.</i>  <i>B. αρκετούς μήνες.</i>  <i>Γ. αρκετές μέρες.</i>  <i>Δ. αρκετές ώρες.</i></p>

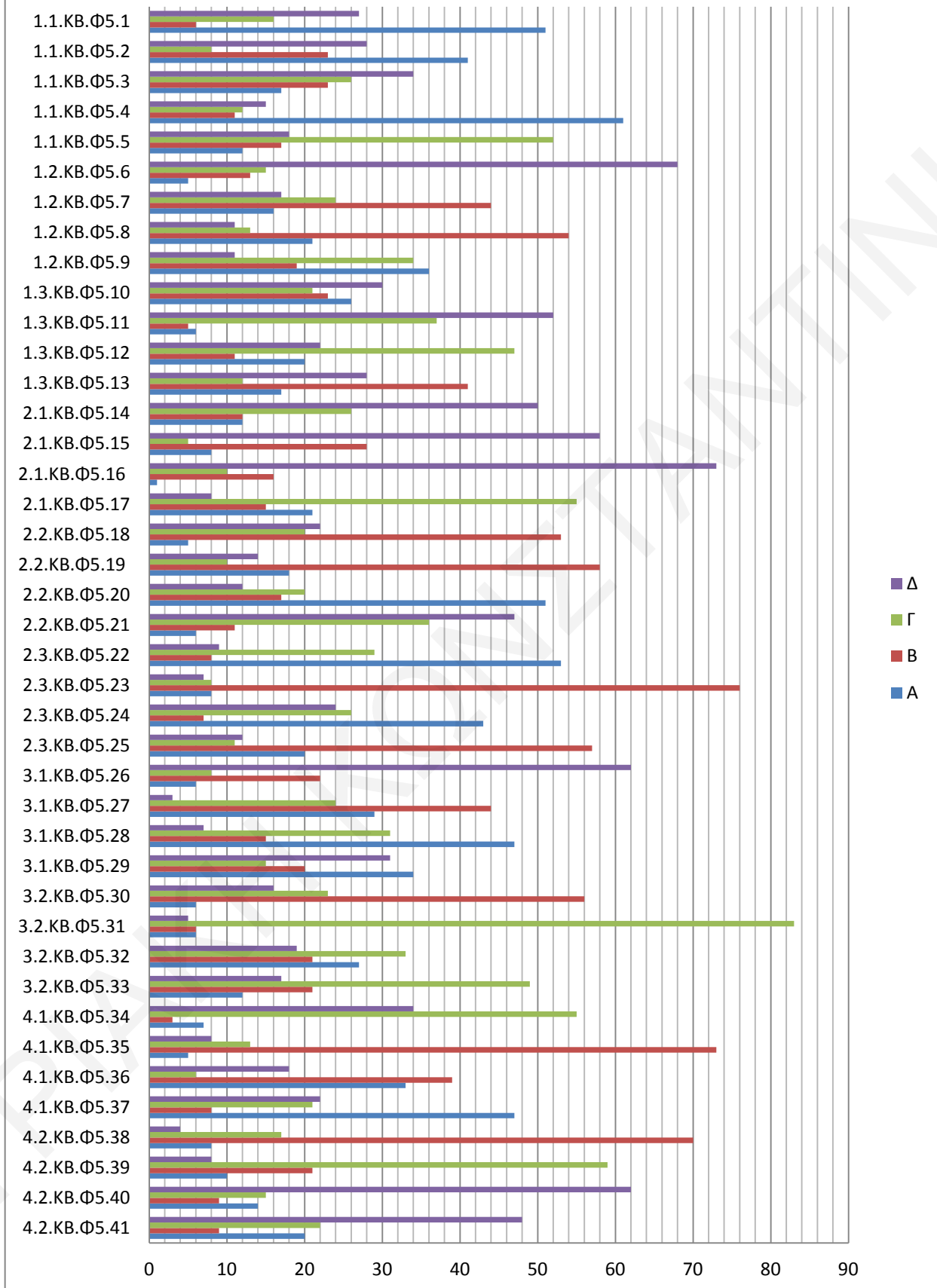
Ένα έργο που τροποποιήθηκε ως προς το περιεχόμενο των επιλογών του είναι το 2.1.KB.Φ5.16 που τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η επιλογή Α επιλέχθηκε από πολύ μικρό ποσοστό του δείγματος (1%). Γι' αυτό η συγκεκριμένη επιλογή αφαιρέθηκε και αντικαταστάθηκε από άλλη.

<b>Πιλοτική χορήγηση (2.1.KB.Φ5.16)</b>	<b>Τελική χορήγηση (2.1.KB.Φ5.16)</b>
<p><i>Τρία αβγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αβγά;</i></p> <p><i>A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν τα αβγά.</i>  <i>B. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αβγά.</i>  <i>Γ. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αβγά.</i>  <i>Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αβγά.</i></p>	<p><i>Τρία αβγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αβγά;</i></p> <p><i>A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αβγά.</i>  <i>B. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αβγά.</i>  <i>Γ. Η εστία ζεσταίνει ταυτόχρονα την κατσαρόλα, το νερό και τα αβγά.</i>  <i>Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αβγά.</i></p>



Διάγραμμα 12. Δείκτες δυσκολίας και διάκρισης για τα έργα (Β' κύκλος - Φάση 5)

## Συχνότητα απαντήσεων



Διάγραμμα 13. Συχνότητα απαντήσεων στα έργα (B' Κύκλος - Φάση 5)



Πίνακας 23. Αποτελέσματα ανάλυσης των έργων με δείκτες CTT (Β' Κύκλος - Φάση 5)

Κωδικός έργου	Βαθμός διάκρισης	Βαθμός δυσκολίας	Συχνότητα απαντήσεων				Διαχείριση έργων		
			A	B	Γ	Δ	Διατύπωση στελεχών	Περιεχόμενο επιλογών	Προσθήκη εικόνας
1.1.ΚΒ.Φ5.1	0.21	0.27	0.51	0.06	0.16	0.27		√	
1.1.ΚΒ.Φ5.2	0.32	0.41	0.41	0.23	0.08	0.28			
1.1.ΚΒ.Φ5.3	0.26	0.23	0.17	0.23	0.26	0.34			
1.1.ΚΒ.Φ5.4	0.50	0.61	0.61	0.11	0.12	0.15			
1.1.ΚΒ.Φ5.5	0.37	0.52	0.12	0.17	0.52	0.18			
1.2.ΚΒ.Φ5.6	0.42	0.67	0.05	0.13	0.15	0.68			
1.2.ΚΒ.Φ5.7	0.00	0.16	0.16	0.44	0.24	0.17	√	√	
1.2.ΚΒ.Φ5.8	0.45	0.54	0.21	0.54	0.13	0.11			
1.2.ΚΒ.Φ5.9	0.16	0.19	0.36	0.19	0.34	0.11			
1.3.ΚΒ.Φ5.10	0.16	0.30	0.26	0.23	0.21	0.30			
1.3.ΚΒ.Φ5.11	0.29	0.37	0.06	0.05	0.37	0.52		√	
1.3.ΚΒ.Φ5.12	0.37	0.47	0.20	0.11	0.47	0.22			
1.3.ΚΒ.Φ5.13	0.47	0.41	0.17	0.41	0.12	0.28			
2.1.ΚΒ.Φ5.14	0.55	0.51	0.12	0.12	0.26	0.50			
2.1.ΚΒ.Φ5.15	0.29	0.58	0.08	0.28	0.05	0.58			
2.1.ΚΒ.Φ5.16	0.50	0.73	0.01	0.16	0.10	0.73		√	
2.1.ΚΒ.Φ5.17	0.61	0.55	0.21	0.15	0.55	0.08			
2.2.ΚΒ.Φ5.18	0.32	0.53	0.05	0.53	0.20	0.22			
2.2.ΚΒ.Φ5.19	0.37	0.58	0.18	0.58	0.10	0.14			
2.2.ΚΒ.Φ5.20	0.29	0.51	0.51	0.17	0.20	0.12			
2.2.ΚΒ.Φ5.21	0.47	0.47	0.06	0.11	0.36	0.47			
2.3.ΚΒ.Φ5.22	0.37	0.53	0.53	0.08	0.29	0.09			
2.3.ΚΒ.Φ5.23	0.29	0.76	0.08	0.76	0.08	0.07			
2.3.ΚΒ.Φ5.24	0.21	0.43	0.43	0.07	0.26	0.24			
2.3.ΚΒ.Φ5.25	0.45	0.57	0.20	0.57	0.11	0.12			
3.1.ΚΒ.Φ5.26	0.58	0.62	0.06	0.22	0.08	0.62			
3.1.ΚΒ.Φ5.27	0.24	0.44	0.29	0.44	0.24	0.03		√	
3.1.ΚΒ.Φ5.28	0.34	0.31	0.47	0.15	0.31	0.07			
3.1.ΚΒ.Φ5.29	0.42	0.34	0.34	0.20	0.15	0.31			
3.2.ΚΒ.Φ5.30	0.34	0.56	0.06	0.56	0.23	0.16			
3.2.ΚΒ.Φ5.31	0.24	0.83	0.06	0.06	0.83	0.05			
3.2.ΚΒ.Φ5.32	0.24	0.19	0.27	0.21	0.33	0.19			
3.2.ΚΒ.Φ5.33	0.18	0.49	0.12	0.21	0.49	0.17			
4.1.ΚΒ.Φ5.34	0.45	0.55	0.07	0.03	0.55	0.34		√	
4.1.ΚΒ.Φ5.35	0.24	0.73	0.05	0.73	0.13	0.08			
4.1.ΚΒ.Φ5.36	0.16	0.41	0.33	0.39	0.06	0.18			
4.1.ΚΒ.Φ5.37	0.18	0.47	0.47	0.08	0.21	0.22			
4.2.ΚΒ.Φ5.38	0.32	0.70	0.08	0.70	0.17	0.04			√
4.2.ΚΒ.Φ5.39	0.50	0.59	0.10	0.21	0.59	0.08			
4.2.ΚΒ.Φ5.40	0.58	0.62	0.14	0.09	0.15	0.62			
4.2.ΚΒ.Φ5.41	0.47	0.48	0.20	0.09	0.22	0.48			

Προβληματική τιμή
  Τροποποιείται
  Παραμένει ως έχει

*Εγκυρότητα κριτηρίου του ΔοΣΣ (Κύκλος Β΄ Φάση 5- ΚΒ.Φ5.)*

Στο στάδιο αυτό υπολογίστηκε επίσης η εγκυρότητα κριτηρίου του δοκιμίου, συσχετίζοντας την επίδοση κάθε μαθητή στο δοκίμιο με την επίδοσή του στα σχολικά μαθήματα των Μαθηματικών και των Φυσιογνωστικών/Βιολογίας-Φυσικής εξετάστηκε και η εγκυρότητα κριτηρίου του δοκιμίου. Υψηλός βαθμός συσχέτισης ανάμεσα στα αποτελέσματα του ΔοΣΣ και την επίδοση των ίδιων μαθητών στα μαθήματα των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών, καταδεικνύει ταυτόχρονη εγκυρότητα κριτηρίου για το ΔοΣΣ. Κατά την επίλυση του δοκιμίου από τους μαθητές σε αυτή τη φάση, ζητήθηκε από τους μαθητές του γυμνασίου να σημειώσουν σε ειδικό χώρο στο δοκίμιο τους βαθμούς που πήραν το προηγούμενο τετράμηνο στα Μαθηματικά και τα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική. Σημειώνεται ότι Φυσική διδάσκεται και στην Α΄ και στη Β΄ τάξη του γυμνασίου, ενώ στην Α΄ τάξη διδάσκονται Φυσιογνωστικά και στη Β΄ τάξη Βιολογία. Σε κάθε περίπτωση, η βαθμολογία του τετραμήνου είναι ενιαία και αφορά τόσο τα Φυσιογνωστικά/Βιολογία όσο και τη Φυσική. Οι καθηγητές που χορήγησαν το δοκίμιο ήταν σε θέση να επιβεβαιώσουν τους βαθμούς που δήλωναν οι μαθητές. Στην περίπτωση των μαθητών του δημοτικού, έγινε συμπλήρωση του δοκιμίου, αλλά οι δάσκαλοι που δίδασκαν τα μαθήματα των Μαθηματικών και των Φυσικών Επιστημών ήταν εκείνοι που έδωσαν πληροφόρηση στην ερευνήτρια για τους βαθμούς κάθε μαθητή στα συγκεκριμένα μαθήματα.

Η ανάλυση (Πίνακας 24) έδειξε ότι στο σύνολο των 109 μαθητών ηλικίας 10-14 χρόνων υπάρχει στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση στα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική και στην επίδοση στο Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης ( $r=0.435$ ,  $p<0.001$ ). Θετική συσχέτιση υπάρχει και ανάμεσα στην επίδοση στα Μαθηματικά και στην επίδοση στο ΔοΣΣ ( $r=0.337$ ,  $p<0.001$ ).

Επίσης, εξετάστηκε η συσχέτιση ανάμεσα στην επίδοση στο ΔοΣΣ και την επίδοση στα δύο μαθήματα, για κάθε σχολείο ξεχωριστά. Όσον αφορά στην επίδοση στα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική, σε όλα τα σχολεία, εκτός από το Γυμνάσιο 2, υπάρχει θετική συσχέτιση με την επίδοση στο ΔοΣΣ. Όσον αφορά στην επίδοση στα Μαθηματικά και την επίδοση στο ΔοΣΣ, στατιστικά σημαντική σχέση υπάρχει για τα τρία σχολεία από τα πέντε. Για το Γυμνάσιο 1 ( $r=0.397$ ) και το Γυμνάσιο 2 ( $r=0.165$ ) η σχέση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Στην περίπτωση του Γυμνασίου 2 μια πιθανή εξήγηση είναι πως, ενώ στα υπόλοιπα σχολεία η επίδοση στα δύο μαθήματα μπορούσε να επιβεβαιωθεί από τον καθηγητή που το χορήγησε, η ειδικότητα της καθηγήτριας που το χορήγησε (Οικιακή

Οικονομία) δεν είχε σχέση με τα Μαθηματικά ή τα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική, συνεπώς δεν μπορούσε να επιβεβαιωθεί η επίδοση που δήλωναν οι μαθητές.

**Πίνακας 24. Συσχέτιση επίδοσης στο ΔοΣΣ με την επίδοση στα Μαθηματικά και τα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική**

Ομάδα μαθητών	N=109	Γυμνάσιο 1 (N=21)	Γυμνάσιο 2 (N=26)	Γυμνάσιο 3 (N=18)	Δημοτικό 1 (N=32)	Δημοτικό 2 (N=21)
Επίδοση στα Μαθηματικά	r=0.337** (p<0.001)	r=0.397 (p=0.075)	r=0.165 (p=0.419)	r=0.601** (p=0.008)	r=0.601** (p=0.008)	r=0.775** (p=0.003)
Επίδοση στα Φυσ./Βιολ.-Φυσική	r=0.435** (p<0.001)	r=0.593** (p=0.005)	r=0.220 (p=0.280)	r=0.639** (p=0.004)	r=0.639** (p=0.004)	r=0.673* (p=0.017)

\*Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.05 (2-tailed).

\*\* Η συσχέτιση είναι σημαντική σε επίπεδο 0.01 (2-tailed).

#### *Φάση 6: Χορήγηση του δοκιμίου σε μεγάλο αριθμό μαθητών*

Αφού έγιναν οι απαραίτητες αλλαγές, τα έργα (Στήλες AR-AS , Παράρτημα 1) δόθηκαν σε μορφή δοκιμίου (Παράρτημα 20) σε 643 μαθητές και η ανάλυση των δεδομένων συνέβαλε στην επιλογή των καταλληλότερων έργων για τις αναλύσεις του Σταδίου 4, δηλαδή της συναρμολόγησης του ΔοΣΣ και της απάντησης των αρχικών ερωτημάτων της έρευνας.

#### **Χαρακτηριστικά του ΔοΣΣ κατά την τελική χορήγηση (Κύκλος Β΄ Φάση 6 – ΚΒ.Φ6.)**

Το τελικό δοκίμιο του δεύτερου κύκλου αποτελούνταν από 41 έργα, τέσσερα για τις εννιά πτυχές και πέντε για μία από αυτές (πτυχή 1.1. *Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος*).

Τα έργα σχετίζονταν με τρεις κατηγορίες συστημάτων: φυσικά/βιολογικά, μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά, κοινωνικοοικονομικά (Πίνακας 25). Εννιά (9) έργα αφορούν μηχανικά ή ηλεκτρικά συστήματα, όπως είναι το ποδήλατο, το αυτοκίνητο, το μοντέλο ενός αυτοκινήτου, το ρολόι, το ψυγείο ή η θέρμανση του σπιτιού. Με τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα σχετίζονται δεκαέξι (16) έργα. Παραδείγματα τέτοιων συστημάτων είναι ένα χωριό, ο πληθυσμός μιας χώρας, ο κρατικός στρατιωτικός εξοπλισμός, το κυκλοφοριακό σύστημα, μια ομάδα ποδοσφαίρου, μια υπεραγορά ή ένα κατάστημα ρούχων. Με την κατηγορία φυσικά/βιολογικά συστήματα σχετίζονται

δεκατρία (13) έργα που αφορούν συστήματα όπως τα φράγματα, ο κύκλος του νερού, ένα δάσος, μια λίμνη, ένα ποτάμι, διατροφικά συστήματα κ.τ.λ. Τρία (3) από τα έργα αξιοποιούν συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπινου και φυσικού περιβάλλοντος, όπως είναι η ρύπανση ή η ανακύκλωση.

Το στέλεχος των έργων είναι είτε ερωτηματικού τύπου, όπου οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τη σωστή απάντηση, είτε καταφατικής δήλωσης, όπου οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν την πρόταση του στελέχους με μία από τις φράσεις που δίνονται. Σε οχτώ (8) από τα έργα χρησιμοποιήθηκε εικόνα. Στα τρία έργα η εικόνα τοποθετήθηκε για καθαρά αισθητικούς σκοπούς (1.1.ΚΒ.Φ6.3, 1.3.ΚΒ.Φ6.13, 2.1.ΚΒ.Φ6.15) ενώ στα άλλα πέντε η αξιοποίησή της κρίθηκε απαραίτητη για την κατανόηση και την επίλυση του έργου (1.3.ΚΒ.Φ6.10, 1.3.ΚΒ.Φ6.11, 2.1.ΚΒ.Φ6.16, 4.2.ΚΒ.Φ6.38, 4.2.ΚΒ.Φ6.39). Σε ένα έργο χρησιμοποιήθηκε διάγραμμα – τροφικό πλέγμα – με εικόνες (2.1.ΚΒ.Φ6.17), ενώ σε ένα άλλο χρησιμοποιήθηκαν πίνακες (1.2.ΚΒ.Φ6.9).

**Πίνακας 25. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων (Κύκλος Β')**

Μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά συστήματα (9 έργα)		Κοινωνικοοικονομικά συστήματα (16 έργα)		Φυσικά /Βιολογικά συστήματα (13 έργα)		Πολλαπλά συστήματα (ανθρώπινο και φυσικό περιβάλλον) (3 έργα)	
Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου
Ποδήλατο	1.1.ΚΒ.Φ6.1	Χωριό	1.1.ΚΒ.Φ6.5 2.3.ΚΒ.Φ6.22	Κύκλος του νερού	3.2.ΚΒ.Φ6.32	Ατμοσφαιρική ρύπανση	2.3.ΚΒ.Φ6.23
Αυτοκίνητο	1.3.ΚΒ.Φ6.10 2.2.ΚΒ.Φ6.21	Πληθυσμός χώρας	4.1.ΚΒ.Φ6.34	Περιβόλι	1.2.ΚΒ.Φ6.9	Ρύπανση-σκουπίδια	2.3.ΚΒ.Φ6.25
Μοντέλο αυτοκινήτου	1.1.ΚΒ.Φ6.2	Μεταφορές προϊόντων	2.1.ΚΒ.Φ6.15	Δάσος	3.1.ΚΒ.Φ6.26	Ανακύκλωση χαρτιού	3.2.ΚΒ.Φ6.31
Ρολόι	1.3.ΚΒ.Φ6.11	Κυκλοφοριακό σύστημα	1.1.ΚΒ.Φ6.4 2.3.ΚΒ.Φ6.24	Λίμνη	1.1.ΚΒ.Φ6.3		
Ψυγείο	1.3.ΚΒ.Φ6.13	Ομάδα ποδοσφαίρου	2.2.ΚΒ.Φ6.19	Ποτάμι	2.2.ΚΒ.Φ6.18		
Θέρμανση σπιτιού	1.3.ΚΒ.Φ6.12	Διακοπές	1.2.ΚΒ.Φ6.6	Χείμαρρος	1.2.ΚΒ.Φ6.7		
Αυγά που βράζουν	2.1.ΚΒ.Φ6.16	Κατάστημα	4.2.ΚΒ.Φ6.41	Αλυκή	1.2.ΚΒ.Φ6.8		
Μπανιέρα	3.1.ΚΒ.Φ6.28	Υπεραγορά	4.2.ΚΒ.Φ6.40	Φράγμα	3.1.ΚΒ.Φ6.27		
		Εργοστάσιο	2.2.ΚΒ.Φ6.20	Πεπτικό σύστημα ζώων	3.2.ΚΒ.Φ6.30		
		Χώρος στάθμευσης	3.1.ΚΒ.Φ6.29	Διατροφικά συστήματα	2.1.ΚΒ.Φ6.14 2.1.ΚΒ.Φ6.17		
		Εταιρεία παπουτσιών	4.1.ΚΒ.Φ6.35		4.2.ΚΒ.Φ6.38 4.2.ΚΒ.Φ6.39		
		Στρατιωτικός εξοπλισμός χώρας	4.1.ΚΒ.Φ6.37				
		Χρηματικό σύστημα	3.2.ΚΒ.Φ6.33 4.1.ΚΒ.Φ6.36				

### **Κωδικοποίηση δεδομένων (ΚΒ.Φ6.)**

Αφού καταγράφηκαν οι απαντήσεις όλων των μαθητών (N=643), κωδικοποιήθηκαν με τους αριθμούς 1 για κάθε σωστή απάντηση και 0 για κάθε λανθασμένη. Έπρεπε να ληφθεί μια απόφαση σχετικά με τα άτομα που δεν απαντούσαν σε κάποιο από τα έργα. Αρχικά, κάθε έργο που δεν απαντήθηκε κωδικοποιήθηκε με τον αριθμό 9, και κάθε διπλή απάντηση με τον αριθμό 5. Αφού αξιοποιήθηκαν τα συγκεκριμένα δεδομένα για την αφαίρεση μέρους του δείγματος από την έρευνα, αποφασίστηκε ώστε κάθε αναπάντητο έργο υποκειμένου που παρέμεινε στην έρευνα να θεωρηθεί ως λανθασμένο και, κατά συνέπεια, να κωδικοποιηθεί με 0.

### **Δείγμα (ΚΒ.Φ6.)**

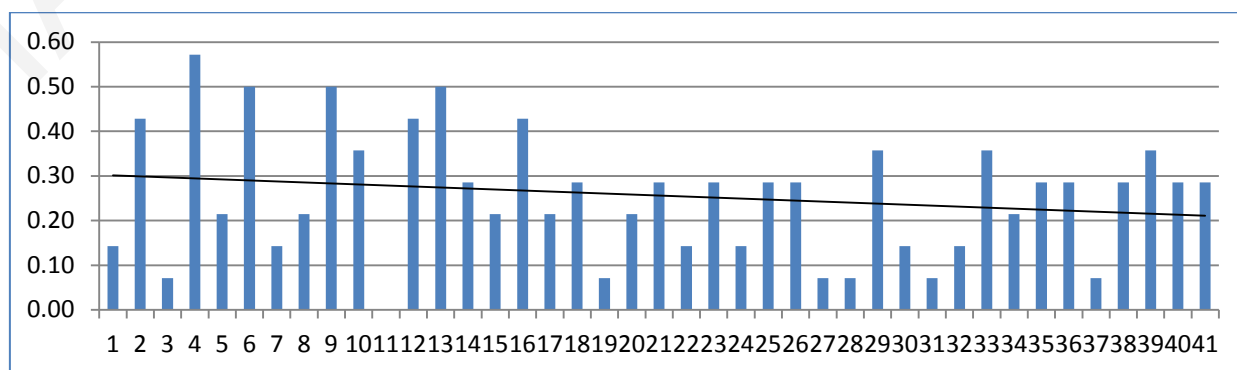
Το δείγμα της συγκεκριμένης χορήγησης αποτελούνταν αρχικά από 643 παιδιά 10 – 14 χρόνων που ήταν μαθητές δημοτικών σχολείων και γυμνασίων των επαρχιών Πάφου και Λευκωσίας: 138 μαθητές Ε΄ τάξης, 132 μαθητές Στ΄ τάξης, 185 μαθητές Α΄ γυμνασίου και 188 μαθητές Β΄ γυμνασίου.

Από τα 643 υποκείμενα, τα 240 εξαιρέθηκαν από τις αναλύσεις. Έτσι, τα δεδομένα που τελικά αξιοποιήθηκαν για ανάλυση προέρχονταν από 100 μαθητές Ε΄ δημοτικού, 105 μαθητές Στ΄ δημοτικού, 100 μαθητές Α΄ γυμνασίου και 98 μαθητές Β΄ γυμνασίου (Πίνακας 26). Το μέγεθος του δείγματος είναι ικανοποιητικό για τις αναλύσεις που ακολούθησαν, εφόσον για την Επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση το δείγμα πρέπει να είναι δεκαπλάσιο των παραμέτρων που υπολογίζονται σε κάθε μοντέλο που εξετάζεται (Schreiber, Nora, Stage, Barlow & King, 2006). Στην περίπτωση των μοντέλων που εξετάστηκαν στην παρούσα έρευνα, οι παράμετροι δεν ξεπερνούν τις 26, γεγονός που δείχνει ότι το μέγεθος του δείγματος που χρησιμοποιήθηκε για τις αναλύσεις (403 μαθητές) πληροί το πιο πάνω κριτήριο.

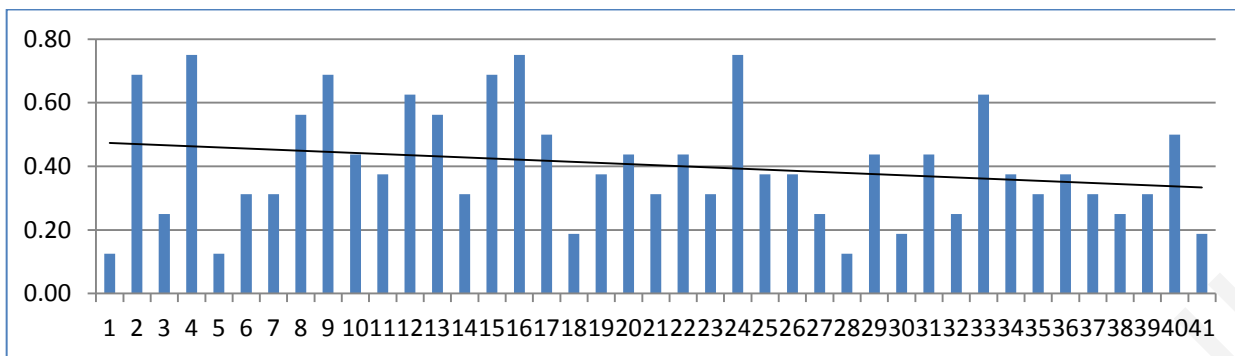
Αρχικά, από το σύνολο του δείγματος αφαιρέθηκαν συνολικά 28 μαθητές (12 μαθητές δημοτικού και 16 μαθητές γυμνασίου), λόγω τυχαίας/πολλαπλής επιλογή απαντήσεων, μη συμπλήρωση μεγάλου μέρους του δοκιμίου ή σύνδρομα/μαθησιακές δυσκολίες. Συγκεκριμένα, όπου ήταν προφανές ότι οι μαθητές απαντούσαν με τυχαίο τρόπο στα έργα του δοκιμίου, οι απαντήσεις εκείνων των δοκιμίων εξαιρέθηκαν από το δείγμα. Σε κάποια δοκίμια παρατηρήθηκε μοτίβο επιλογής απάντησης (π.χ. Α, Β, Γ, Δ, Α, Β, Γ, Δ, κ.τ.λ.), ενώ σε άλλα το μοτίβο παρατηρούνταν ανά σελίδα, όπου στην πλειονότητα των σελίδων οι απαντήσεις περιορίζονταν σε μία μόνο από τις επιλογές (π.χ. μόνο Α ή μόνο Β κ.ο.κ.). Σε κάποια δοκίμια η τυχαία επιλογή ήταν προφανής όταν ο μαθητής επέλεγε αντί μία από

τις τέσσερις απαντήσεις, το πρώτο γράμμα μίας εκ των γραμμών του στελέχους. Από τις αναλύσεις εξαιρέθηκαν επίσης τα δοκίμια εκείνα που οι μαθητές επέλεξαν συστηματικά δύο απαντήσεις ως ορθές. Αφαιρέθηκαν από τα δεδομένα για ανάλυση και τα δοκίμια των μαθητών που παρέλειψαν να συμπληρώσουν αρκετές από τις σελίδες του δοκιμίου. Εξάλλου, δε λήφθηκαν υπόψη τα δοκίμια που συμπληρώθηκαν από μαθητές με κάποιου είδους σύνδρομο (π.χ. δυσλεξία, ΔΕΠΥ) ή δέχονταν ειδική εκπαίδευση λόγω άλλων μαθησιακών δυσκολιών. Η ενημέρωση για τα χαρακτηριστικά αυτά των μαθητών γινόταν από τους εκπαιδευτικούς που χορηγούσαν το δοκίμιο και γνώριζαν τους μαθητές.

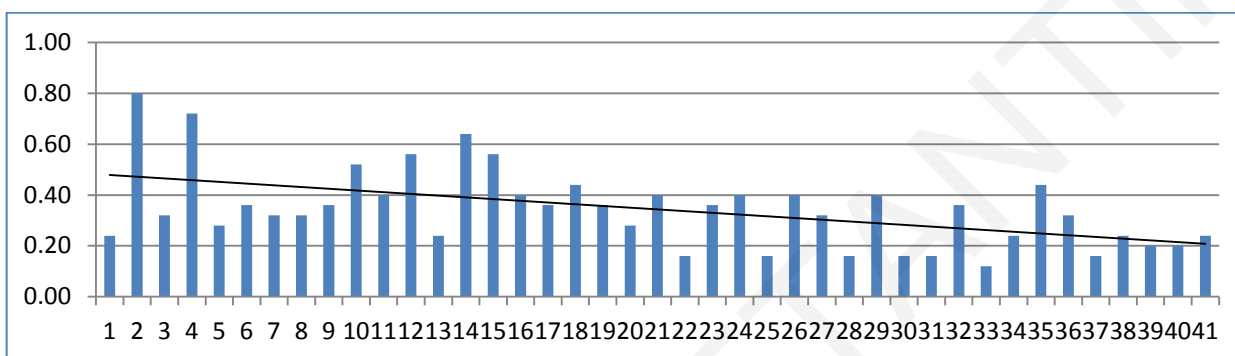
Το δοκίμιο από επιπλέον 212 μαθητές εξαιρέθηκαν από περαιτέρω αναλύσεις, αφού φάνηκε ότι στις συγκεκριμένες περιπτώσεις έπαιξε ρόλο στην επιλογή των απαντήσεων ο παράγοντας «χρόνος». Η ανάλυση του βαθμού δυσκολίας των έργων κάθε τμήματος έδειξε σε κάποιες περιπτώσεις ότι ο βαθμός δυσκολίας των έργων που βρίσκονταν στο τέλος του δοκιμίου ήταν ιδιαίτερα αυξημένος (π.χ. Διάγραμμα 14, Διάγραμμα 15, Διάγραμμα 16, Διάγραμμα 17), γεγονός που δεν επιβεβαιώνεται από την εξέταση του βαθμού δυσκολίας των έργων στο σύνολο του δείγματος (Διάγραμμα 18) ή στην πλειονότητα των τμημάτων (π.χ. Διάγραμμα 19, Διάγραμμα 20, Διάγραμμα 21, Διάγραμμα 22). Περαιτέρω διερεύνηση του θέματος, μέσα από τη συνομιλία με τους εκπαιδευτικούς που χορήγησαν το δοκίμιο και με μαθητές που συμπλήρωσαν το δοκίμιο, έδειξε ότι τα συγκεκριμένα τμήματα δεν είχαν τον απαραίτητο χρόνο (τουλάχιστον 60') που απαιτούνταν για να συμπληρωθεί το δοκίμιο από όλους τους μαθητές, εφόσον από τη διεύθυνση του σχολείου παραχωρήθηκε μόνο μία περίοδος για τη συμπλήρωσή του (40' για το δημοτικό ή 45' για το γυμνάσιο). Για τον λόγο αυτό, από τα 36 τμήματα που έλαβαν μέρος στην έρευνα, 12 (4 τμήματα – 53 μαθητές δημοτικού και 8 τμήματα – 159 μαθητές γυμνασίου) εξαιρέθηκαν από τις αναλύσεις για απάντηση των ερωτημάτων της έρευνας.



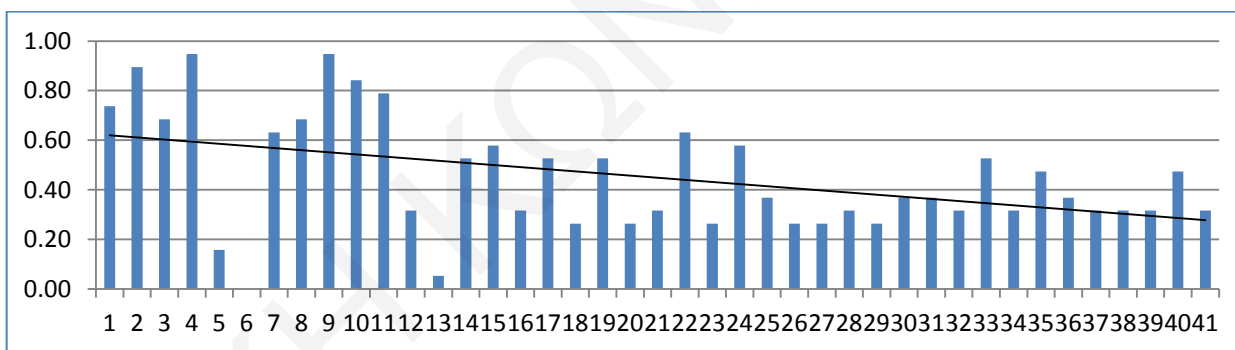
Διάγραμμα 14. Βαθμός δυσκολίας έργων για μια Ε' τάξη δημοτικού που αφαιρέθηκε από το δείγμα



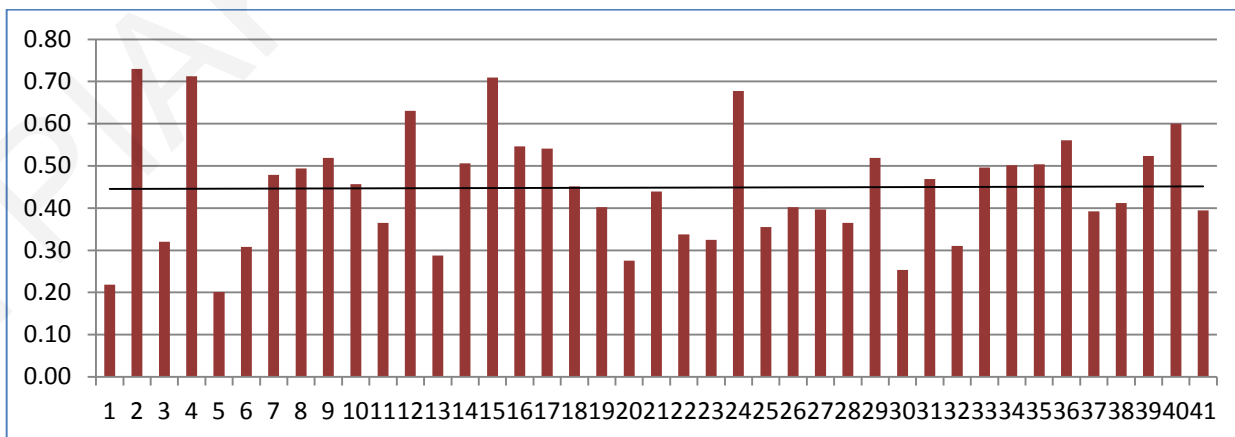
Διάγραμμα 15. Βαθμός δυσκολίας έργων για μια Στ΄ τάξη δημοτικού που αφαιρέθηκε από το δείγμα



Διάγραμμα 16. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Α΄ τάξης γυμνασίου που αφαιρέθηκε από το δείγμα

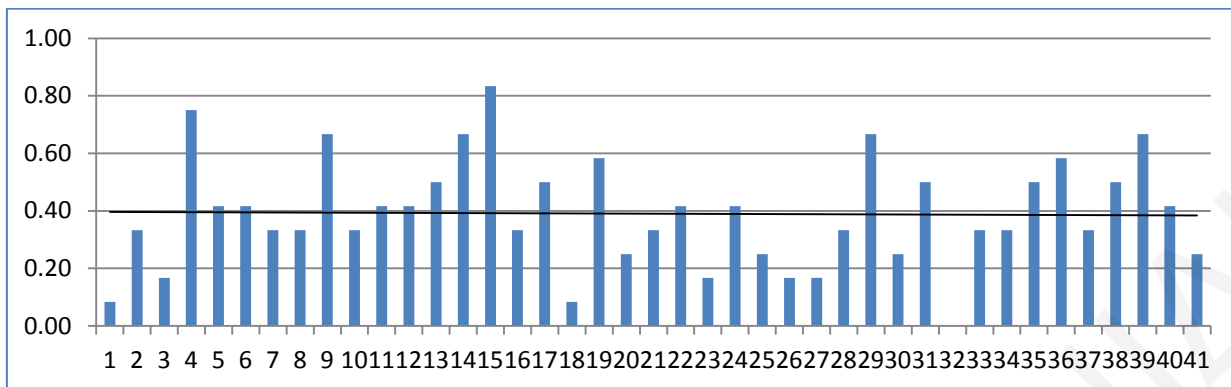


Διάγραμμα 17. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Β΄ τάξης γυμνασίου που αφαιρέθηκε από το δείγμα

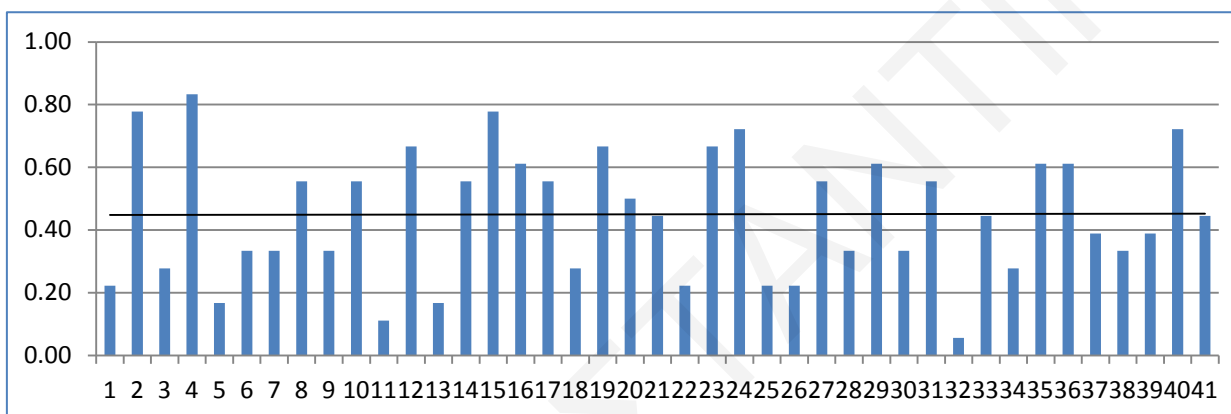


Διάγραμμα 18. Βαθμός δυσκολίας έργων για τα 403 υποκείμενα

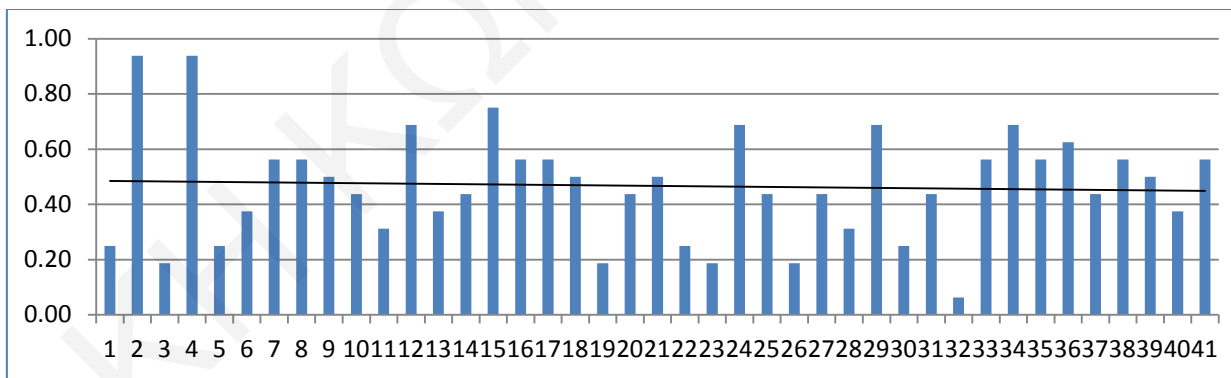




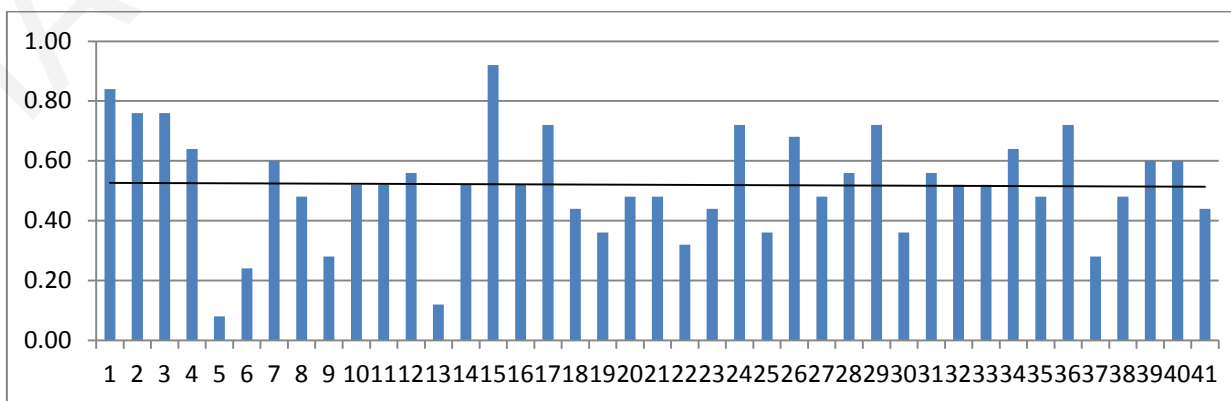
Διάγραμμα 19. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Ε΄ τάξης δημοτικού



Διάγραμμα 20. Βαθμός δυσκολίας έργων για τους μαθητές μιας Στ΄ τάξης δημοτικού



Διάγραμμα 21. Βαθμός δυσκολίας των έργων για τους μαθητές μιας Α΄ τάξης γυμνασίου



Διάγραμμα 22. Βαθμός δυσκολίας των έργων για τους μαθητές μιας Β΄ τάξης γυμνασίου

Πίνακας 26. Αριθμός δοκιμίων που συμπληρώθηκαν και Αριθμός δοκιμίων που υπολογίστηκαν στις αναλύσεις ανά σχολείο και τάξη



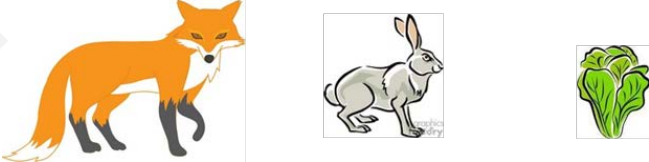
Σχολείο	Αριθμός δοκιμίων που συμπληρώθηκαν					Αριθμός δοκιμίων που υπολογίστηκαν στις αναλύσεις				
	Ε' δημ.	Στ' δημ.	Α' γυμν.	Β' γυμν.	Σύνολο	Ε' δημ.	Στ' δημ.	Α' γυμν.	Β' γυμν.	Σύνολο
Σχολείο 1	28	24			52	12	0			12
Σχολείο 2			92	127	219			15	37	52
Σχολείο 3			35	13	48			33	13	46
Σχολείο 4	13	16			29	0	15			15
Σχολείο 5	25	19			44	23	18			41
Σχολείο 6	24	17			41	19	17			36
Σχολείο 7			58	41	99			52	41	93
Σχολείο 8	23	24			47	22	24			46
Σχολείο 9	25	32			57	24	31			55
Σχολείο 10				7	7				7	7
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>138</b>	<b>132</b>	<b>185</b>	<b>188</b>	<b>643</b>	<b>100</b>	<b>105</b>	<b>100</b>	<b>98</b>	<b>403</b>



#### Ανάλυση (ΚΒ.Φ6.)

Στη Φάση 6 του δεύτερου κύκλου διενεργήθηκε ανάλυση με στο πρόγραμμα QUEST (Adams & Khoo, 1993), τόσο με βάση την CTT όσο και με βάση το μοντέλο Rasch, ώστε να γίνει επιλογή των καλύτερων έργων για τις περαιτέρω αναλύσεις που θα γίνονταν στο Στάδιο 4, δηλαδή στο στάδιο της συναρμολόγησης του ΔοΣΣ.

Η ανάλυση στο πρόγραμμα QUEST με βάση την CTT έδωσε σημαντική πληροφόρηση για την αποτελεσματικότητα των έργων. Ιδιαίτερα ο δείκτης διάκρισης για τα έργα (Point biserial coefficient) μπορεί να εντοπίσει πιθανά «προβληματικά» έργα. Ενώ όλα σχεδόν τα έργα παίρνουν τιμές για τον δείκτη διάκρισης μεγαλύτερες από 0.2, για έξι από τα έργα (1.1.ΚΒ.Φ6.3, 1.3. ΚΒ.Φ6.11, 2.2. ΚΒ.Φ6.18, 4.2. ΚΒ.Φ6.38, 4.2. ΚΒ.Φ6.39 και 4.1. ΚΒ.Φ6.36 - Πίνακας 27) ο δείκτης διάκρισης παίρνει τιμές μικρότερες από 0.2, ακόμα και αρνητικές, γεγονός που υποδεικνύει ότι είτε τα έργα είναι πολύ δύσκολα είτε δεν περιλαμβάνεται στις επιλογές μία ξεκάθαρα σωστή απάντηση, αφού ακόμα και η ομάδα με τους μαθητές με τις καλύτερες επιδόσεις δεν μπορεί να τα απαντήσει σωστά. Κατά συνέπεια, τα συγκεκριμένα έργα θα έπρεπε να αφαιρεθούν από το δοκίμιο.

Πίνακας 27. Έργα με χαμηλό δείκτη Point biserial

Κωδικός	Έργα	Δείκτης διάκρισης (Pt_Biserial)
1.1.KB.Φ6.3	<p><b>Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται</b></p> <p>A. μέσα στο νερό.                      B. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, στον αέρα και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.                      Γ. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.                      Δ. μέσα στο νερό και στην επιφάνειά του.</p> 	-0.02
4.2.KB.Φ6.38	<p><b>Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν φίδια που τρέφονται με σκίουρους, οι οποίοι τρέφονται με μυρμήγκια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.</b></p>  <p><b>Αν ο παίχτης μειώσει τον αριθμό των φιδιών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;</b></p> <p>A. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, χωρίς να επηρεαστούν οι σκίουροι και τα μυρμήγκια.                      B. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, οι σκίουροι θα αυξηθούν και τα μυρμήγκια θα μειωθούν.                      Γ. Τα φίδια θα αυξηθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι σκίουροι που είναι η τροφή τους.                      Δ. Τα φίδια θα συνεχίσουν να μειώνονται, μέχρι ο παίχτης να τα αυξήσει πάλι.</p>	-0.01
4.2.KB.Φ6.39	<p><b>Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν αλεπούδες που τρέφονται με λαγούς, οι οποίοι τρέφονται με μαρούλια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.</b></p>  <p><b>Αν ο παίχτης αποφασίσει να αυξήσει τον αριθμό των λαγών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;</b></p> <p>A. Οι λαγοί θα συνεχίσουν να αυξάνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.                      B. Οι λαγοί θα μειωθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι αλεπούδες που τους τρώνε.                      Γ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός, οι αλεπούδες θα αυξηθούν και τα μαρούλια θα μειωθούν.                      Δ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός χωρίς να επηρεαστούν οι αλεπούδες και τα μαρούλια.</p>	-0.02

1.3.KB.Φ6.11	<p><b>Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν</b></p> <p>A. οι δείκτες του κινούνται χωρίς διακοπή.</p> <p>B. έχει γεμάτες μπαταρίες.</p> <p>Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.</p> <p>Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.</p>	 <p>0.13</p>
4.1.KB.Φ6.36	<p><b>Ένα 12χρονο παιδί κατέθεσε 1000 Ευρώ σε λογαριασμό αποταμίευσης. Από τότε δεν πρόσθεσε άλλα χρήματα. Στο τέλος κάθε χρόνου υπολογίζεται ένα ποσό ως τόκος, το οποίο προστίθεται στο υπόλοιπο του λογαριασμού του. Ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρονιά. Το παιδί δικαιούται να κάνει ανάληψη τα χρήματά του, όταν γίνει 18 χρόνων. Από χρόνο σε χρόνο, ο τόκος που κατατίθεται στον λογαριασμό του,</b></p> <p>A. Παραμένει σταθερός αφού δεν προσθέτει άλλα χρήματα.</p> <p>B. Αυξάνεται διότι το υπόλοιπο του λογαριασμού αυξάνεται.</p> <p>Γ. Μειώνεται διότι πλησιάζει η ημερομηνία στην οποία θα μπορεί να κάνει ανάληψη.</p> <p>Δ. Παραμένει σταθερός εφόσον ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.</p>	 <p>0.15</p>
2.2.KB.Φ6.18	<p><b>Λίγο έξω από ένα χωριό υπάρχει ένα ποτάμι του οποίου η ροή έχει μειωθεί σημαντικά από τον περασμένο μήνα. Αυτό σημαίνει ότι</b></p> <p>A. ο πληθυσμός των ζώων της γύρω περιοχής αποκλείεται να αλλάξει.</p> <p>B. οι κάτοικοι της περιοχής μπορεί να δυσκολεύονται με τις καλλιέργειές τους.</p> <p>Γ. όλοι οι οργανισμοί που ζουν στο νερό θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές.</p> <p>Δ. τα φυτά στις όχθες του ποταμού θα ξηρανθούν.</p>	<p>0.17</p>

Με το πρόγραμμα QUEST και το στατιστικό μοντέλο Rasch υπολογίστηκε ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών, τόσο για ολόκληρο το δείγμα, όσο και για τις τέσσερις υποομάδες (μαθητές Ε΄ και Στ΄ δημοτικού, και Α΄ και Β΄ γυμνασίου), καθώς και οι τυπικές αποκλίσεις τους. Υπολογίστηκε επίσης ο μέσος όρος και οι τυπικές αποκλίσεις για τα έργα του ΔοΣΣ. Ταυτόχρονα υπολογίστηκε ο βαθμός αξιοπιστίας, τόσο των έργων όσο και των υποκειμένων, καθώς και οι δείκτες εφαρμογής των έργων και των υποκειμένων στο θεωρητικό μοντέλο (infit και outfit). Σημαντικοί δείκτες είναι οι Mean Infit/Outfit Mean Square, που δείχνουν τον μέσο όρο της διαφοράς των αναμενόμενων και των προβλεπόμενων επιδόσεων, υπολογισμένο στο τετράγωνο, τόσο για τα έργα όσο και τα υποκείμενα και οι αντίστοιχοι δείκτες *infit t* και *outfit t*.

Ο Πίνακας 28 δείχνει τις τιμές Mean Infit mean square για κάθε έργο ξεχωριστά. Φαίνεται ότι όλα τα έργα έχουν τιμές που εμπίπτουν στο ευρέως αποδεκτό 0.77-1.30. Παρόλα αυτά, η ανάλυση με βάση τις αρχές της CTT, έδωσε ενδείξεις για την πιθανή ακαταλληλότητα 4 έργων που η ανάλυση με τη διαδικασία Rasch και μόνο δεν κατέδειξε.

Το Διάγραμμα 23 επιβεβαιώνει μερικώς την αντιστοιχία του βαθμού δυσκολίας των έργων και της ικανότητας των ατόμων του δείγματος. Ενώ η ικανότητα των μαθητών και ο βαθμός δυσκολίας των έργων κατανέμονται στην κλίμακα ομοιόμορφα, οι επιδόσεις των μαθητών κυμαίνονται από -1.71 μέχρι 2.70 μονάδες (logits) με μέσο όρο -0.14 (βλέπε και Πίνακα 29), ο βαθμός δυσκολίας των έργων κυμαίνεται από -1.33 μέχρι 1.30 μονάδες (logits) με μέσο όρο 0 (βλέπε και Πίνακα 29). Διαφαίνεται έτσι ότι το ΔοΣΣ με τα 41 έργα, ενώ στο σύνολό του είναι σχετικά δύσκολο για το σύνολο του δείγματος, είναι εύκολο για ένα σημαντικό μέρος του συγκεκριμένου δείγματος.

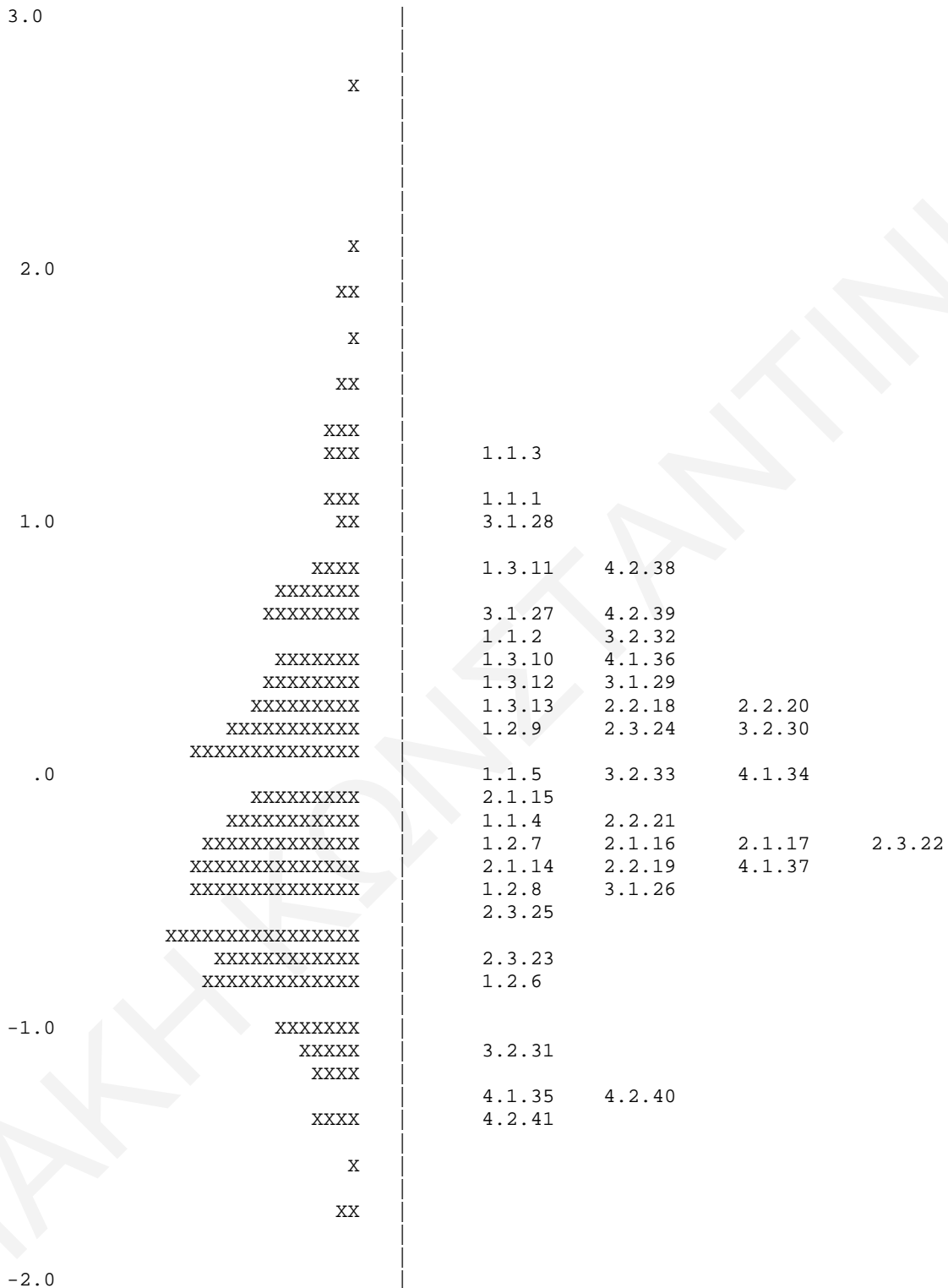
Ο Πίνακας 29 παρουσιάζει τις στατιστικές τιμές της ανάλυσης με τη βοήθεια του μοντέλου Rasch για το σύνολο του δείγματος, αλλά και για τις τέσσερις υποομάδες (μαθητές Ε' και Στ' δημοτικού, και Α' και Β' γυμνασίου). Ο μέσος όρος της ικανότητας των μαθητών φαίνεται να συνάδει με το αναπτυξιακό επίπεδο των μαθητών, αφού οι μεγαλύτεροι μαθητές επιδεικνύουν καλύτερες επιδόσεις. Η μεγαλύτερη βελτίωση συμβαίνει από το πέρασμα από την Α' τάξη στη Β' τάξη του γυμνασίου. Η τιμή του δείκτη της τυπικής απόκλισης της ικανότητας των ατόμων ( $SD=0.69$ ) είναι στα ίδια επίπεδα με το δείκτη της τυπικής απόκλισης για τα έργα ( $SD=0.64$ ). Οι τιμές για την τυπική απόκλιση της επίδοσης των ατόμων ( $SD=0.69$ ) υποδεικνύουν μικρή διασπορά στις μετρήσεις, γεγονός που υποστηρίζει την ομοιομορφία στη συμπεριφορά του δείγματος. Με άλλα λόγια, οι μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων συμπεριφέρονται απέναντι στο ΔοΣΣ ως μια ομοιόμορφη ομάδα.

Για ολόκληρο το δείγμα η τιμή της αξιοπιστίας για τα έργα ανέρχεται στο 0.97, ενώ η τιμή αξιοπιστίας των υποκειμένων για ολόκληρο το δείγμα είναι 0.75 που είναι ικανοποιητική. Αυτό δείχνει ότι οι μετρήσεις των έργων χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο βαθμό αξιοπιστίας από ότι οι μετρήσεις των ατόμων. Αυτό είναι αναμενόμενο, αφού για τις μετρήσεις των έργων χρησιμοποιήθηκαν 403 άτομα ενώ για τις μετρήσεις των ατόμων χρησιμοποιήθηκαν μόνο 41 έργα.

Πίνακας 28. Τιμές Mean Infit mean square για τα 41 έργα.

Item Fit 4/ 2/15 19: 7  
 all on all (N = 403 L = 41 Probability Level= .50)

INFIT	.63	.71	.83	1.00	1.20	1.40	1.60
MNSQ							
1 item 1	.			*			
2 item 2	.			*			
3 item 3	.				*		
4 item 4	.			*			
5 item 5	.			*			
6 item 6	.			*			
7 item 7	.			*			
8 item 8	.		*				
9 item 9	.			*			
10 item 10	.				*		
11 item 11	.				*		
12 item 12	.		*				
13 item 13	.		*				
14 item 14	.		*				
15 item 15	.		*				
16 item 16	.		*				
17 item 17	.		*				
18 item 18	.				*		
19 item 19	.			*			
20 item 20	.			*			
21 item 21	.		*				
22 item 22	.		*				
23 item 23	.		*				
24 item 24	.		*				
25 item 25	.		*				
26 item 26	.		*				
27 item 27	.		*				
28 item 28	.			*			
29 item 29	.			*			
30 item 30	.		*				
31 item 31	.		*				
32 item 32	.			*			
33 item 33	.			*			
34 item 34	.		*				
35 item 35	.		*				
36 item 36	.				*		
37 item 37	.			*			
38 item 38	.				*		
39 item 39	.				*		
40 item 40	.			*			
41 item 41	.			*			



Each X represents 2 students

Διάγραμμα 23. Κλίμακα υποκειμένων και 41 έργων

Πίνακας 29. Οι στατιστικές τιμές για τα 41 έργα του ΔοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες

Στατιστικοί δείκτες	Όλοι (n=403)	Ε΄ Δημ. (n=100)	Στ΄ Δημ. (n=105)	Α΄ Γυμν. (n=100)	Β΄ Γυμν. (n=98)
Mean (items*)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(persons)	-0.14	-0.41	-0.27	-0.15	0.26
Standard deviation (items)	0.64	0.65	0.71	0.78	0.74
(persons)	0.69	0.55	0.60	0.64	0.84
Separability** (items)	0.97	0.88	0.91	0.92	0.90
(persons)	0.75	0.62	0.67	0.71	0.82
Mean Infit mean square (items)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
(persons)	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Mean Outfit mean square (items)	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
(persons)	1.01	1.01	1.01	1.01	1.00
Infit t (items)	-0.28 (SD 2.02)	-0.07 (SD 1.11)	-0.15 (SD 1.22)	-0.12 (SD 1.11)	-0.07 (SD 1.33)
(persons)	-0.04 (SD 0.93)	-0.01 (SD 0.09)	-0.07 (SD 1.01)	-0.04 (SD 1.01)	0.04 (SD 0.91)
Outfit t (items)	0.00 (SD 1.51)	0.02 (SD 0.77)	0.03 (SD 0.88)	0.04 (SD 0.77)	-0.03 (SD 1.04)
(persons)	0.07 (SD 0.67)	0.06 (SD 0.58)	0.05 (SD 0.76)	0.05 (SD 0.82)	0.09 (SD 0.77)

\*L=41 items

\*\* Separability (αξιοπιστία): Η τιμή 1 δείχνει μεγάλη αξιοπιστία, ενώ η τιμή 0 πολύ μικρή

Επίσης, ο δείκτης Mean Infit mean square τόσο για τα έργα όσο και για τα υποκείμενα είναι 1 για ολόκληρο το δείγμα, ενώ ο δείκτης Mean Outfit mean square είναι 1.01, για το σύνολο των έργων και των υποκειμένων.

Ο δείκτης Outfit t για τα έργα έχει μέση τιμή 0 (SD=1.51), ενώ ο δείκτης Infit t για τα έργα, παρουσιάζει μια ιδιαιτερότητα όσον αφορά στο σύνολο του δείγματος, εφόσον έχει μέση τιμή -0.28 (SD=2.02). Η σχετικά μεγάλη απόκλιση από τη μέση τιμή δείχνει ότι οι τιμές του δείκτη infit t για κάποια έργα διαφέρουν από τη μέση τιμή, άρα δεν ταιριάζουν καλά στο μοντέλο. Εξετάζοντας τις για κάθε έργο ξεχωριστά, προκύπτει ότι 15 από τα 41 έργα του δοκιμίου έχουν τιμές infit t ή outfit t εκτός του εύρους  $\pm 2$  (Πίνακας 30). Υπολογίζοντας όμως τη διαφορά των δύο τιμών (infit t και outfit t) για κάθε έργο, του οποίου οι τιμές δεν εμπίπτουν στο γενικά αποδεκτό εύρος, προκύπτει ότι κανένα έργο δεν έχει διαφορά μεγαλύτερη των δύο μονάδων, γι' αυτό δεν μπορεί κάποιο έργο να αποκλειστεί από αυτούς τους δείκτες και μόνο.



Ο Πίνακας 30 παρουσιάζει τις τιμές Infit t και Outfit t, καθώς και τις τιμές του δείκτη διάκρισης (point biserial) και του δείκτη δυσκολίας για κάθε έργο. Διακρίνονται επίσης τα έργα που παρέμειναν στο δοκίμιο και τα έργα που διαγράφηκαν. Ένας από τους στόχους του δεύτερου κύκλου ήταν να μειωθεί ο συνολικός αριθμός των έργων, και κατά συνέπεια ο απαιτούμενος χρόνος συμπλήρωσης του δοκιμίου από τους μαθητές. Πρωταρχικό κριτήριο ήταν τα τρία έργα κάθε πτυχής που θα παρέμεναν να είχαν υψηλό δείκτη διάκρισης, αλλά ταυτόχρονα να μην επηρεάζεται ιδιαίτερα η κατανομή των έργων στην κλίμακα του βαθμού δυσκολίας. Όπως φαίνεται, για κάθε μια από τις πτυχές παρέμειναν στο δοκίμιο περιλαμβάνονται τρία έργα, εκτός από την πτυχή 4.2., για την οποία μόνο δύο έργα παρέμειναν, αφού τα άλλα δύο είχαν, εκτός από τιμές infit t και outfit t πέραν του ορίου των  $\pm 2$ , και αρνητικό δείκτη διάκρισης.

Πίνακας 30. Τιμές με βάση τις αρχές Rasch και CTT για κάθε έργο της Φάσης 6 του Β' κύκλου

		infit t	outfit t	Δείκτης διάκρισης	Δείκτης δυσκολίας
Πτυχή 1.1.	1.1.ΚΒ.Φ6.1	-0.20	0.20	0.30	0.24
	1.1.ΚΒ.Φ6.2	-1.50	-0.80	0.40	0.34
	1.1.ΚΒ.Φ6.3	2.30	3.60	-0.02	0.21
	1.1.ΚΒ.Φ6.4	-0.40	-0.50	0.33	0.5
	1.1.ΚΒ.Φ6.5	-0.10	-0.10	0.32	0.46
Πτυχή 1.2.	1.2.ΚΒ.Φ6.6	0.10	0.90	0.26	0.66
	1.2.ΚΒ.Φ6.7	-1.50	-0.60	0.37	0.52
	1.2.ΚΒ.Φ6.8	-2.80	-1.20	0.42	0.57
	1.2.ΚΒ.Φ6.9	1.10	0.80	0.25	0.42
Πτυχή 1.3.	1.3.ΚΒ.Φ6.10	2.10	1.20	0.19	0.36
	1.3.ΚΒ.Φ6.11	2.00	2.10	0.13	0.29
	1.3.ΚΒ.Φ6.12	-1.90	-1.20	0.42	0.38
	1.3.ΚΒ.Φ6.13	-2.00	-1.30	0.41	0.41
Πτυχή 2.1.	2.1.ΚΒ.Φ6.14	-2.30	-1.50	0.41	0.54
	2.1.ΚΒ.Φ6.15	-2.80	-1.40	0.43	0.49
	2.1.ΚΒ.Φ6.16	-3.10	-1.80	0.44	0.52
	2.1.ΚΒ.Φ6.17	-4.00	-2.30	0.47	0.53
Πτυχή 2.2.	2.2.ΚΒ.Φ6.18	2.80	1.80	0.17	0.41
	2.2.ΚΒ.Φ6.19	-0.30	-0.50	0.32	0.54
	2.2.ΚΒ.Φ6.20	0.90	0.60	0.26	0.4
	2.2.ΚΒ.Φ6.21	-1.20	-0.80	0.36	0.5
Πτυχή 2.3.	2.3.ΚΒ.Φ6.22	-2.60	-1.60	0.42	0.52
	2.3.ΚΒ.Φ6.23	-0.60	0.10	0.31	0.63
	2.3.ΚΒ.Φ6.24	-1.40	-0.90	0.38	0.43
	2.3.ΚΒ.Φ6.25	-2.70	-1.70	0.42	0.59
Πτυχή 3.1.	3.1.ΚΒ.Φ6.26	-2.70	-1.60	0.42	0.57
	3.1.ΚΒ.Φ6.27	-0.60	-0.40	0.34	0.33
	3.1.ΚΒ.Φ6.28	0.60	0.60	0.24	0.26
	3.1.ΚΒ.Φ6.29	1.90	1.20	0.21	0.38
Πτυχή 3.2.	3.2.ΚΒ.Φ6.30	-1.00	-0.60	0.36	0.42
	3.2.ΚΒ.Φ6.31	-1.90	-1.50	0.40	0.71
	3.2.ΚΒ.Φ6.32	0.90	0.50	0.25	0.34
	3.2.ΚΒ.Φ6.33	0.50	0.30	0.29	0.46
Πτυχή 4.1.	4.1.ΚΒ.Φ6.34	-1.00	-0.60	0.35	0.47
	4.1.ΚΒ.Φ6.35	-1.20	-1.30	0.36	0.74
	4.1.ΚΒ.Φ6.36	2.80	2.10	0.15	0.37
	4.1.ΚΒ.Φ6.37	1.50	0.80	0.24	0.54
Πτυχή 4.2.	4.2.ΚΒ.Φ6.38	4.10	3.50	-0.01	0.3
	4.2.ΚΒ.Φ6.39	4.40	3.50	-0.02	0.32
	4.2.ΚΒ.Φ6.40	0.60	1.20	0.19	0.73
	4.2.ΚΒ.Φ6.41	-0.40	-1.00	0.31	0.75

Προβληματική τιμή
  Εξαιρείται από το ΔοΣΣ
  Παραμένει

#### **4.4. Στάδιο 4: Συναρμολόγηση έργων του ΔοΣΣ και στατιστικοί έλεγχοι για απάντηση των ερωτημάτων της έρευνας**

Λαμβάνοντας υπόψη τα αποτελέσματα όλων των Φάσεων των δύο κύκλων ανάπτυξης, κατέστη δυνατό να επιλεγούν 29 έργα πολλαπλής επιλογής (Στήλες AU-AV, Παράρτημα 1), τα οποία συναποτελέσαν το τελικό ΔοΣΣ (Παράρτημα 21). Τα έργα αυτά κρίθηκαν αξιόλογα, όχι μόνο το καθένα ξεχωριστά, αλλά και στο σύνολό τους. Σε αυτό συνέβαλε η κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία ανάπτυξης που ακολουθήθηκε με τη συμβολή της βιβλιογραφίας, ειδικών, εκπαιδευτικών και τις αναλύσεις δεδομένων από μαθητές (item analysis, στατιστικό μοντέλο Rasch).

##### **Ανάλυση με βάση την CTT και το μοντέλο Rasch (Στάδιο 4)**

Τα δεδομένα του «τελικού» δοκιμίου (με τα 29 πλέον έργα) χρησιμοποιήθηκαν για την απάντηση του πρώτου ερωτήματος της έρευνας που αφορά στην επιβεβαίωση της δυνατότητας του ΔοΣΣ να μετρά τη συστημική σκέψη των μαθητών 10-14 χρόνων. Για την απάντηση αυτού του ερωτήματος έγινε ανάλυση των δεδομένων για τα 29 έργα που επιλέγηκαν με το με το πρόγραμμα QUEST (CTT και Rasch Model), για έλεγχο της αξιοπιστίας, τόσο των έργων όσο και των υποκειμένων που έλαβαν μέρος στην έρευνα, της αντιστοιχίας του βαθμού δυσκολίας των έργων και της ικανότητας των υποκειμένων με την παραγωγή κλίμακας, και έλεγχο της εφαρμογής των δεδομένων στο θεωρητικό μοντέλο.

##### **Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (CFA) (Στάδιο 4)**

Η δομή (δηλαδή η εγκυρότητα γνωρίσματος) του ΔοΣΣ, και κατά συνέπεια το πρώτο ερώτημα της παρούσας έρευνας που αφορά την επιβεβαίωση του εννοιολογικού ορισμού της συστημικής σκέψης παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων, που αφορά στο δεύτερο ερώτημα της έρευνας, αξιολογήθηκε με την Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (CFA) και το πρόγραμμα IBM SPSS AMOS 20 (Arbuckle, 2011). Η ανάλυση άντλησε δεδομένα από 14 συνολικά μεταβλητές: Για κάθε υποκείμενο υπολογίστηκε η επίδοσή του σε κάθε μια από τις 4 κατηγορίες πτυχών, αλλά και σε κάθε μια από τις 10 πτυχές που συνιστούν τη συστημική σκέψη ξεχωριστά. Τα δεδομένα πάρθηκαν από τα 29 έργα (διχοτομικές μεταβλητές) που παρέμειναν στο ΔοΣΣ, μετά την ανάλυση classical test και Rasch analysis (parceling). Όσον αφορά στα missing values, αυτά αντιμετωπίστηκαν ως λανθασμένες απαντήσεις, γι' αυτό και κωδικοποιήθηκαν με 0. Ο υπολογισμός των εκτιμώμενων τιμών (estimates) για τις παραμέτρους του κάθε μοντέλου έγινε με τη μέθοδο maximum-likelihood.

Σύμφωνα με τις προτροπές των Bentler και Bonett (1980), για την αξιολόγηση της δομικής εγκυρότητας το προτεινόμενο μοντέλο θα πρέπει να συγκρίνεται με άλλα μοντέλα. Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκαν τρία διαφορετικά μοντέλα. Συγκεκριμένα εξετάστηκαν τρεις διαφορετικές υποθέσεις μέσα από την εφαρμογή τεσσάρων μοντέλων:

*Υπόθεση 1: Υπάρχουν δέκα «ισοδύναμες» «υποδεξιότητες» (πτυχές) που φορτίζουν σε έναν παράγοντα (συστημική σκέψη) (Μονοπαραγοντικό μοντέλο – 10 σε 1).*

*Υπόθεση 2: Υπάρχουν δέκα «ισοδύναμες» «υποδεξιότητες» (πτυχές) που φορτίζουν σε τέσσερις παράγοντες (κατηγορίες) που συσχετίζονται μεταξύ τους (Πολυπαραγοντικό μοντέλο – τέσσερις παράγοντες συσχετισμένοι).*

*Υπόθεση 3: Υπάρχουν δέκα «ισοδύναμες» «υποδεξιότητες» (πτυχές) που φορτίζουν σε τέσσερις παράγοντες (κατηγορίες), οι οποίοι φορτίζουν σε έναν δεύτερου επιπέδου παράγοντα (συστημική σκέψη) (Μοντέλο με – παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης).*

Για κάθε μοντέλο που εξετάστηκε, χρησιμοποιήθηκαν διάφοροι δείκτες για τη διαφορά στην εφαρμογή (fit) του θεωρητικού μοντέλου και τα δεδομένα. Πρώτα πρώτα, ο δείκτης  $\chi^2$ , με τιμή p μη στατιστικά σημαντική, υποδεικνύει μικρή διαφορά του μοντέλου με τα δεδομένα. Επιπλέον, εξετάστηκε ένας συνδυασμός δεικτών: ο δείκτης Root Mean Square Error of Approximation (RMSEA), ο δείκτης Comparative Fit Index (CFI) και Standardized Root Mean Square Residual (SRMR). Οι Cheung and Rensvold (2002) και Fan and Sivo (2007) υποδεικνύουν ότι μοντέλα με CFI > 0.90 και RMSEA και SRMR < 0.08 έχουν αποδεκτή εφαρμογή με τα δεδομένα, ενώ παρόμοια, οι Hu and Bentler (1999), εισηγούνται ότι μοντέλα με CFI > 0.95 και RMSEA < 0.06 και SRMR < 0.08 παρουσιάζουν αποδεκτή εφαρμογή. Για τη σύγκριση των μοντέλων μεταξύ τους χρησιμοποιήθηκαν τα κριτήρια Akaike's (1987) Information Criterion (AIC) και το consistent version of the AIC (CAIC) του Bozdogan (1987). Ενώ το AIC λαμβάνει υπόψη μόνο τους βαθμούς ελευθερίας, το CAIC λαμβάνει υπόψη και το μέγεθος του δείγματος. Και τα δύο κριτήρια εξετάζουν το θέμα της «απλότητας» (parsimony) στην αξιολόγηση της εφαρμογής εναλλακτικών μοντέλων και αντικατοπτρίζουν το βαθμό στον οποίο οι εκτιμώμενες τιμές (estimates) του δείγματος μπορούν να επικυρωθούν σε μελλοντικά δείγματα.

#### **Χαρακτηριστικά του τελικού ΔοΣΣ (Στάδιο 4)**

Το τελικό δοκίμιο του δεύτερου κύκλου αποτελούνταν από 29 έργα πολλαπλής επιλογής, τρία για τις εννιά πτυχές και δύο για μία από αυτές (πτυχή 4.2. *Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων, ώστε να επέλθει η ισορροπία σε ένα*

*σύστημα (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα εξισορροπητικά αποτελέσματα).*

Τα έργα σχετίζονταν με τρεις κατηγορίες συστημάτων: φυσικά/βιολογικά, μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά, κοινωνικοοικονομικά (Πίνακας 11). Εφτά (7) έργα αφορούν μηχανικά ή ηλεκτρικά συστήματα: το ποδήλατο, το αυτοκίνητο, το μοντέλο ενός αυτοκινήτου, το ψυγείο, το σύστημα οικιακής θέρμανσης και η μπανιέρα. Με τα κοινωνικοοικονομικά συστήματα σχετίζονται δώδεκα (12) έργα που αφορούν ένα χωριό, τον πληθυσμό μιας χώρας, το σύστημα μεταφοράς προϊόντων, το κυκλοφοριακό σύστημα, μια ομάδα ποδοσφαίρου, τις οικογενειακές διακοπές, ένα κατάστημα ένδυσης, μια υπεραγορά, ένα εργοστάσιο, μια εταιρεία παπουτσιών, τον στρατιωτικό εξοπλισμό μιας χώρας και το χρηματικό σύστημα. Με την κατηγορία φυσικά/βιολογικά συστήματα σχετίζονται επτά (7) έργα που αφορούν συγκεκριμένα τον κύκλο του νερού, ένα δάσος, ένα χείμαρρο, μια αλυκή, ένα φράγμα και διατροφικά συστήματα. Τρία (3) από τα έργα αξιοποιούν συστήματα αλληλεπίδρασης ανθρώπινου και φυσικού περιβάλλοντος (ρύπανση και ανακύκλωση).

Το στέλεχος των έργων είναι είτε ερωτηματικού τύπου, όπου οι μαθητές καλούνται να επιλέξουν τη σωστή απάντηση, είτε καταφατικής δήλωσης, όπου οι μαθητές καλούνται να συμπληρώσουν την πρόταση του στελέχους με μία από τις φράσεις που δίνονται. Σε πέντε (5) από τα έργα χρησιμοποιήθηκε εικόνα. Στα τέσσερα έργα η εικόνα τοποθετήθηκε για καθαρά αισθητικούς σκοπούς (1.3.KB.Φ7.9, 2.1.KB.Φ7.11, 2.2.KB.Φ7.13) ενώ στο ένα η αξιοποίησή της κρίθηκε απαραίτητη για την κατανόηση και την επίλυση του έργου (1.3.KB.Φ7.7). Σε ένα έργο χρησιμοποιήθηκε διάγραμμα – τροφικό πλέγμα – με εικόνες (2.1.KB.Φ6.17).

Πίνακας 31. Κατανομή των έργων στις κατηγορίες συστημάτων στο τελικό ΔοΣΣ

Μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά συστήματα (7 έργα)		Κοινωνικοοικονομικά συστήματα (12 έργα)		Φυσικά /Βιολογικά συστήματα (7 έργα)		Πολλαπλά συστήματα (ανθρώπινο και φυσικό περιβάλλον) (3 έργα)	
Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου	Συστήματα	Κωδικός έργου
Ποδήλατο	1.1.ΚΒ.Φ7.1	Χωριό	1.1.ΚΒ.Φ7.3	Κύκλος του νερού	3.2.ΚΒ.Φ7.23	Ατμοσφαιρική ρύπανση	2.3.ΚΒ.Φ7.16
Αυτοκίνητο	1.3.ΚΒ.Φ7.7 2.2.ΚΒ.Φ7.15	Πληθυσμός χώρας	4.1.ΚΒ.Φ7.25	Δάσος	3.1.ΚΒ.Φ7.19	Ρύπανση-σκουπίδια	2.3.ΚΒ.Φ7.18
Μοντέλο αυτοκινήτου	1.1.ΚΒ.Φ7.2	Μεταφορές προϊόντων	2.1.ΚΒ.Φ7.11	Χείμαρρος	1.2.ΚΒ.Φ7.5	Ανακύκλωση χαρτιού	3.2.ΚΒ.Φ7.22
Ψυγείο	1.3.ΚΒ.Φ7.9	Κυκλοφοριακό σύστημα	2.3.ΚΒ.Φ7.17	Αλυκή	1.2.ΚΒ.Φ7.6		
Θέρμανση σπιτιού	1.3.ΚΒ.Φ7.8	Ομάδα ποδοσφαίρου	2.2.ΚΒ.Φ7.13	Διατροφικά συστήματα	2.1.ΚΒ.Φ7.10 2.1.ΚΒ.Φ7.12		
Μπανιέρα	3.1.ΚΒ.Φ7.21	Διακοπές	1.2.ΚΒ.Φ7.4	Φράγμα	3.1.ΚΒ.Φ7.20		
		Κατάστημα	4.2.ΚΒ.Φ7.29				
		Υπεραγορά	4.2.ΚΒ.Φ7.28				
		Εργοστάσιο	2.2.ΚΒ.Φ7.14				
		Εταιρεία παπουτσιών	4.1.ΚΒ.Φ7.26				
		Στρατιωτικός εξοπλισμός χώρας	4.1.ΚΒ.Φ7.27				
		Χρηματικό σύστημα	3.2.ΚΒ.Φ7.24				

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

**ΕΡΩΤΗΜΑ 1:** Το τελικό προϊόν της έρευνας (δοκίμιο και κλίμακα) μπορεί να μετρήσει τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων; (Λειτουργικός ορισμός της συστημικής σκέψης)

Για να απαντηθεί το πρώτο ερώτημα χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα από την τελική χορήγηση του ΔοΣΣ σε μεγάλο αριθμό μαθητών και που αφορούσε τα 29 έργα του ΔοΣΣ, όπως αυτά επιλέγηκαν μέσα από τις προηγούμενες διαδικασίες επικύρωσης των έργων.

Η ανάλυση με βάση τις αρχές της CTT επιβεβαίωσε ότι όλα τα έργα έχουν βαθμό διάκρισης (point biserial) μεγαλύτερο από 0.2 (Παράρτημα 23). Ταυτόχρονα, η ανάλυση με βάση το μοντέλο Rasch έδειξε ότι όλες οι τιμές του Mean Infit mean square για όλα τα έργα εμπίπτουν στο εύρος 0.77-1.30 (Πίνακας 32).

**Πίνακας 32.** Δείκτης Mean Infit mean square για τα 29 έργα

all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

INFINIT	.63	.71	.83	1.00	1.20	1.40	1.60
MNSQ							
1 item 1			.	*			.
2 item 2			.	*			.
3 item 3			.		*		.
4 item 4			.		*		.
5 item 5			.	*			.
6 item 6			.	*			.
7 item 7			.		*		.
8 item 8			.	*			.
9 item 9			.	*			.
10 item 10			.	*			.
11 item 11			.	*			.
12 item 12			.	*			.
13 item 13			.	*			.
14 item 14			.		*		.
15 item 15			.	*			.
16 item 16			.	*			.
17 item 17			.	*			.
18 item 18			.	*			.
19 item 19			.	*			.
20 item 20			.	*			.
21 item 21			.		*		.
22 item 22			.	*			.
23 item 23			.		*		.
24 item 24			.		*		.
25 item 25			.	*			.
26 item 26			.	*			.
27 item 27			.		*		.
28 item 28			.	*			.
29 item 29			.	*			.

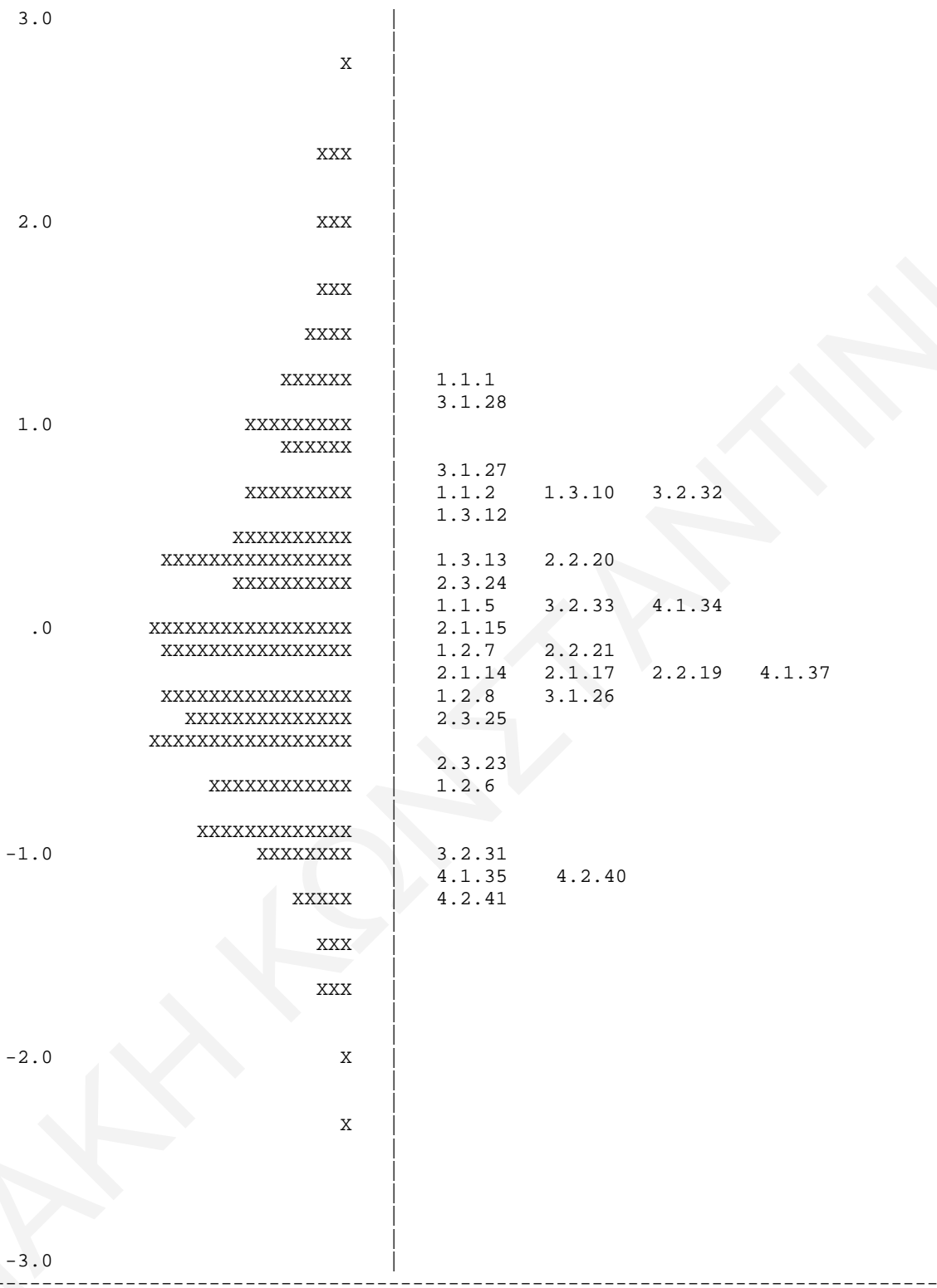
Η κλίμακα υποκειμένων/έργων (Διάγραμμα 24) επιβεβαιώνει ότι τα 29 έργα ταιριάζουν ικανοποιητικά στο μοντέλο. Η ικανότητα των μαθητών κυμαίνεται από -2.32 μέχρι 2.78

logits με μέσο όρο 0.01, ενώ ο βαθμός δυσκολίας των έργων κυμαίνεται από -1.21 μέχρι 1.27 logits με μέσο όρο 0 (βλέπε και Πίνακα 33). Ενώ υπάρχει αντιστοιχία μεταξύ του βαθμού ικανότητας των ατόμων και του βαθμού δυσκολίας των έργων, θα μπορούσε κάποιος να ισχυριστεί ότι το δοκίμιο θα μπορούσε να εμπλουτιστεί με έργα με χαμηλότερο βαθμό δυσκολίας, αλλά και με έργα με υψηλότερο βαθμό δυσκολίας, για να ανταποκριθεί στους πολύ αδύνατους ή πολύ ικανούς μαθητές, αντίστοιχα.

Ο Πίνακας 33 παρουσιάζει τις στατιστικές τιμές της ανάλυσης με τη βοήθεια του μοντέλου Rasch για το σύνολο του δείγματος, αλλά και για τις τέσσερις υποομάδες (μαθητές Ε' και Στ' δημοτικού, και Α' και Β' γυμνασίου). Φαίνεται ότι ο μέσος όρος του βαθμού δυσκολίας των έργων είναι το 0 (SD=0.66), ενώ ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών ολόκληρου του δείγματος είναι 0.01 (SD=0.84). Είναι αξιοσημείωτη η βελτίωση στη μέση τιμή της ικανότητας των υποκειμένων για τα 29 έργα, σε σχέση με τις εκτιμήσεις για τα 41 έργα (που ήταν -0.14, SD=0.69). Εξάλλου, ο μέσος όρος της ικανότητας των μαθητών φαίνεται να παρουσιάζει αυξητική τάση με βάση την ηλικία/επίπεδο εκπαίδευσης των μαθητών, αφού οι μαθητές της Ε' τάξης του δημοτικού έχουν τη χαμηλότερη μέση επίδοση (-0.35), ενώ οι μαθητές της Β' γυμνασίου έχουν την υψηλότερη μέση επίδοση (0.45). Οι τιμές για την τυπική απόκλιση της επίδοσης των ατόμων υποδεικνύουν μικρή διασπορά στις μετρήσεις, γεγονός που υποστηρίζει την ομοιομορφία στη συμπεριφορά του δείγματος. Με άλλα λόγια, οι μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων συμπεριφέρονται απέναντι στο ΔοΣΣ ως μια ομοιόμορφη ομάδα.

Η αξιοπιστία των έργων ορίζεται στο 0.97 που είναι εξαιρετική τιμή, ενώ η αξιοπιστία των ατόμων ορίζεται στο 0.75 που είναι ικανοποιητική τιμή. Η υψηλή αξιοπιστία των έργων υπονοεί ότι σε πιθανή επαναχορήγηση του ίδιου δοκιμίου σε διαφορετικό δείγμα με παρόμοια κατανομή ικανότητας, η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα έργα στο χάρτη θα είναι η ίδια (Bond & Fox, 2001), ενώ υψηλή αξιοπιστία σχετικά με την ικανότητα των ατόμων σημαίνει ότι σε πιθανή επαναχορήγηση ενός άλλου δοκιμίου που μετρά το ίδιο γνώρισμα η σειρά με την οποία κατανέμονται τα άτομα θα παραμείνει η ίδια (Bond & Fox, 2001).





Each X represents 2 students

Διάγραμμα 24. Κλίμακα υποκειμένων και 29 έργων

Πίνακας 33. Οι στατιστικές τιμές για 29 έργα του ΛοΣΣ για όλο το δείγμα και τις τέσσερις υποομάδες

Στατιστικοί δείκτες	Όλοι (n=403)	Ε΄ Δημ. (n=100)	Στ΄ Δημ. (n=105)	Α΄ Γυμν. (n=100)	Β΄ Γυμν. (n=98)
Mean (items*)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
(persons)	0.01	-0.35	-0.10	0.04	0.45
Standard deviation (items)	0.66	0.76	0.77	0.76	0.64
(persons)	0.84	0.73	0.78	0.76	0.94
Separability** (items)	0.97	0.91	0.92	0.91	0.87
(persons)	0.75	0.67	0.71	0.70	0.78
Mean Infit mean square					
(items)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
(persons)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Mean Outfit mean square					
(items)	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01
(persons)	1.00	1.00	1.00	1.01	1.01
Infit t (items)	-0.10 (SD=1.54)	0.01	-0.08	-0.08	-0.02
(persons)	0.00 (SD=0.82)	0.03	-0.01	0.01	0.02
Outfit t (items)	0.03 (SD=1.13)	0.01	-0.01	0.02	0.04
(persons)	0.07 (SD=0.61)	0.07	0.06	0.07	0.07

\*L=29 items

\*\* Separability (αξιοπιστία): Η τιμή 1 δείχνει μεγάλη αξιοπιστία, ενώ η τιμή 0 πολύ μικρή

Οι δείκτες Mean Infit mean square και Mean Outfit mean square τόσο για τα έργα όσο για τα υποκείμενα έχουν μέση τιμή 1, γεγονός που υποδεικνύει ότι τα δεδομένα ταιριάζουν καλά στο μοντέλο. Κατά συνέπεια, φαίνεται να υπάρχει μεγάλη συνέπεια ανάμεσα σε κάθε έργο και τα υπόλοιπα έργα, και αντίστοιχα, μεγάλη συνέπεια ανάμεσα στην επίδοση κάθε ατόμου με τις επιδόσεις των υπόλοιπων ατόμων. Οι δείκτες Infit t των έργων έχουν μέση τιμή -0.10 (SD=1.54) και οι δείκτες Outfit t έχουν μέση τιμή 0.03 (SD=1.13). Οι δείκτες Infit t των υποκειμένων έχουν μέση τιμή 0 (SD=0.82) και οι δείκτες Outfit t έχουν μέση τιμή 0.07 (SD=0.61). Είναι σημαντικό να τονιστεί ότι, παρά το γεγονός ότι η μέση τιμή του δείκτη infit t για τα 29 έργα απέχει λίγο από το 0, παρατηρείται βελτίωση της συγκεκριμένης τιμής, σε σχέση με τον αντίστοιχο δείκτη για τα 41 έργα που ήταν -0.28 (SD=2.02). Μελετώντας τους δείκτες infit t και outfit t για κάθε έργο ξεχωριστά, προκύπτει ότι πέντε (5) έργα παρουσιάζουν τιμές που υπερβαίνουν το όριο των  $\pm 2$  μονάδων (Πίνακας 34). Παρόλα αυτά, κανένα δεν έχει διαφορά των δύο τιμών μεγαλύτερη των 2 μονάδων, γι' αυτό και δε συντρέχει επιβεβλημένος λόγος τα έργα να μην περιληφθούν στο δοκίμιο.

Πίνακας 34. Έργα με τιμές infit t και outfit t εκτός του εύρους  $\pm 2$

Κωδικός έργου	Infit t	Outfit t
1.2.ΚΒ.Φ7.6	-2.20	-0.90
1.3.ΚΒ.Φ7.7	3.00	1.80
2.1.ΚΒ.Φ7.11	-2.20	-0.80
2.1.ΚΒ.Φ7.12	-2.80	-2.00
2.2.ΚΒ.Φ7.14	2.40	1.90

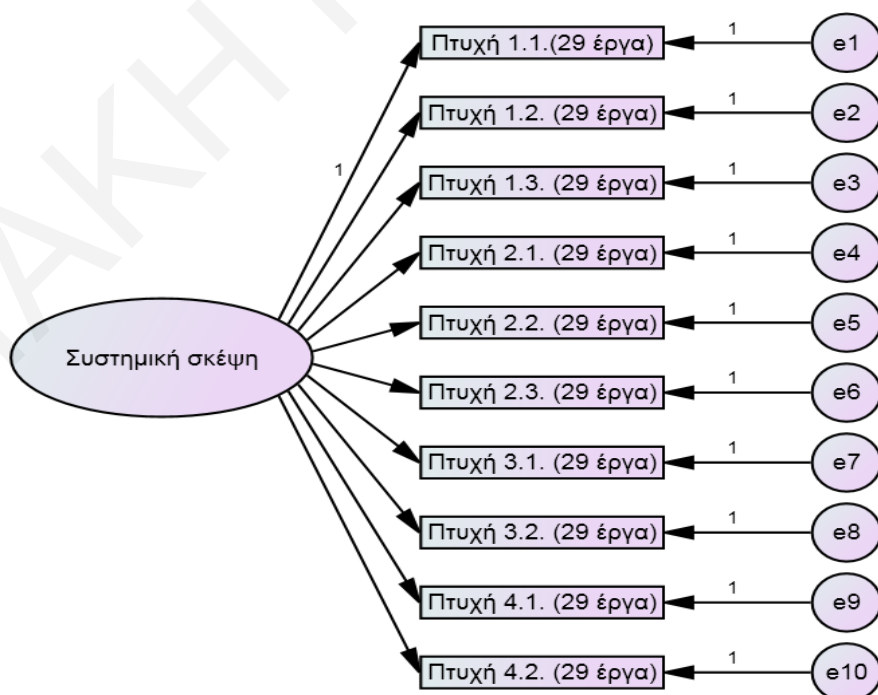
Συνοψίζοντας, το ΔοΣΣ με τα 29 έργα και η κλίμακά του μπορεί να μετρήσει τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων. Παρόλ' αυτά, υπάρχουν ενδείξεις για περιθώρια βελτίωσης των έργων του ΔοΣΣ, ώστε α) κανένα έργο να μην έχει τιμές εφαρμογής (infit t και outfit t) στο μοντέλο πέραν του εύρους  $\pm 2$ , και β) να περιλαμβάνει έργα που να αντιστοιχούν στους πολύ ικανούς ή πολύ αδύνατους μαθητές.

**ΕΡΩΤΗΜΑ 2:** Το θεωρητικό μοντέλο για τη συστημική σκέψη, πάνω στο οποίο στηρίζεται η έρευνα, μπορεί να υποστηρικτεί από τα ερευνητικά δεδομένα και αναλύσεις; (Εννοιολογικός ορισμός της συστημικής σκέψης.)

Στη συνέχεια, διενεργήθηκε Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (CFA) για την εξέταση του θεωρητικού μοντέλου για την παραγοντική δομή της συστημικής σκέψης, στο οποίο στηρίχτηκε η ανάπτυξη του ΔοΣΣ. Συγκεκριμένα, εξετάστηκε η εφαρμογή των δεδομένων σε τρία μοντέλα: το Μονοπαραγοντικό (10 σε 1), το Πολυπαραγοντικό (4 παράγοντες συσχετισμένοι) και το Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης.

Τα δεδομένα πάρθηκαν από τη συνολική επίδοση των μαθητών στις δέκα πτυχές: 1.1. Εντοπισμός βασικών στοιχείων, 1.2. Σημασία χρονικών ορίων, 1.3. Αναγνώριση αναδυόμενων φαινομένων, 2.1. Εντοπισμός αλληλεπιδράσεων ανάμεσα στα στοιχεία του συστήματος, 2.2. Εντοπισμός επίδρασης χαρακτηριστικών του συστήματος στα στοιχεία του, 2.3. Εισήγηση λύσεων, 3.1. Εντοπισμός σχέσεων εισροών-εκροών, 3.2. Εντοπισμός κυκλικών ροών ύλης, 4.1. Εντοπισμός αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων, 4.2. Εντοπισμός αμφίδρομων εξισοροποιητικών αλληλεπιδράσεων. Όλες οι πτυχές είχαν εύρος τιμών από 0 μέχρι 3 μονάδες, εκτός από την πτυχή 4.2., η οποία είχε εύρος τιμών από 0 μέχρι 2.

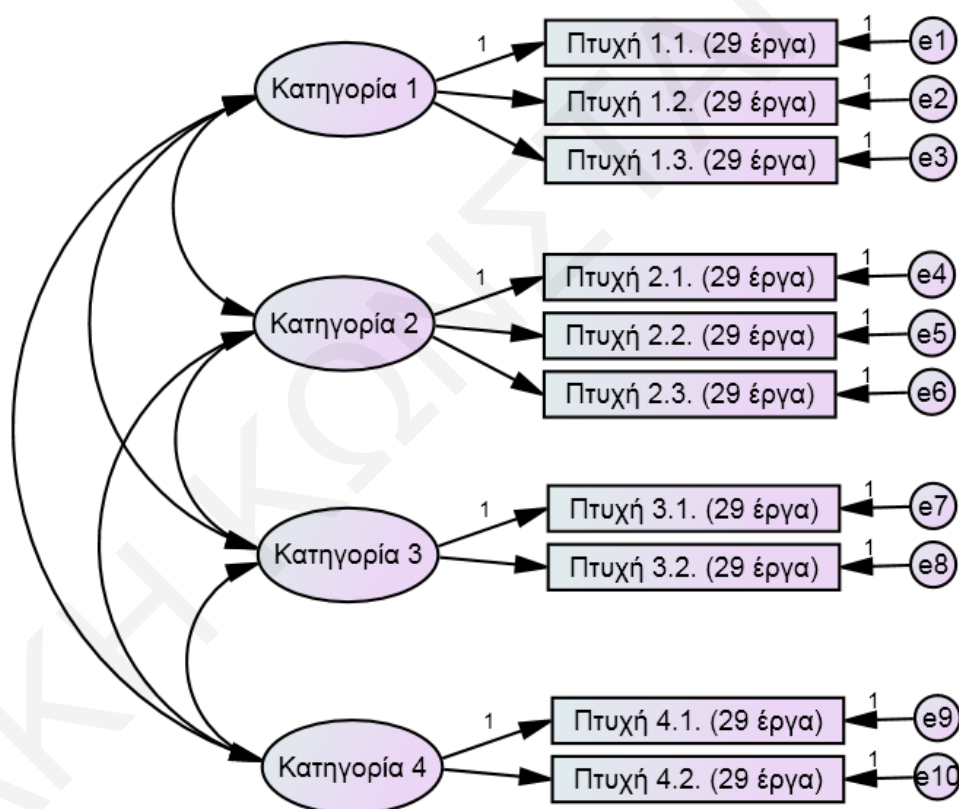
Όσον αφορά στο Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1) (Διάγραμμα 25), εξετάστηκε η Υπόθεση 1: «Υπάρχουν δέκα «ισοδύναμες» πτυχές που φορτίζουν σε έναν παράγοντα, τη συστημική σκέψη;».



Διάγραμμα 25. Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1)

Οι παράμετροι (parameters) που χρειάζονται να υπολογιστούν για το Μονοπαραγοντικό μοντέλο ανέρχονται στους 20 (10 error variances, 9 loadings, 1 latent factor variance). Το δείγμα (N=403) είναι κατάλληλο για τέτοιου είδους ανάλυση, εφόσον ο απαιτούμενος αριθμός υποκειμένων πρέπει να είναι τουλάχιστον 10πλάσιος των παραμέτρων που πρόκειται να υπολογιστούν (Schreiber et al., 2006).

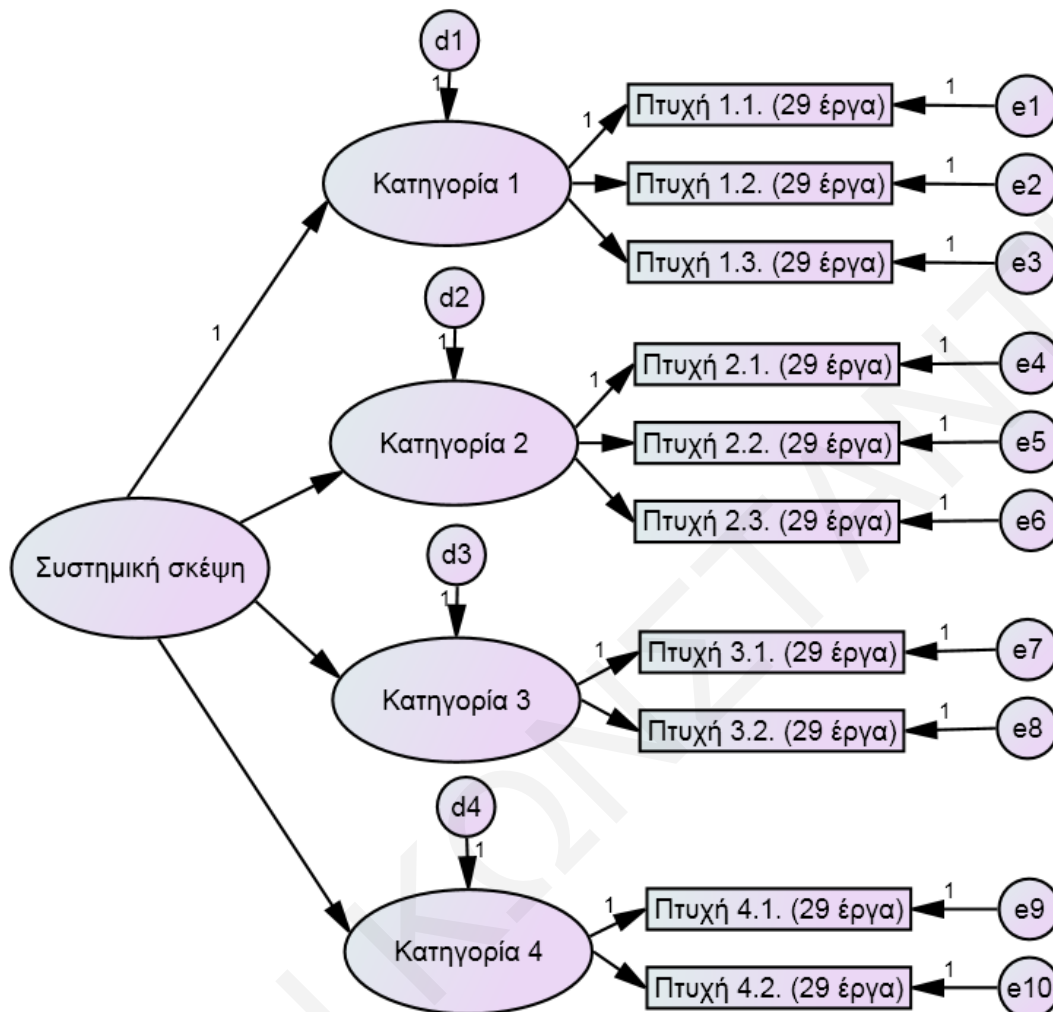
Στο Πολυπαραγοντικό μοντέλο (4 παράγοντες συσχετισμένοι) (Διάγραμμα 26), εξετάστηκε η Υπόθεση 2: «Υπάρχουν δέκα «υποδεξιότητες» (πτυχές) που φορτίζουν σε τέσσερις παράγοντες που συσχετίζονται μεταξύ τους;», δηλαδή στις κατηγορίες στις οποίες ομαδοποιούνται εννοιολογικά οι πτυχές: 1. Ορισμός συστήματος, 2. Αλληλεπιδράσεις, 3. Ροές και 4. Ισοροπία.



Διάγραμμα 26. Πολυπαραγοντικό μοντέλο (τέσσερις παράγοντες - συσχετισμένοι)

Οι παράμετροι (parameters) που χρειάζονται να υπολογιστούν με τη συγκεκριμένη ανάλυση ανέρχονται στους 26 (10 error variances, 4 latent factor variances, 6 loadings, 6 covariances). Το μέγεθος του δείγματος (N=403) ικανοποιεί και σε αυτό το μοντέλο το κριτήριο του τουλάχιστον δεκαπλάσιου των παραμέτρων που εξετάζονται.

Στο Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης (Διάγραμμα 27), εξετάστηκε η Υπόθεση 3: «Υπάρχουν δέκα «ισοδύναμες» πτυχές που φορτίζουν σε τέσσερις παράγοντες (κατηγορίες), οι οποίοι φορτίζουν σε έναν δεύτερου επιπέδου παράγοντα (συστημική σκέψη);».



Διάγραμμα 27. Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης

Οι παράμετροι (parameters) που χρειαζόταν να υπολογιστούν με τη συγκεκριμένη ανάλυση ανέρχονται στους 24 (14 error variances, 1 latent factor variance, 9 loadings). Το μέγεθος του δείγματος (N=403) ικανοποιεί και σε αυτό το μοντέλο το κριτήριο του τουλάχιστον δεκαπλάσιου των παραμέτρων που εξετάζονται.

### Κανονική κατανομή των τιμών των μεταβλητών

Αρχικά, εξετάστηκε αν ικανοποιείται το κριτήριο της κανονικότητας των τιμών των μεταβλητών, όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 35. Οι τιμές λοξότητας (skewness) κυμαίνονται από -0.778 μέχρι 0.629 και οι τιμές κύρτωσης (kurtosis) κυμαίνονται από -1.202 μέχρι -0.389, τιμές που επιβεβαιώνουν την κανονικότητα των μεταβλητών. Αν και κάποιες από τις κριτικές τιμές (critical ratios, c.r.) είναι κάπως ψηλές, σε απόλυτες τιμές θεωρούνται χαμηλές. Σύμφωνα με τον Kline (2011), απόλυτες τιμές λοξότητας άνω του 3 και κυρτότητας άνω του 8 είναι ανησυχητικές. Ο δείκτης Multivariate (Mardia's coefficient) δείχνει οριακή παραβίαση πολυμεταβλητής κανονικότητας, αλλά επειδή είναι πολύ ευαίσθητος σε μεγάλα δείγματα (Kline, 2011) όπως το συγκεκριμένο, θεωρούμε ότι οι προϋποθέσεις κανονικότητας δεν παρουσιάζουν ιδιαίτερο πρόβλημα.

Πίνακας 35. Αξιολόγηση της κανονικότητας του δείγματος

Variable	min	max	skew	c.r.	kurtosis	c.r.
Πτυχή 4.2. (29 έργα)	,000	2,000	-,778	-6,377	-,389	-1,594
Πτυχή 4.1. (29 έργα)	,000	3,000	-,232	-1,902	-,855	-3,502
Πτυχή 3.2. (29 έργα)	,000	3,000	,025	,209	-,815	-3,341
Πτυχή 3.1. (29 έργα)	,000	3,000	,421	3,450	-,529	-2,167
Πτυχή 2.3. (29 έργα)	,000	3,000	-,176	-1,439	-,981	-4,021
Πτυχή 2.2. (29 έργα)	,000	3,000	,042	,343	-,898	-3,678
Πτυχή 2.1. (29 έργα)	,000	3,000	-,039	-,318	-1,202	-4,924
Πτυχή 1.3. (29 έργα)	,000	3,000	,358	2,935	-,890	-3,648
Πτυχή 1.2. (29 έργα)	,000	3,000	-,239	-1,956	-,929	-3,807
Πτυχή 1.1. (29 έργα)	,000	3,000	,629	5,157	-,458	-1,877
Multivariate					-6,164	-3,994

### Συσχετίσεις μεταβλητών

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα IBM SPSS Statistics 20, φάνηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $p < 0.01$  ή  $p < 0.05$ ) ανάμεσα σε σχεδόν όλες τις πτυχές (Πίνακας 36). Μικρή και μη στατιστικά σημαντική συσχέτιση ( $r = 0.063$ ,  $p = 205$ ) παρατηρείται ανάμεσα στις πτυχές 2.2. *Εντοπισμός του είδους της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του* και 3.2. *Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.*

Πίνακας 36. Συσχετίσεις ανάμεσα στις 10 πτυχές της συστημικής σκέψης - Pearson Correlation (N=403)

	ΠΤΥΧΗ 1.1.	ΠΤΥΧΗ 1.2.	ΠΤΥΧΗ 1.3.	ΠΤΥΧΗ 2.1.	ΠΤΥΧΗ 2.2.	ΠΤΥΧΗ 2.3.	ΠΤΥΧΗ 3.1.	ΠΤΥΧΗ 3.2.	ΠΤΥΧΗ 4.1.	ΠΤΥΧΗ 4.2.
ΠΤΥΧΗ 1.1.	1									
ΠΤΥΧΗ 1.2.	,217**	1								
ΠΤΥΧΗ 1.3.	,232**	,271**	1							
ΠΤΥΧΗ 2.1.	,248**	,279**	,263**	1						
ΠΤΥΧΗ 2.2.	,181**	,172**	,135**	,290**	1					
ΠΤΥΧΗ 2.3.	,191**	,215**	,164**	,309**	,227**	1				
ΠΤΥΧΗ 3.1.	,214**	,213**	,179**	,259**	,221**	,237**	1			
ΠΤΥΧΗ 3.2.	,099*	,174**	,242**	,234**	,063	,248**	,289**	1		
ΠΤΥΧΗ 4.1.	,252**	,248**	,193**	,264**	,219**	,204**	,180**	,127*	1	
ΠΤΥΧΗ 4.2.	,171**	,135**	,131**	,158**	,126*	,194**	,156**	,145**	,216**	1

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### Εφαρμογή των τριών μοντέλων στα δεδομένα

Η επιβεβαιωτική ανάλυση παραγόντων των πιο πάνω μοντέλων έγινε με τη χρήση του λογισμικού AMOS 20 (Arbuckle, 2011) με τη μέθοδο Maximum-likelihood estimation. Αν και η συγκεκριμένη ανάλυση χρειάζεται συνεχείς μεταβλητές με τουλάχιστον πέντε σημεία (Rhemtula, Brosseau-Liard & Savalei, 2012), οι μεταβλητές που αναλύθηκαν έχουν εύρος 0-3. Παρόλ' αυτά, οι έλεγχοι κανονικότητας έδωσαν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Από την ανάλυση CFA, προέκυψαν εξαιρετικές τιμές όσον αφορά στους δείκτες εφαρμογής και για τα τρία υπό εξέταση μοντέλα με CFI>0.95, RMSEA<0.05 και SRMR<0.05 (Πίνακας 37).

Συγκεκριμένα, το Μονοπαραγοντικό μοντέλο δεν απορρίπτεται, αφού φαίνεται ότι οι δέκα πτυχές φορτίζουν σε έναν κοινό παράγοντα, ενδεχομένως τη συστημική σκέψη. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι τα δεδομένα ταιριάζουν εξαιρετικά στο μοντέλο ( $\chi^2 = 42.709$ ,  $p > 0.001$ , CFI=0.982, RMSEA=0.023 και SRMR=0.0352). Ενώ οι τιμές των δεικτών εφαρμογής των δεδομένων με το Μονοπαραγοντικό μοντέλο είναι πολύ καλές, οι τιμές των άλλων δύο μοντέλων, του Πολυπαραγοντικού και του Μοντέλου με παράγοντα 2ης τάξης δείχνουν ακόμη πιο καλή εφαρμογή. Συγκεκριμένα, το Πολυπαραγοντικό μοντέλο παίρνει τις εξής τιμές εφαρμογής:  $\chi^2 = 25.912$ ,  $p = 0.630$ , CFI=1.000, RMSEA=0.000 και



SRMR=0.0272, και το Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης τις εξής τιμές:  $\chi^2=27.911$ ,  $p=0.626$ , CFI=1.000, RMSEA=0.000 και SRMR=0.0284.

Πίνακας 37. Δείκτες Model fit για όλα τα μοντέλα που εξετάστηκαν

	$\chi^2$	df	CFI	RMSEA	SRMR	AIC	CAIC
<b>Μοντέλο Α</b>	42.709(p=0.382)	35	0.982	0.023	0.0352	82,709	182,688
<b>Μοντέλο Β</b>	25.912(p=0.630)	29	1.000	0.000	0.0272	77.912	207,885
<b>Μοντέλο Γ</b>	27.911 (p=0.626)	31	1.000	0.000	0.0284	75.911	195,885

*Σημείωση*

Μοντέλο Α: Μονοπαραγοντικό (10 σε 1)

Μοντέλο Β: Πολυπαραγοντικό (τέσσερις παράγοντες – συσχετισμένοι)

Μοντέλο Γ: Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης

CFI: Comparative Fit Index

RMSEA: Root Mean Square Error of Approximation

SRMR: Standardized Root Mean Square Residual

AIC: Akaike's Information Criterion

CAIC: Bozdogan's Consistent version of the AIC

**Εκτιμήσεις παραμέτρων**

*Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1)*

Από τα στοιχεία του Πίνακα 38 διαπιστώνεται ότι το όλες οι παραγοντικές φορτίσεις της κλίμακας (Regression weights) εμφανίστηκαν από 0.502 μέχρι 1.494, όλες στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ , ενώ οι αντίστοιχες τυποποιημένες παραγοντικές φορτίσεις (Standardized Regression weights) παίρνουν τιμές από 0.337 μέχρι 0.588. Οι διακυμάνσεις (variances) των measurement errors (e1-10) και του λανθάνοντα παράγοντα (συστημική σκέψη) είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας 0.05, και κυμαίνονται από 0.171 μέχρι 0.743. Ο δείκτης Squared Multiple Correlations (SMC), ο οποίος δείχνει την αξιοπιστία των παρατηρούμενων μεταβλητών σε σχέση με τον λανθάνοντα παράγοντα, κυμαίνεται από 0.114 μέχρι 0.241, δίνοντας ενδείξεις για χαμηλή προς μέτρια επεξηγηματικότητα από τους λανθάνοντες παράγοντες.

*Πολυπαραγοντικό μοντέλο (τέσσερις παράγοντες - συσχετισμένοι)*

Από τα στοιχεία του Πίνακα 39 διαπιστώνεται ότι όλες οι παραγοντικές φορτίσεις της κλίμακας (Regression weights) εμφανίστηκαν από 0.450 μέχρι 1.113, όλες στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ , ενώ οι αντίστοιχες τυποποιημένες παραγοντικές φορτίσεις (Standardized Regression weights) παίρνουν τιμές από 0.384 μέχρι 0.626. Οι συνδιακυμάνσεις (Covariances) είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο 0.05. Οι συσχετίσεις (Correlations) μεταξύ των τεσσάρων κατηγοριών είναι υψηλές.

Οι διακυμάνσεις (variances) των measurement errors ( $e_{1-10}$ ) και των τεσσάρων λανθάνοντων παραγόντων (ορισμός συστήματος, αλληλεπιδράσεις, ροές, ισορροπία) είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ , και κυμαίνονται από 0.198 μέχρι 0.717. Ο δείκτης Squared Multiple Correlations (SMC), κυμαίνεται από 0.148 μέχρι 0.392 που είναι ελαφρώς βελτιωμένες σε σχέση με το μονοπαραγοντικό μοντέλο.

*Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης (2nd order factor model)*

Από τα στοιχεία του Πίνακα 40 διαπιστώνεται ότι το όλες οι παραγοντικές φορτίσεις της κλίμακας (Regression weights) εμφανίστηκαν από 0.450 μέχρι 1.497, όλες στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ , ενώ οι αντίστοιχες τυποποιημένες παραγοντικές φορτίσεις (Standardized Regression weights) παίρνουν τιμές από 0.390 μέχρι 0.913. Οι διακυμάνσεις (variances) των measurement errors ( $e_{1-10}$  και  $d_{1-4}$ ) και του λανθάνοντα παράγοντα (συστημική σκέψη) είναι στατιστικά σημαντικές σε επίπεδο σημαντικότητας  $p=0.05$ , και κυμαίνονται από 0.033 μέχρι 0.717. Ο δείκτης Squared Multiple Correlations (SMC), κυμαίνεται από 0.193 μέχρι 0.834, και είναι ιδιαίτερα ψηλός για τις 4 κατηγορίες. Ο συγκεκριμένος δείκτης δίνει τιμές σαφώς καλύτερες για το Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης σε σχέση με τα άλλα δύο μοντέλα.

Πίνακας 38. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) - Μονοπαραγοντικό μοντέλο (10 σε 1)

			<b>Estimates</b>	<b>S.E.</b>	<b>Estimates</b>	<b>C.R.</b>	<b>P</b>
			<b>Regression weights</b>		<b>Standardized Regression weights</b>		
ΠΤΥΧΗ 1.1.	<---	ΣΣ	1,000		,441		
ΠΤΥΧΗ 1.2.	<---	ΣΣ	1,110	,183	,478	6,052	***
ΠΤΥΧΗ 1.3.	<---	ΣΣ	1,029	,177	,443	5,800	***
ΠΤΥΧΗ 2.1.	<---	ΣΣ	1,494	,224	,588	6,672	***
ΠΤΥΧΗ 2.2.	<---	ΣΣ	,936	,169	,411	5,548	***
ΠΤΥΧΗ 2.3.	<---	ΣΣ	1,163	,189	,491	6,140	***
ΠΤΥΧΗ 3.1.	<---	ΣΣ	1,018	,169	,473	6,022	***
ΠΤΥΧΗ 3.2.	<---	ΣΣ	,880	,162	,398	5,442	***
ΠΤΥΧΗ 4.1.	<---	ΣΣ	1,046	,176	,463	5,950	***
ΠΤΥΧΗ 4.2.	<---	ΣΣ	,502	,103	,337	4,867	***
<b>Variances</b>							
ΣΣ			,171	,043		3,960	***
e1			,708	,055		12,904	***
e2			,712	,056		12,617	***
e3			,743	,058		12,894	***
e4			,723	,064		11,387	***
e5			,738	,056		13,109	***
e6			,728	,058		12,500	***
e7			,613	,048		12,654	***
e8			,703	,053		13,185	***
e9			,686	,054		12,739	***
e10			,336	,025		13,504	***
<b>Squared Multiple Correlations</b>							
ΠΤΥΧΗ 4.2.			,114				
ΠΤΥΧΗ 4.1.			,214				
ΠΤΥΧΗ 3.2.			,159				
ΠΤΥΧΗ 3.1.			,224				
ΠΤΥΧΗ 2.3.			,241				
ΠΤΥΧΗ 2.2.			,169				
ΠΤΥΧΗ 2.1.			,345				
ΠΤΥΧΗ 1.3.			,196				
ΠΤΥΧΗ 1.2.			,228				
ΠΤΥΧΗ 1.1.			,195				

Πίνακας 39. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) – Πολυπαραγοντικό μοντέλο (τέσσερις παράγοντες - συσχετισμένοι)

			<b>Estimate</b>	<b>S.E.</b>		<b>C.R.</b>	<b>P</b>
			<b>Regression weights</b>		<b>Standardized Regression weights</b>		
ΠΤΥΧΗ 1.1.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,000		,475		
ΠΤΥΧΗ 1.2.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,113	,182	,516	6,130	***
ΠΤΥΧΗ 1.3.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,036	,175	,480	5,910	***
ΠΤΥΧΗ 2.1.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	1,000		,626		
ΠΤΥΧΗ 2.2.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,627	,098	,438	6,413	***
ΠΤΥΧΗ 2.3.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,766	,107	,515	7,182	***
ΠΤΥΧΗ 3.1.	<---	ΡΟΕΣ	1,000		,593		
ΠΤΥΧΗ 3.2.	<---	ΡΟΕΣ	,845	,150	,488	5,643	***
ΠΤΥΧΗ 4.1.	<---	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	1,000		,563		
ΠΤΥΧΗ 4.2.	<---	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,450	,092	,384	4,882	***
<b>Covariances</b>							
ΡΟΕΣ	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,157	,036		4,347	***
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<-->	ΡΟΕΣ	,259	,043		6,024	***
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,237	,041		5,766	***
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΡΟΕΣ	,165	,033		5,054	***
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,265	,045		5,901	***
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,192	,036		5,324	***
<b>Correlations</b>							
ΡΟΕΣ	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,567				
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<-->	ΡΟΕΣ	,746				
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,809				
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΡΟΕΣ	,704				
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,764				
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<-->	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,819				
<b>Variances</b>							
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.			,198	,050		3,967	***
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ			,433	,081		5,352	***
ΡΟΕΣ			,278	,066		4,195	***
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ			,277	,078		3,544	***
e1			,681	,057		11,921	***
e2			,677	,060		11,284	***
e3			,711	,060		11,853	***
e4			,671	,071		9,522	***
e5			,717	,057		12,605	***
e6			,705	,060		11,736	***
e7			,512	,062		8,202	***
e8			,637	,058		11,013	***
e9			,596	,076		7,804	***
e10			,323	,026		12,336	***
<b>Squared Multiple Correlations</b>							
ΠΤΥΧΗ 4.2.			,148				
ΠΤΥΧΗ 4.1.			,317				
ΠΤΥΧΗ 3.2.			,238				
ΠΤΥΧΗ 3.1.			,352				
ΠΤΥΧΗ 2.3.			,265				
ΠΤΥΧΗ 2.2.			,192				
ΠΤΥΧΗ 2.1.			,392				
ΠΤΥΧΗ 1.3.			,230				
ΠΤΥΧΗ 1.2.			,266				
ΠΤΥΧΗ 1.1.			,225				

Πίνακας 40. Εκτιμώμενες τιμές (estimates) - Μοντέλο με παράγοντα 2ης τάξης

			Estimate	S.E.	Estimate	C.R.	P
			Regression weights		Standardized Regression weights		
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	<---	ΣΣ	1,000		,912		
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	<---	ΣΣ	1,497	,254	,913	5,889	***
ΡΟΕΣ	<---	ΣΣ	1,012	,183	,773	5,521	***
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	<---	ΣΣ	1,082	,194	,843	5,574	***
ΠΤΥΧΗ 4.1.	<---	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	1,000		,554		
ΠΤΥΧΗ 4.2.	<---	ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ	,464	,095	,390	4,906	***
ΠΤΥΧΗ 3.1.	<---	ΡΟΕΣ	1,000		,594		
ΠΤΥΧΗ 3.2.	<---	ΡΟΕΣ	,844	,151	,487	5,596	***
ΠΤΥΧΗ 2.1.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	1,000		,629		
ΠΤΥΧΗ 2.2.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,625	,097	,439	6,418	***
ΠΤΥΧΗ 2.3.	<---	ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	,757	,106	,511	7,146	***
ΠΤΥΧΗ 1.1.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,000		,472		
ΠΤΥΧΗ 1.2.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,121	,184	,517	6,099	***
ΠΤΥΧΗ 1.3.	<---	ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.	1,046	,178	,482	5,891	***
<b>Variances</b>							
ΣΣ			,163	,044		3,685	***
d1			,033	,028		1,198	,231
d2			,073	,056		1,302	,193
d3			,112	,051		2,212	,027
d4			,077	,061		1,260	,208
e9			,605	,075		8,050	***
e10			,321	,026		12,216	***
e7			,512	,063		8,143	***
e8			,637	,058		10,992	***
e4			,667	,071		9,434	***
e5			,717	,057		12,592	***
e6			,709	,060		11,775	***
e1			,683	,057		11,945	***
e2			,676	,060		11,252	***
e3			,710	,060		11,811	***
<b>Squared Multiple Correlations</b>							
ΟΡΙΣΜΟΣ ΣΥΣΤ.			,831				
ΑΛΛΗΛΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ			,834				
ΡΟΕΣ			,598				
ΙΣΟΡΡΟΠΙΑ			,711				
ΠΤΥΧΗ 1.3.			,232				
ΠΤΥΧΗ 1.2.			,267				
ΠΤΥΧΗ 1.1.			,223				
ΠΤΥΧΗ 2.3.			,261				
ΠΤΥΧΗ 2.2.			,193				
ΠΤΥΧΗ 2.1.			,396				
ΠΤΥΧΗ 3.2.			,237				
ΠΤΥΧΗ 3.1.			,353				
ΠΤΥΧΗ 4.2.			,152				
ΠΤΥΧΗ 4.1.			,307				

### Σύγκριση των τριών μοντέλων

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης Rasch, από την οποία προέκυψε μια ενιαία κλίμακα με ομοιόμορφη κατανομή έργων και υποκειμένων, υποδεικνύουν ότι η συστημική σκέψη είναι μια μονοδιάστατη δεξιότητα. Αυτό υποστηρίζεται επίσης από τις υψηλές συσχετίσεις ανάμεσα στις τέσσερις κατηγορίες που επιβεβαίωσε το Πολυπαραγοντικό μοντέλο (CFA) που φανερώνουν την ύπαρξη ενός παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης, ενδεχομένως του παράγοντα «συστημική σκέψη». Η θεωρία αυτή επιβεβαιώνεται και από τα αποτελέσματα του Μοντέλου με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης (CFA). Επιπλέον, συγκρίνοντας το Πολυπαραγοντικό μοντέλο με το Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης, το τελευταίο φαίνεται να παρουσιάζει ελαφρά καλύτερες (χαμηλότερες) τιμές στα κριτήρια AIC και CAIC, τα οποία χρησιμοποιούνται στη σύγκριση δύο μοντέλων (Hu & Bentler, 1995) (Πίνακας 37). Εξάλλου, ο δείκτης  $\chi^2$  δείχνει ότι η εφαρμογή του Πολυπαραγοντικού μοντέλου ( $\chi^2=25.912$ ,  $p=0.630$ ) και του Μοντέλου με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης ( $\chi^2=27.911$ ,  $p=0.626$ ) δεν είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετική. Τα πιο πάνω, καθώς και το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίχτηκε η ανάπτυξη του ΔοΣΣ, οδηγούν στο συμπέρασμα ότι παρόλο που όλα είχαν πολύ καλή εφαρμογή, το Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης είναι ίσως το επικρατέστερο ανάμεσα στα τρία που εξετάστηκαν.

Συνοψίζοντας, και τα τρία μοντέλα που εξετάστηκαν αποτελούν διαφορετικές όψεις του ίδιου θεωρητικού μοντέλου. Τα δεδομένα και η επιβεβαιωτική παραγοντική ανάλυση δεν απορρίπτουν κανένα από τα τρία μοντέλα, αλλά για τους λόγους που εξηγήθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, το ιεραρχικό μοντέλο είναι το επικρατέστερο από τα τρία. Συνεπώς, μπορεί κανείς να ισχυριστεί ότι η απάντηση στο δεύτερο ερώτημα της έρευνας είναι πως το θεωρητικό μοντέλο για τη συστημική σκέψη, πάνω στο οποίο στηρίχτηκε η έρευνα (δηλαδή ο εννοιολογικός ορισμός της συστημικής σκέψης) υποστηρίζεται από τα ερευνητικά δεδομένα και τις αναλύσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Για να έχει νόημα το ερώτημα «Υπάρχει συστημική σκέψη;» χρειάζεται να ερμηνευθεί λειτουργικά. Για τους σκοπούς της διδακτικής των ΦΕ, μια λειτουργική ερμηνεία του ερωτήματος θα ήταν: «Έχει νόημα να κωδικοποιείται η συστημική σκέψη ως μια έννοια η οποία να χαρακτηρίζει την σκέψη των παιδιών σε αυτό το εύρος ηλικιών;» Αυτό το λειτουργικό ερώτημα δεν απαντάται αποκλειστικά από αυτή την έρευνα. Η παρούσα έρευνα είχε ως δεδομένη αφετηρία την ύπαρξη στην επιστήμη της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών εκτεταμένης διαλεκτικής σε σχέση με το γνώρισμα (construct) της συστημικής σκέψης. Αυτή η έρευνα εστίασε στο κατά πόσο, με βάση την υπάρχουσα θεωρητική συζήτηση για τη συστημική σκέψη, είναι εφικτό να ορισθεί λειτουργικά και περιεκτικά ο όρος, και αν ναι, κατά πόσο είναι εφικτό να αναπτυχθεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο όργανο μέτρησης της συστημικής σκέψης. Το ότι αυτά τα δύο ερωτήματα απαντώνται καταφατικά, δεν οδηγεί σε σημαντική αναθεώρηση της θεωρητικής κατανόησης για τη συστημική σκέψη. Ωστόσο η όλη προσπάθεια καταδεικνύει ότι (α) είναι εφικτό να κωδικοποιηθεί μια μονοδιάστατη οντότητα η οποία χαρακτηρίζει την σκέψη παιδιών 10-14 χρόνων, (β) αυτή η μονοδιάστατη οντότητα μπορεί να ονομασθεί συστημική σκέψη και (γ) αυτές τις ηλικίες) έχει τη δομή και τις συνιστώσες που φανερώνονται στο σχεδιασμό του δοκιμίου, (γ) μπορεί να μετρηθεί με συνέπεια και αξιόπιστα.

Στη βιβλιογραφία εντοπίζονται διάφορες προσπάθειες ανάπτυξης οργάνων μέτρησης της συστημικής σκέψης (Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Kali et al., 2003· Ossimitz, 1994, 1996, 2000, 2001· Kainz & Ossimitz, 2002· Riess & Mischo, 2009· Penner, 2000· Hmelo-Silver & Green Pfeffer, 2004· Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2007· Booth Sweeney & Serman, 2000· Jensen & Brehmer, 2003· Maani & Maharaj, 2004). Όμως, μέχρι σήμερα, τα πιο επιτυχημένα εργαλεία μέτρησης της συστημικής σκέψης αναγνωρίζονται από κάποιους (π.χ. Plate, 2010) τα δοκίμια των Booth Sweeney και Serman (2000) που προορίζονται σε μαθητές τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Η επιτυχία του οργάνου αξιολόγησης των Booth Sweeney και Serman (2000) οφείλεται στο γεγονός ότι παρέχουν αντικειμενικά και συγκρίσιμα αποτελέσματα με μεγάλο αριθμό συμμετεχόντων, που τα υπόλοιπα όργανα αδυνατούν να παρέχουν, συνήθως γιατί, λόγω της μορφής τους, απαιτείται χρονοβόρα αξιολόγηση που ένας αξιολογητής από μόνος τους δε θα μπορούσε να διεξάγει.

Μέχρι σήμερα, το πιο ολοκληρωμένο όργανο μέτρησης της συστημικής σκέψης που αφορά στο σύνολο της δεξιότητας είναι των Ben-Zvi Assaraf και Orion (2005, 2010) που όμως περιλαμβάνει τόσα πολλά διαφορεικά εργαλεία (π.χ. παρατήρηση, συνεντεύξεις, διαγράμματα, ερωτηματολόγια κ.τ.λ.) που κάνει την μέτρηση της συστημικής σκέψης χρονοβόρα και υποκειμενική. Και ενώ οι συγκεκριμένοι ερευνητές στηρίζονται σε ένα ολοκληρωμένο ορισμό για τη συστημική σκέψη, αυτός ο ορισμός είναι προσαρμοσμένος στα γεωσυστήματα με τα οποία ασχολούνται οι ερευνητές (π.χ. η διάσταση «Hidden dimensions» που εισηγούνται) και στηρίζεται σε μεγάλο βαθμό σε γνώσεις περιεχομένου του παρεμβατικού προγράμματος. Το όργανο μέτρησης των Booth Sweeney και Sterman (2000), ενώ θεωρείται επιτυχημένο, δεν αντιμετωπίζει ολοκληρωμένα τη συστημική σκέψη. Είναι χωρισμένο σε δοκίμια που το καθένα αναφέρεται σε άλλη διάσταση της συστημικής σκέψης (κυκλικές αναδράσεις, χρονική καθυστέρηση, αποθέματα και ροές).

Με εξαίρεση λίγα εργαλεία μέτρησης της συστημικής σκέψης (π.χ. Jensen & Brehmer, 2003 και Penner, 2000), τα περισσότερα στηρίζονται σε γνώσεις περιεχομένου (π.χ. Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010, Maani & Maharaj, 2004) ή απαιτούν εξειδικευμένες γνώσεις μαθηματικών για μοντελοποίηση συστημάτων (π.χ. Riess & Mischo, 2009, Booth Sweeney και Sterman, 2000). Επίσης, ελάχιστα είναι τα όργανα μέτρησης που στοχεύουν στη μέτρηση της συστημικής σκέψης μαθητών πρωτοβάθμιας και κατώτερης δευτεροβάθμιας (βλέπε Sheehy et al., 2000, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010), παρά την πεποίθηση ότι είναι δυνατή η ανάπτυξή της σε μαθητές μικρότερης ηλικίας (π.χ. Achive, 2013).

Η παρούσα έρευνα έρχεται να συμπληρώσει αυτό το κενό με την εισήγηση ενός ολοκληρωμένου θεωρητικού πλαισίου της συστημικής σκέψης και παράλληλα ενός αντικειμενικού οργάνου (δοκίμιο πολλαπλής επιλογής) και κλίμακας μέτρησής της όσον αφορά μαθητές πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης.

Η παραγωγή ενός επικυρωμένου οργάνου μέτρησης, είτε αφορά ένα φυσικό χαρακτηριστικό, είτε εννοιολογική κατανόηση, είτε ένα ψυχομετρικό χαρακτηριστικό πρέπει να στηρίζεται σε συγκεκριμένη θεωρία και να ακολουθεί κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία ανάπτυξης, μέσα από την οποία τα έργα καταδεικνύονται μέσα από τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και επαρκών ελέγχων εγκυρότητας. Μέσα από αυτά τα δύο στοιχεία, εξασφαλίζεται η εγκυρότητα και η αξιοπιστία του. Στην περίπτωση του ΔοΣΣ, αφού υιοθετήθηκε ένας αρχικός εννοιολογικός ορισμός, εφαρμόστηκαν δύο κύκλοι ανάπτυξης, κατά τους οποίους, ενώ στον καθένα μπορούν να



αναγνωριστούν σειριακά στάδια ανάπτυξης (στο κείμενο αναφέρονται ως «Φάσεις»), είναι έντονα τα χαρακτηριστικά της κυκλικότητας και της επανάληψης, δίνοντας ανατροφοδότηση και επηρεάζοντας τόσο τον λειτουργικό ορισμό, όσο και τον εννοιολογικό ορισμό της συστημικής σκέψης. Στην ανάπτυξή του συνέβαλαν σε σημαντικό βαθμό, τόσο η υπάρχουσα βιβλιογραφία και οι ειδικοί στο θέμα, όσο και πεπειραμένοι εκπαιδευτικοί και μεγάλος αριθμός μαθητών με συμμετοχή στις χορηγήσεις των εκάστοτε μορφών του δοκιμίου ή σε συνεντεύξεις, κάνοντας επαρκείς ελέγχους εγκυρότητας, καθώς και επιβεβαίωση της καταλληλότητας των έργων μέσα από στατιστικές αναλύσεις.

Συνεπώς, η ίδια η διαδικασία, τα αποτελέσματα κάθε Φάσης, αλλά και η διαχείριση των έργων στο τέλος κάθε φάσης, ενίσχυσαν την εγκυρότητα και αξιοπιστία του ΔοΣΣ, ενώ ειδικά τα αποτελέσματα των αναλύσεων της τελικής χορήγησης (ανάλυση Rasch και Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση) υποστήριξαν την ικανότητα του ΔοΣΣ να μετρά τη συστημική σκέψη μαθητών 10-14 χρόνων (δηλαδή τον λειτουργικό ορισμό της συστημικής σκέψης που εισηγείται η παρούσα έρευνα), αλλά και το θεωρητικό υπόβαθρο πάνω στο οποίο στηρίχθηκε η ανάπτυξη του δοκιμίου (δηλαδή τον εννοιολογικό ορισμό της συστημικής σκέψης). Ως εκ τούτου, το ΔοΣΣ μπορεί να αξιοποιηθεί για τη μέτρηση της συστημικής σκέψης παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων, για ερευνητικούς ή μαθησιακούς σκοπούς.

### **7.1. Πτυχές Συστημικής Σκέψης**

Αρχικά, κατά τον πρώτο κύκλο ανάπτυξης, η ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οδήγησε στην πρώτη καταγραφή των πιθανών πτυχών που συνθέτουν τη συστημική σκέψη, καταλήγοντας σε 13 πτυχές. Η διασαφήνιση των πτυχών έγινε καταγράφοντας όλες τις «υποδεξιότητες» της συστημικής σκέψης που εντοπίστηκαν στη βιβλιογραφία και επιλέγοντας τις κατάλληλες για τα παιδιά 10-14 χρόνων. Σε αυτό συνέβαλε σημαντικά η εξαγωγή παραδειγμάτων για κάθε πτυχή από ένα σύστημα, το Υδάτινο σύστημα της Κύπρου. Στη συνέχεια, στο τέλος του πρώτου κύκλου και στην αρχή του δεύτερου έγινε αναδιάρθρωση των πτυχών, ώστε να είναι ξεκάθαρα διακριτές και να ανταποκρίνονται στις σύγχρονες τάσεις για τη συστημική σκέψη των μαθητών της συγκεκριμένης ηλικίας (βλέπε NGSS-Archive, 2013). Ο Πίνακας 41 παρουσιάζει τη δομή των δέκα πτυχών-τεσσάρων κατηγοριών που εισηγείται η παρούσα έρευνα για μαθητές 10-14 χρόνων.

Πολλοί ήταν οι ερευνητές που με την έρευνά τους συνέβαλαν στη διατύπωση του εννοιολογικού ορισμού της συστημικής σκέψης, με τους κυριότερους να παρουσιάζονται

στον Πίνακα 42. Στον πίνακα παρουσιάζονται οι δέκα πτυχές της συστημικής σκέψης, οι οποίες επιλέγηκαν για τους σκοπούς της έρευνας, καθώς και αντιπροσωπευτικοί ερευνητές που πρότειναν ή ασχολήθηκαν μέσα από την έρευνά τους με την καθεμιά. Να σημειωθεί ότι ο πίνακας δεν περιλαμβάνει όλους τους ερευνητές που ασχολούνται με τη συστημική σκέψη, αλλά ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα. Επίσης, οι πτυχές που σημειώνονται για κάθε ερευνητή είναι αυτές που διατυπώνονται ξεκάθαρα από τους συγκεκριμένους ερευνητές, χωρίς να αποκλείεται οι ερευνητές να αποδέχονται και τις υπόλοιπες.

Πίνακας 41. Κατηγορίες και πτυχές του γνωρίσματος Συστημική Σκέψη

Κατηγορίες	Πτυχές
<b>1. Ορισμός συστήματος</b>	1.1. Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων και των χωρικών ορίων.
	1.2. Αναγνώριση της σημασίας των χρονικών ορίων σε ένα σύστημα.
	1.3. Διασύνδεση των συστημάτων με τα αντίστοιχα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.
<b>2. Αλληλεπιδράσεις</b>	2.1. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος.
	2.2. Εντοπισμός του είδους της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του
	2.3. Εντοπισμός τρόπων αναίρεσης αλλαγών ή λύσεων σε προβλήματα μέσα από την αναγνώριση αλληλεπιδράσεων.
<b>3. Ροές</b>	3.1. Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.
	3.2. Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.
<b>4. Ισορροπία</b>	4.1. Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα ενισχυτικά αποτελέσματα).
	4.2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων, ώστε να επέλθει η ισορροπία σε ένα σύστημα (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα εξισορροπητικά αποτελέσματα).

Πίνακας 42. Αναθεωρημένος συνοπτικός πίνακας πτυχών της συστημικής σκέψης και ερευνητών

ΕΡΕΥΝΗΤΕΣ	ΠΤΥΧΕΣ ΣΥΣΤΗΜΙΚΗΣ ΣΚΕΨΗΣ*									
	1.1.	1.2.	1.3.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	4.1.	4.2.
Richmond (1993, 1997, 2000)	•	•	•	•	•	•			•	•
Maani & Maharaj (2004)	•	•	•	•	•	•			•	•
Ben-Zvi Assaraf & Orion (2005, 2010)	•	•	•	•	•	•		•	•	
Jensen & Brehmer (2003)	•	•		•		•	•		•	•
Ossimitz (2000)	•	•	•	•	•	•	•		•	•
Riess και Mischo (2009)	•	•	•	•	•	•			•	•
Sterman (2002)	•	•	•	•	•		•	•	•	•
Booth Sweeney (2001)	•	•	•	•	•		•		•	•
Goldstone & Wilensky (2008)	•		•	•	•				•	•
Wilensky & Resnick (1999)	•	•	•	•						
Hill & Redden, 1985	•			•	•					
Forrester (1997)	•	•		•	•	•			•	•
Hight (1995)	•	•		•	•	•			•	•
Thier & Knott (1992)	•			•		•				
Wylie et al. (1998)	•			•	•	•	•	•	•	•
Sheehy et al. (2000)	•			•		•			•	•
Penner (2000)	•		•	•						
Chandler & Boutilier (1992)	•		•	•				•	•	
Espago (1994)	•		•	•	•					
Achieve (2013)	•		•	•	•		•	•	•	•

\* Οι κωδικοί αναφέρονται στις πτυχές του Πίνακα 41.

## 7.2. Περιγραφή ΔοΣΣ

Το τελικό προϊόν αυτής της έρευνας, το ΔοΣΣ (Παράρτημα 21), αποτελείται από 29 έργα πολλαπλής επιλογής, περιλαμβάνοντας το στέλεχος και τέσσερις επιλογές. Η μορφή των έργων (πολλαπλής επιλογής) παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα, αφού σε σχετικά μικρό χρονικό διάστημα μπορεί να χορηγηθεί μεγάλος αριθμός έργων, ώστε να καλυφθεί ικανοποιητικά η περιοχή που εξετάζεται. Επιπρόσθετα οι ερωτήσεις αυτού του είδους είναι πιο αξιόπιστες, εφόσον σε πιθανή επαναχορήγηση του δοκιμίου, είναι πιο πιθανό ένα υποκείμενο να δώσει τις ίδιες απαντήσεις (Bybee, McCrae & Laurie, 2009).

Τα έργα παρουσιάζουν ένα σενάριο στους μαθητές, οι οποίοι καλούνται να επιλέξουν μίαν από τις εναλλακτικές επιλογές ως ορθή. Τα σενάρια σχετίζονται με συστήματα οικεία στους μαθητές 10-14 χρόνων (Πίνακας 43). Έγινε προσπάθεια να μην περιλαμβάνονται έργα που απαιτούν γνώσεις περιεχόμενου, ώστε η έμφαση να είναι στον τρόπο σκέψης των παιδιών σε σχέση με τα συστήματα. Παρόμοια, ο Penner (2000), μελετώντας τον τρόπο σκέψης των μαθητών για τη συστημική σκέψη και συγκεκριμένα για τα αναδυόμενα φαινόμενα των συστημάτων, χρησιμοποίησε τα κυψελοειδή αυτόματα (cellular automata), ώστε να μειωθούν οι απαιτήσεις από τους μαθητές για γνώσεις περιεχομένου και να εστιάσει έτσι στον τρόπο σκέψης των μαθητών για τα αναδυόμενα φαινόμενα. Παράλληλα, οι Booth Sweeney και Sterman (2000) και οι Kainz και Ossimitz (2002) ανάμεσα στα έργα τους για τη μελέτη της συστημικής σκέψης όσον αφορά στις ροές και τα αποθέματα, χρησιμοποίησαν και απλά συστήματα, όπως είναι το νερό που εισέρχεται και εξέρχεται σε μια μπανιέρα ή σε ένα ντεπόζιτο νερού, ώστε να εστιάσουν στην σκέψη που ενεργοποιείται παρά στο ίδιο το σύστημα που μπορεί να είναι απαιτητικό σε γνώσεις περιεχομένου.

Ο Πίνακας 43 παρουσιάζει, ανά πτυχή, τα έργα, τη μορφή της διατύπωσής τους και το είδος των συστημάτων που αξιοποιούν. Συγκεκριμένα, το ΔοΣΣ περιλαμβάνει 7 έργα που σχετίζονται με φυσικά/βιολογικά συστήματα, 7 έργα που σχετίζονται με μηχανικά/υδραυλικά/ηλεκτρικά συστήματα και 12 έργα που σχετίζονται με κοινωνικοοικονομικά συστήματα, ενώ σε τρία έργα αξιοποιείται η αλληλεπίδραση του ανθρώπινου με το φυσικό περιβάλλον (π.χ. ρύπανση ή ανακύκλωση). Ενώ για όλες σχεδόν τις πτυχές αξιοποιούνται συστήματα από δύο τουλάχιστον κατηγορίες, για τις πτυχές 4.1 και 4.2 αξιοποιείται μόνο μία κατηγορία συστημάτων, τα κοινωνικοοικονομικά, αφού λόγω των αποτελεσμάτων των στατιστικών αναλύσεων, κρίθηκε ότι τα υπόλοιπα έργα θα έπρεπε να εξαιρεθούν του δοκιμίου. Επίσης, η

διατύπωση είναι για όλα τα έργα λεκτική, ενώ σε κάποια γίνεται χρήση εικόνας και σε ένα διαγράμματος.

**Πίνακας 43. Είδη συστημάτων και μορφή διατύπωσης έργων τελικού ΔοΣΣ**

Πτυχή	Σύστημα	Κατηγορία συστημάτων*	Διατύπωση	Κωδικός έργου
1.1	Ποδήλατο	1	Λεκτική	1.1.ΚΒ.Φ7.1
	Αυτοκινητάκι	1	Λεκτική	1.1.ΚΒ.Φ7.2
	Χωριό	2	Λεκτική	1.1.ΚΒ.Φ7.3
1.2	Διακοπές	2	Λεκτική	1.2.ΚΒ.Φ7.4
	Χείμαρρος	3	Λεκτική	1.2.ΚΒ.Φ7.5
	Αλυκή	3	Λεκτική	1.2.ΚΒ.Φ7.6
1.3	Αυτοκίνητο	1	Λεκτική και εικόνα	1.3.ΚΒ.Φ7.7
	Σπίτι/θέρμανση	1	Λεκτική	1.3.ΚΒ.Φ7.8
	Ψυγείο	1	Λεκτική και εικόνα	1.3.ΚΒ.Φ7.9
2.1	Διατροφικές σχέσεις	3	Λεκτική	2.1.ΚΒ.Φ7.10
	μεταφορές προϊόντων	2	Λεκτική και εικόνα	2.1.ΚΒ.Φ7.11
	Διατροφικές σχέσεις	3	Λεκτική και διάγραμμα	2.1.ΚΒ.Φ7.12
2.2	Ομάδα ποδοσφαίρου	2	Λεκτική	2.2.ΚΒ.Φ7.13
	Εργοστάσιο	2	Λεκτική	2.2.ΚΒ.Φ7.14
	Αυτοκίνητο	1	Λεκτική	2.2.ΚΒ.Φ7.15
2.3	Ρύπανση	4	Λεκτική	2.3.ΚΒ.Φ7.16
	Κυκλοφοριακό σύστημα	2	Λεκτική	2.3.ΚΒ.Φ7.17
	Ρύπανση	4	Λεκτική	2.3.ΚΒ.Φ7.18
3.1	Δάσος	3	Λεκτική	3.1.ΚΒ.Φ7.19
	Φράγμα	3	Λεκτική	3.1.ΚΒ.Φ7.20
	Μπανιέρα	1	Λεκτική	3.1.ΚΒ.Φ7.21
3.2	Ανακύκλωση	4	Λεκτική	3.2.ΚΒ.Φ7.22
	Κύκλος του νερού	3	Λεκτική	3.2.ΚΒ.Φ7.23
	Χρηματικό σύστημα	2	Λεκτική και εικόνα	3.2.ΚΒ.Φ7.24
4.1	Πληθυσμός χώρας	2	Λεκτική	4.1.ΚΒ.Φ7.25
	Εταιρεία παπουτσιών	2	Λεκτική	4.1.ΚΒ.Φ7.26
	Στρατιωτικός εξοπλισμός χώρας	2	Λεκτική και εικόνα	4.1.ΚΒ.Φ7.27
4.2	Υπεραγορά	2	Λεκτική	4.2.ΚΒ.Φ7.28
	Κατάστημα ρούχων	2	Λεκτική	4.2.ΚΒ.Φ7.29

Κατηγορία συστημάτων\* 1: Μηχανικά /υδραυλικά /ηλεκτρικά, 2.: Κοινωνικο-οικονομικά,

3. Φυσικά /βιολογικά, 4: Αλληλεπίδραση ανθρώπινου και φυσικού περιβάλλοντος

Στόχος της παρούσας έρευνας ήταν να παραχθούν 30 έργα, τρία έργα για κάθε πτυχή. Καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης του δοκιμίου, υπήρχε η πρόνοια για παραγωγή τεσσάρων περίπου έργων, ώστε να υπάρχει το περιθώριο, μετά την τελική χορήγηση, να μειωθούν σε τρία. Ο λόγος είναι για να μπορούν οι μαθητές να συμπληρώνουν το δοκίμιο σε λογικά χρονικά πλαίσια, ώστε να μην επηρεάζεται η εγκυρότητα και αξιοπιστία του. Παρόλα αυτά, τα αποτελέσματα της ανάλυσης των έργων μετά την τελική χορήγηση του δοκιμίου, οδήγησε σε χαμηλό δείκτη διάκρισης (μικρότερο από 0.2) για τα δύο από τα τέσσερα έργα της συγκεκριμένης πτυχής, γι' αυτό και στο τέλος περιορίστηκαν σε δύο για τη πτυχή «4.2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων, ώστε να επέλθει η ισορροπία σε ένα σύστημα (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα εξισορροπητικά αποτελέσματα)» (Στήλες AU-AV, Παράρτημα 1).

### **7.3. Εγκυρότητα ΔοΣΣ**

#### Εγκυρότητα περιεχομένου (content validity)

Η αξιολόγηση της εγκυρότητας περιεχομένου μπορεί, να εξεταστεί με τη γνώμη ειδικών στη συγκεκριμένη γνωστική περιοχή (Anastasi, 1988, Adams & Wieman, 2011). Η συνεισφορά τόσο της βιβλιογραφίας, όσο και των ειδικών στην εγκυρότητα περιεχομένου του ΔοΣΣ ήταν μεγάλη και επαναλαμβανόμενη στις διάφορες φάσεις ανάπτυξής του.

Αφού αναπτύχθηκαν τα πρώτα έργα και αξιολογήθηκε η καταλληλότητά τους ως προς τη γενική μορφή και διατύπωση, κατά τη Φάση 2 του πρώτου κύκλου, δύο ειδικοί, ένας από το χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών και ένας από το χώρο της Ψυχολογίας έδωσαν ανατροφοδότηση όσον αφορά στις ίδιες τις πτυχές (Πίνακας 4), τα έργα και την αντιστοιχία των έργων με τις πτυχές. Με βάση την ανατροφοδότηση που λήφθηκε, έγιναν οι απαραίτητες τροποποιήσεις: αλλαγές όσον αφορά στο περιεχόμενο των έργων και στη διατύπωσή τους, αλλά και αλλαγές όσον αφορά στην αντιστοιχία έργων και πτυχών, αφού κάποια έργα φάνηκε να εξυπηρετούν άλλη πτυχή από εκείνη για την οποία προορίζονταν.

Στην αρχή του δεύτερου κύκλου, περαιτέρω ανασκόπηση της υφιστάμενης βιβλιογραφίας, αλλά και η μελέτη των αποτελεσμάτων των διαφόρων φάσεων του πρώτου κύκλου οδήγησε στην τροποποίηση των πτυχών και τη μείωσή τους σε δέκα (Πίνακας 12, Πίνακας 16). Απαραίτητες αλλαγές έγιναν και στα έργα που αντιστοιχούσαν σε κάθε πτυχή.

Στο δεύτερο κύκλο έγινε περαιτέρω αξιολόγηση της εγκυρότητας περιεχομένου στη Φάση 3. Η αξιολόγηση των δέκα ντόπιων και ξένων ειδικών αφορούσε στο περιεχόμενο των δέκα πτυχών, στην ύπαρξη μίας σωστής απάντησης ανάμεσα στις τέσσερις επιλογές, την αντιστοιχία κάθε έργου με μία από τις πτυχές, τη διακριτότητα των εναλλακτικών επιλογών, καθώς και στην καταλληλότητα της διατύπωσης του στελέχους και των εναλλακτικών. Η πληροφόρηση που λήφθηκε οδήγησε σε αλλαγές ή αντικαταστάσεις των έργων στις περιπτώσεις εκείνες που ένας ελάχιστος αριθμός ειδικών δεν εντόπιζε είτε την πτυχή για την οποία κατασκευάστηκε το έργο είτε την ορθή απάντηση ή έδωσε αρνητικά σχόλια για την ποιότητα των έργων (περιεχόμενο, ορθότητα απαντήσεων κ.τ.λ.). Έγινε επίσης αναδιατύπωση κάποιων πτυχών για να είναι πιο ξεκάθαρο το περιεχόμενό τους (Πίνακας 42).

Σύμφωνα με τους Haynes, Richard και Kubany (1995), η εγκυρότητα περιεχομένου επηρεάζει τη δομική εγκυρότητα ενός οργάνου μέτρησης. Τα έργα που επιλέγονται για την αναπαράσταση και μέτρηση κάθε πτυχής ενός γνωρίσματος, θεωρείται ότι έχουν στατιστικά σημαντική συσχέτιση (covariance). Ένα όργανο μέτρησης με ανεπαρκή εγκυρότητα περιεχομένου δε θα είναι ικανό να επιβεβαιώσει τη δομή των έργων του, αφού δε θα υπάρχει σημαντική σχέση ανάμεσα στα έργα της ίδιας πτυχής και το όργανο δε θα αντικατοπτρίζει τις πτυχές του γνωρίσματος. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, η εγκυρότητα γνωρίσματος (construct validity) φάνηκε να ισχύει σε μεγάλο βαθμό από την Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (CFA) που διενεργήθηκε στην τελευταία φάση του δεύτερου κύκλου, με τα έργα κάθε πτυχής της συστηματικής σκέψης να έχουν μεταξύ τους στατιστικά σημαντική συσχέτιση, γεγονός που έμμεσα επιβεβαιώνει την εγκυρότητα περιεχομένου του ΔοΣΣ.

#### Εγκυρότητα γνωρίσματος/δομική εγκυρότητα (construct validity)

Για να εξεταστεί η δομική εγκυρότητα του ΔοΣΣ, δηλαδή ο βαθμός στον οποίο η διακύμανση των επιδόσεων που λήφθηκαν με το ΔοΣΣ είναι συνεπής με τις προβλεπόμενες επιδόσεις με το ίδιο όργανο μέτρησης, διενεργήθηκε Επιβεβαιωτική Παραγοντική Ανάλυση (Confirmatory Factor Analysis, CFA). Η CFA χρησιμοποιείται ως ένα ισχυρό στατιστικό εργαλείο για την εξέταση της φύσης και των σχέσεων «λανθάνοντων» γνωρισμάτων (latent constructs) (Jackson, et al., 2009), όπως στάσεις, πεποιθήσεις ή ψυχομετρικά χαρακτηριστικά, και χρησιμοποιείται, ανάμεσα σε άλλα, στην ανάπτυξη εργαλείων μέτρησης και στη μέτρηση της εγκυρότητας γνωρίσματος (Brown, 2006, Kline, 1994, 2011).

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης δεν απορρίπτουν τη δομή στην οποία στηρίχτηκε η ανάπτυξη των έργων του ΔοΣΣ. Συγκεκριμένα, η διαδικασία ανάπτυξης των έργων στον δεύτερο κύκλο στηρίχτηκε στην ύπαρξη των δέκα πτυχών που ομαδοποιούνται ως προς το περιεχόμενό τους σε τέσσερις κατηγορίες (Πίνακας 41). Στο τέλος του δεύτερου κύκλου η CFA επιβεβαίωσε τη συγκεκριμένη δομή και για τα τρία μοντέλα που εξετάστηκαν (Μονοπαραγοντικό, Πολυπαραγοντικό με συσχετιζόμενους παράγοντες και Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης). Και στις τρεις περιπτώσεις φάνηκε πως τα μοντέλα ταιριάζουν πολύ καλά με τα δεδομένα, με τους δείκτες εφαρμογής να παίρνουν εξαιρετικές τιμές (CFI>0.95, RMSEA<0.05 και SRMR<0.05) εφόσον οι Cheung and Rensvold (2002) και Fan and Sivo (2007) υποδεικνύουν ότι μοντέλα με CFI>0.90 και RMSEA, SRMR<0.08 έχουν αποδεκτή εφαρμογή με τα δεδομένα. Ελέγχοντας τους δείκτες AIC (Akaike, 1987) και CAIC (Bozdogan, 1987) που χρησιμοποιούνται για τη σύγκριση μοντέλων, προκύπτει ότι το καλύτερο (parsimonious) μοντέλο είναι το Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης (που έχει τη χαμηλότερη τιμή στον δείκτη AIC) ή το Μονοπαραγοντικό (που έχει τη χαμηλότερη τιμή στον δείκτη CAIC) (Πίνακας 37).

#### *Μονοδιαστατότητα (Unidimensionality)*

Ενώ και τα τρία μοντέλα είναι παρόμοια και αναπαραστάσεις του ίδιου γνωρίσματος, το Μοντέλο με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης αντικατοπτρίζει πλήρως τη θεωρία πάνω στην οποία στηρίχτηκε η ανάπτυξη του ΔοΣΣ. Υποστηρίζει, δηλαδή, την ύπαρξη ενός γνωρίσματος που επηρεάζει την επίδοση άλλων τεσσάρων παραγόντων (των τεσσάρων κατηγοριών) που με τη σειρά τους επηρεάζουν την επίδοση στις δέκα ξεχωριστές πτυχές. Αυτό υποστηρίζεται και από την υψηλή συσχέτιση ανάμεσα στις τέσσερις κατηγορίες πτυχών με τον έλεγχο της εφαρμογής του δεύτερου μοντέλου (Πολυπαραγοντικό με συσχετιζόμενους παράγοντες).

Τόσο τα θετικά αποτελέσματα της Επιβεβαιωτικής Παραγοντικής Ανάλυσης του Μοντέλου με παράγοντα 2<sup>ης</sup> τάξης (Πίνακας 37, Πίνακας 40), όσο και η μικρή διαφορά των δεικτών εφαρμογής (infit και outfit) των έργων του ΔοΣΣ στο θεωρητικό μοντέλο με την ανάλυση Rasch (Παράρτημα 22) και η ομοιόμορφη κατανομή των έργων και των υποκειμένων στην παραχθείσα κλίμακα (Διάγραμμα 24), ενισχύουν την πεποίθηση ότι η συστηματική σκέψη είναι ένα μονοδιάστατο γνώρισμα που μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση του ΔοΣΣ.



### Εγκυρότητα όψεως (Face validity)

Η εγκυρότητα όψεως ενός οργάνου μέτρησης ενός γνωρίσματος μπορεί να επιβεβαιωθεί με διάφορους τρόπους: από άτομα με ειδικότητα στον τομέα (Nunnally & Bernstein, 1994) ή με συνεντεύξεις από τους μαθητές για τους οποίους προορίζεται το όργανο (π.χ. Lederman et al., 2002). Στην παρούσα έρευνα, την πρώτη πληροφόρηση έδωσε η αρχική χορήγηση κάποιων έργων στον πρώτο κύκλο (Φάση 1), κατά την οποία διακριβώθηκε ο βαθμός στον οποίο οι μικρότεροι μαθητές για τους οποίους προορίζεται το ΔοΣΣ (ηλικίας 10 χρόνων) είναι σε θέση να κατανοήσουν και να απαντήσουν έργα πολλαπλής επιλογής επιλογής. Από την πρώτη αυτή χορήγηση αποκλείστηκαν από το δοκίμιο πολύπλοκα έργα με δύσκολο λεξιλόγιο ή περιεχόμενο για τα παιδιά της συγκεκριμένης ηλικίας, και σε αυτή στηρίχθηκε η κατασκευή των υπόλοιπων έργων. Εξάλλου, σε κάθε χορήγηση του ΔοΣΣ σε μαθητές, καταγράφονταν όλες οι απορίες που προέκυπταν και λαμβάνονταν υπόψη για τη βελτίωση της διατύπωσης ή του περιεχομένου των έργων. Ιδιαίτερα χρήσιμη πληροφόρηση σχετικά με την εγκυρότητα όψεως έδωσε η διενέργεια εξατομικευμένων συνεντεύξεων με μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας (δεύτερος κύκλος, Φάση 2). Από τις συνεντεύξεις διακριβώθηκε πώς οι μαθητές αντιλαμβάνονταν κάθε έργο – το στέλεχος και τις τέσσερις επιλογές, και εντοπίστηκαν καινούριες πιθανές εναλλακτικές επιλογές για κάποια από αυτά.

Επίσης, στη Φάση 3 του πρώτου κύκλου και στη Φάση 4 του δεύτερου κύκλου, το δοκίμιο δόθηκε σε αριθμό εκπαιδευτικών με εμπειρία με παιδιά 10-14 χρόνων (δύο και τρεις εκπαιδευτικούς, αντίστοιχα). Οι εκπαιδευτικοί απάντησαν κάθε έργο και σχολίασαν τη διατύπωση των οδηγιών και των έργων, το περιεχόμενο των έργων, αλλά και την παρουσίαση και την καταλληλότητα του δοκιμίου στο σύνολό του. Τα σχόλιά τους οδήγησαν στην τροποποίηση της διατύπωσης εννέα έργων, αλλά και στη μεγέθυνση των γραμμάτων.

### Εγκυρότητα κριτηρίου (criterion-related validity)

Οι Walsh και Betz (2001) εισηγούνται ότι η ταυτόχρονη εγκυρότητα κριτηρίου (concurrent validity) μπορεί να μελετηθεί συγκρίνοντας τη μέτρηση του γνωρίσματος με ένα άλλο κριτήριο, όπως είναι η γενικότερη επίδοση στο σχολείο. Η σύγκριση γίνεται με δείκτες συσχέτισης μεταξύ του υπό εξέταση χαρακτηριστικού και του εξωτερικού κριτηρίου. Στην παρούσα έρευνα έγινε σύγκριση της συνολικής επίδοσης των μαθητών στο δοκίμιο με την επίδοσή τους στα σχολικά μαθήματα των Μαθηματικών και των

Φυσιογνωστικών/Βιολογίας-Φυσικής (Μαθηματικά και Φυσικές Επιστήμες για τα παιδιά του δημοτικού).

Η εγκυρότητα κριτηρίου ελέγχθηκε κατά τη Φάση 5 του δεύτερου κύκλου, κατά την οποία το δοκίμιο χορηγήθηκε πιλοτικά σε μαθητές 10-14 χρόνων. Η λήψη των δεδομένων για τις σχολικές επιδόσεις έγινε, στο επίπεδο της δημοτικής εκπαίδευσης από τους αντίστοιχους εκπαιδευτικούς, ενώ στο επίπεδο της μέσης εκπαίδευσης από τους ίδιους τους μαθητές και επιβεβαιώθηκε από τους εκπαιδευτικούς που χορήγησαν το δοκίμιο.

Τα αποτελέσματα (Πίνακας 24) έδειξαν στατιστικά σημαντική θετική συσχέτιση, τόσο ανάμεσα στην επίδοση στα Φυσιογνωστικά/Βιολογία-Φυσική και στην επίδοση στο ΔοΣΣ ( $r=0.435$ ,  $p\leq 0.01$ ), όσο και ανάμεσα στην επίδοση στα Μαθηματικά και στην επίδοση στο ΔοΣΣ ( $r=0.337$ ,  $p\leq 0.01$ ). Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνει ότι πληρείται η ταυτόχρονη εγκυρότητα κριτηρίου (concurrent validity), εφόσον οι μαθητές που τα πάνε καλά στα Μαθηματικά και στις Φυσικές Επιστήμες φαίνεται να τα πηγαίνουν καλά και στο ΔοΣΣ.

#### **7.4. Αξιοπιστία ΔοΣΣ**

Σε κάθε χορήγηση του ΔοΣΣ σε μαθητές αξιολογήθηκε η αξιοπιστία των έργων. Σε όλες τις χορηγήσεις του δεύτερου κύκλου η αξιοπιστία του δοκιμίου ήταν ικανοποιητική. Στις χορηγήσεις pre-pilot και pilot αξιολογήθηκε με τη χρήση του δείκτη Cronbach  $\alpha$  (με τιμές  $\alpha=0.74$  και  $\alpha=0.81$  αντίστοιχα), ενώ στην τελική χορήγηση (Φάση 6) του δεύτερου κύκλου η αξιοπιστία των 29 έργων και των υποκειμένων αξιολογήθηκε μέσα από την ανάλυση Rasch. Η αξιοπιστία των έργων ορίστηκε στο 0.97 που είναι εξαιρετική, ενώ η αξιοπιστία των ατόμων ορίστηκε στο 0.75 που είναι ικανοποιητική τιμή (Πίνακας 33). Υψηλή αξιοπιστία έργων σημαίνει ότι σε πιθανή επαναχορήγηση του ίδιου δοκιμίου σε διαφορετικό δείγμα με παρόμοια κατανομή ικανότητας, η σειρά με την οποία εμφανίζονται τα έργα στο χάρτη θα είναι η ίδια, ενώ υψηλή αξιοπιστία ατόμων σημαίνει ότι σε πιθανή επαναχορήγηση ενός άλλου δοκιμίου που μετρά το ίδιο γνώρισμα η σειρά με την οποία κατανέμονται τα άτομα θα παραμείνει η ίδια (Bond & Fox, 2001).

#### **7.5. Ανάλυση έργων ΔοΣΣ**

Σε κάθε χορήγηση του ΔοΣΣ γινόταν αξιολόγηση των έργων ως προς τον βαθμό δυσκολίας και τον βαθμό διάκρισης, αλλά και ως προς την συχνότητα των εναλλακτικών επιλογών κάθε έργου. Τα αποτελέσματα οδηγούσαν κάθε φορά σε τροποποίηση ή εξαίρεση αριθμού έργων από το δοκίμιο. Στην περίπτωση των αναλύσεων της τελικής

χορήγησης ο βαθμός δυσκολίας του έργου συμπίπτει με την συχνότητα των απαντήσεων, εφόσον οι απαντήσεις των μαθητών κωδικοποιήθηκαν με 1 για κάθε ορθή απάντηση ή 0 για κάθε επιλογή μιας από τις εναλλακτικές. Ο βαθμός δυσκολίας των έργων είναι καλό να καλύπτει όλο το εύρος της κλίμακας, με εύκολα, μέτριας δυσκολίας και δύσκολα έργα. Ταυτόχρονα, τα έργα είναι καλό να έχουν βαθμό διάκρισης με τιμή ίση ή μεγαλύτερη από 0.2 (Crocker και Algina, 1986).

Τα 29 έργα του τελικού ΔοΣΣ ικανοποιούν τα συγκεκριμένα κριτήρια του βαθμού διάκρισης και του βαθμού δυσκολίας. Ο ικανοποιητικός βαθμός δυσκολίας επιβεβαιώνεται και με την ανάλυση Rasch στο πρόγραμμα QUEST που δίνει εύρος τιμών από -1.21 μέχρι 1.27 logits με μέσο όρο το 0 (Παράρτημα 23). Η ανάλυση στο πρόγραμμα QUEST (classical test theory) που έγινε στη Φάση 6 με τα 41 έργα έδωσε σημαντική πληροφόρηση για τον δείκτη διάκρισης (point biserial) των έργων. Έξι από τα έργα (1.1.ΚΒ.Φ6.3, 1.3. ΚΒ.Φ6.11, 2.2. ΚΒ.Φ6.18, 4.2. ΚΒ.Φ6.38, 4.2. ΚΒ.Φ6.39 και 4.1. ΚΒ.Φ6.36) παρουσίασαν τιμές Point Biserial χαμηλότερες από το όριο των 0.2, γι' αυτό και εξαιρέθηκαν από το δοκίμιο. Όλα τα υπόλοιπα έργα είχαν βαθμό διάκρισης μεγαλύτερο από 0.2. Ο ίδιος έλεγχος για τα 29 έργα έδωσε βαθμό διάκρισης για όλα τα έργα μεγαλύτερο από 0.2.

### **7.6. Κλίμακα ΔοΣΣ**

Βασικό χαρακτηριστικό ενός αποτελεσματικού δοκιμίου είναι η ύπαρξη μιας ισοδιαστημικής κλίμακας έργων και υποκειμένων (Διάγραμμα 24). Η ανάλυση με τη χρήση του μοντέλου Rasch (1980/1960) επιτρέπει τη μετατροπή των δεδομένων κατηγορικής μορφής (στην οποία ανήκουν τα αποτελέσματα ενός δοκιμίου πολλαπλής επιλογής όπως το ΔοΣΣ) σε δεδομένα αναλογικής κλίμακας, επιτρέποντας τη σύγκριση ανάμεσα στην επίδοση των ατόμων και του βαθμού δυσκολίας των έργων με τη σύγκριση ποσοτικά ίσων διαστημάτων (Neumann, et al., 2011). Για να είναι δυνατή η παραγωγή μιας τέτοιας κλίμακας είναι σημαντικό να πληρούνται κάποιες προϋποθέσεις. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι προϋποθέσεις αυτές ισχύουν. Ο βαθμός δυσκολίας των έργων είναι 0, ενώ της επίδοσης των μαθητών 0.01 με μικρή διασπορά στις μετρήσεις ( $SD=0.66$  και  $SD=0.84$ , αντίστοιχα), άρα υπάρχει ομοιομορφία στη συμπεριφορά του δείγματος. Ο μέσος όρος της επίδοσης των μαθητών φαίνεται να παρουσιάζει αυξητική τάση με βάση την ηλικία/επίπεδο εκπαίδευσης των μαθητών, ενώ η αξιοπιστία έργων και υποκειμένων είναι ικανοποιητική. Οι δείκτες εφαρμογής (Mean Infit mean square) για κάθε έργο εμπίπτουν στο εύρος 0.77-1.30, ενώ οι δείκτες Mean Infit mean square και

Mean Outfit mean square τόσο για τα έργα όσο για τα υποκείμενα βρίσκονται στο 1 ή κοντά στο 1, γεγονός που υποδεικνύει ότι τα δεδομένα ταιριάζουν καλά στο μοντέλο. Κατά συνέπεια, φαίνεται να υπάρχει μεγάλη συνέπεια ανάμεσα σε κάθε έργο και τα υπόλοιπα έργα, και αντίστοιχα, μεγάλη συνέπεια ανάμεσα στην επίδοση κάθε ατόμου με τις επιδόσεις των υπόλοιπων ατόμων.

Η τοποθέτηση των έργων και των υποκειμένων στην ενιαία κλίμακα παρουσιάζει κανονική κατανομή, με την επίδοση των υποκειμένων να κυμαίνεται από -2.32 μέχρι 2.78 logits, και τον βαθμό δυσκολίας των έργων να κυμαίνεται από -1.21 μέχρι 1.27 logits με μέσο όρο το 0. Οι τιμές υποδεικνύουν ότι τα έργα είναι δυσκολότερα για την ομάδα με τις χαμηλότερες επιδόσεις, ενώ ταυτόχρονα είναι ευκολότερα για την ομάδα με τις υψηλότερες επιδόσεις.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η συστημική σκέψη είναι αναμφίβολα μια ουσιαστική δεξιότητα σκέψης που κάθε άτομο πρέπει να έχει ανεπτυγμένη, ώστε οι αποφάσεις που παίρνει σε καθημερινή βάση σε προσωπικό επίπεδο, αλλά και οι αποφάσεις που πιθανόν να κληθεί να πάρει και θα αφορούν το κοινωνικό σύνολο, να είναι οι καλύτερες δυνατές. Ενώ η σημασία της συστημικής σκέψης είναι σήμερα αδιαμφισβήτητη, δεν υπάρχει κοινά αποδεκτός ορισμός της, ούτε οι μέχρι τώρα προσπάθειες ανάπτυξής της έπαισαν για την αποτελεσματικότητά τους. Συνεπώς, ο ξεκάθαρος ορισμός της συστημικής σκέψης, η μεθοδευμένη ανάπτυξή της στα πλαίσια της εκπαίδευσης, αλλά και η ανάπτυξη οργάνων μέτρησής της για αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των προγραμμάτων που σχεδιάζονται είναι εξαιρετικής σημασίας.

Η αξιολόγηση όμως πρέπει να είναι τέτοιας μορφής, ώστε να επιτρέπει την παραγωγή αντικειμενικών και συγκρίσιμων μετρήσεων. Οι μέχρι τώρα προσπάθειες αξιολόγησης της συστημικής σκέψης περιορίζονται, στην πλειονότητά τους, στην ανώτερη δευτεροβάθμια ή στην τριτοβάθμια εκπαίδευση, και κατά συνέπεια, απαιτούν εκτεταμένες γνώσεις μαθηματικών (π.χ. Booth Sweeney & Sterman, 2000· Ossimitz, 1994, 1996, 2000, 2001, Kainz & Ossimitz, 2002) ή προγραμμάτων στον ηλεκτρονικό υπολογιστή (π.χ. Penner, 2000). Εστιάζουν στη μέτρηση μεμονωμένων πτυχών της συστημικής σκέψης (π.χ. Kainz & Ossimitz, 2002· Penner, 2000), στηρίζονται σε γνώσεις περιεχομένου (π.χ. Riess & Mischo, 2009· Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Kali et al., 2003) και η κωδικοποίησή τους και η ανάλυση των δεδομένων είναι χρονοβόρες και σε κάποιο βαθμό υποκειμενικές (π.χ. Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2005, 2010· Hmelo-Silver & Green Pfeffer, 2004· Hmelo-Silver, Marathe & Liu, 2007· Maani & Maharaj, 2004· Jensen & Brehmer, 2003).

Η απουσία ευρέως αποδεκτού ορισμού της συστημικής σκέψης, αλλά και η απουσία επικυρωμένων οργάνων μέτρησης της συστημικής σκέψης, ειδικά όσον αφορά σε μαθητές ηλικίας 10-14 χρόνων, καθόρισε τον σκοπό της παρούσας έρευνας. Συγκεκριμένα, η κυκλική και επαναλαμβανόμενη διαδικασία ανάπτυξης του ΔοΣΣ, σε συνδυασμό με τις στατιστικές αναλύσεις, συνέβαλε στη στήριξη του ορισμού της συστημικής σκέψης που υιοθετήθηκε, αλλά παράλληλα συνέβαλε στην επιβεβαίωση του ΔοΣΣ ως ενός επικυρωμένου οργάνου μέτρησης της συστημικής σκέψης.

### **7.1. Επιστημονική συμβολή της έρευνας**

Η παρούσα έρευνα είχε ως δεδομένη αφετηρία την ύπαρξη στην επιστήμη της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών εκτεταμένης διαλεκτικής σε σχέση με το γνώρισμα (construct) της συστημικής σκέψης. Η επιστημονική της συμβολή αφορά στην επιβεβαίωση από τη μια ότι είναι εφικτό να οριστεί ο όρος «συστημική σκέψη» τόσο λειτουργικά όσο και περιεκτικά, και από την άλλη ότι είναι εφικτό να αναπτυχθεί ένα έγκυρο και αξιόπιστο όργανο μέτρησης της συστημικής σκέψης. Παρόλο που τα αποτελέσματα δεν οδηγούν σε σημαντική αναθεώρηση της θεωρητικής κατανόησης για τη συστημική σκέψη, η όλη προσπάθεια καταδεικνύει ότι (α) είναι εφικτό να κωδικοποιηθεί μια μονοδιάστατη οντότητα η οποία χαρακτηρίζει την σκέψη παιδιών 10-14 χρόνων, (β) αυτή η μονοδιάστατη οντότητα μπορεί να ονομασθεί συστημική σκέψη και (γ) αυτές τις ηλικίες έχει τη δομή και τις συνιστώσες που φανερώνονται στο σχεδιασμό του δοκιμίου, και (γ) μπορεί να μετρηθεί με συνέπεια και αξιόπιστα.

### **7.2. Εκπαιδευτικές προεκτάσεις**

Από τη μια η έρευνα γύρω από τη συστημική σκέψη παρέχει (έστω και αποσπασματικά) δεδομένα σύμφωνα με τα οποία τα παιδιά από μικρή ηλικία μπορούν να αρχίσουν να την καλλιεργούν (π.χ. Wylie et al., 1998, Ben-Zvi Assaraf & Orion, 2010, Hogan, 2000, Jensen & Brehmer, 2003). Από την άλλη, οι Φυσικές Επιστήμες μπορούν να παρέχουν εκείνο το πλαίσιο για την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, αφού βρίθουν πληθώρας συστημάτων προς μελέτη. Συνεπώς, η εκπαίδευση (πρωτοβάθμια και δευτεροβάθμια) και οι Φυσικές Επιστήμες ειδικότερα έχουν καθήκον να περιλάβουν την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης στους στόχους τους.

Η διασαφήνιση των πτυχών της συστημικής σκέψης μπορεί να βοηθήσει τα άτομα εκείνα που ενδιαφέρονται να αναπτύξουν ένα πρόγραμμα για την προώθηση της συστημικής σκέψης στα πλαίσια της εκπαίδευσης και συγκεκριμένα στις Φυσικές Επιστήμες, είτε στην πρωτοβάθμια είτε στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Οι πτυχές της συστημικής σκέψης, στις οποίες κατέληξε και επιβεβαίωσε η παρούσα έρευνα, μπορούν να αποτελέσουν την αφετηρία για τη διατύπωση συγκεκριμένων στόχων και την ανάπτυξη αντίστοιχων δραστηριοτήτων. Μπορεί επίσης, να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να κατανοήσουν τι είναι η συστημική σκέψη και ποιες πτυχές την αποτελούν, ώστε να είναι σε θέση να εφαρμόσουν όσο το δυνατό καλύτερα ένα διδακτικό υλικό για την καλλιέργειά της.

Επίσης, η ικανότητα του ΔοΣΣ να μετρά τη συστημική σκέψη παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων, μπορεί να συμβάλει στην αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας ενός ειδικά σχεδιασμένου διδακτικού υλικού για την προώθηση της συστημικής σκέψης. Όπως ένα όργανο μέτρησης είναι συνεχώς υπό αξιολόγηση, έτσι και ένα παρεμβατικό πρόγραμμα πρέπει να περνά συνεχώς μέσα από διαδικασίες αξιολόγησης για τη βελτίωσή του. Έτσι, θα μπορούν να γίνουν οι απαραίτητες βελτιωτικές τροποποιήσεις, για να μεγιστοποιηθεί ο βαθμός επίτευξης των στόχων του.

Επιπρόσθετα, η ύπαρξη ενός επικυρωμένου δοκιμίου προσθέτει ένα σημαντικό εργαλείο για την αξιολόγηση της σκέψης και των μαθησιακών επιτευγμάτων των μαθητών, δίνοντας πληροφόρηση τόσο στους εκπαιδευτικούς και στους μαθητές, όσο και στα άτομα που καθορίζουν εκπαιδευτική πολιτική.

### **7.3. Περιορισμοί της έρευνας**

Η παρούσα έρευνα αφορά στον ορισμό και τη μέτρηση της συστημικής σκέψης για μαθητές 10-14 χρόνων. Ο ορισμός όσο και το εργαλείο που αναπτύχθηκε δεν μπορεί να γενικευτεί, ώστε να καλύπτει όλες τις ηλικιακές ομάδες μαθητών, πέραν του εύρους που μελετήθηκε.

Το τελικό δοκίμιο περιλαμβάνει 29 έργα, τρία για κάθε μια από τις εννιά πτυχές και δύο για την πτυχή «4.2. Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων, ώστε να επέλθει η ισορροπία σε ένα σύστημα (η έμφαση είναι στην κυκλική φύση των αλληλεπιδράσεων και στα εξισορροπητικά αποτελέσματα)». Η αιτία ήταν ο χαμηλός δείκτης διάκρισης των δύο άλλων έργων που σχετίζονταν με τη συγκεκριμένη πτυχή, γεγονός που υποχρέωνε σε εξαίρεσή τους από το δοκίμιο. Η δυσκολία στην ανάπτυξη αποτελεσματικών έργων στην πτυχή 4.2. υποδεικνύει δύο ενδεχόμενα: είτε το είδος των συστημάτων που αξιοποιήθηκαν για τη συγκεκριμένη πτυχή (βιολογικά-διατροφικά συστήματα) επηρεάζει την ύπαρξη μιας μοναδικής ορθής απάντησης, είτε η μεγάλη και πολύπλοκη διατύπωση των έργων, ώστε να εντοπιστούν οι εξισορροπητικές αλληλεπιδράσεις, δημιουργεί σύγχυση στους μαθητές της συγκεκριμένης ηλικίας.

Η τοποθέτηση των έργων και των υποκειμένων στην ενιαία κλίμακα υποδεικνύουν ότι τα έργα είναι δυσκολότερα για την ομάδα με τις χαμηλότερες επιδόσεις, ενώ ταυτόχρονα είναι ευκολότερα για την ομάδα με τις υψηλότερες επιδόσεις. Θα ήταν καλό τα έργα να ανταποκρίνονται σε όλα τα επίπεδα ικανότητας των μαθητών.

Για τη μελέτη της εγκυρότητας κριτηρίου, τα δεδομένα λήφθηκαν, στην περίπτωση των μαθητών γυμνασίου, από τους μαθητές και επιβεβαιώθηκαν από τους εκπαιδευτικούς που χορήγησαν το δοκίμιο και, στην περίπτωση των μαθητών του δημοτικού, από τους εκπαιδευτικούς. Στην περίπτωση ενός γυμνασίου, η εκπαιδευτικός που χορήγησε το δοκίμιο δεν είχε σχέση με τα Μαθηματικά ή τις Φυσικές Επιστήμες, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να επιβεβαιωθούν με ασφάλεια οι βαθμοί που κατέγραψαν οι μαθητές. Επίσης, η λήψη των δεδομένων δεν έγινε κατά την τελική χορήγηση του δοκιμίου, αλλά κατά την πιλοτική χορήγηση.

#### **7.4. Μελλοντική έρευνα**

##### **Αξιοποίηση του ΔοΣΣ**

Το Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης (ΔοΣΣ) θα μπορεί να αξιοποιηθεί στο πλαίσιο ενός παιδαγωγικού πειράματος το οποίο θα στηρίζεται σε συγκεκριμένο διδακτικό υλικό ως αρχική ή/και τελική αξιολόγηση για τη γενική εκτίμηση της συμβολής του προγράμματος στην προώθηση της συστημικής σκέψης. Θα μπορούσε επίσης να αξιοποιηθεί για τη σύγκριση διαφορετικών παρεμβάσεων με στόχο την ανάπτυξη της συστημικής σκέψης, ή ακόμα για τη διερεύνηση της συσχέτισης του βαθμού ανάπτυξης της συστημικής σκέψης μαθητών και του υπόβαθρού τους (π.χ. κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο) ή των ικανοτήτων τους (π.χ. ικανότητα διαχείρισης παιχνιδιών στον ηλεκτρονικό υπολογιστή). Επίσης, η μετάφρασή του, π.χ. στα Αγγλικά, ανοίγει το δρόμο για σύγκριση της συστημικής σκέψης μαθητών 10-14 χρόνων από διαφορετικές εθνικότητες.

Μια άλλη ενδιαφέρουσα χρήση του δοκιμίου θα ήταν η μετατροπή του σε ηλεκτρονική μορφή και ο έλεγχος της αποτελεσματικότητάς του σε σχέση με την πρωτότυπη μορφή στο χαρτί. Οι δυνατότητες ενός αντίστοιχης ποιότητας ηλεκτρονικού εργαλείου μέτρησης της συστημικής σκέψης θα ήταν πολύ μεγάλες, εφόσον η κωδικοποίηση και ανάλυση των δεδομένων θα ήταν ευκολότερες για ερευνητές ή/και εκπαιδευτικούς.

##### **Εξέλιξη του ΔοΣΣ**

Η διαδικασία ανάπτυξης ενός οργάνου μέτρησης ψυχομετρικών χαρακτηριστικών είναι συνεχώς υπό αναθεώρηση. Έτσι και το ΔοΣΣ παρουσιάζει περιθώρια βελτίωσης. Σε μελλοντική έρευνα θα μπορούσε να χορηγηθεί και να αξιολογηθεί η τελική μορφή του ΔοΣΣ με τα 29 έργα σε νέο δείγμα μαθητών. Θα μπορούσε επίσης να εμπλουτιστεί με περισσότερα έργα, ώστε να ανταποκρίνεται σε όλα τα επίπεδα ικανότητας των μαθητών,



αλλά και με έργα που να καλύπτουν περισσότερο την πτυχή 4.2., στην οποία αναφέρονται δύο, αντί τρία, έργα. Θα ήταν επίσης ενδιαφέρον να γίνουν αναλύσεις IRT με 3 παράγοντες (βαθμός δυσκολίας, βαθμός διάκρισης και πιθανότητα επιλογής στην τύχη-guessing parameter), ώστε να διερευνηθεί και η επίδραση της επιλογής τυχαίων απαντήσεων.

## Βιβλιογραφικές αναφορές

1. Abd-El-Khalick, F., & Lederman, G. N. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature, *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
2. Achieve (2013). *Next generation science standards*. [www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards](http://www.nextgenscience.org/next-generation-science-standards)
3. Adams, R. J. & Khoo, S. T. (1993). *Quest: The Interactive Test Analysis System*. Camberwell, Victoria: ACER.
4. Adams, W. K. (2007). *Development of a problem solving evaluation instrument; untangling of specific problem solving assets*. Thesis, (PhD). University of Colorado at Boulder.
5. Adams, W. K. and Wieman, C. E. (2011). Development and Validation of Instruments to Measure Learning of Expert-Like Thinking. *International Journal of Science Education*, 33 (9), 1289 — 1312, First published on: 27 October 2010 (iFirst)
6. AERA (American Educational Research Association), APA (American Psychological Association), & NCME (National Council on Measurement and Education). (1999). *Standards for educational and psychological testing*. Washington, DC: Author.
7. Aikenhead, G., Ryan, A., & Fleming, R. (1989). *Views on science–technology–society* (from CDN.mc.5). Saskatoon, Canada: Department of Curriculum Studies, University of Saskatchewan.
8. Akaike, H. (1987). Factor analysis and AIC. *Psychometrika*, 52, 317–332.
9. American Association for the Advancement of Science (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press: Author.
10. Anastasi, A. (1988). *Psychological testing*. New York, NY: Macmillan
11. Andrich, D. (1988). *Rasch models for measurement*. Newbury Park, CA: SAGE.
12. Arbuckle, J. L. (2011). *IBM SPSS Amos 20 user's guide*. Amos Development Corporation, SPSS Inc.
13. Aronson, D. (1997). Applying the Power of Systems Thinking to Innovation. *R & D Innovator (now Innovative Leader)*, 6 (2).
14. Barry, R. (1997). "The 'Thinking' in Systems Thinking: How Can We Make It Easier to Master?" *The Systems Thinker*, 8 (2).
15. Bell, B., & Cowie, B. (2001). The Characteristics of Formative Assessment in Science Education. *Science Education*(85), 536–553.
16. Bellinger, G. (2004). Systems: A Journey Along the Way. In <http://www.outsights.com/systems/systems/systems.htm>

17. Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological bulletin*, 88(3), 588.
18. Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2005). Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. *Journal of Research in Science Teaching*, 42 (5), 518–560.
19. Ben-Zvi Assaraf, O. & Orion, N. (2010). System Thinking Skills at the Elementary School Level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47 (5), 540–563.
20. Binet, A. (1905). New methods for the diagnosis of the intellectual level of subnormals. *L'Annee Psychologique*, 12, 191–244 (Translated in 1916 by E. S. Kite in *The Development of Intelligence in Children*. Vineland, NJ: Publications of the Training School at Vineland.).
21. Black, P., & Wiliam, D. (1998). Assessment and Classroom Learning. *Assessment in Education*, 7-74.
22. Bond, T.G. (2003). Validity and assessment: A Rasch measurement perspective. *Metodologia de las Ciencias del Comportamiento* 5(2), 179-194.
23. Bond, T. G. & Fox, C. M. (2001). *Applying the Rasch Model: Fundamental Measurement in the Human Sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, New Jersey.
24. Booth Sweeney, L. B. (2001). *When a butterfly sneezes*. Pegasus Communications, Inc, Waltham.
25. Booth Sweeney, L. B. & Meadows, D. (1996). *The Systems Thinking Playbook: Exercises to Stretch and Build Learning and Systems Thinking Capabilities*. (ed.) Linda Booth Sweeney.
26. Booth Sweeney, L. B. & Sterman, J. D. (2000). Bathtub Dynamics: Initial Results of a Systems Thinking Inventory, *System Dynamics Review*, 16 (4).
27. Bozdogan, H. (1987). Model selection and Akaike's information criteria (AIC): The general theory and its analytical extensions. *Psychometrika*, 52, 345–370.
28. Brown, T. A. (2006). *Confirmatory factor analysis for applied research*. New York: Guilford.
29. Brandstädter, K., Harms, U., & Grobschedl, J. (2012). Assessing system thinking through different concept-mapping practices. *International Journal of Science Education*, 34(14), 2147–2170. CrossRef
30. Brennan, R. L. (1992). The context of context effects. *Applied Measurement in Education*, 5, 225-264.
31. Bybee, R., McCrae, B., & Laurie, R. (2009). PISA 2006: An assessment of scientific literacy. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 865-883.
32. Cabrera, D., Colosi, L., & Lobdell, C. (2008). Systems thinking. *Evaluation and Program Planning*, 31, 299–310.
33. Capra, F. (1997). *Web of Life: A New Scientific Understanding of Living Systems*. Anchor: New York.
34. Chandler, J. M. & Boutilier, G. R. (1992). The Development of Dynamic System Reasoning. *Human Development*, 35, 121-137.

35. Cheung, G. W., & Rensvold, R. B. (2002). Evaluating goodness-of-fit indexes for testing measurement invariance. *Structural equation modeling*, 9(2), 233-255.
36. Clarke, D. (1995). Constructive assessment: Mathematics and the student. In A. Richardson (Ed.), *Flair: AAMT Proceedings*. Adelaide: AAMT.
37. Clements, D. H., Sarama, J. H., & Liu, X. H. (2008). Development of a measure of early mathematics achievement using the Rasch model: the Research-Based Early Maths Assessment. *Educational Psychology*, 28(4), 457-482.
38. Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*, 5, Routledge Falmer, London
39. Constantinide, K., Kalyfommatou, N. & Constantinou, C. P. (2001). The development of modeling skills through computer based simulation of an ant colony. In Proceedings of the *Fifth International Conference on Computer Based Learning in Science*, July 7<sup>th</sup> July – 12<sup>th</sup> 2001, Masaryk University, Faculty of Education, Brno, Czech Republic.
40. Crocker, L., & Algina, J. (1986). *Introduction to classical and modern test theory*. Holt, Rinehart and Winston, 6277 Sea Harbor Drive, Orlando, FL 32887.
41. Cronbach, L.J. and Meehl, P.E. (1955). Construct validity in psychological tests. *Psychological Bulletin* 52, 281–302.
42. Curcton, E. E. (1966). Corrected item-test correlations. *Psychometrika*, 31, 93-96.
43. Demetriou, A. (2004). Mind Intelligence and Development: A cognitive, differential, and developmental theory of intelligence. In Demetriou, A. and Raftopoulos, A. (Eds.). *Emergence and transformation in the mind: Modeling and measuring cognitive change*. Mahwah (NJ): Erlbaum.
44. Demetriou, A. & Kyriakides, L. (2006). The functional and developmental organization of cognitive developmental sequences.
45. Dillashaw, F. G. and Okey, J. R. (1980). Test of the Integrated Science Process Skills for Secondary Science Students. *Science Education* 64(5), 601-608.
46. Draper, F. (1993). A proposed sequence for developing system thinking in a grades 4–12 curriculum. *System Dynamic Review*, 9, 207–214.
47. Dove, J.E., Everett, L.A. & Preece, P.F.W. (1999). Exploring a hydrological concept through children's drawings. *International Journal of Science Education*, 21 (5), 485-497.
48. Duncan, P. W., Bode, R. K., Lai, S. M., Perera, S., & Glycine Antagonist in Neuroprotection Americas Investigators. (2003). Rasch analysis of a new stroke-specific outcome scale: the Stroke Impact Scale. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 84(7), 950-963.
49. Duschl, R.D. and Gitomer, D.H. (1997). Strategies and challenges to change the focus of assessment and instruction in science classrooms. *Educational Assessment*, 4 (1), 37-73.
50. Eilam, B and Poyas, Y. (2010). External Visual Representations in Science Learning: The case of relations among system components. *Internations Journal of Science Education* 32 (17), 2335-2366
51. Epstein, J. M., & Axtell, R. (1996). *Growing artificial societies: Social science from the bottom up*. Washington, DC: Brookings Institution Press.

52. Ericsson, K. A. and Simon, H. A. (1998). How to Study Thinking in Everyday Life: Contrasting Think-Aloud Protocols With Descriptions and Explanations of Thinking. *Mind, Culture and Activity*, 5, 178-186.
53. Espego, R. (1994). What is system thinking? *System Dynamics Review*, 10, 119, 212.
54. Fan, X., & Sivo, S. A. (2007). Sensitivity of fit indices to model misspecification and model types. *Multivariate Behavioral Research*, 42(3), 509-529.
55. Fischer, K. W. & Dawson, T. L. (2002). A New Kind of Developmental Science: Using Models To Integrate Theory and Research. *Monographs of the Society for Research in Child Development*. 67 (1) p. 156.
56. Forrester, J. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge, Mass.: The MIT Press.
57. Forrester, J. W. (1991). *System Dynamics as a foundation for Pre-College Education*. Cambridge, Mass. System Dynamics Group, Sloan School of Management, M.I.T.
58. Forrester, J. W. (1994a). System Dynamics, Systems Thinking and Soft OR. *System Dynamics Review*, 10(2).
59. Forrester, J., W. (1994b). Learning Through System Dynamics as Preparation for the 21st Century. Keynote address for *Systems Thinking and Dynamic Modeling Conference for K-12 Education*, June 27-27, 1994 at Concord Academy, Concord. Available at <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/papers/D-4434-3.pdf>
60. Forrester, J. W. (1997). *System Dynamics and K-12 Teachers*, a lecture at the University of Virginia School of Education by Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, MA, USA, May 30, 1996. Available at: <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/papers/D-4665-4.pdf>
61. Forrester, J.W. (2007). System dynamics—A personal view of the first fifty years. *System Dynamics Review*, 23, 345–358.
62. Fuchs, H. U. (1998). A Systems View of Natural Processes: Teaching Physics the System Dynamics Way. Available at <http://www.clexchange.org/ftp/documents/Science/SC1998-10TeachPhysicsSDWay.pdf>
63. Garigliano, L. J. (1975). SCIS: Children's understanding of the Systems Concept. *School, Science and Mathematics*, LXXV, March, pp 245-250.
64. Gipps, C. (1994). *Beyond testing: Towards a theory of educational assessment*. London: The Falmer Press.
65. Goldstone, R.L., & Wilensky, U. (2008). Promoting transfer complex systems principles. *Journal of the Learning Sciences*, 17, 465–516.
66. Gregory, W. J. (1996). Discordant pluralism: A new strategy for critical systems thinking? *Systems Practice*, 9(6), 605–625.
67. Gudovitch, Y. & Orion, N. (2001). The Carbon Cycle and the Earth Systems – Studying the Carbon Cycle in Multidisciplinary Environmental Context. Article published in *First EOSDE Symposium in Southern Europe "Science and Technology Education: Preparing future citizens"*, vol.1.
68. Hair, J., Anderson, R., Tatham, R. & Black, W., *Multivariate Data Analysis With Readings*, USA: Prentice-Hall International, Inc., 1995.

69. Hambleton, R.K. & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: Principles and applications*. Boston: Kluwer-Nijhoff.
70. Haynes, S. N., Richard, D. C. S. & Kubany, E. S. (1995). Content Validity in Psychological Assessment: a Functional Approach to Concepts and Methods. *Psychological Assessment*, 7 (3) pp 238-247.
71. Haynes, J., Miller, J., Callingham, R. A., & Pegg, J. (2006). Applying Rasch to confirm the underlying construct of a new process instrument in Gymnastics. In AARE (p. EJ).
72. Heppner, P. and Petersen, C. H. (1982). The development and implications of a personal problem-solving inventory. *Journal of Counseling Psychology*, 29(1), 66-75
73. Hestenes, D. (1992). Modeling games in the Newtonian World. *American Journal of Physics*, 60, 440-454.
74. Hight, J. (1995), System Dynamics for Kids. *Technology Review*, MIT, 98 (2). Available at <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/papers/D-4489-1.pdf>
75. Hill, M. D. & Redden, G. M. (1985). An investigation of The System Concept. *School, Science and Mathematics*, 85(3), 233-239.
76. Hmelo, C. E., Holton, D.L. and Kolodner, J. L. (2000). Designing to Learn About Complex Systems. *The Journal of the Learning Sciences*, v.9 (3), 247-298.
77. Hmelo-Silver, C. E., Marathe, S., & Liu, L. (2007). Fish swim, rocks sit, and lungs breathe: Expert–novice understanding of complex systems. *The journal of The Learning Science*, 16, 307–331.
78. Hmelo-Silver, C. E., & Pfeffer, M. G. (2004). Comparing expert and novice understanding of a complex system from the perspective of structures, behaviors, and functions. *Cognitive Science*, 28(1), 127-138.
79. Hogan, K. (2000). Assessing Students' systems reasoning in ecology. *Journal of Biological Education*, 35 (1) pp 22-28.
80. Holland, J. (1998). *Emergence from chaos to order*. Oxford, England: Oxford University Press.
81. Hu, L-T., & Bentler, P. M. (1995). Evaluating model fit. In R. H. Hoyle (Ed.), *Structural equation modeling: Concepts, issues, and applications* (pp. 76–99). Thousand Oaks,CA: Sage.
82. Hu, L. T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural equation modeling: a multidisciplinary journal*, 6(1), 1-55.
83. Huitt, W., Hummel, J., & Kaeck, D. (2001). Assessment, measurement, evaluation, and research. Educational Psychology Interactive. Valdosta, GA: Valdosta State University. Retrieved [2010], from <http://www.edpsycinteractive.org/topics/intro/sciknow.html>
84. Jackson, D. L., Gillaspay, J. A., & Purc-Stephenson, R. (2009). Reporting practices in confirmatory factor analysis: A review and some recommendations. *Psychological Methods*, 14, 6-23.
85. Jacobson, M.J. (2000). Butterflies, traffic jams, and cheetahs: Problem solving and complex systems. *Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association Conference, April, 2000*, New Orleans, LA.

86. Jacobson, M.J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *The Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34.
87. Jacobson S.F. (1992) Evaluating instruments for use in clinical nursing research. In: Frank-Stromborg M. (ed) *Instruments for clinical research*. Jones and Bartlett Publishers, Boston, MA,
88. Jensen, E. & Brehmer, B. (2003). Understanding and control of a simple dynamic system. *System Dynamics Review*. 19 (2) pp 119-137.
89. Kainz, D., & Ossimitz, G. (2002). Can students learn stock-flow-thinking? An empirical investigation. In *Proceedings of the 20th international conference of the system dynamics society*.
90. Kali, Y., Orion, N., & Eylon, B. (2003). The effect of knowledge integration activities on students' perception of the earth's crust as a cyclic system. *Journal of Research in Science Teaching*, 40, 545–565.
91. Kauffman, S. (1993). *The origins of order: Self-organization and selection in evolution*. New York: Oxford University Press.
92. Karplus, R. (1964). The science curriculum improvement study. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(4), 293-303.
93. Karplus, R. & Thier, H. (1969). *A new look at elementary school science; science curriculum improvement study*. Chicago: Rand McNally.
94. Kim, D.H. (1999). Introduction to system thinking. In: *System Thinking Tools and Applications*. ASA: Pegasus Communications, Inc.
95. Klieme, E., & Maichle, U. (1991). *Erprobung eines Modellbildungssystems im Unterricht. Bericht über eine Pilotstudie zur Unterrichtsevaluation*. Bonn: Institut für Test- und Begabungsforschung.
96. Klieme, E., & Maichle, U. (1994). *Modellbildung und Simulation im Unterricht der Sekundarstufe I. Auswertungen von Unterrichtsversuchen mit dem Modellbildungssystem MODUS*. Bonn: Institut für Bildungsforschung.
97. Kline, P. (1994). *An easy guide to factor analysis*. London: Routledge.
98. Kline, R. B (2011). *Principles and Practice of Structural Equation Modeling (3rd ed.)*. New York, NY: Guilford
99. Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
100. Kyriakides, L., Kaloyirou, C., & Lindsay, G. (2006). An analysis of the Revised Olweus Bully/Victim Questionnaire using the Rasch measurement model. *British Journal of Educational Psychology*, 76(4), 781-801.
101. Lederman, N., Abd-el-Khalick, F., Bell, R.L., & Schwartz, R.S. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire: Towards valid and meaningful assessment of learners' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497–521.
102. Lee, G., Kwon, J., Park, S-S., Kim, J-W., Kwon, H-G. & Park, H-K. (2002). Development of an Instrument for Measuring Cognitive Conflict in Secondary-Level Science Classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (6), pp. 585-603.

103. Lesh, R. (2006). Modeling students modeling abilities: The teaching and learning of complex systems in education. *The Journal of the Learning Sciences*, 15, 45–52.
104. Lietz, P. (2010). Research into questionnaire design. *International Journal of Market Research*, 52(2), 249-272.
105. Linacre, M. (2002). What do Infit and Outfit, mean-square and standardized mean? *Rasch Measurement Transactions*, 16(2), 878.
106. Liu, L., & Hmelo-Silver, C.E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46, 1023–1040.
107. Lotka, A. J. (1925). *Elements of physical biology*. Baltimore: Williams & Wilkins.
108. Lucia, A. D. and Lepsinger, R. (1999) *The Art and Science of Competency Models*. Jossey-Bass / Pfeiffer, San Francisco. ISBN 0-7879-4602-8
109. Lyneis D, Stuntz L. 2008. System dynamics in K-12 education: lessons learned. *Creative Learning Exchange Newsletter* 17(2): 1–17.
110. Maani, K. E. and Maharaj, V. (2004), Links between systems thinking and complex decision making. *System Dynamics Review*, 20, 21–48. doi: 10.1002/sdr.281
111. Mandinach, E. (1989). Model Building and the Use of Computer Simulation of Dynamic Systems. *Educational Computing Research*, 5 (2), 221-243.
112. Marton, F. (1986). Phenomenography: A research approach to investigating different understandings of reality. *Journal of Thought*, 21(3), 28-49.
113. McDermott, L. C. & Shaffer, P. S. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part I: Investigation of student understanding, *American Journal of Physics*, 60, 994-1003
114. Messick, S. (1989). Validity. In R. L. Linn (Ed.), *Educational measurement* (3rd ed., pp. 13–103). New York, NY: Macmillan.
115. Messick, S. (1995) Validity of psychological assessment: Validation of inferences from persons' responses and performances as scientific inquiry into score meaning. *American Psychologist*, 50, 9, 741 - 749.
116. Molitor, L. L. and George, K. D. (1976). Development of a test of science process skills. *J. Res. Sci. Teach.*, 13: 405–412. doi: 10.1002/tea.3660130504
117. Morecroft, J.D.W., Sterman, J.D. (eds.) (1994). *Modeling for Learning Organizations*. Productivity Press: Portland, OR.
118. National Research Council (2012). *A framework for k-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Committee on a conceptual framework for new k-12 science education standards. Board on science education, division of behavioral and social sciences and education. Washington, DC: The National Academies Press.
119. Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating instrument quality in science education: Rasch-based analyses of a nature of science test. *International Journal of Science Education*, 33(10), 1373-1405.
120. Nicolaou, C. T., & Constantinou, C. P. (2014). Assessment of the modeling competence: A systematic review and synthesis of empirical research. *Educational Research Review*, 13(3), 52-73.



121. Novak, J. & Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
122. Novick, S. and Nussbaum, J. (1978). "Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: An interview study," *Science Education*, 62:273-281.
123. Nunnally, J. C. & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.).(New York: McGraw-Hill)
124. O'Connor, J. & McDermott, I. (1997). *The art of systems thinking*. San Francisco, CA: Thorsons.
125. Odum, H.T. (1994). *Ecological and General Systems*. University Press of Colorado: Niwot, CO.
126. Orion, N., & Basis, T. (2008). *Characterization of High School Students' System Thinking Skills in the Context of Earth Systems*. Presented in the 2008 NARST Annual Meeting. March, 2008. Baltimore, U.S.A.
127. Ossimitz, G. (1994). *Endbericht zum Projekt "Systemdynamiksoftware im Unterricht"* (Manuskript ). Klagenfurt: Universität Klagenfurt. 17 of 17
128. Ossimitz, G. (1996). *Projekt "Entwicklung vernetzten Denkens"* (Endbericht an die Forschungskommission). Klagenfurt: Universität Klagenfurt.
129. Ossimitz, G. (2000, August). Teaching system dynamics and systems thinking in Austria and Germany. In *System Dynamics Conference, Bergen.//g1, EARTHYSYS, SYSPROP*.
130. Ossimitz, G.(2001). Stock-Flow-Thinking and Reading stock-flow-related Graphs: An Empirical Investigation in Dynamic Thinking Abilities. *Paper submitted for the 2002 SDS-Conference, Palermo*.
131. Penner, D. E. (2000). Explaining systems: Investigating middle school students' understanding of emergent phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*, 37(8), 784-806.
132. Penner, D. E., Giles, N. D., Lehrer, R., & Schauble, L. (1997). Building functional models: Designing an elbow. *Journal of Research in Science Teaching*, 34(2), 125-143.
133. Plate, R. (2010). Assessing individuals' understanding of nonlinear causal structures in complex systems. *System Dynamics Review*, 26(1), 19-33.
134. Plate, R., & Monroe, M. (2014). A Structure for Assessing Systems Thinking. *The Creative Learning Exchange*, 23(1).  
<http://www.clexchange.org/ftp/newsletter/CLEx23.1.pdf>
135. Rasch, G. (1980/1960). *Probabilistic models for some intelligence and attainment tests* (expanded edition). (Original work published in 1960.) Chicago: University of Chicago Press.
136. Redish, E. F., Steinberg, R. N., & Saul, J. M. (1998). Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3), 212-224.
137. Rhemtulla, M., Brosseau-Liard, P.E., & Savalei, V. (2012). When can categorical variables be treated as continuous? A comparison of robust continuous and categorical SEM estimation methods under suboptimal conditions. *Psychological Methods*, 17, 354-373.

138. Rennie, L.J., & Jarvis, T. (1995). Children's choice of drawings to communicate their ideas about technology. *Research in Science Education*, 25, 239–252.
139. Rice, J. M. (1897). The futility of the spelling grind. *Forum*, 23, 163-172, 409-419.
140. Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9 (2), 113-134.
141. Richmond, B. (1994). Systems thinking / system dynamics: let's just get on with it. *System Dynamics Review*, 10, 135-157.
142. Richmond, B. (1997). The “thinking” in systems thinking: how can we make it easier to master. *The Systems Thinker* 8(2): 1–5.
143. Richmond, B. (2000). *The “thinking” in systems thinking: Seven essential skills* (Toolbox reprint series). Waltham: Pegasus Communications.
144. Riess, W., & Mischo, C. (2009). Promoting Systems Thinking through Biology Lessons. *International Journal of Science Education*, 1-21.
145. Fortus, D., Hug, B., Krajcik, J. S., Kuhn, L., McNeill, K. L., Reiser, B., Rivet, A. E., Rogat, A., Schwarz, C., & Shwartz, Y. (2006). *Sequencing and Supporting Complex Scientific Inquiry Practices in Instructional Materials for Middle School Students: Systems thinking*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, April, 2006, San Francisco.
146. Roeber, E. D. (1996). Guidelines for the development and management of performance assessments. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 5(7).
147. Ryan, G. W. & Bernard, R. (2000). Designing funded qualitative research, In N. K. Denzin & Y. S. Lincoln (Eds), *Handbook of qualitative research* (2<sup>nd</sup>ed.) (pp. 220-235). Thousand Oaks, CA: Sage.
148. Sabelli, N.H. (2006). Complexity, technology, science, and education. *The Journal of the learning sciences*, 15, 5–9.
149. Sadler, D. R. (1989). Formative assessment and the design of instructional systems. *Instructional Science*, 18(2), 119–144.
150. Sadler, D. R. (1998). Formative assessment: Revisiting the territory. *Assessment in Education*, 5(1),77–84.
151. Sadler, D. R. (2012). Making competent judgements of competence. In S. Bloome, O. Zlatkin-Troitschanskaia, Ch. Kuhn, & J. Fege (Eds.), *Modeling and measuring competencies in higher education. Tasks and challenges*. Rotterdam: Sense Publishers.
152. Scharmann, L., Harty, H., & Holland, J. (1986). Development and partial validation of an instrument to examine preservice elementary teachers' process orientation to science. *Science Education*, 70 (4), 375–387
153. Schmitt, T. A. (2011). Current methodological considerations in exploratory and confirmatory factor analysis. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 29(4), 304-321.
154. Schreiber, J. B., Nora, A., Stage, F. K., Barlow, E. A., & King, J. (2006). Reporting structural equation modeling and confirmatory factor analysis results: A review. *The Journal of Educational Research*, 99(6), 323-33.

155. Schwarz, C., & White, B. (1998, 13–17 April). *Fostering Middle School Students' Understanding of Scientific Modeling*. Paper presented at the Annual Meeting of the American Educational Research Association, San Diego, CA.
156. Schwarz, C., Reiser, B. J., Davis, E. A., Kenyon, L., Achér, A., & Fortus (2009). Developing a learning progression for scientific modeling: Making scientific modeling accessible and meaningful for learners. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(6), 632–654.
157. Senge, P. (1990). *The Fifth Discipline: The Art and Practice of the Learning Organization*. New York: Doubleday.
158. Shallcross, T. and O'Loan, K. (1997). *Sustainability Education in European Primary Schools*, Edinburgh: Moray House Publications.
159. Sharma, S., *Applied Multivariate Techniques* . USA: John Willey & Sons, Inc., 1996.
160. Sheehy, N., Wylie, J., McGuinness, C. & Orchard, G. (2000). How Children Solve Environmental Problems: using computer simulations to investigate systems thinking. *Environmental Education Research*, 6, 2, 109-126.
161. Siegel, M. A., & Ranney, M. A. (2003). Developing the changes in attitude about the relevance of science (CARS) questionnaire and assessing two high school science classes. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 757-775.
162. Singh, C., & Rosengrant, D. (2003). Multiple-choice test of energy and momentum concepts. *American Journal of Physics*, 71(6), 607–617.
163. Stevens, J. P. (2012). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. Routledge.
164. Resnick, M., & Wilensky, U. (1997). Diving into complexity: Developing probabilistic decentralized thinking through role-playing activities. *Journal of the Learning Sciences*, 7, 153-172.
165. Stave, K. and Hopper, M. (2008) Assessing the Effectiveness of Systems Thinking Interventions in the Classroom, Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society, July 2008, Athens, Greece.
166. Stephens, W. and Hess, T. (1999). Systems approaches to water management research. *Agricultural Water Management*, 40, 3-13.
167. Sterman, J. D. (1994). Learning in and about complex systems. *System Dynamics Review*, 10, 291-330.
168. Sterman, J. D. (2000). *Business Dynamics: Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. New York: Irwin/McGraw-Hill.
169. Sterman J. D. (2002). All models are wrong: reflections on becoming a systems scientist. *System Dynamics Review*, 18 (4) 501-531.
170. Stratford, S. J., Krajcik, J., & Soloway, E. (1998). Secondary students' dynamic modeling processes: Analyzing, reasoning about, synthesizing, and testing models of stream ecosystems. *Journal of Science Education and Technology*, 7(3), 215–234.
171. System Dynamics Group, M.I.T. (1994). *System Dynamics in Education Project: Road Maps, A Guide to Learning System Dynamics*. Online Course. Sloan School of Management, M.I.T.

Available at: <http://sysdyn.clexchange.org/sdep/Roadmaps/RM0/D-4500-4.pdf>  
<http://sysdy.mit.edu/roadmaps/rm-toc.html>

172. Tannenbaum, A. S. (1968). *Control in Organizations*. New York: McGraw-Hill.  
van de Geer, John P.
173. The Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy. (1997).  
*What is test*. Available at:  
<http://wwwcsteep.bc.edu/CTESTWEB/whatistest/whatistest.html>
174. Thier, H. D. & Knott, R. C. (1992). *Subsystems and Variables. Teacher's guide, Level 3, Science Curriculum Improvement Study*, Delta Education, Inc., Hudson.
175. Thomas, G., Anderson, D., & Nashon, S. (2008). Development of an instrument designed to investigate elements of science students' metacognition, self-efficacy and learning processes: The SEMLI-S. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1701-1724.
176. Thorndike, R. L. (1982). *Applied Psychometrics*. Boston: Houghton Mifflin.
177. Vachliotis, T., Salta, K., & Tzougraki, C. (2013). Meaningful Understanding and Systems Thinking in Organic Chemistry: Validating Measurement and Exploring Relationships. *Research in Science Education*, 44(2), 239–266.
178. van Geert, P. (2004). Dynamic Modeling of Cognitive Development. Time, Situatedness and Variability. In Demetriou, A. and Raftopoulos, A. (Eds.). *Emergence and transformation in the mind: Modeling and measuring cognitive change*. Mahwah (NJ): Erlbaum
179. Walsh, W. B. & Betz, N. E. (2001). *Tests and Assessment*. Prentice-Hall, Inc.
180. Waring, A. (1996). *Practical Systems Thinking*. Boston: Thomson Business Press.
181. Wellington, J. (1994), *Secondary science*, London: Routledge.
182. White, P. A. (1997). Naive ecology: causal judgments about a simple ecosystem. *British Journal of Psychology*, 88, pp. 219-233.
183. White, P. A. (2000). Naive analysis of food Web Dynamics: A Study of Causal Judgment About Complex Physical Systems. *Cognitive Science*, 24 (4) pp. 605-650.
184. White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Falmer Press.
185. Wilensky, U. & Resnick, M. (1999). Thinking in Levels: A Dynamic Systems Perspective to Making Sense of the World. *Journal of Science Education and Technology*, 8 (1) pp. 3-18.
186. Wright, B. D. (1985). Additivity in psychological measurement. *Measurement and personality assessment*, 101-112.
187. Wright, B. D., Linacre, J. M., Gustafson, J. E., & Martin-Lof, P. (1994). Reasonable mean-square fit values. *Rasch measurement transactions*, 8(3), 370.
188. Wylie, J., Sheehy, N., McGuinness, C. & Orchard, G. (1998). Children's thinking about air pollution: a systems theory analysis. *Environmental Education Research*, 4 (2) pp. 117-137.
189. Yager, R. E. & Yager, S. O. (1985). Changes in perceptions of science for third, seventh, and eleventh grade students. *Journal of Research in Science Teaching*, 22, 347–358.

### **Ελληνική βιβλιογραφία**

190. Καπαχτσή, Β., & Κακανά, Δ. Μ. (2013). Αυτοαξιολόγηση σχολικής μονάδας: Η αξιοπιστία και η εγκυρότητα εννοιολογικής κατασκευής ενός εργαλείου μέτρησης. Το Βήμα των Κοινωνικών Επιστημών, (61).



ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





**Παράρτημα 1**  
**(CD ROM)**

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





## Παράρτημα 2

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Όνομα: \_\_\_\_\_ Τάξη: \_\_\_\_\_

Ημερομηνία: \_\_\_\_\_

**Για κάθε ερώτηση,**

- 1. Κύκλωσε το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από την απάντηση που θεωρείς πιο σωστή.**
- 2. Στις γραμμές που βρίσκονται κάτω από κάθε ερώτηση, εξήγησε πώς σκέφτηκες για να απαντήσεις.**
- 3. Αν δεν καταλαβαίνεις κάτι, υπογράμμισέ το.**

1. Ποιος συνδυασμός στοιχείων είναι απαραίτητος κατά τη δημιουργία βροχής;

- A. χαμηλή θερμοκρασία αέρα, σύννεφα
- B. χαμηλή θερμοκρασία αέρα, σκόνη
- Γ. ψηλή θερμοκρασία αέρα, καυσαέρια
- Δ. χαμηλή θερμοκρασία αέρα, σύννεφα, κεραυνός

---

---

---

2. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και σκέφτεσαι αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να ξεκινήσεις να ψαρεύεις εκεί, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

Πίνακας 2

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
- B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
- Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
- Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.

---

---

---

3. Ποια είναι τα λιγότερα στοιχεία που πρέπει να περιλαμβάνει ένα ποδήλατο που μπορεί να κυλά;

- A. σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, αλυσίδα
- B. σκελετός, δύο τροχοί, ταχύτητες, τιμόνι
- Γ. σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, κάθισμα
- Δ. σκελετός, δύο τροχοί

---

---

---

4. Αν με ενδιαφέρει να μάθω την ποσότητα βενζίνης για κάθε χιλιόμετρο που περίπου καταναλώνει το αυτοκίνητό μου, πρέπει να λάβω υπόψη μου

- A. την ποσότητα της βενζίνης που θα βάλω στο ντεπόζιτο του αυτοκινήτου και τα χιλιόμετρα που θα διανύσω με τη συγκεκριμένη ποσότητα
- B. την ποσότητα της βενζίνης που έβαλα στο ντεπόζιτο και τα χρήματα που πλήρωσα για τη συγκεκριμένη ποσότητα.
- Γ. την ποσότητα της βενζίνης που έβαλα στο ντεπόζιτο και τις στροφές του άξονα ανά χιλιόμετρο.
- Δ. την ποσότητα της βενζίνης που έβαλα στο ντεπόζιτο και τη μεγαλύτερη ταχύτητα που είχε το αυτοκίνητο.

---

---

---

5. Ο οδηγός ενός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές ενός σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσης στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα του ήταν χρήσιμος;

- A. Ο χάρτης της Πάφου.
- B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
- Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
- Δ. Ο χάρτης της Κύπρου.

---

---

---

6. Ποια είναι τα λιγότερα στοιχεία που είναι απαραίτητο να τοποθετηθούν μαζί, ώστε να ανάψει ένας λαμπτήρας;

- A. ένας λαμπτήρας, δύο καλώδια
- B. ένας λαμπτήρας, μια μπαταρία, ένα καλώδιο
- Γ. ένας λαμπτήρας, δύο μπαταρίες, ένα καλώδιο
- Δ. δύο καλώδια, μια μπαταρία

---

---

---

7. Σε ένα ενυδρείο ποια είναι τα απαραίτητα συστατικά για να μπορούν να επιβιώσουν δύο ψάρια για μια βδομάδα;

- A. νερό, φυτά, τροφή
- B. νερό, αέρας, χώμα, τροφή
- Γ. νερό, φυτά, χώμα, τροφή
- Δ. νερό, τροφή

---

---

---

8. Ένας ερευνητής ενδιαφέρεται να μάθει για τις συνθήκες που χρειάζονται για να αναπαραχθεί η πράσινη χελώνα που βρίσκεται στη Λάρα. Η Λάρα ανήκει στον Ακάμα της Πάφου. Τι θα του συστήνατε να μελετήσει;

- A. Το θαλάσσιο οικοσύστημα της Κύπρου.
- B. Τη θαλάσσια περιοχή και την παραλία της Λάρας.
- Γ. Το οικοσύστημα του Ακάμα.
- Δ. Το θαλάσσιο οικοσύστημα της Πάφου.

---

---

---

9. Διαβάστε τον πιο κάτω διάλογο δύο παιδιών και αποφασίστε με ποιον από τους δύο συμφωνείτε:

Μαθητής 1: Δεν μπορούμε να πούμε ότι το ποδήλατο είναι ένα ενιαίο αντικείμενο. Είναι πολλά αντικείμενα που απλά έρχονται σε επαφή μεταξύ τους.

Μαθητής 2: Τα αντικείμενα που αποτελούν το ποδήλατο εξαρτώνται το ένα από το άλλο. Η λειτουργία του καθενός επηρεάζει τη λειτουργία τουλάχιστο ενός από τα υπόλοιπα, γι' αυτό μπορούμε να πούμε ότι το ποδήλατο είναι ένα ενιαίο αντικείμενο.

- A. συμφωνώ με το Μαθητή 1
- B. συμφωνώ με το Μαθητή 2
- Γ. διαφωνώ και με τους δύο
- Δ. συμφωνώ και με τους δύο

---

---

---

10. Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τις τροφικές σχέσεις των οργανισμών που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω

- A. τους οργανισμούς που μπορούν να εντοπιστούν μέσα ή στην επιφάνεια του νερού.
- B. τους οργανισμούς που εντοπίζονται έξω από το νερό.
- Γ. το κλίμα, τον αέρα, το έδαφος της περιοχής.
- Δ. τους οργανισμούς που ζουν στο νερό και τον αέρα, το κλίμα και το έδαφος της περιοχής.

---

---

---



11. Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Σκέφτεσαι ότι μπορεί να την αξιοποιήσεις για να φυτέψεις λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1

<b>Εβδομαδιαία Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες</b>				
<b>5 μέρες πριν</b>	<b>4 μέρες πριν</b>	<b>3 μέρες πριν</b>	<b>2 μέρες πριν</b>	<b>1 μέρα πριν</b>
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

<b>Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια</b>				
<b>10 χρόνια πριν</b>	<b>7 χρόνια πριν</b>	<b>5 χρόνια πριν</b>	<b>3 χρόνια πριν</b>	<b>1 χρόνος πριν</b>
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.

---

---

---

12. Από τη στιγμή που εξατμίζεται μια ποσότητα νερού και γίνεται σύννεφο μέχρι να γίνει βροχή ...

- A. δε μεσολαβεί τίποτα, ξεκινά αμέσως να βρέχει.  
B. περνούν μερικοί μήνες.  
Γ. περνούν μερικές ώρες.  
Δ. περνούν μερικά χρόνια.

---

---

---

13. Το σχολείο αποτελείται από υποομάδες, όπως οι μαθητές, οι δάσκαλοι, οι καθαρίστριες κτλ. Επίσης, συνεχώς αλλάζει. Άρα δεν μπορούμε να ισχυριστούμε ότι είναι μια ενιαία ομάδα.

- A. συμφωνώ με την πιο πάνω άποψη.  
B. διαφωνώ με την πιο πάνω άποψη.  
Γ. συμφωνώ μερικώς με την πιο πάνω άποψη.  
Δ. συμφωνώ και με τους δύο.

---

---

---

14. Δύο λεπτά μετά που ήταν αναμμένο το κόκκινο στα φώτα τροχαίας, ανάβει το πράσινο. Από τη στιγμή που ανάβει το πράσινο μέχρι να ξεκινήσει το 4ο αυτοκίνητο που περιμένει στη σειρά ...

- A. δεν περνά καθόλου χρόνος, το αυτοκίνητο ξεκινά αμέσως.
- B. περνούν μερικά λεπτά. Τόσο χρειάζεται περίπου για να έρθει η σειρά του 4ου αυτοκινήτου για να ξεκινήσει.
- Γ. περνούν μερικά δευτερόλεπτα. Τόσο χρειάζεται περίπου για να έρθει η σειρά του 4ου αυτοκινήτου για να ξεκινήσει.
- Δ. περνούν μερικές ώρες, αν το αυτοκίνητο μπλέξει σε κυκλοφοριακή συμφόρηση.

---

---

---

15. Πάνω στο τραπέζι υπάρχει μια σωρός από φρούτα και ξηρούς καρπούς.  
Δύο αδέρφια συζητούν αν οι ξηροί καρποί είναι ένα ενιαίο πράγμα:  
Λίτσα: Εγώ νομίζω ότι είναι κάτι ενιαίο, γιατί, μπορώ να τα βάλω σε ένα μπωλ και να τα μεταφέρω όλα μαζί.  
Μάριος: Δεν νομίζω. Μου φαίνονται απλώς πολλά αντικείμενα μαζί. Δεν εξαρτάται το ένα από το άλλο.

- A. συμφωνώ με τη Λίτσα.
- B. συμφωνώ με τον Μάριο.
- Γ. διαφωνώ και με τους δύο.
- Δ. συμφωνώ και με τους δύο.

---

---

---

16. Διάβασε τον πιο κάτω διάλογο τριών μαθητών και αποφάσισε με ποιον συμφωνείς:  
Μαθητής 1: Το σημαντικότερο σε μια ομάδα ποδοσφαίρου είναι να έχει πολλούς παίκτες. Όσο περισσότερους παίκτες έχει μια ομάδα τόσο καλύτερα παίζει.  
Μαθητής 2: Το σημαντικότερο σε μια ομάδα είναι όλοι οι παίκτες να χειρίζονται καλά την μπάλα. Όσο καλύτερα χειρίζεται κάθε παίχτης την μπάλα, τόσο καλύτερα παίζει η ομάδα.  
Μαθητής 3: Το σημαντικότερο σε μια ομάδα είναι η συνεργασία των παιχτών. Όσο καλύτερα συνεργάζονται οι παίκτες, τόσο καλύτερα παίζει η ομάδα.

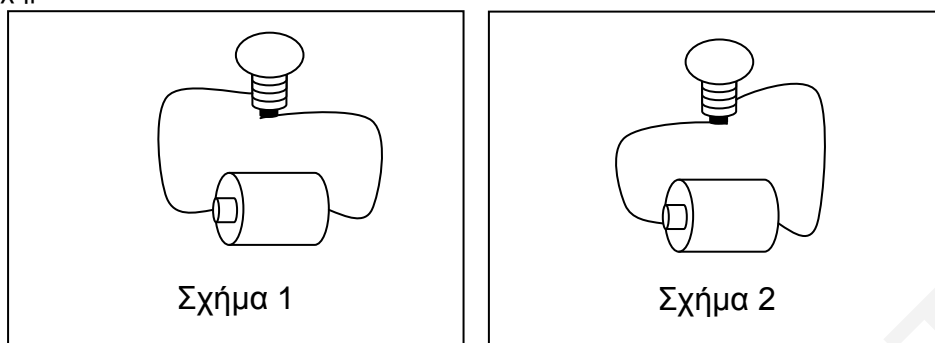
- A. Συμφωνώ με το Μαθητή 1.
- B. Συμφωνώ με το Μαθητή 2.
- Γ. Συμφωνώ με το Μαθητή 3.
- Δ. Συμφωνώ με όλους.

---

---

---

17. Ο Νικόλας έκανε ένα πείραμα. Χρησιμοποίησε μια μπαταρία, δύο καλώδια και ένα λαμπτήρα και τα τοποθέτησε με δύο διαφορετικούς τρόπους, όπως φαίνονται στα σχήματα 1 και 2. Και στις δύο περιπτώσεις παρατήρησε ότι ο λαμπτήρας άναψε. Γνωρίζει από το σχολείο ότι το Σχήμα 1 δείχνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Δεν είναι όμως σίγουρος τι δείχνει το Σχήμα 2.



Το σχήμα 2

- A. δείχνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, γιατί υπάρχουν τα ίδια στοιχεία και στις δύο περιπτώσεις
- B. δείχνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, γιατί ο λαμπτήρας ανάβει και στις δύο περιπτώσεις
- Γ. δεν δείχνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα. Ηλεκτρικό κύκλωμα είναι μόνο αυτό που διδάχθηκε στο σχολείο.
- Δ. δεν δείχνει ένα ηλεκτρικό κύκλωμα, γιατί τα αντικείμενα είναι διαφορετικά τοποθετημένα μεταξύ τους.

---

---

---

18. Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται

- A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.
- B. να ελέγξει τους τροχούς του.
- Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
- Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.

---

---

---

19. Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (=υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Πώς ο υπερπληθυσμός επηρεάζει τους κατοίκους της Κίνας;

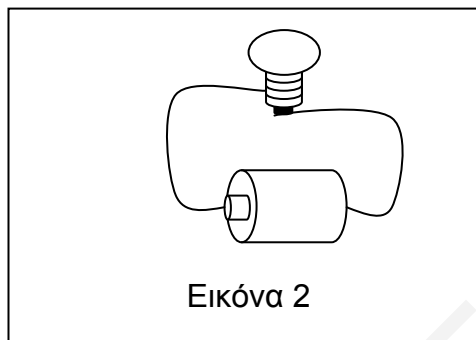
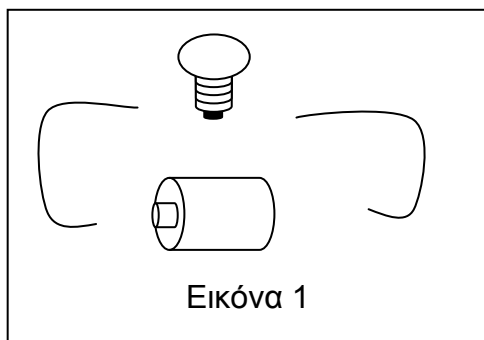
- A. Δεν επηρεάζει καθόλου τη ζωή τους. Ο καθένας κάνει τη δουλειά του.
- B. Κάνει τη ζωή τους πιο εύκολη, γιατί όταν είναι πολλοί μοιράζονται τις δουλειές.
- Γ. Κάνει τη ζωή τους πιο δύσκολη, γιατί μια πολυμελής οικογένεια δυσκολότερα βρίσκει αρκετή τροφή για όλους.
- Δ. Είναι πιο εύκολο να κάνουν φίλους, όταν υπάρχουν πολλά άτομα.

---

---

---

20. Παρατήρησε τις δύο εικόνες. Και στις δύο εικόνες υπάρχουν τα ίδια υλικά (μια μπαταρία, δύο καλώδια, ένας λαμπτήρας ).



Υπάρχουν συμπεριφορές που θα παρατηρούσαμε στη μια από τις δύο εικόνες που δε θα παρατηρούσαμε στην άλλη;

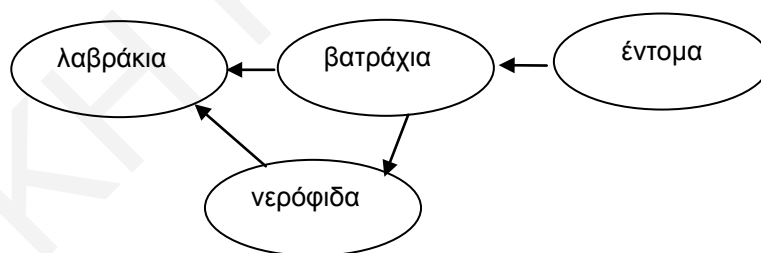
- A. Και στις δύο εικόνες οι λαμπτήρες θα ανάψουν, αφού αποτελούνται από τα ίδια υλικά.
- B. Και στις δύο εικόνες οι λαμπτήρες θα ανάψουν, αφού τα αντικείμενα σχηματίζουν κύκλο και στις δύο περιπτώσεις.
- Γ. Στη δεύτερη εικόνα ο λαμπτήρας μπορεί να ανάψει, ενώ στην πρώτη εικόνα δε θα ανάψει, γιατί το κάθε στοιχείο μόνο του δεν μπορεί να προκαλέσει άναμμα του λαμπτήρα.
- Δ. Σε καμιά εικόνα δεν θα ανάψει ο λαμπτήρας.

---

---

---

21. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στα λαβράκια αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;

- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.
- B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.
- Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.
- Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί δεν θα τα ενοχλούν τα έντομα.

---

---

---

22. Ένα πετάλι του ποδηλάτου κόβεται. Γιατί είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουμε πια το ποδήλατο;

- A. Διότι έχω δύο πόδια, άρα χρειάζομαι δύο πετάλια.
- B. Διότι δεν μπορώ να ισορροπήσω το ποδήλατο. Βαρεί προς τη μια μεριά.
- Γ. Διότι χωρίς τα δύο πετάλια δεν μπορώ να γυρίσω την αλυσίδα, η οποία γυρίζει τους τροχούς.
- Δ. Διότι το ένα πετάλι, γυρίζει μόνο τον ένα τροχό.

---

---

---

23. Το σύστημα του ρολογιού μας δίνει τη δυνατότητα να παρατηρήσουμε

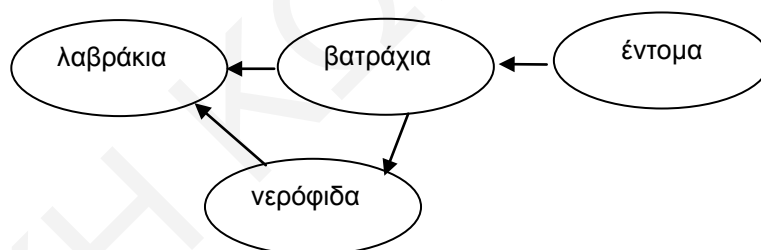
- A. τους δείχτες να κινούνται
- B. το χρώμα των γραναζιών
- Γ. την ώρα
- Δ. τον αριθμό των γραναζιών που δεν μπορούμε να το παρατηρήσουμε αν μελετήσουμε χωριστά τα μέρη του.

---

---

---

24. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;

- A. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.
- B. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.
- Γ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δεν θα μπορούν να δροσίζονται στο νερό.
- Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βατράχια να τρώνε, αφού θα πεθάνουν λόγω της έλλειψης νερού.

---

---

---

25. Σε μια θαλάσσια περιοχή ζουν ανάμεσα σε άλλους οργανισμούς, φάλαινες όρκα, ψάρια πέρκες και ενυδρίδες. Οι ενυδρίδες ζουν ειρηνικά με τις φάλαινες και οι φάλαινες τρέφονται με τις πέρκες. Όταν οι ψαράδες της περιοχής άρχισαν να ψαρεύουν πολύ μεγάλες ποσότητες από τις πέρκες,

Α. οι φάλαινες άρχισαν να πεθαίνουν.

Β. οι φάλαινες ξεκίνησαν να τρώνε τις ενυδρίδες με τις οποίες ζούσαν ειρηνικά.

Γ. τίποτα άλλο δεν συνέβηκε.

Δ. οι φάλαινες άρχισαν να μικραίνουν.

---

---

---

26. Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρμω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε.

Το παιδί

Α. θα οδηγήσει πίσω στο σπίτι το ποδήλατό του.

Β. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.

Γ. θα το μεταφέρει στο σπίτι ο πατέρας του με το αυτοκίνητο.

Δ. ο φίλος του με το ποδήλατό του θα τον τραβήξει μέχρι το σπίτι.

---

---

---



## Παράρτημα 3

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Κυριακή Κωνσταντινίδη  
Α.Τ. 765816  
Φοιτήτρια στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα  
Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες  
Πανεπιστήμιο Κύπρου  
Τηλ. 99 495885

### **Πληροφορίες / Οδηγίες για αξιολόγηση της εγκυρότητας περιεχομένου των έργων του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης**

Στα πλαίσια της διπλωματικής μου εργασίας για το πρόγραμμα Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες επιχειρώ την ανάπτυξη ενός αντικειμενικού τεστ μέτρησης των δεξιοτήτων συστημικής σκέψης των μαθητών ηλικίας 10-14 χρόνων.

Στον πίνακα της σελίδας 2 περιλαμβάνονται οι 13 πτυχές της συστημικής σκέψης. Οι συγκεκριμένες πτυχές αποτελούνται είτε από πτυχές, οι οποίες παρουσιάζονται ξεκάθαρα από τη βιβλιογραφία, είτε από πτυχές, οι οποίες προτείνονται από την ερευνήτρια μετά από μελέτη της βιβλιογραφίας σχετικά με τα χαρακτηριστικά των συστημάτων. Οι πτυχές έχουν ομαδοποιηθεί σε ευρύτερες ομάδες, τον Προσδιορισμό του συστήματος, τις Αλληλεπιδράσεις, τις Ροές και την Ισορροπία. Οι σελίδες 3-15 περιλαμβάνουν τα έργα που αναμένεται να περιληφθούν στο υπό ανάπτυξη Τεστ Συστημικής Σκέψης.

Η συμβολή ειδικών επιστημόνων είναι σημαντική και απαραίτητη κατά την ανάπτυξη κάθε έγκυρου και αξιόπιστου τεστ. Μέσα από τη δική σας συνεισφορά θα εξακριβωθεί ο βαθμός εγκυρότητας των έργων, αν δηλαδή μετρούν τις δεξιότητες που υποτίθεται ότι μετρούν. Ο ρόλος σας, ως επιστήμονα ειδικού στο θέμα της Συστημικής Σκέψης ή/και των Φυσικών Επιστημών, είναι η κριτική των πτυχών και των έργων ως προς το περιεχόμενο και το λεξιλόγιό τους.

A. Κάθε έργο αναμένεται να μετρά ΜΙΑ από τις πτυχές της συστημικής σκέψης. Αφού διαβάσετε κάθε έργο, γράψετε στην πρώτη στήλη, στο κουτάκι δίπλα από κάθε έργο τον κωδικό της πτυχής που κατά την άποψή σας μετρά (οι κωδικοί είναι γραμμένοι δίπλα από κάθε πτυχή στον πίνακα της σελίδας 2).

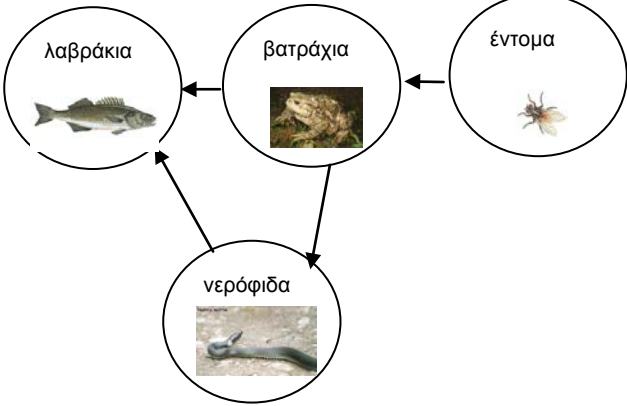
B. Σε περίπτωση που θα θέλατε να σχολιάσετε οτιδήποτε σχετικά με το περιεχόμενο και το λεξιλόγιο των έργων μπορείτε να το σημειώσετε είτε κατευθείαν, πάνω από τη διατύπωση του έργου, είτε στο αντίστοιχο κουτάκι, στην τελευταία στήλη του πίνακα.

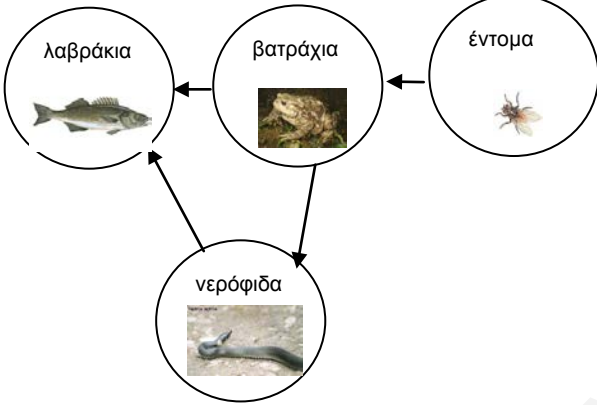
	Κωδικός	Πτυχές	Σχόλια
<b>1. Προσδιορισμός συστήματος</b>			
	1.1.	Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος	
	1.2.	Εντοπισμός των τοπογραφικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος, ώστε να εστιάζουν στις σχέσεις που αφορούν την υπό μελέτη συμπεριφορά.	
	1.3.	Εντοπισμός των χρονικών ορίων (boundaries) ενός συστήματος, ώστε να εστιάζουν στις σχέσεις που αφορούν την υπό μελέτη συμπεριφορά.	
	1.4.	Εντοπισμός ενός συστήματος και αναγνώριση ότι υπάρχουν διάφορα συστήματα.	
	1.5.	Αναγνώριση του γεγονότος ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών (συμπεριφορών) των στοιχείων του συστήματος (emergent phenomena).	
<b>2. Αλληλεπιδράσεις</b>			
	2.1.	Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος	
	2.2.	Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	
	2.3.	Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα).	
	2.4.	Εντοπισμός των συμπεριφορών του συστήματος που αποτελούν ένδειξη αλληλεπίδρασης μέσα στο σύστημα.	
<b>3. Ροές</b>			
	3.1.	Εντοπισμός των γραμμικών ροών (ύλης και ενέργειας)	
	3.2.	Εντοπισμός των κυκλικών ροών (ύλης και ενέργειας)	
<b>4. Ισορροπία</b>			
	4.1.	Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση, reinforcing loop)	
	4.2.	Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπιστικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A -> αύξηση B, αύξηση B -> μείωση A) εξισορροπιστική αλληλεπίδραση, balancing loop)	

**Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης**

Κωδικός	Έργα	Σχόλια
	<p>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να βρέξει;</p> <p>A. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα B. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα, σκόνη Γ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα Δ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα, κεραυνοί</p>	
	<p>Από τη στιγμή που εξατμίζεται μια ποσότητα νερού και γίνεται σύννεφο μέχρι να γίνει βροχή ...</p> <p>A. ξεκινά αμέσως να βρέχει. B. περνούν μερικοί μήνες. Γ. περνούν μερικές ώρες. Δ. περνά ένας περίπου χρόνος.</p>	
	<p>Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;</p> <p>A. ένα ηλεκτρικό κύκλωμα B. μια καρέκλα Γ. μια λίμνη Δ. ένα αυτοκίνητο</p>	
	<p>Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν</p> <p>A. οι δείκτες του κινούνται. B. έχει μπαταρίες. Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή. Δ. έχει τα σωστά γρανάζια.</p>	
	<p>Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε</p> <p>A. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει. B. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει. Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει. Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.</p>	
	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα χόρτα;</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[κουκουβάγια] --- B[κότσυφας]     B --- C[σαλιγκάρια]     C --- D[χόρτα]             </pre> </div> <p>A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά. B. Τα σαλιγκάρια θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά. Γ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά. Δ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί του καθενός θα αφανιστεί ο οργανισμός που αποτελεί την τροφή του.</p>	

	<p>Σε ένα μικρό σχολείο, πολλοί μαθητές ήταν άρρωστοι με τον ιό της γρίπης. Μάλιστα, από μία τάξη για δύο μέρες έλειπαν 5 μαθητές. Γιατί συνέβηκε αυτό;</p> <p>A. Δεν υπάρχει συγκεκριμένος λόγος. Τυχαία μπορεί να αρρώστησαν και οι 5 μαθητές.</p> <p>B. Σε ένα σχολείο όλοι οι μαθητές έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, άρα ο ένας "κόλλησε" τον άλλο.</p> <p>Γ. Οι 5 μαθητές δεν πρόσεχαν, έπαιζαν στη βροχή.</p> <p>Δ. Οι 5 μαθητές δεν ντύνονταν προσεκτικά και κρύωσαν.</p>	
	<p>Ένας παίχτης μιας πολύ καλής ομάδας μπάσκετ, χρόνο με το χρόνο γίνεται όλο και καλύτερος. Αυτό οφείλεται κυρίως</p> <p>A. στην εξάσκηση του μέσα από τη συνεργασία του με τα άλλα μέλη της ομάδας και τον προπονητή τους.</p> <p>B. στην εξάσκηση που κάνει μόνος του, ώστε να βελτιώνει τις ικανότητές του.</p> <p>Γ. στον προπονητή του.</p> <p>Δ. στα παιχνίδια που μελετά, παρακολουθώντας αγώνες στην τηλεόραση.</p>	
	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στην αρχή του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στο τέλος του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.</p> <div data-bbox="347 1039 979 1442" style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A(έντομα) --&gt; B(βατράχια)     B --&gt; C(λαβράκια)     B --&gt; D(νερόφιδα)     D --&gt; C     </pre> </div> <p>A. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.</p> <p>B. Μπορεί να αυξήθηκαν τα βατράχια</p> <p>Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.</p> <p>Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.</p>	
	<p>Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του αυτοκινήτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;</p> <p>A. Όταν πλένεις το αυτοκίνητο με σαπούνι και σφουγγάρι, το χρώμα του γίνεται πιο φωτεινό.</p> <p>B. Όταν πατάς το πετάλι του αυτοκινήτου, τότε κινείται.</p> <p>Γ. Όταν συγκρουστεί με ένα άλλο αυτοκίνητο, το μεταλλικό του μέρος μπορεί να στραβώσει.</p> <p>Δ. Όταν ένας από τους τροχούς του περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.</p>	

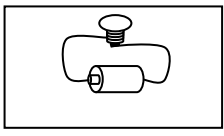
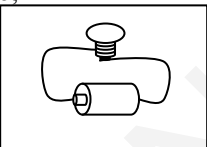
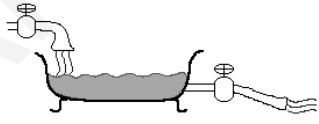
	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στην αρχή του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στο τέλος του.</p>  <p>Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Πού μπορεί να οφείλεται αυτό;</p> <p>A. Στη μείωση των βατραχιών. B. Στην αύξηση των βατραχιών. Γ. Στη μείωση των εντόμων. Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.</p>	
	<p>Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;</p> <p>A. Όχι, θα πάει απλώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. B. Όχι, θα πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα. Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει σε διωλιστήρια, γίνει καθαρό και ξανασταλεί στο σπίτι μας με σωλήνες. Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί σπίτι μας.</p>	
	<p>Λόγω πυρκαγιάς σε ένα δάσος, αρκετοί λαγοί μετακινούνται στο διπλανό λιβάδι, στο οποίο υπάρχει άφθονη τροφή (χόρτα). Τι θα συμβεί μελλοντικά στους λαγούς;</p> <p>A. Θα αυξάνονται συνέχεια. B. Θα αυξάνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους. Γ. Θα μειώνονται συνέχεια. Δ. Θα μειώνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους.</p>	
	<p>Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω</p> <p>A. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό. B. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη. Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής. Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.</p>	

	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.</p>  <p>Τι θα συμβεί στα λαβράκια αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;</p> <p>A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα. B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους. Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους. Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.</p>	
	<p>Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται</p> <p>A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου. B. να ελέγξει τους τροχούς του. Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου. Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.</p>	
	<p>Ο ιδιοκτήτης ενός θερμοκηπίου μαρουλιών θα πάει στην Αυστραλία για ένα χρόνο. Μέσα στο θερμοκήπιο έβαλε πριν φύγει 20 κουνέλια. Μέσα στο θερμοκήπιο δεν μπορεί να μπει ή να βγει τίποτα. Τι θα συμβεί μελλοντικά στον πληθυσμό των κουνελιών;</p> <p>A. Θα αφανιστούν. B. Θα αυξηθούν. Γ. Θα λιγοστεύσουν. Δ. Θα μείνει ο ίδιος.</p>	
	<p>Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;</p> <p>A. ένα ποτήρι B. ένα δέντρο Γ. ένας άνθρωπος Δ. ένα ποδήλατο</p>	

	<p>Ένα παιδί έχει στο ενυδρείο του ένα ψάρι, του βάζει καθημερινά αρκετή ποσότητα φαγητού και το ψάρι αρχίζει να μεγαλώνει. Αφού μεγαλώνει,          Α. το παιδί θα πρέπει να σταματήσει να το τάζει.          Β. το παιδί θα πρέπει να συνεχίζει να το τάζει, αλλά λιγότερο από πριν.          Γ. το παιδί θα πρέπει να το τάζει όσο και στην αρχή.          Δ. το παιδί θα πρέπει να το τάζει ολοένα και περισσότερη τροφή.</p>																																									
	<p>Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;</p> <table border="1" data-bbox="327 676 1066 954"> <thead> <tr> <th colspan="5">Πίνακας 1</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες</th> </tr> <tr> <th>5 μέρες πριν</th> <th>4 μέρες πριν</th> <th>3 μέρες πριν</th> <th>2 μέρες πριν</th> <th>1 μέρα πριν</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 mm</td> <td>0 mm</td> <td>0 mm</td> <td>16 mm</td> <td>24 mm</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="327 1012 1066 1294"> <thead> <tr> <th colspan="5">Πίνακας 2</th> </tr> <tr> <th colspan="5">Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια</th> </tr> <tr> <th>10 χρόνια πριν</th> <th>7 χρόνια πριν</th> <th>5 χρόνια πριν</th> <th>3 χρόνια πριν</th> <th>1 χρόνος πριν</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>927 mm</td> <td>658 mm</td> <td>701 mm</td> <td>723 mm</td> <td>653 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>Α. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.          Β. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.          Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.          Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.</p>	Πίνακας 1					Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες					5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν	0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm	Πίνακας 2					Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια					10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν	927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm	
Πίνακας 1																																										
Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες																																										
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν																																						
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm																																						
Πίνακας 2																																										
Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια																																										
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν																																						
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm																																						
	<p>Κάθε λίγους μήνες, κάθε αυτοκίνητο χρειάζεται καινούρια λάστιχα στους τροχούς. Αυτό οφείλεται          Α. στην κακή ποιότητα των λάστιχων.          Β. στη φθορά/ζημιά που παθαίνουν από την κίνηση του αυτοκινήτου.          Γ. στη διαφήμιση που κάνουν οι εταιρείες εισαγωγής λάστιχων.          Δ. στις βελόνες και στις μυτερές πέτρες που υπάρχουν κάποτε στο δρόμο.</p>																																									
	<p>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;          Α. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι          Β. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια          Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα          Δ. σκελετός, δύο τροχοί</p>																																									



	<p>Η ποσότητα του νερού της βροχής αυτή τη χρονιά ήταν αυξημένη. Πού οφείλεται αυτό;</p> <p>A. Πουθενά, ήταν τυχαίο. Κάποιες φορές το νερό της βροχής είναι λιγότερο και κάποιες περισσότερο.</p> <p>B. Στο ότι περισσότερη ποσότητα νερού εξατμίστηκε αυτή τη χρονιά.</p> <p>Γ. Στο ότι διατηρήθηκαν τα σύννεφα από προηγούμενες χρονιές, και έτσι μαζεύτηκε περισσότερο νερό.</p> <p>Δ. Στη ρύπανση από αεροπλάνα και εργοστάσια.</p>	
	<p>Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;</p> <p>Για να επιβιώσουν οι οργανισμοί μιας λίμνης πρέπει</p> <p>A. να υπάρχει μεταφορά οξυγόνου από τα φυτά στο νερό.</p> <p>B. να υπάρχει μεταφορά οξυγόνου από τον αέρα στο νερό.</p> <p>Γ. να υπάρχει μεταφορά διοξειδίου του άνθρακα από τα φυτά στο νερό.</p> <p>Δ. να υπάρχει μεταφορά διοξειδίου του άνθρακα από τα ψάρια στο νερό.</p>	
	<p>Σε μια τάξη ενός σχολείου, υπάρχει ένα παιδί που από την αρχή της σχολικής χρονιάς όλοι το κοροϊδεύουν, γιατί είναι μοναχικό και δεν κάνει παρέα με τα υπόλοιπα παιδιά. Μέχρι το τέλος της χρονιάς,</p> <p>A. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, αλλά θα γίνει φίλος μόνο με τους συμμαθητές του.</p> <p>B. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, και θα γίνει φίλος με σχεδόν όλους τους μαθητές του σχολείου.</p> <p>Γ. το παιδί θα κλειστεί περισσότερο στον εαυτό του και δεν θα κάνει παρέα με τα άλλα παιδιά, αφού το κοροϊδεύουν.</p> <p>Δ. το παιδί θα παραμείνει όπως ήταν στην αρχή της χρονιάς. Ο χαρακτήρας δεν αλλάζει εύκολα.</p>	
	<p>Σε μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις:</p> <p>A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.</p> <p>B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.</p> <p>Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγότευπε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.</p> <p>Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.</p>	
	<p>Ένας ερευνητής ενδιαφέρεται να μάθει για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες γεννά η πράσινη χελώνα στη Λάρα. Η Λάρα είναι μια παραλία στην περιοχή Ακάμας στην Πάφο. Τι θα του συστήνατε να μελετήσει;</p> <p>A. Τις θάλασσες της Κύπρου.</p> <p>B. Τη θαλάσσια περιοχή και την παραλία της Λάρας.</p> <p>Γ. Την περιοχή του Ακάμα.</p> <p>Δ. Τη θαλάσσια περιοχή της Πάφου.</p>	
	<p>Ο οδηγός ενός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές ενός σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;</p> <p>A. Ο χάρτης της Κύπρου.</p> <p>B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.</p> <p>Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.</p> <p>Δ. Ο χάρτης της Κύπρου και της Λευκωσίας.</p>	

	<p>Έχουμε ένα κύκλωμα με δύο καλώδια, μια μπαταρία και μια λάμπα.</p>  <p>α) Αφαιρώ το ένα καλώδιο και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία . Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος; Α. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα. Β. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα. Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως. Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.</p> <p>β) Αφαιρώ την μπαταρία και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία. Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος; Α. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα. Β. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα. Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως. Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.</p>	
	<p>Πώς καταλαβαίνεις αν τα μέρη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος επηρεάζουν το ένα το άλλο;</p>  <p>Α. Τα βλέπω που είναι ενωμένα μεταξύ τους, άρα είναι φανερό ότι το ένα επηρεάζει το άλλο. Β. Είναι τοποθετημένα σε κύκλο, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο. Γ. Η λάμπα ανάβει, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο. Δ. Δεν πιστεύω ότι το ένα μέρος επηρεάζει το άλλο, αφού είναι ακίνητα.</p>	
	<p>Ένα παιδί άνοιξε τη βρύση του μπάνιου για να το γεμίσει με νερό και να παίξει. Άφησε όμως ανοιχτή την αποχέτευση (την τρύπα από όπου φεύγει το νερό), γιατί φοβάται πως θα ξεχειλίσει και θα τον μαλλώσει η μητέρα του. Τι πρέπει να κάνει για να κρατήσει το νερό σε κάποιο ύψος και να μπορεί να παίξει;</p>  <p>(Η εικόνα είναι από τους Booth Sweeney &amp; Sterman (2000).)</p> <p>Α. Να προσέξει όσο νερό βγαίνει από την αποχέτευση, τόσο να βγαίνει από τη βρύση. Β. Από τη βρύση να τρέχει περισσότερη ποσότητα νερού από την ποσότητα που φεύγει από την αποχέτευση. Γ. Στην αρχή να αφήσει να τρέχει περισσότερο νερό από όσο βγαίνει από την αποχέτευση και μετά, να το λιγοστέψει, ώστε να τρέχει από τη βρύση τόσο όσο βγαίνει από την αποχέτευση. Δ. Από τη βρύση να τρέχει λιγότερη ποσότητα νερού από την ποσότητα που φεύγει από την αποχέτευση.</p>	

	<p>Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει; Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει</p> <p>A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς. B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό. Γ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του ποδιού του ποδηλάτη από πάνω προς τα κάτω και στη συνέχεια από κάτω προς τα πάνω Δ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης στο τιμόνι από δεξιά στα αριστερά.</p>	
	<p>Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστό νερό που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα το νερό που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;</p> <p>A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι. B. Ναι, μπορεί το νερό που ήταν στο σώμα του σαλονιού να μετακινηθεί προς οποιοδήποτε σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες. Γ. Όχι, το νερό του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικό από το νερό του σώματος του υπνοδωματίου. Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού το νερό δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.</p>	
	<p>Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε. Το παιδί</p> <p>A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως. B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι. Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι. Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.</p>	
	<p>Η κίνηση στους δρόμους αυξάνεται καθημερινά και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;</p> <p>A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν. B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα. Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν στο μέλλον παλύνονται μόνο μικρά αυτοκίνητα. Δ. Μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αν γίνουν περισσότεροι και δρόμοι με περισσότερες λωρίδες.</p>	
	<p>Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του ξυπνητηριού επηρεάζουν το ένα το άλλο;</p> <p>A. Όταν πατήσεις ένα κουμπί, το ξυπνητήρι σταματά να κτυπά. B. Όταν το ξυπνητήρι πέσει στο πάτωμα, το προστατευτικό γυαλί μπορεί να σπάσει. Γ. Όταν χρησιμοποιήσεις ένα κατσαβίδι, μπορείς να σπάσεις το ξυπνητήρι στα κομμάτια του. Δ. Όταν σπάσει το ξυπνητήρι το παίρνουμε στον τεχνικό να το φτιάξει.</p>	
	<p>Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;</p> <p>A. σχολική τσάντα B. ένα μπουκάλι Γ. ένα σχολείο Δ. ένα καλαμάκι</p>	

<p>Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκυριακό να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;</p>				
<b>Πίνακας 1</b>				
<b>Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες</b>				
<b>5 εβδομάδες πριν</b>	<b>4 εβδομάδες πριν</b>	<b>3 εβδομάδες πριν</b>	<b>2 εβδομάδες πριν</b>	<b>1 εβδομάδα πριν</b>
2020	2000	1980	2000	2030
<b>Πίνακας 2</b>				
<b>Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες</b>				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030
<p>A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.                  B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.                  Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.                  Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.</p>				
<p>Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθω σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:</p> <p>A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.                  B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπουν να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.                  Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.                  Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο</p>				
<p>Μια μητέρα ταΐζει το μωρό της κρέμα. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιατάκι και σκορπά στο πάτωμα λίγη από την κρέμα. Η μητέρα γελά. Το μωρό</p> <p>A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.                  B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.                  Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.                  Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.</p>				
<p>Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;                  Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται</p> <p>A. μεταφορά καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.                  B. μεταφορά αερίων από τη μηχανή, έξω από το αυτοκίνητο.                  Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους τροχούς.                  Δ. μεταφορά κίνησης από τους μπροστινούς τροχούς στους πισινούς.</p>				

	<p>Σε ένα ενυδρείο ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να μπορούν να επιβιώσουν δύο ψάρια για δυο μέρες;</p> <p>A. νερό, φυτά, τροφή B. νερό, άλλα ψάρια, τροφή Γ. νερό, φυτά Δ. νερό, τροφή</p>	
	<p>Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:</p> <p>A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης B. όλα τα παιδιά του σχολείου Γ. όλα τα παιδιά του χωριού Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανένα άλλο παιδί.</p>	
	<p>Ένα πετάλι του ποδηλάτου κόβεται. Γιατί είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουμε πια το ποδήλατο;</p> <p>A. Διότι έχω δύο πόδια, άρα χρειάζομαι δύο πετάλια. B. Διότι δεν μπορώ να ισορροπήσω το ποδήλατο. Βαρεί προς τη μια μεριά. Γ. Διότι χωρίς τα δύο πετάλια δεν μπορώ να γυρίσω την αλυσίδα που γυρίζει τους τροχούς. Δ. Διότι με μόνο ένα πετάλι το ποδήλατο θα πηγαίνει μόνο μπροστά.</p>	
	<p>Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;</p> <p>A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο. B. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει η τράπεζα του ταξιδιωτικού γραφείου. Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω μερικά χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο. Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.</p>	
	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στα σαλιγκάρια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι κότσυφες (που είναι είδος πουλιών);</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A[κότσυφες] --- B[σαλιγκάρια]     B --- C[χόρτα]         </pre> </div> <p>A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά. B. Στην αρχή τα σαλιγκάρια θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν τα σαλιγκάρια, οι κότσυφες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά τα σαλιγκάρια θα μειωθούν πάλι. Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των σαλιγκαριών και των χόρτων. Δ. Θα αυξηθούν τα σαλιγκάρια, αφού θα αφανιστούν οι κότσυφες που τα τρώνε.</p>	

	<p>Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;</p> <p>A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.</p> <p>B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.</p> <p>Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.</p> <p>Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.</p>	
	<p>Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά</p> <p>A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό</p> <p>B. σε μείωση των γεννήσεων</p> <p>Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών</p> <p>Δ. σε αύξηση του ρυθμού θανάτου</p>	
	<p>Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη και οι πόροι της δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;</p> <p>A. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφτεί ολόκληρη.</p> <p>B. Μπορεί να απαγορευτεί η γέννηση πολλών παιδιών σε κάθε οικογένεια.</p> <p>Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.</p> <p>Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.</p>	
	<p>Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Πώς ο υπερπληθυσμός επηρεάζει τους κατοίκους της Κίνας;</p> <p>A. Δεν επηρεάζει καθόλου τη ζωή τους. Ο καθένας κάνει τη δουλειά του.</p> <p>B. Κάνει τη ζωή τους πιο εύκολη, γιατί όταν είναι πολλοί μοιράζονται τις δουλειές.</p> <p>Γ. Κάνει τη ζωή τους πιο δύσκολη, γιατί μια πολυμελής οικογένεια δυσκολότερα βρίσκει αρκετή τροφή για όλους.</p> <p>Δ. Είναι πιο εύκολο να κάνουν φίλους, όταν υπάρχουν πολλά άτομα.</p>	
	<p>Πώς καταλαβαίνεις ότι τα μέρη του ποδηλάτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;</p> <p>A. Όταν ένας από τους τροχούς περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.</p> <p>B. Όταν πατήσεις το πετάλι, γυρίζει ο τροχός.</p> <p>Γ. Όταν το ποδήλατο συγκρουστεί με ένα τοίχο, ο τροχός μπορεί να στραβώσει.</p> <p>Δ. Όταν καθίσεις στη σέλα, η σέλα ζεσταίνεται.</p>	
	<p>Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;</p> <p>Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει</p> <p>A. μεταφορά της μπάλας από έναν παίκτη σε άλλο.</p> <p>B. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίκτη στο καλάθι.</p> <p>Γ. μεταφορά κίνησης της μπάλας: αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.</p> <p>Δ. μεταφορά της μπάλας μέσα στο γήπεδο από ένα παίκτη με τα δύο χέρια.</p>	

	<p>Ένα ποδήλατο κινείται, γιατί ο ποδηλάτης:</p> <p>A. κάθεται στο κάθισμά του. B. πατά πάνω στα πετάλια που κινούν την αλυσίδα που με τη σειρά της κινεί τους τροχούς. Γ. κάθεται στο κάθισμα και στρίβει το τιμόνι. Δ. θέλει να φτάσει κάπου.</p>	
	<p>Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε:</p> <p>A. το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες; B. το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα; Γ. το χρυσόμηλο που έφαγε χτες; Δ. το γιαούρτι που έφαγε πριν δέκα μέρες;</p>	
	<p>Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ πάντα να υπάρχουν στη θάλασσα;</p> <p>A. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι κολυμβητές B. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι βάρκες Γ. το νερό, τα ψάρια, οι βάρκες, οι κολυμβητές Δ. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, άλλοι μικροοργανισμοί</p>	
	<p>Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;</p> <p>A. ένα σφουγγάρι B. μία οικογένεια Γ. ένας σωρός από πατάτες Δ. ένα τραπέζι</p>	
	<p>Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.</p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph TD     A(έντομα) --&gt; B(βατράχια)     B --&gt; C(λαβράκια)     B --&gt; D(νερόφιδα)     </pre> </div> <p>Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;</p> <p>A. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν. B. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό. Γ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δεν θα μπορούν να δροσίζονται στο νερό. Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βατράχια να τρώνε, αφού θα πεθάνουν λόγω της έλλειψης νερού.</p>	

	<p>Μια ομάδα μαθητών ενός σχολείου της Λάρνακας βρίσκεται στο πάρκο της Αθαλάσσης στην Αγλαντζιά για μελέτη του πάρκου. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στους μαθητές;</p> <p>A. Ο χάρτης της Λάρνακας. B. Ο χάρτης της Λευκωσίας. Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς. Δ. Ο χάρτης του πάρκου της Αθαλάσσης.</p>	
	<p>Για να έχει περισσότερες πιθανότητες να νικήσει μια ομάδα ποδοσφαίρου σε ένα αγώνα, χρειάζεται</p> <p>A. να έχει έναν ή δύο πολύ καλούς παίκτες. B. να έχει πολύ καλό προπονητή. Γ. όλοι οι παίκτες να είναι πολύ καλοί. Δ. καλή συνεργασία ανάμεσα στους παίκτες.</p>	





## Παράρτημα 4

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

**A. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ**

**Συμπλήρωσε**

1. Όνομα.....
2. Φύλο (αγόρι, κορίτσι).....
3. Ηλικία .....
4. Σχολείο .....
5. Τάξη .....
6. Τόπος διαμονής .....
7. Τόπος καταγωγής .....
8. Επάγγελμα μητέρας .....
9. Επάγγελμα πατέρα .....
10. Ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι (ναι, όχι).....

**Κύκλωσε ό,τι σου ταιριάζει**

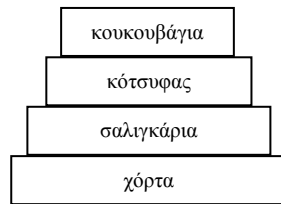
11. Είμαι καλός / μέτριος/ αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
12. Οι δάσκαλοι / καθηγητές μου πιστεύουν ότι είμαι καλός / μέτριος / αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
13. Στις ελεύθερές μου ώρες παίζω / δεν παίζω με ηλεκτρονικά παιχνίδια.
14. Στο σχολείο κάνουμε πολλές / λίγες / καθόλου δραστηριότητες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
15. Στο σπίτι περνώ πολλές ώρες / λίγες ώρες / καθόλου χρόνο μπροστά από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

### Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης

Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή. Θα διαβάζετε κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, αφού αποφασίσετε ποια είναι η σωστή απάντηση, θα κυκλώνεται το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση. (Α, Β, Γ ή Δ). Είναι σημαντικό να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.

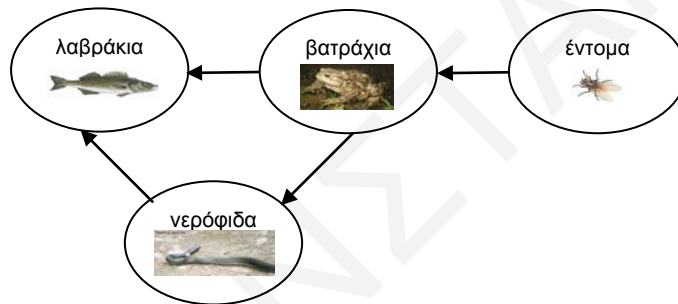
- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να βρέξει;  
Α. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα  
Β. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα, σκόνη  
Γ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα  
Δ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα, κεραυνοί
- 2 Από τη στιγμή που εξατμίζεται μια ποσότητα νερού και γίνεται σύννεφο μέχρι να γίνει βροχή ...  
Α. ξεκινά αμέσως να βρέχει.  
Β. περνούν μερικοί μήνες.  
Γ. περνούν μερικές ώρες.  
Δ. περνά ένας περίπου χρόνος.
- 3 Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;  
Α. ένα ηλεκτρικό κύκλωμα  
Β. μια καρέκλα  
Γ. μια λίμνη  
Δ. ένα αυτοκίνητο
- 4 Λέγοντας ρολόι εννοούμε κάθε αντικείμενο  
Α. που έχει δείκτες και αριθμούς.  
Β. που έχει μπαταρίες και γρανάζια ενωμένα, ώστε να κινούνται οι δείκτες και να δείχνουν την ώρα.  
Γ. που έχει μπαταρίες και δείκτες.  
Δ. που έχει μπαταρίες, γρανάζια, δείκτες και αριθμούς.
- 5 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν  
Α. οι δείκτες του κινούνται.  
Β. έχει μπαταρίες.  
Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.  
Δ. έχει τα σωστά γρανάζια.
- 6 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε  
Α. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Β. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.

- 7 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα χόρτα;



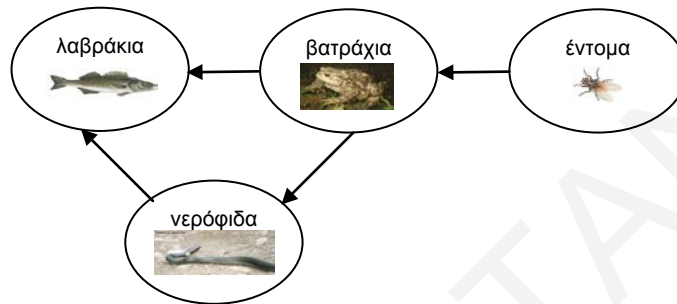
- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Τα σαλιγκάρια θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
Γ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά.  
Δ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί του καθενός θα αφανιστεί ο οργανισμός που αποτελεί την τροφή του.
- 8 Σε ένα μικρό σχολείο, πολλοί μαθητές ήταν άρρωστοι με τον ιό της γρίπης. Μάλιστα, από μία τάξη για δύο μέρες έλειπαν 5 μαθητές. Γιατί συνέβηκε αυτό;
- A. Δεν υπάρχει συγκεκριμένος λόγος. Τυχαία μπορεί να αρρώστησαν και οι 5 μαθητές.  
B. Σε ένα σχολείο όλοι οι μαθητές έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, άρα ο ένας "κόλλησε" τον άλλο.  
Γ. Οι 5 μαθητές δεν πρόσεχαν, έπαιζαν στη βροχή.  
Δ. Οι 5 μαθητές δεν ντύνονταν προσεκτικά και κρύωσαν.
- 9 Ένας αθλητής του μπάσκετ σταματά να προπονείται με την ομάδα του. Σιγά σιγά...
- A. ο αθλητής θα γίνεται ολοένα και καλύτερος, αφού θα ξεκουράζεται πολύ.  
B. ο αθλητής θα βελτιώνεται, αφού μπορεί να εξασκείται μόνος του όση ώρα θέλει.  
Γ. ο αθλητής θα χειροτερεύει, αφού δεν θα εξασκείται με τους συμπαίχτες και τον προπονητή του.  
Δ. ο αθλητής θα βελτιώνεται, αφού θα έχει αρκετό χρόνο στη διάθεσή του για να μελετήσει αγώνες μπάσκετ στην τηλεόραση.
- 10 Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, θα πάει απλώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.  
B. Όχι, θα πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.  
Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει σε διυλιστήρια, γίνει καθαρό και ξανασταλεί στο σπίτι μας με σωλήνες.  
Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί σπίτι μας.

- 11 Λόγω πυρκαγιάς σε ένα δάσος, αρκετοί λαγοί μετακινούνται σε ένα μικρό λιβάδι, στο οποίο υπάρχει άφθονη τροφή (χόρτα), αλλά και αλεπούδες. Τι θα συμβεί μελλοντικά στους λαγούς;  
Α. Θα αυξάνονται συνέχεια.  
Β. Θα αυξάνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους.  
Γ. Θα μειώνονται συνέχεια.  
Δ. Θα μειώνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους.
- 12 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στην αρχή του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στο τέλος του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



- Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να συνέβηκε;  
Α. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.  
Β. Μπορεί να αυξήθηκαν τα βατράχια  
Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.  
Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
- 13 Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του αυτοκινήτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;  
Α. Όταν πλένεις το αυτοκίνητο με σαπούνι και σφουγγάρι, το χρώμα του γίνεται πιο φωτεινό.  
Β. Όταν πατάς το πετάλι, τότε το αυτοκίνητο κινείται πιο γρήγορα.  
Γ. Όταν συγκρουστεί με ένα άλλο αυτοκίνητο, το μεταλλικό του μέρος μπορεί να στραβώσει.  
Δ. Όταν ένας από τους τροχούς του περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.
- 14 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω  
Α. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.  
Β. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.  
Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.  
Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.

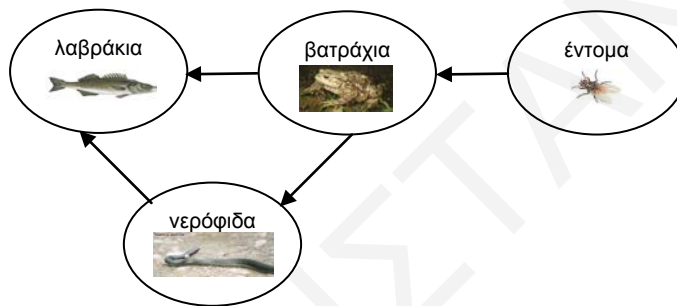
- 15 Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;  
Α. ένα ποτήρι  
Β. ένα δέντρο  
Γ. ένας άνθρωπος  
Δ. ένα ποδήλατο
- 16 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στην αρχή του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στο τέλος του.



- Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Πού μπορεί να οφείλεται αυτό;  
Α. Στη μείωση των βατραχιών.  
Β. Στην αύξηση των βατραχιών.  
Γ. Στη μείωση των εντόμων.  
Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
- 17 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται  
Α. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.  
Β. να ελέγξει τους τροχούς του.  
Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.  
Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.
- 18 Ένα παιδί έχει στο ενυδρείο του ένα ψάρι, του βάζει καθημερινά αρκετή ποσότητα φαγητού και το ψάρι αρχίζει να μεγαλώνει. Αφού μεγαλώνει,  
Α. το παιδί θα πρέπει να σταματήσει να το ταΐζει.  
Β. το παιδί θα πρέπει να συνεχίζει να το ταΐζει, αλλά λιγότερο από πριν.  
Γ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει όσο και στην αρχή.  
Δ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει ολοένα και περισσότερη τροφή.



- 19 Ο κύριος Γιώργος φύτεψε πριν 10 χρόνια μία μικρή μηλιά. Τώρα η μηλιά είναι αρκετά μεγάλη. Όσο μεγαλώνει η μηλιά,...
- A. τόσο περισσότερο νερό χρειάζεται.
  - B. τόσο λιγότερο νερό έχει ανάγκη.
  - Γ. δεν αλλάζουν οι ανάγκες της στο νερό.
  - Δ. δεν χρειάζεται επιπλέον νερό, αφού έχει ήδη μεγαλώσει.
- 20 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



- Τι θα συμβεί στα λαβράκια αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;
- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.
  - B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν τα βατράχια που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.
- 21 Κάθε λίγους μήνες, κάθε αυτοκίνητο χρειάζεται καινούρια λάστιχα στους τροχούς. Αυτό οφείλεται
- A. στην κακή ποιότητα των λάστιχων.
  - B. στη φθορά/ζημιά που παθαίνουν από την κίνηση του αυτοκινήτου.
  - Γ. στη διαφήμιση που κάνουν οι εταιρείες εισαγωγής λάστιχων.
  - Δ. στις βελόνες και στις μυτερές πέτρες που υπάρχουν κάποτε στο δρόμο.
- 22 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;
- A. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι
  - B. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια
  - Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα
  - Δ. σκελετός, δύο τροχοί

- 23 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

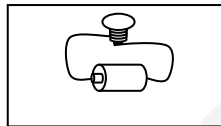
Πίνακας 1				
Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2				
Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
- 24 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ισχύει;  
Για να μεγαλώσει ένα δέντρο χρειάζεται  
A. να μεταφέρεται νερό από τις ρίζες στο υπόλοιπο δέντρο  
B. να υπάρχει κίνηση των φύλλων από τον αέρα.  
Γ. να μεταφέρεται νερό της βροχής από τα φύλλα στη ρίζα  
Δ. να υπάρχει κίνησης από τον κορμό προς τα φύλλα.
- 25 Σε μια τάξη ενός σχολείου, υπάρχει ένα παιδί που από την αρχή της σχολικής χρονιάς όλοι το κοροϊδεύουν, γιατί είναι μοναχικό και δεν κάνει παρέα με τα υπόλοιπα παιδιά. Μέχρι το τέλος της χρονιάς, είναι πιθανόν ότι  
A. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, αλλά θα γίνει φίλος μόνο με τους συμμαθητές του.  
B. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, και θα γίνει φίλος με σχεδόν όλους τους μαθητές του σχολείου.  
Γ. το παιδί θα κλειστεί περισσότερο στον εαυτό του και δεν θα κάνει παρέα με τα άλλα παιδιά, αφού το κοροϊδεύουν.  
Δ. το παιδί θα παραμείνει όπως ήταν στην αρχή της χρονιάς. Ο χαρακτήρας δεν αλλάζει εύκολα.

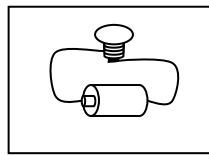
- 26 Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:
- A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.
  - B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.
  - Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγόστεψε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.
  - Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.

- 27 Έχουμε ένα κύκλωμα με δύο καλώδια, μια μπαταρία και μια λάμπα.



- α) Αφαιρώ το ένα καλώδιο και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία .  
Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος;
- A. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα.
  - B. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα.
  - Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως.
  - Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.
- β) Αφαιρώ την μπαταρία και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία.  
Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος;
- A. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα.
  - B. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα.
  - Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως.
  - Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.
- 28 Ο οδηγός ενός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές ενός σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;
- A. Ο χάρτης της Λάρνακας.
  - B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
  - Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
  - Δ. Οι χάρτες της Κύπρου και της Λευκωσίας.

- 29 Πώς καταλαβαίνεις αν τα μέρη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος επηρεάζουν το ένα το άλλο;



- A. Τα βλέπω που είναι ενωμένα μεταξύ τους, άρα είναι φανερό ότι το ένα επηρεάζει το άλλο.  
B. Είναι τοποθετημένα σε κύκλο, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο.  
Γ. Η λάμπα ανάβει, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο.  
Δ. Δεν πιστεύω ότι το ένα μέρος επηρεάζει το άλλο, αφού είναι ακίνητα.
- 30 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει  
A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.  
B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.  
Γ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του ποδιού του ποδηλάτη από πάνω προς τα κάτω και στη συνέχεια από κάτω προς τα πάνω  
Δ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης στο τιμόνι από δεξιά στα αριστερά.
- 31 Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστό νερό που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα το νερό που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;  
A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι.  
B. Ναι, μπορεί το νερό που ήταν στο σώμα του σαλονιού να μετακινηθεί προς οποιοδήποτε σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες.  
Γ. Όχι, το νερό του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικό από το νερό του σώματος του υπνοδωματίου.  
Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού το νερό δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.
- 32 Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάμω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε.  
Το παιδί ...  
A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως.  
B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι.  
Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.  
Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.

- 33 Η κίνηση στους δρόμους αυξάνεται καθημερινά και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;
- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
  - B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα.
  - Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν αρκετοί δρόμοι γίνουν μονόδρομοι.
  - Δ. Μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αν βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. λεωφορεία).
- 34 Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του ξυπνητηριού επηρεάζουν το ένα το άλλο;
- A. Οι δείκτες περιστρέφονται και δείχνουν την ώρα.
  - B. Πέφτοντας στο πάτωμα, το προστατευτικό γυαλί του ρολογιού μπορεί να σπάσει.
  - Γ. Όταν χρησιμοποιήσεις ένα κατσαβίδι, μπορείς να σπάσεις το ξυπνητήρι στα κομμάτια του.
  - Δ. Όταν σπάσει το ξυπνητήρι το παίρνουμε στον τεχνικό να το φτιάξει.
- 35 Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθομαι σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:
- A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπουν να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.
  - Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο

- 36 Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκυριακό να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

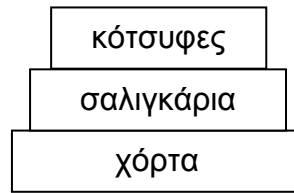
Πίνακας 1				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

Πίνακας 2				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
- 37 Μια μητέρα ταΐζει το μωρό της κρέμα. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιατάκι και σκορπά στο πάτωμα λίγη από την κρέμα. Η μητέρα γελά. Το μωρό ...  
A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.  
B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.  
Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.  
Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.
- 38 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται  
A. μετακίνηση καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.  
B. μετακίνηση αερίων από τη μηχανή προς τα έξω.  
Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους καθαριστήρες των τζαμιών.  
Δ. μεταφορά κίνησης από τους μπροστινούς τροχούς στους πισινούς.

- 39 Σε ένα ενυδρείο ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να μπορούν να επιβιώσουν δύο ψάρια για μία εβδομάδα;  
Α. νερό, φυτά, τροφή  
Β. νερό, άλλα ψάρια, τροφή  
Γ. νερό, φυτά  
Δ. νερό, τροφή
- 40 Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;  
Α. σχολική τσάντα  
Β. ένα μπουκάλι  
Γ. ένα σχολείο  
Δ. ένα καλαμάκι
- 41 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:  
Α. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.  
Β. όλα τα παιδιά του σχολείου.  
Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.  
Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανένα άλλο παιδί.
- 42 Ένα πετάλι του ποδηλάτου κόβεται. Γιατί είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουμε πια το ποδήλατο;  
Α. Διότι έχω δύο πόδια, άρα χρειάζομαι δύο πετάλια.  
Β. Διότι δεν μπορώ να ισορροπήσω το ποδήλατο. Βαρεί προς τη μια μεριά.  
Γ. Διότι χωρίς τα δύο πετάλια δεν μπορώ να γυρίσω την αλυσίδα που γυρίζει τους τροχούς.  
Δ. Διότι με μόνο ένα πετάλι το ποδήλατο θα πηγαίνει μόνο μπροστά.
- 43 Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;  
Α. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
Β. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει η τράπεζα του ταξιδιωτικού γραφείου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω μερικά χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

- 44 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στα σαλιγκάρια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι κότσυφες (που είναι είδος πουλιών);

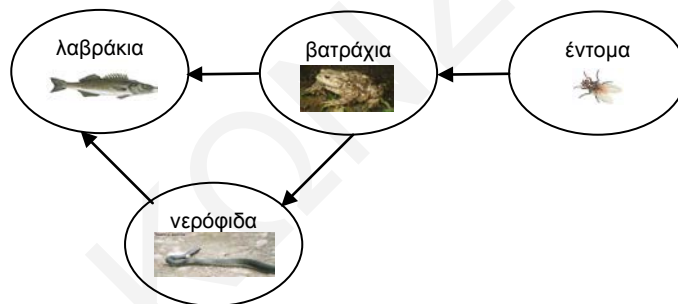


- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Στην αρχή τα σαλιγκάρια θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν τα σαλιγκάρια, οι κότσυφες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά τα σαλιγκάρια θα μειωθούν πάλι.  
Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των σαλιγκαριών και των χόρτων.  
Δ. Θα αυξηθούν τα σαλιγκάρια, αφού θα αφανιστούν οι κότσυφες που τα τρώνε.
- 45 Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;  
A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.  
B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.  
Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.  
Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.
- 46 Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Πώς ο υπερπληθυσμός επηρεάζει τους κατοίκους της Κίνας;  
A. Δεν επηρεάζει καθόλου τη ζωή τους. Ο καθένας κάνει τη δουλειά του.  
B. Κάνει τη ζωή τους πιο εύκολη, γιατί όταν είναι πολλοί μοιράζονται τις δουλειές.  
Γ. Κάνει τη ζωή τους πιο δύσκολη, γιατί μια πολυμελής οικογένεια δυσκολότερα βρίσκει αρκετή τροφή για όλους.  
Δ. Είναι πιο εύκολο να κάνουν φίλους, όταν υπάρχουν πολλά άτομα.
- 47 Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά  
A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό  
B. σε μείωση των γεννήσεων  
Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών  
Δ. σε αύξηση του ρυθμού θανάτου



- 48 Πώς καταλαβαίνεις ότι τα μέρη του ποδηλάτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;  
Α. Όταν ένας από τους τροχούς περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.  
Β. Όταν πατήσεις το πετάλι, γυρίζει ο τροχός.  
Γ. Όταν το ποδήλατο συγκρουστεί με ένα τοίχο, ο τροχός μπορεί να στραβώσει.  
Δ. Όταν καθίσεις στη σέλα, η σέλα ζεσταίνεται.
- 49 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει ...  
Α. μεταφορά της μπάλας από έναν παίκτη σε άλλο.  
Β. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίκτη στο καλάθι.  
Γ. κίνηση της μπάλας, αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.  
Δ. μεταφορά της μπάλας μέσα στο γήπεδο από ένα παίκτη με τα δύο χέρια.
- 50 Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη και οι πόροι της δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;  
Α. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφτεί ολόκληρη.  
Β. Θα λυθεί το πρόβλημα αν όλα τα νέα ζευγάρια επιλέξουν να έχουν μόνο ένα παιδί.  
Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.  
Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.
- 51 Ένα ποδήλατο κινείται, γιατί ο ποδηλάτης:  
Α. κάθεται στο κάθισμά του.  
Β. πατά πάνω στα πετάλια που κινούν την αλυσίδα που με τη σειρά της κινεί τους τροχούς.  
Γ. κάθεται στο κάθισμα και στρίβει το τιμόνι.  
Δ. θέλει να φτάσει κάπου.
- 52 Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε:  
Α. το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες;  
Β. το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα;  
Γ. το χρυσόμηλο που έφαγε χτες;  
Δ. το γιαούρτι που έφαγε πριν δέκα μέρες;

- 53 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ πάντα να υπάρχουν στη θάλασσα;  
Α. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι κολυμβητές  
Β. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι βάρκες  
Γ. το νερό, τα ψάρια, οι βάρκες, οι κολυμβητές  
Δ. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, άλλοι μικροοργανισμοί
- 54 Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;  
Α. ένα χαλί  
Β. μία οικογένεια  
Γ. ένας σωρός από πατάτες  
Δ. ένα τραπέζι
- 55 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το βέλος που βρίσκεται ανάμεσα σε δύο οργανισμούς δείχνει την τροφική σχέση των οργανισμών: Ο οργανισμός που βρίσκεται στη μύτη του βέλους αποτελεί την τροφή αυτού που βρίσκεται στην ουρά του. Δηλαδή, τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



- Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;  
Α. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.  
Β. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.  
Γ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δεν θα μπορούν να δροσίζονται στο νερό.  
Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βατράχια να τρώνε, αφού θα πεθάνουν λόγω της έλλειψης νερού.
- 56 Μια ομάδα μαθητών ενός σχολείου της Λάρνακας βρίσκεται στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά για μελέτη του πάρκου. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στους μαθητές;  
Α. Ο χάρτης της Λάρνακας.  
Β. Ο χάρτης της Λευκωσίας.  
Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.  
Δ. Ο χάρτης του πάρκου της Αθαλάσσας.

- 57 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί;



- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι αλεπούδες, οι λαγοί θα μειωθούν ξανά, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.  
Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα αυξηθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των αλεπούδων και των μαρούλιών.  
Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.
- 58 Σε μια υπεραγορά, πωλούν τον καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι θα συμβεί σε μερικές βδομάδες;
- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.  
B. Οι πελάτες θα σταματήσουν να πίνουν καφέ.  
Γ. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ, οπότε ο ιδιοκτήτης θα αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.

## Παράρτημα 5

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες  
Πανεπιστήμιο Κύπρου

**A. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ**

**Συμπλήρωσε**

1. Όνομα.....
2. Φύλο (αγόρι, κορίτσι).....
3. Ηλικία .....
4. Σχολείο .....
5. Τάξη .....
6. Τόπος διαμονής .....
7. Τόπος καταγωγής .....
8. Επάγγελμα μητέρας .....
9. Επάγγελμα πατέρα .....
10. Ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι (ναι, όχι).....

**Κύκλωσε ό,τι σου ταιριάζει**

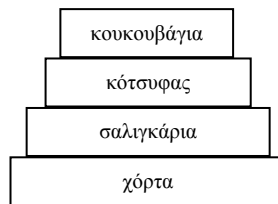
11. Είμαι καλός / μέτριος/ αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
12. Οι δάσκαλοι / καθηγητές μου πιστεύουν ότι είμαι καλός / μέτριος / αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
13. Στις ελεύθερές μου ώρες παίζω / δεν παίζω με ηλεκτρονικά παιχνίδια.
14. Στο σχολείο κάνουμε πολλές / λίγες / καθόλου δραστηριότητες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
15. Στο σπίτι περνώ πολλές ώρες / λίγες ώρες / καθόλου χρόνο μπροστά από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

### Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης

Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή. Θα διαβάζετε κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, αφού αποφασίσετε ποια είναι η σωστή απάντηση, θα κυκλώνεται το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση. (Α, Β, Γ ή Δ). Είναι σημαντικό να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να βρέξει;  
Α. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα  
Β. χαμηλή θερμοκρασία, σύννεφα, σκόνη  
Γ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα  
Δ. ψηλή θερμοκρασία, σύννεφα, κεραυνοί
- 2 Από τη στιγμή που εξατμίζεται μια ποσότητα νερού και γίνεται σύννεφο, μέχρι να γίνει βροχή ...  
Α. Δεν περνά καθόλου χρόνος. Ξεκινά αμέσως να βρέχει.  
Β. περνούν μερικοί μήνες.  
Γ. περνούν μερικές ώρες.  
Δ. περνά ένας περίπου χρόνος.
- 3 Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;  
Α. ένα ηλεκτρικό κύκλωμα  
Β. μια καρέκλα  
Γ. μια λίμνη  
Δ. ένα αυτοκίνητο
- 4 Λέγοντας ρολόι εννοούμε κάθε αντικείμενο  
Α. που έχει δείκτες και αριθμούς.  
Β. που έχει μπαταρίες και γρανάζια ενωμένα, ώστε να κινούνται οι δείκτες και να δείχνουν την ώρα.  
Γ. που έχει μπαταρίες και δείκτες.  
Δ. που έχει μπαταρίες, γρανάζια, δείκτες και αριθμούς.
- 5 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν  
Α. οι δείκτες του κινούνται.  
Β. έχει μπαταρίες.  
Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.  
Δ. έχει τα σωστά γρανάζια.
- 6 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε  
Α. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Β. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.  
Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.

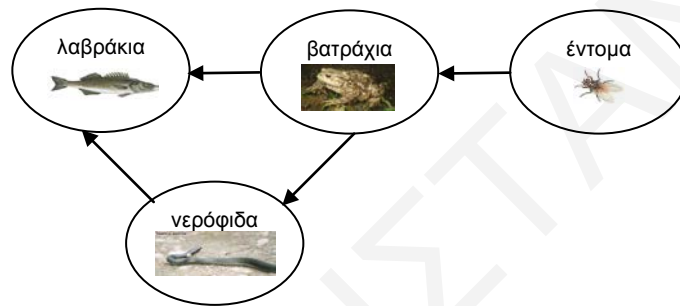
- 7 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα χόρτα;



- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Τα σαλιγκάρια θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
Γ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά.  
Δ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί του καθενός θα αφανιστεί ο οργανισμός που αποτελεί την τροφή του.
- 8 Σε ένα μικρό σχολείο, πολλοί μαθητές ήταν άρρωστοι με τον ιό της γρίπης. Μάλιστα, από μία τάξη για δύο μέρες έλειπαν 5 μαθητές. Γιατί συνέβηκε αυτό;  
A. Δεν υπάρχει συγκεκριμένος λόγος. Τυχαία μπορεί να αρρώστησαν και οι 5 μαθητές.  
B. Σε ένα σχολείο όλοι οι μαθητές έρχονται σε επαφή μεταξύ τους, άρα ο ένας "κόλλησε" τον άλλο.  
Γ. Οι 5 μαθητές δεν πρόσεχαν, έπαιζαν στη βροχή.  
Δ. Οι 5 μαθητές δεν ντύνονταν προσεκτικά και κρύωσαν.
- 9 Ένας αθλητής του μπάσκετ σταματά να προπονείται με την ομάδα του. Σιγά σιγά...  
A. ο αθλητής θα γίνεται ολοένα και καλύτερος, αφού θα ξεκουράζεται πολύ.  
B. ο αθλητής θα βελτιώνεται, αφού μπορεί να εξασκείται μόνος του όση ώρα θέλει.  
Γ. ο αθλητής θα χειροτερεύει, αφού δεν θα εξασκείται με τους συμπαίχτες και τον προπονητή του.  
Δ. ο αθλητής θα βελτιώνεται, αφού θα έχει αρκετό χρόνο στη διάθεσή του για να μελετήσει αγώνες μπάσκετ στην τηλεόραση.
- 10 Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;  
A. Όχι, θα πάει απλώς κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.  
B. Όχι, θα πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.  
Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει σε διυλιστήρια, γίνει καθαρό και ξανασταλεί στο σπίτι μας με σωλήνες.  
Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί σπίτι μας.

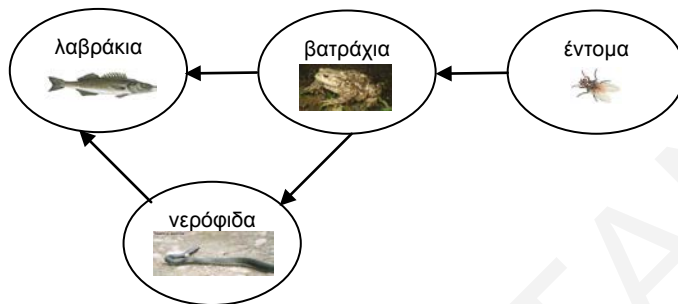


- 11 Λόγω πυρκαγιάς σε ένα δάσος, αρκετοί λαγοί μετακινούνται σε ένα μικρό λιβάδι, στο οποίο υπάρχει άφθονη τροφή (χόρτα), αλλά και αλεπούδες. Τι θα συμβεί μελλοντικά στους λαγούς;  
Α. Θα αυξάνονται συνέχεια.  
Β. Θα αυξάνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους.  
Γ. Θα μειώνονται συνέχεια.  
Δ. Θα μειώνονται αρχικά, αλλά κάποια στιγμή θα σταθεροποιηθεί ο αριθμός τους.
- 12 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



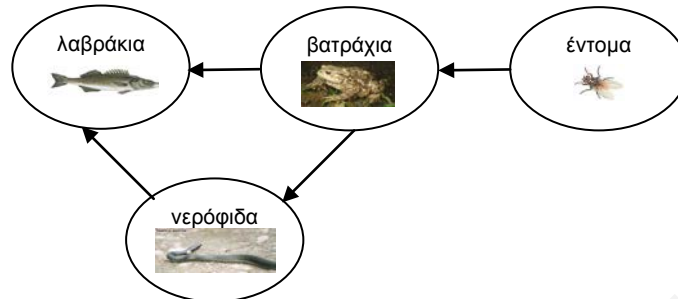
- Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;  
Α. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.  
Β. Μπορεί να αυξήθηκαν οι βάτραχοι.  
Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.  
Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
- 13 Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του αυτοκινήτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;  
Α. Όταν πλένεις το αυτοκίνητο με σαπούνι και σφουγγάρι, το χρώμα του γίνεται πιο φωτεινό.  
Β. Όταν πατάς το πετάλι, τότε το αυτοκίνητο κινείται πιο γρήγορα.  
Γ. Όταν συγκρουστεί με ένα άλλο αυτοκίνητο, το μεταλλικό του μέρος μπορεί να στραβώσει.  
Δ. Όταν ένας από τους τροχούς του περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.
- 14 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω  
Α. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.  
Β. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.  
Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.  
Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.

- 15 Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;  
Α. ένα ποτήρι  
Β. ένα δέντρο  
Γ. ένας άνθρωπος  
Δ. ένα ποδήλατο
- 16 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



- Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;  
Α. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει οι βάτραχοι.  
Β. Μπορεί να έχουν αυξηθεί οι βάτραχοι.  
Γ. Μπορεί να έχουν μειωθεί τα έντομα.  
Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
- 17 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται  
Α. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.  
Β. να ελέγξει τους τροχούς του.  
Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.  
Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.
- 18 Ένα παιδί έχει στο ενυδρείο του ένα ψάρι, του βάζει καθημερινά αρκετή ποσότητα φαγητού και το ψάρι αρχίζει να μεγαλώνει. Αφού μεγαλώνει,  
Α. το παιδί θα πρέπει να σταματήσει να το ταΐζει.  
Β. το παιδί θα πρέπει να συνεχίσει να το ταΐζει, αλλά λιγότερο από πριν.  
Γ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει όσο και στην αρχή.  
Δ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει ολοένα και περισσότερη τροφή.
- 19 Ο κύριος Γιώργος φύτεψε πριν 10 χρόνια μία μικρή μηλιά. Τώρα η μηλιά είναι αρκετά μεγάλη. Όσο μεγαλώνει η μηλιά, ...  
Α. τόσο περισσότερο νερό χρειάζεται.  
Β. τόσο λιγότερο νερό έχει ανάγκη.  
Γ. δεν αλλάζουν οι ανάγκες της στο νερό.  
Δ. δεν χρειάζεται επιπλέον νερό, αφού έχει ήδη μεγαλώσει.

- 20 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



- Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;
- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.  
B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.  
Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.  
Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.
- 21 Κάθε λίγους μήνες, κάθε αυτοκίνητο χρειάζεται καινούρια λάστιχα στους τροχούς. Αυτό οφείλεται
- A. στην κακή ποιότητα των λάστιχων.  
B. στη φθορά/ζημιά που παθαίνουν από την κίνηση του αυτοκινήτου.  
Γ. στη διαφήμιση που κάνουν οι εταιρείες εισαγωγής λάστιχων.  
Δ. στις βελόνες και στις μυτερές πέτρες που υπάρχουν κάποτε στο δρόμο.
- 22 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;
- A. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
B. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια  
Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα  
Δ. σκελετός, δύο τροχοί

- 23 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

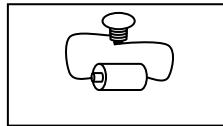
Πίνακας 1				
Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2				
Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
- 24 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ισχύει;  
Για να μεγαλώσει ένα δέντρο χρειάζεται  
A. να μεταφέρεται νερό από τις ρίζες στο υπόλοιπο δέντρο  
B. να υπάρχει κίνηση των φύλλων από τον αέρα.  
Γ. να μεταφέρεται νερό της βροχής από τα φύλλα στη ρίζα  
Δ. να υπάρχει κίνηση από τον κορμό προς τα φύλλα.
- 25 Σε μια τάξη ενός σχολείου, υπάρχει ένα παιδί που από την αρχή της σχολικής χρονιάς όλοι το κοροϊδεύουν, γιατί είναι μοναχικό και δεν κάνει παρέα με τα υπόλοιπα παιδιά. Μέχρι το τέλος της χρονιάς, είναι πιθανόν ότι  
A. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, αλλά θα γίνει φίλος μόνο με τους συμμαθητές του.  
B. το παιδί θα γίνει πολύ κοινωνικό, και θα γίνει φίλος με σχεδόν όλους τους μαθητές του σχολείου.  
Γ. το παιδί θα κλειστεί περισσότερο στον εαυτό του και δεν θα κάνει παρέα με τα άλλα παιδιά, αφού το κοροϊδεύουν.  
Δ. το παιδί θα παραμείνει όπως ήταν στην αρχή της χρονιάς. Ο χαρακτήρας δεν αλλάζει εύκολα.

- 26 Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:
- A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.
  - B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.
  - Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγόστεψε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.
  - Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.

- 27 Έχουμε ένα κύκλωμα με δύο καλώδια, μια μπαταρία και μια λάμπα.

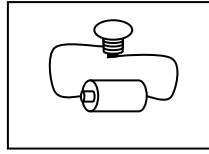


- α) Αφαιρώ το ένα καλώδιο και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία . Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος;
- A. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα.
  - B. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα.
  - Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως.
  - Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.

- β) Αφαιρώ την μπαταρία και επανασυνδέω τα υπόλοιπα στοιχεία. Θα αλλάξει κάτι ως προς τη συμπεριφορά του συστήματος;
- A. Όχι, η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με την ίδια φωτεινότητα.
  - B. Η λάμπα θα συνεχίσει να ανάβει με λιγότερη φωτεινότητα.
  - Γ. Η λάμπα θα σβήσει αμέσως.
  - Δ. Η λάμπα θα αρχίσει να φωτοβολεί ολοένα και λιγότερο, μέχρι να σβήσει.

- 28 Ο οδηγός ενός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές ενός σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;
- A. Ο χάρτης της Λάρνακας.
  - B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
  - Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
  - Δ. Οι χάρτες της Κύπρου και της Λευκωσίας.

- 29 Πώς καταλαβαίνεις αν τα μέρη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος επηρεάζουν το ένα το άλλο;



- A. Τα βλέπω που είναι ενωμένα μεταξύ τους, άρα είναι φανερό ότι το ένα επηρεάζει το άλλο.  
B. Είναι τοποθετημένα σε κύκλο, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο.  
Γ. Η λάμπα ανάβει, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο.  
Δ. Δεν πιστεύω ότι το ένα μέρος επηρεάζει το άλλο, αφού είναι ακίνητα.
- 30 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει  
A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.  
B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.  
Γ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του ποδιού του ποδηλάτη προς τα κάτω και προς τα πάνω.  
Δ. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του καθίσματος από πάνω προς τα κάτω.
- 31 Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστό νερό που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα το νερό που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;  
A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι.  
B. Ναι, μπορεί το νερό που ήταν στο σώμα του σαλονιού να μετακινηθεί προς οποιοδήποτε σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες.  
Γ. Όχι, το νερό του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικό από το νερό του σώματος του υπνοδωματίου.  
Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού το νερό δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.
- 32 Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάρμω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου στράβωσε.  
Το παιδί ...  
A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως.  
B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι.  
Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.  
Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.

- 33 Η κίνηση στους δρόμους αυξάνεται καθημερινά και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;
- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
  - B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα.
  - Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν αρκετοί δρόμοι γίνουν μονόδρομοι.
  - Δ. Μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αν βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. λεωφορεία).
- 34 Πώς ξέρουμε ότι τα μέρη του ξυπνητηριού επηρεάζουν το ένα το άλλο;
- A. Οι δείκτες περιστρέφονται και δείχνουν την ώρα.
  - B. Πέφτοντας στο πάτωμα, το προστατευτικό γυαλί του ρολογιού μπορεί να σπάσει.
  - Γ. Όταν χρησιμοποιήσεις ένα κατσαβίδι, μπορείς να σπάσεις το ξυπνητήρι στα κομμάτια του.
  - Δ. Όταν σπάσει το ξυπνητήρι το παίρνουμε στον τεχνικό να το φτιάξει.
- 35 Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθομαι σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:
- A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπουν να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.
  - Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο

- 36 Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκυριακό να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

Πίνακας 2				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
- 37 Μια μητέρα ταΐζει το μωρό της κρέμα. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιατάκι και σκορπά στο πάτωμα λίγη από την κρέμα. Η μητέρα γελά. Το μωρό ...  
A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.  
B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.  
Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.  
Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.
- 38 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται  
A. μετακίνηση καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.  
B. μετακίνηση αερίων από τη μηχανή προς τα έξω.  
Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους καθαριστήρες των τζαμιών.  
Δ. μεταφορά κίνησης από τους μπροστινούς τροχούς στους πισινούς.



- 39 Σε ένα ενυδρείο ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να υπάρχουν για να μπορούν να επιβιώσουν δύο ψάρια για μία εβδομάδα;  
Α. νερό, φυτά, τροφή  
Β. νερό, άλλα ψάρια, τροφή  
Γ. νερό, φυτά  
Δ. νερό, τροφή
- 40 Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;  
Α. σχολική τσάντα  
Β. ένα μπουκάλι  
Γ. ένα σχολείο  
Δ. ένα καλαμάκι
- 41 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:  
Α. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.  
Β. όλα τα παιδιά του σχολείου.  
Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.  
Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανένα άλλο παιδί.
- 42 Ένα πετάλι του ποδηλάτου κόβεται. Γιατί είναι δύσκολο να χρησιμοποιήσουμε πια το ποδήλατο;  
Α. Διότι έχω δύο πόδια, άρα χρειάζομαι δύο πετάλια.  
Β. Διότι δεν μπορώ να ισορροπήσω το ποδήλατο. Βαρεί προς τη μια μεριά.  
Γ. Διότι χωρίς τα δύο πετάλια δεν μπορώ να γυρίσω την αλυσίδα που γυρίζει τους τροχούς.  
Δ. Διότι με μόνο ένα πετάλι το ποδήλατο θα πηγαίνει μόνο μπροστά.
- 43 Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;  
Α. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
Β. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει η τράπεζα του ταξιδιωτικού γραφείου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω μερικά χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

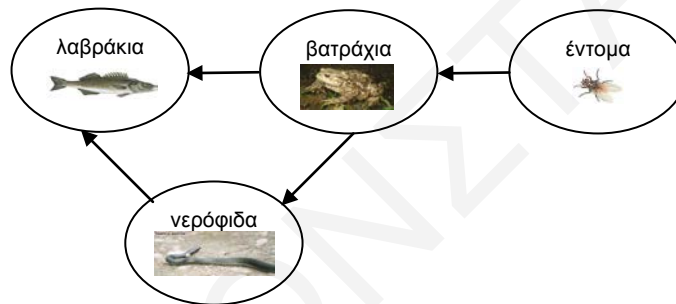
- 44 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στους λαγούς, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες;



- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί, οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.  
Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των λαγών και των μαρουλιών.  
Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα αφανιστούν οι αλεπούδες που τα τρώνε.
- 45 Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;  
A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.  
B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.  
Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.  
Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.
- 46 Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Πώς ο υπερπληθυσμός επηρεάζει τους κατοίκους της Κίνας;  
A. Δεν επηρεάζει καθόλου τη ζωή τους. Ο καθένας κάνει τη δουλειά του.  
B. Κάνει τη ζωή τους πιο εύκολη, γιατί όταν είναι πολλοί μοιράζονται τις δουλειές.  
Γ. Κάνει τη ζωή τους πιο δύσκολη, γιατί μια πολυμελής οικογένεια δυσκολότερα βρίσκει αρκετή τροφή για όλους.  
Δ. Είναι πιο εύκολο να κάνουν φίλους, όταν υπάρχουν πολλά άτομα.
- 47 Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά  
A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό  
B. σε μείωση των γεννήσεων  
Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών  
Δ. σε αύξηση του ρυθμού θανάτου

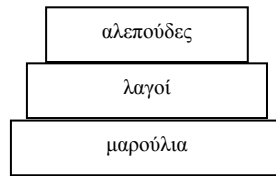
- 48 Πώς καταλαβαίνεις ότι τα μέρη του ποδηλάτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;  
Α. Όταν ένας από τους τροχούς περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.  
Β. Όταν πατήσεις το πετάλι, γυρίζει ο τροχός.  
Γ. Όταν το ποδήλατο συγκρουστεί με ένα τοίχο, ο τροχός μπορεί να στραβώσει.  
Δ. Όταν καθίσεις στη σέλα, η σέλα ζεσταίνεται.
- 49 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει ...  
Α. μεταφορά της μπάλας από έναν παίκτη σε άλλο.  
Β. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίκτη στο καλάθι.  
Γ. κίνηση της μπάλας, αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.  
Δ. μεταφορά της μπάλας μέσα στο γήπεδο από ένα παίκτη με τα δύο χέρια.
- 50 Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη, και ό,τι προσφέρει στον άνθρωπο δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;  
Α. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφτεί ολόκληρη.  
Β. Θα λυθεί το πρόβλημα αν όλα τα νέα ζευγάρια επιλέξουν να έχουν μόνο ένα παιδί.  
Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.  
Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.
- 51 Ένα ποδήλατο κινείται, γιατί ο ποδηλάτης:  
Α. κάθεται στο κάθισμά του.  
Β. πατά πάνω στα πετάλια που κινούν την αλυσίδα που με τη σειρά της κινεί τους τροχούς.  
Γ. κάθεται στο κάθισμα και στρίβει το τιμόνι.  
Δ. θέλει να φτάσει κάπου.
- 52 Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε:  
Α. το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες;  
Β. το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα;  
Γ. το χρυσόμηλο που έφαγε χτες;  
Δ. το γιαούρτι που έφαγε πριν δέκα μέρες;

- 53 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ πάντα να υπάρχουν στη θάλασσα;  
Α. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι κολυμβητές  
Β. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι βάρκες  
Γ. το νερό, τα ψάρια, οι βάρκες, οι κολυμβητές  
Δ. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, διάφοροι μικροοργανισμοί
- 54 Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ σύστημα;  
Α. ένα χαλί  
Β. μία οικογένεια  
Γ. ένας σωρός από πατάτες  
Δ. ένα τραπέζι
- 55 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



- Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;  
Α. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.  
Β. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.  
Γ. Αν εξαντληθεί το νερό, δε θα είναι πολύ όμορφο το περιβάλλον.  
Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βάτραχους να τρώνε, αφού οι βάτραχοι θα αφανιστούν λόγω της έλλειψης νερού.
- 56 Μια ομάδα μαθητών ενός σχολείου της Λάρνακας βρίσκεται στο πάρκο της Αθαλάσσης στην Αγλαντζιά για μελέτη του πάρκου. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στους μαθητές;  
Α. Ο χάρτης της Λάρνακας.  
Β. Ο χάρτης της Λευκωσίας.  
Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.  
Δ. Ο χάρτης του πάρκου της Αθαλάσσης.

- 57 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Τι θα συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί;



- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι αλεπούδες, οι λαγοί θα μειωθούν ξανά, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.  
Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα αυξηθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των αλεπούδων και των μαρουλιών.  
Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.
- 58 Σε μια υπεραγορά, πωλούν τον καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι θα συμβεί σε μερικές βδομάδες;
- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.  
B. Οι πελάτες θα σταματήσουν να πίνουν καφέ.  
Γ. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ, οπότε ο ιδιοκτήτης θα αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.

## Παράρτημα 6

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



## Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης

### ΠΡΟΣΩΠΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

#### Συμπλήρωσε

1. Όνομα-----
2. Φύλο (αγόρι, κορίτσι)-----
3. Ηλικία-----
4. Σχολείο -----
5. Τάξη-----
6. Τόπος διαμονής-----
7. Τόπος καταγωγής-----
8. Επάγγελμα μητέρας -----
9. Επάγγελμα πατέρα -----
10. Έχετε ηλεκτρονικό υπολογιστή στο σπίτι; (ναι, όχι) -----

#### Κύκλωσε ό,τι σου ταιριάζει

11. Είμαι καλός / μέτριος/ αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
12. Οι δάσκαλοι / καθηγητές μου πιστεύουν ότι είμαι καλός / μέτριος / αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
13. Στις ελεύθερές μου ώρες παίζω / δεν παίζω με ηλεκτρονικά παιχνίδια.
14. Στο σχολείο κάνουμε πολλές / λίγες / καθόλου δραστηριότητες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
15. Στο σπίτι περνώ πολλές ώρες / λίγες ώρες / καθόλου χρόνο μπροστά στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.



## Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης

### Μέρος Α΄

Το δοκίμιο αυτό αποτελείται από 14 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή.

Είναι σημαντικό να διαβάσεις κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, όταν αποφασίσεις ποια είναι η σωστή απάντηση, κύκλωσε το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση (Α, Β, Γ ή Δ).

Είναι σημαντικό να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.



- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**
  - A. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι
  - B. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια
  - Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι
  - Δ. σκελετός, δύο τροχοί
- 2 Μια ομάδα μαθητών ενός σχολείου της Λάρνακας βρίσκεται στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά για μελέτη του πάρκου. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν πιο χρήσιμος στους μαθητές;**
  - A. Ο χάρτης της Λάρνακας.
  - B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
  - Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
  - Δ. Ο χάρτης του πάρκου της Αθαλάσσας.
- 3 Μια οικογένεια πηγαίνει αύριο για διακοπές στην Ιταλία. Θα μείνει εκεί για μια εβδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει για τον καιρό στην Ιταλία για ...**
  - A. τους επόμενους μήνες.
  - B. τους προηγούμενους μήνες.
  - Γ. τις προηγούμενες μέρες.
  - Δ. τις επόμενες μέρες.



4 **Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;**

- A. ένα ρολόι
- B. μια καρέκλα
- Γ. μια λίμνη
- Δ. ένα αυτοκίνητο

5 **Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν**

- A. οι δείκτες του κινούνται.
- B. έχει μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει αρκετά γρανάζια.

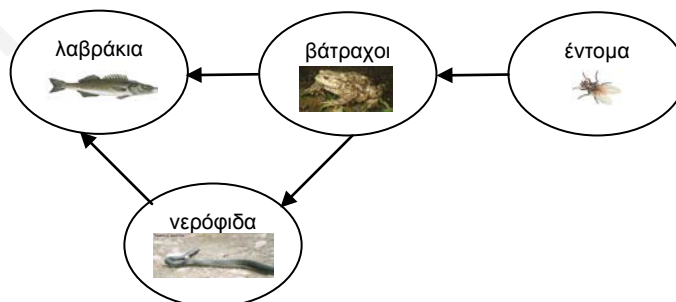


6 **Ένα παιδί έχει στο ενυδρείο του ένα ψάρι, του βάζει καθημερινά αρκετή ποσότητα φαγητού και το ψάρι αρχίζει να μεγαλώνει. Αφού μεγαλώνει,**

- A. το παιδί θα πρέπει να σταματήσει να το ταΐζει.
- B. το παιδί θα πρέπει να συνεχίσει να το ταΐζει, αλλά λιγότερο από πριν.
- Γ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει όσο και στην αρχή.
- Δ. το παιδί θα πρέπει να το ταΐζει ολοένα και περισσότερη τροφή.



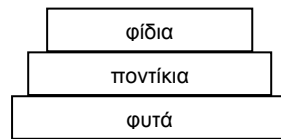
7 **Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.**



**Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;**

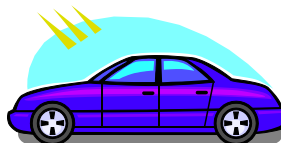
- A. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.
- B. Μπορεί να αυξήθηκαν οι βάτραχοι.
- Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.
- Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.

- 8 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Η πυραμίδα δείχνει ότι σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε φυτά.



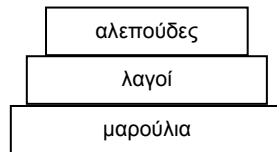
Τι είναι πιθανό να συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα φυτά;

- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Τα ποντίκια θα λιγοστέψουν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά τα φίδια θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
Γ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά.  
Δ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί κάθε οργανισμός θα χάσει τον οργανισμό με τον οποίο τρέφεται.
- 9 Ποια από τις παρακάτω προτάσεις δείχνει ότι τα μέρη του αυτοκινήτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;
- A. Όταν πλένεις το αυτοκίνητο με σαπούνι και σφουγγάρι, η επιφάνειά του γίνεται πιο φωτεινή.  
B. Όταν πατάς το πετάλι, τότε το αυτοκίνητο κινείται πιο γρήγορα.  
Γ. Όταν συγκρουστεί με ένα άλλο αυτοκίνητο, το μεταλλικό του μέρος μπορεί να στραβώσει.  
Δ. Όταν ένας από τους τροχούς του περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.



- 10 Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;
- A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.  
B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.  
Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.  
Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.

- 11 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί;

- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.  
B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι αλεπούδες, οι λαγοί θα μειωθούν ξανά, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.  
Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα αυξηθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των αλεπούδων και των μαρουλιών.  
Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.

- 12 Από τις παρακάτω τέσσερις φράσεις, οι τρεις είναι σωστές ενώ η μία ΔΕΝ ισχύει. Ποια είναι αυτή;

Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται



- A. μετακίνηση καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.  
B. μετακίνηση αερίων από τη μηχανή προς τα έξω.  
Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους καθαριστήρες των τζαμιών.  
Δ. μεταφορά κίνησης από τους μπροστινούς τροχούς στους πισινούς.
- 13 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ πάντα να υπάρχουν στη θάλασσα;
- A. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι κολυμβητές  
B. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, οι βάρκες  
Γ. το νερό, τα ψάρια, οι βάρκες, οι κολυμβητές  
Δ. το νερό, τα ψάρια, τα φυτά, διάφοροι μικροοργανισμοί

14 **Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθομαι σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:**

- A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
- B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπουν να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.
- Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
- Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο

Όνομα .....

Τάξη .....

## Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης

### Μέρος Β΄

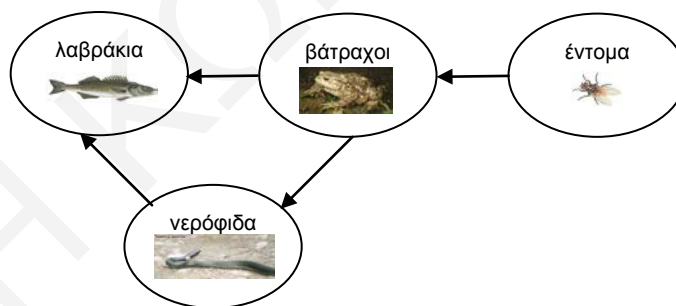
Το δοκίμιο αυτό αποτελείται από 19 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή.

Είναι σημαντικό να διαβάσεις κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, όταν αποφασίσεις ποια είναι η σωστή απάντηση, κύκλωσε το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση (Α, Β, Γ ή Δ).

Είναι σημαντικό να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.



- 1 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



**Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;**

- A. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.
- B. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.
- Γ. Αν εξαντληθεί το νερό, δε θα είναι πολύ όμορφο το περιβάλλον.
- Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βάτραχους να τρώνε, αφού οι βάτραχοι θα αφανιστούν λόγω της έλλειψης νερού.

2 **Ποιο από τα παρακάτω ΔΕΝ είναι σύστημα;**

- A. ένα ποτήρι
- B. ένα δέντρο
- Γ. ένας άνθρωπος
- Δ. ένα ποδήλατο

3 Ένας ερευνητής ενδιαφέρεται να μάθει για τις συνθήκες κάτω από τις οποίες γεννά η πράσινη χελώνα στη Λάρα. (Η Λάρα είναι μια παραλία στην περιοχή Ακάμας στην Πάφο.) Τι θα του συστήνατε να μελετήσει;

- A. Τις θάλασσες της Κύπρου.
- B. Τη θαλάσσια περιοχή και την παραλία της Λάρας.
- Γ. Την περιοχή του Ακάμα.
- Δ. Τη θαλάσσια περιοχή της Πάφου.

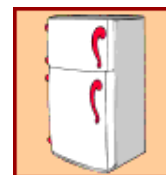


4 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**

- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα βρίσκονται στην τράπεζα που τα έβαλε το ταξιδιωτικό γραφείο.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω απ' εκεί χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

5 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**

- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.
- B. κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.
- Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι κλειστή.
- Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.




- 6 **Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**

Πίνακας 1				
Ημερήσια Βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

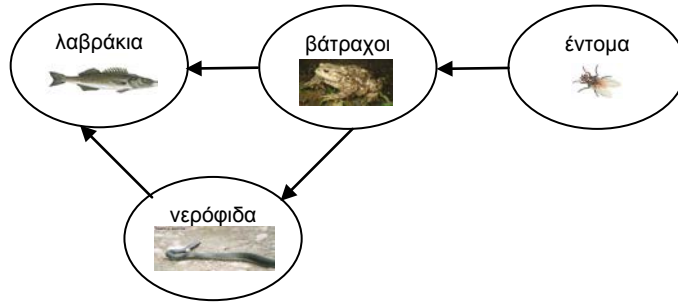
Πίνακας 2				
Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Οι πληροφορίες που δίνουν οι δύο πίνακες δεν είναι χρήσιμες για ένα γεωργό.
- 7 **Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη, και ό,τι προσφέρει στον άνθρωπο δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;**
- A. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφτεί ολόκληρη.  
B. Θα λυθεί το πρόβλημα αν όλα τα νέα ζευγάρια επιλέξουν να έχουν μόνο ένα παιδί.  
Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.  
Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.



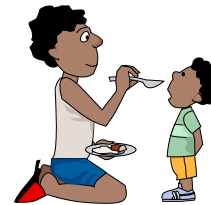
- 8 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:
- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
  - B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
  - Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
  - Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανέναν άλλο.
- 9 Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ να έχουν τα αυτοκινητάκια;
- A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες
  - B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι
  - Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς
  - Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι
- 10 Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;
- Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει ...
- A. μεταφορά της μπάλας από έναν παίχτη σε άλλο.
  - B. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίχτη στο καλάθι.
  - Γ. κίνηση της μπάλας, αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.
  - Δ. μετακίνηση του χρονόμετρου στο γήπεδο.
- 
- 11 Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;
- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.
  - B. Οι πελάτες θα σταματήσουν να πίνουν καφέ.
  - Γ. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.
  - Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ, οπότε ο ιδιοκτήτης θα αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.
- 12 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο

**φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.**



**Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;**

- A. Μπορεί να έχουν λιγότεψει οι βάτραχοι.
  - B. Μπορεί να έχουν αυξηθεί οι βάτραχοι.
  - Γ. Μπορεί να έχουν μειωθεί τα έντομα.
  - Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
- 13 **Ποια από τις παρακάτω προτάσεις δείχνει καλύτερα ότι τα μέρη του ποδηλάτου επηρεάζουν το ένα το άλλο;**
- A. Όταν ένας από τους τροχούς περάσει πάνω από αιχμηρό αντικείμενο μπορεί να τρυπήσει.
  - B. Όταν πατήσεις το πετάλι, γυρίζει ο τροχός.
  - Γ. Όταν το ποδήλατο συγκρουστεί με ένα τοίχο, ο τροχός μπορεί να στραβώσει.
  - Δ. Όταν καθίσεις στη σέλα, η σέλα ζεσταίνεται.
- 14 **Μια μητέρα τάζει το μωρό. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιάτο και σκορπά στο πάτωμα λίγο από το φαΐ. Η μητέρα γελά. Είναι πιθανό ότι το μωρό...**
- A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.
  - B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.
  - Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.
  - Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.



15 **Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω**

- A. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.
- B. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.
- Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.
- Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.



16 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**

- A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.
- B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.
- Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγότεψε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.
- Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.



17 **Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;**

Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει

- A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.
- B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.
- Γ. να υπάρχει κίνηση του ποδιού του ποδηλάτη προς τα κάτω και προς τα πάνω.
- Δ. να υπάρχει κίνηση του καθίσματος από πάνω προς τα κάτω.



- 18 Ένα κατάστημα που πουλά ακριβά ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης αποφασίζει να χαμηλώσει τις τιμές. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό οι τιμές θα μείνουν χαμηλές.
  - B. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.
  - Γ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα μειωθούν περισσότερο οι τιμές.
  - Δ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.
- 19 Ένα μικρό δάσος καίγεται. Οι λαγοί που ζουν εκεί είναι πιθανό να αφανιστούν,
- A. γιατί θα καούν στην πυρκαγιά.
  - B. γιατί θα πεθάνουν από τη στεναχώρια τους που χάθηκε το σπίτι τους.
  - Γ. γιατί όσοι δεν καούν στην πυρκαγιά, θα πεθάνουν γιατί στο δάσος έβρισκαν την τροφή τους.
  - Δ. Δεν είναι πιθανό να αφανιστούν οι λαγοί. Τα δέντρα είναι που καίγονται σε μια πυρκαγιά.

Όνομα ----- Τάξη -----

**Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης**  
**Μέρος Γ'**

Το δοκίμιο αυτό αποτελείται από 19 ερωτήσεις. Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή.

Είναι σημαντικό να διαβάσεις κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, όταν αποφασίσεις ποια είναι η σωστή απάντηση, κύκλωσε το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση (Α, Β, Γ ή Δ).

Είναι σημαντικό να απαντήσεις σε όλες τις ερωτήσεις.



1 Ένα παιδί οδηγώντας το ποδήλατό του, χτύπησε σε μια πέτρα και έπεσε χάμω. Το παιδί δεν έπαθε κάτι, αλλά ο ένας από τους τροχούς του ποδηλάτου **στράβωσε.**

Το παιδί ...

- A. θα συνεχίσει τη βόλτα του όπως προηγουμένως.
- B. θα οδηγήσει κανονικά το ποδήλατο προς το σπίτι.
- Γ. θα σπρώξει το ποδήλατο μέχρι το σπίτι.
- Δ. θα βγάλει τον στραβωμένο τροχό και με ένα τροχό θα οδηγήσει προς το σπίτι.

2 Ο οδηγός ενός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές ενός σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσης στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. **Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;**

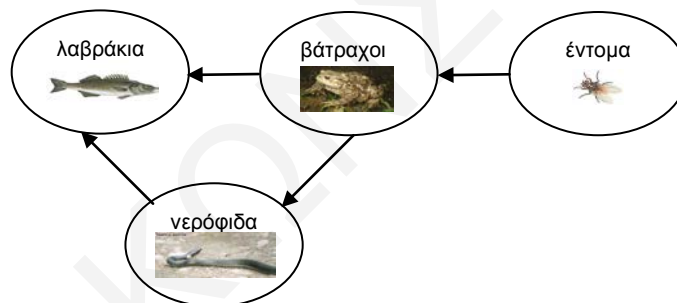
- A. Ο χάρτης της Λάρνακας.
- B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
- Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
- Δ. Οι χάρτες της Κύπρου και της Λευκωσίας.



3 **Η κίνηση στους δρόμους αυξάνεται καθημερινά και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;**

- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
- B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα.
- Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν αρκετοί δρόμοι γίνουν πιο πλατιοί.
- Δ. Μπορεί να αντιμετωπιστεί το πρόβλημα αν βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. λεωφορεία).

4 **Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.**



**Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;**

- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.
- B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
- Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
- Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.

- 5 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται
- A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.
  - B. να ελέγξει τους τροχούς του.
  - Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
  - Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.
- 6 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε
- A. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - B. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.
- 7 Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ πιο ξεκάθαρα σύστημα;
- A. σχολική τσάντα
  - B. ένα μπουκάλι
  - Γ. ένα σχολείο
  - Δ. ένα μαξιλάρι

- 8 **Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκύριακο να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**

Πίνακας 1				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

Πίνακας 2				
Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες  
B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες  
Δ. Οι πληροφορίες που δίνουν οι δύο πίνακες δεν είναι χρήσιμες για έναν ψαρά.
- 9 **Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Πώς ο υπερπληθυσμός επηρεάζει τους κατοίκους της Κίνας;**
- A. Δεν επηρεάζει καθόλου τη ζωή τους. Ο καθένας κάνει τη δουλειά του.  
B. Κάνει τη ζωή τους πιο εύκολη, γιατί όταν είναι πολλοί μοιράζονται τις δουλειές.  
Γ. Κάνει τη ζωή τους πιο δύσκολη, γιατί μια πολυμελής οικογένεια δυσκολότερα βρίσκει αρκετή τροφή για όλους.  
Δ. Είναι πιο εύκολο να κάνουν φίλους, όταν υπάρχουν πολλά άτομα.



- 10 **Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστό νερό που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα το νερό που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;**
- A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι.
- B. Ναι, το νερό που ήταν στο σώμα του σαλονιού μετακινείται προς κάποιο άλλο σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες.
- Γ. Όχι, το νερό του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικό από το νερό του σώματος του υπνοδωματίου.
- Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού το νερό δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.

- 11 **Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;**
- A. Όχι, απλώς θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- B. Όχι, θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.
- Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει κατευθείαν σε διυλιστήρια για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας με σωλήνες.
- Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί ξανά στο σπίτι μας.



- 12 **Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε;**
- A. Το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες;
- B. Το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα;
- Γ. Το χρυσόμηλο που έφαγε χτες;
- Δ. Το γιαούρτι που έφαγε πριν τρεις μέρες;

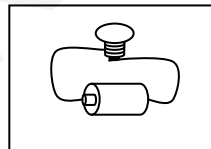
- 13 **Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις δείχνει καλύτερα ότι τα μέρη του ξυπνητηριού επηρεάζουν το ένα το άλλο;**
- A. Όταν οι δείκτες περιστραφούν και φτάσουν στην ώρα που θέσαμε, το ξυπνητήρι αρχίζει να παράγει έναν ήχο.
  - B. Αν σπάσει το ξυπνητήρι, μπορούμε να το ξαναφτιάξουμε.
  - Γ. Όταν σπάσουμε το ξυπνητήρι, μπορούμε να δούμε τα μέρη που το αποτελούν, άρα είναι φανερό ότι το ένα επηρεάζει το άλλο.
  - Δ. Όταν σπάσει το ξυπνητήρι το παίρνουμε στον τεχνικό να το φτιάξει.
- 14 **Ποιο από τα παρακάτω ΕΙΝΑΙ πιο ξεκάθαρα σύστημα;**
- A. ένα χαλί
  - B. μία οικογένεια
  - Γ. ένας σωρός από πατάτες
  - Δ. ένα τραπέζι
- 15 **Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά**
- A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό
  - B. σε μείωση των γεννήσεων
  - Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών
  - Δ. σε αύξηση του ρυθμού θανάτου
- 16 **Το νερό ενός ποταμού ρέει**
- A. από τα χωριά προς τις πεδιάδες.
  - B. από τη θάλασσα προς τα χωράφια.
  - Γ. από τα βουνά προς τις πεδιάδες.
  - Δ. από τις πεδιάδες προς τα δάση.

- 17 Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



**Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες;**

- A. Τίποτα, απλώς θα λιγοστεύουν οι εχθροί τους.
- B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί, οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.
- Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των λαγών και των μαρουλιών.
- Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα αφανιστούν οι αλεπούδες που τα τρώνε.
- 18 Ποια από τις παρακάτω δηλώσεις δείχνει καλύτερα ότι τα μέρη ενός ηλεκτρικού κυκλώματος επηρεάζουν το ένα το άλλο;



- A. Τα βλέπω που είναι ενωμένα μεταξύ τους, άρα είναι φανερό ότι το ένα επηρεάζει το άλλο.
- B. Είναι τοποθετημένα σε κύκλο, άρα πρέπει το ένα να επηρεάζει το άλλο.
- Γ. Όταν αποσυνδέσω το καλώδιο από την μπαταρία, η λάμπα θα σταματήσει να ανάβει.
- Δ. Δεν πιστεύω ότι το ένα μέρος επηρεάζει το άλλο, αφού είναι ακίνητα.

- 19 **Ο κύριος Γιώργος φύτεψε πριν 10 χρόνια μία μικρή μηλιά. Τώρα η μηλιά είναι αρκετά μεγάλη. Όσο μεγαλώνει η μηλιά,**
- A. τόσο περισσότερο νερό χρειάζεται.
  - B. τόσο λιγότερο νερό έχει ανάγκη.
  - Γ. δεν αλλάζουν οι ανάγκες της στο νερό.
  - Δ. δεν χρειάζεται επιπλέον νερό, αφού έχει ήδη μεγαλώσει.



## Παράρτημα 7

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



## Θέμα: Ανάπτυξη δοκιμίου συστημικής σκέψης για μαθητές 10-14 χρόνων

Αγαπητοί συνάδελφοι,

Στα πλαίσια της ερευνητικής προσπάθειας της Ερευνητικής Ομάδας Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες (Πανεπιστήμιο Κύπρου) επιχειρείται η ανάπτυξη ενός οργάνου μέτρησης (δοκιμίου) της συστημικής σκέψης των παιδιών δημοτικού και γυμνασίου (ηλικίας 10-14 χρόνων). Η συστημική σκέψη είναι μία σύνθετη δεξιότητα μελέτης και κατανόησης συστημάτων. Η προσπάθεια ανάπτυξης ενός δοκιμίου μέτρησης της συστημικής σκέψης των μαθητών απαιτεί τη χορήγησή του σε μεγάλο αριθμό μαθητών από σχολεία ολόκληρης της Κύπρου, και τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων που θα ληφθούν. Γι' αυτό, η συμμετοχή εσάς και των μαθητών σας θα συνεισφέρει σημαντικά σε αυτή την προσπάθεια. Ήδη, το Υπουργείο Παιδείας και Πολιτισμού έχει εγκρίνει τη χορήγησή του στα δημοτικά και γυμνάσια της Κύπρου.

Το δοκίμιο αποτελείται από τρία μέρη: Στο Α' μέρος οι μαθητές συμπληρώνουν τα προσωπικά τους στοιχεία, και απαντούν σε δεκατέσσερις (14) ερωτήσεις. Στο Β' μέρος οι μαθητές συμπληρώνουν το όνομα και την τάξη τους, και απαντούν σε δεκαεννιά (19) ερωτήσεις. Στο Γ' μέρος οι μαθητές συμπληρώνουν πάλι το όνομα και την τάξη τους, και απαντούν σε δεκαεννιά (19) ερωτήσεις. Από πιλοτικές χορηγήσεις του δοκιμίου φάνηκε ότι κάθε μέρος συμπληρώνεται σε περίπου 20 λεπτά. Οι συνολικά 52 ερωτήσεις είναι πολλαπλής επιλογής.

Πιο κάτω αναφέρονται οι οδηγίες χορήγησης του δοκιμίου.

### Οδηγίες χορήγησης του Δοκιμίου Συστημικής Σκέψης

1. Τα τρία μέρη είναι καλό να συμπληρωθούν σε τρεις διαφορετικές μέρες.
2. Πριν την πρώτη χορήγηση ο εκπαιδευτικός μπορεί να αναφέρει ότι πρόκειται για μια έρευνα, η οποία γίνεται από το Πανεπιστήμιο Κύπρου και πως μαθητές από όλη την Κύπρο θα απαντήσουν σε κάποιες ερωτήσεις που έχουν σχέση με θέματα από την καθημερινή τους ζωή.
3. Ο εκπαιδευτικός διασφαλίζει επίσης ότι οι μαθητές συμπληρώνουν τα προσωπικά στοιχεία τους (τα οποία δε θα δημοσιευτούν πουθενά) και διαβάζουν τις οδηγίες που υπάρχουν στην αρχή κάθε μέρους:

*Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή. Θα διαβάσετε κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, αφού αποφασίσετε ποια είναι η σωστή απάντηση, θα κυκλώνεται το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση. (Α, Β, Γ ή Δ). Είναι σημαντικό να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.*



- \* Ο εκπαιδευτικός δίνει εξηγήσεις στα παιδιά μόνο στην περίπτωση των προσωπικών στοιχείων. Για παράδειγμα, όπου λέει «επιστήμη», εξηγείται στους μαθητές του γυμνασίου ότι εννοούνται τα μαθήματα των Φυσικών Επιστημών (Φυσική, Βιολογία, Χημεία). Κατά τη διάρκεια συμπλήρωσης των ερωτήσεων πολλαπλής επιλογής **δεν** πρέπει να δίνονται οποιεσδήποτε εξηγήσεις.
- \* Για οποιεσδήποτε απορίες χορήγησης ή σχόλια σχετικά με το δοκίμιο, μπορείτε να επικοινωνήσετε στο τηλέφωνο 99 495885 με την Κυριακή Κωνσταντινίδη (Εκπαιδευτικός και φοιτήτρια στο μεταπτυχιακό πρόγραμμα Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες, Πανεπιστήμιο Κύπρου).

Σας ευχαριστούμε για τη συνεργασία.

Με εκτίμηση,

Κυριακή Κωνσταντινίδη

Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες

Πανεπιστήμιο Κύπρου

## Παράρτημα 8

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Ερευνητική Ομάδα Μάθησης στις Φυσικές Επιστήμες

Πανεπιστήμιο Κύπρου

**A. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ**

**Συμπλήρωσε**

1. Όνομα .....
2. Φύλο (αγόρι, κορίτσι) .....
3. Ηλικία.....
4. Σχολείο .....
5. Τάξη.....
6. Τόπος διαμονής .....
7. Τόπος καταγωγής.....
8. Επάγγελμα μητέρας.....
9. Επάγγελμα πατέρα .....
10. Ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι (ναι, όχι).....

**Κύκλωσε ό,τι σου ταιριάζει**

11. Είμαι καλός / μέτριος/ αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης / βιολογίας / φυσικής και χημείας.
12. Οι δάσκαλοι / καθηγητές μου πιστεύουν ότι είμαι καλός / μέτριος / αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης / βιολογίας / φυσικής και χημείας.
13. Στις ελεύθερές μου ώρες παίζω / δεν παίζω με ηλεκτρονικά παιχνίδια.
14. Στο σχολείο κάνουμε πολλές / λίγες / καθόλου δραστηριότητες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
15. Στο σπίτι περνώ πολλές ώρες / λίγες ώρες / καθόλου χρόνο μπροστά από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή. Θα διαβάζετε κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, αφού αποφασίσετε ποια είναι η σωστή απάντηση, θα κυκλώνεται το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση. (Α, Β, Γ ή Δ). Είναι σημαντικό να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.

1. Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;  
Α. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
Β. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια  
Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι  
Δ. σκελετός, δύο τροχοί
2. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκυριακό να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

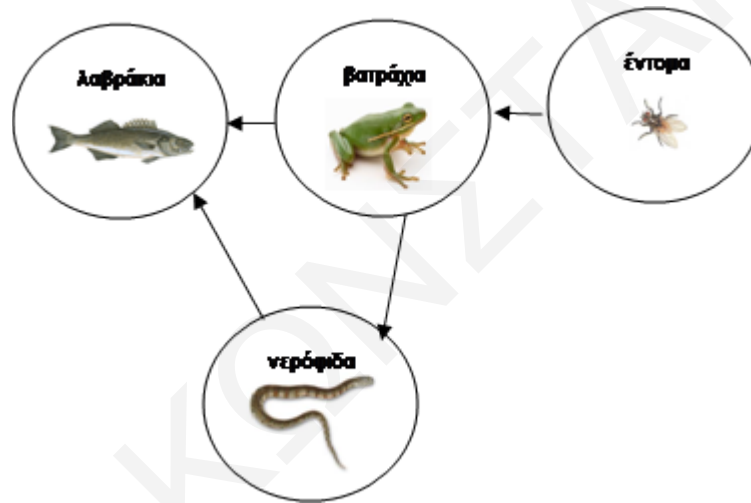
Πίνακας 2

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- Α. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
  - Β. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
3. Μια οικογένεια πηγαίνει αύριο για διακοπές στην Ιταλία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει για τον καιρό στην Ιταλία για ...  
Α. τους επόμενους μήνες.  
Β. τους προηγούμενους μήνες.  
Γ. τις προηγούμενες μέρες.  
Δ. τις επόμενες μέρες.



4. Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:
- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
  - B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
  - Γ. όλους τους κάτοικους της κοινότητας.
  - Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανέναν άλλο.
5. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



- Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;
- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.
  - B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.
6. Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχουν τα αυτοκινητάκια;
- A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες
  - B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι
  - Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς
  - Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι

7. Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω
- A. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.
  - B. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.
  - Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.
  - Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.



8. Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

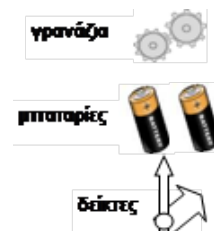
Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
  - B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
9. Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται
- A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.
  - B. να ελέγξει τους τροχούς του.
  - Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
  - Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.
10. Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν
- A. οι δείκτες του κινούνται.
  - B. έχει μπαταρίες.
  - Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
  - Δ. έχει αρκετά γρανάζια.



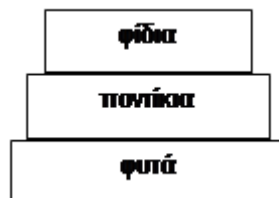
11. Ένας οδηγός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσας στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;
- A. Ο χάρτης της Λάρνακας.
  - B. Ο χάρτης της Λευκωσίας.
  - Γ. Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
  - Δ. Οι χάρτες της Κύπρου και της Λευκωσίας.



12. Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ...
- A. Θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - B. Θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - Γ. Θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - Δ. Θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.

13. Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε;
- A. Το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες;
  - B. Το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα;
  - Γ. Το χρυσόμηλο που έφαγε χτες;
  - Δ. Το γιαούρτι που έφαγε πριν τρεις μέρες;

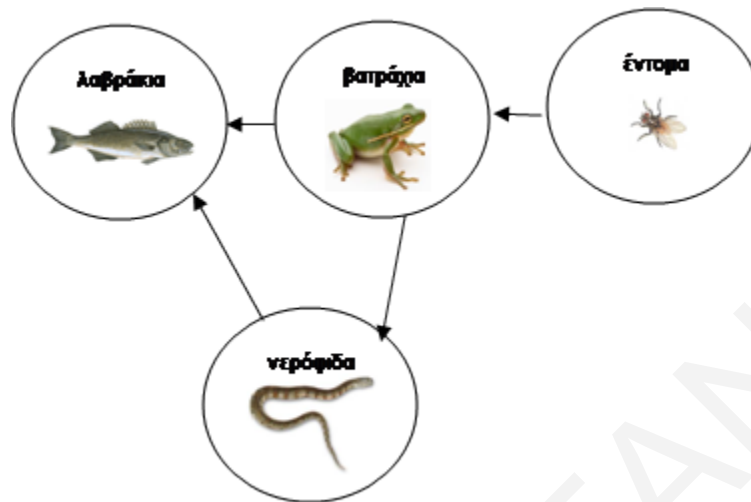
14. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Η πυραμίδα δείχνει ότι σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε φυτά.



- Τι είναι πιθανό να συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα φυτά;
- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
  - B. Τα ποντίκια θα λιγοστέψουν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά τα φίδια θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
  - Γ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά.
  - Δ. Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί κάθε οργανισμός θα χάσει τον οργανισμό με τον οποίο τρέφεται.



15. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;

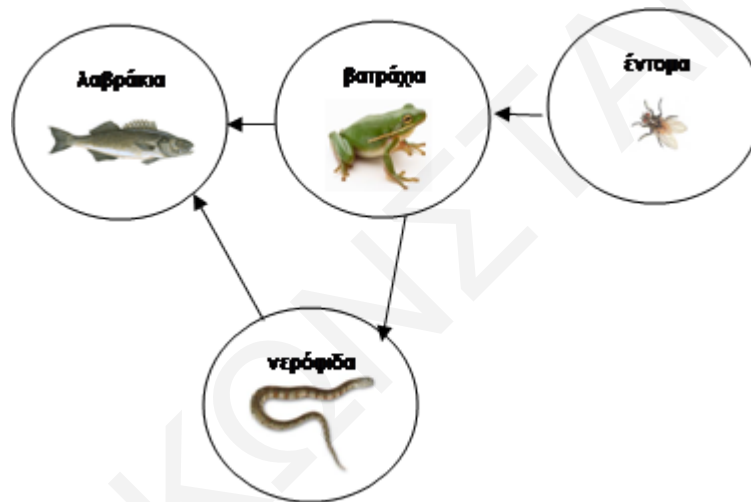
- A. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.  
B. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.  
Γ. Αν εξαντληθεί το νερό, δε θα είναι πολύ όμορφο το περιβάλλον.  
Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βάτραχους να τρώνε, αφού οι βάτραχοι θα αφανιστούν λόγω της έλλειψης νερού.
16. Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:
- A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.  
B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.  
Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγόστεψε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.  
Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.



17. Ένα μικρό δάσος καίγεται. Οι λαγοί που ζουν εκεί είναι πιθανό να αφανιστούν,
- A. γιατί θα καούν στην πυρκαγιά.  
B. γιατί θα πεθάνουν από τη στεναχώρια τους που χάθηκε το σπίτι τους.  
Γ. γιατί όσοι δεν καούν στην πυρκαγιά, θα πεθάνουν γιατί στο δάσος έβρισκαν την τροφή τους.  
Δ. Δεν είναι πιθανό να αφανιστούν οι λαγοί. Τα δέντρα είναι που καίγονται σε μια πυρκαγιά.

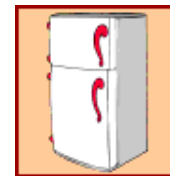
18. Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθομαι σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:
- A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπεται να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.
  - Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο

19. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



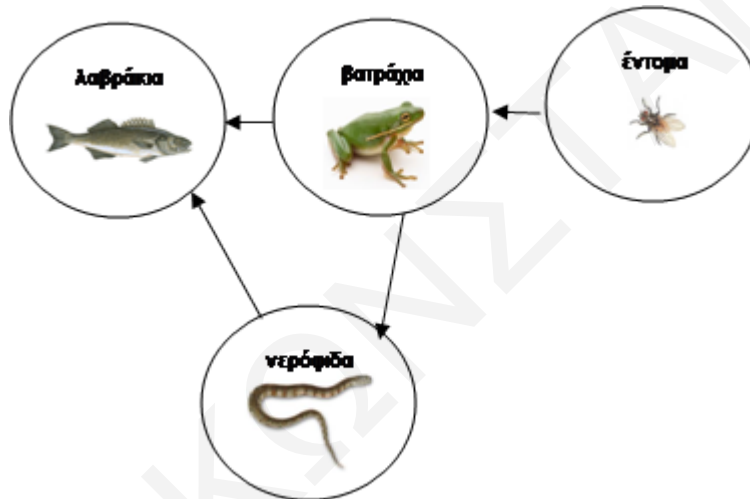
Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

- A. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.
  - B. Μπορεί να αυξήθηκαν οι βάτραχοι.
  - Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.
  - Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
20. Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν ...
- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.
  - B. κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.
  - Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι κλειστή.
  - Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



21. Ένα εργοστάσιο που παράγει αυτοκίνητα δουλεύει 16 ώρες την ημέρα. Ο καινούριος διευθυντής θέλει να αυξήσει τον αριθμό των αυτοκινήτων που παράγονται κάθε μέρα, γι' αυτό θα αυξήσει από 16 σε 20 τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές. Πώς κρίνεις αυτή την απόφαση του διευθυντή;
- A. Είναι πολύ καλή ιδέα και είναι περιέργο που δεν σκέφτηκε νωρίτερα να αυξήσει τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές.
  - B. Είναι πολύ καλή ιδέα. Μάλιστα είναι καλύτερα να αυξήσει και τις ώρες που δουλεύουν οι εργάτες για μεγαλύτερη παραγωγή αυτοκινήτων.
  - Γ. Αν αυξήσει τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές, μπορεί οι μηχανές να φθαρούν γρηγορότερα και τελικά να μην είναι τόσο αποδοτικές. Καλύτερα να μην το κάνει.
  - Δ. Δεν έχω άποψη.
22. Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;
- Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει
- A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.
  - B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.
  - Γ. να υπάρχει κίνηση του ποδιού του ποδηλάτη προς τα κάτω και προς τα πάνω.
  - Δ. να υπάρχει κίνηση του καθίσματος από πάνω προς τα κάτω.
23. Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστός υδρατμός που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα ο υδρατμός που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;
- A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι.
  - B. Ναι, ο υδρατμός που ήταν στο σώμα του σαλονιού μετακινείται προς κάποιο άλλο σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες.
  - Γ. Όχι, ο υδρατμός του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικός από τον υδρατμό του σώματος του υπνοδωματίου.
  - Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού ο υδρατμός δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.
24. Ένα κατάστημα που πωλεί ακριβά ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης αποφασίζει να χαμηλώσει πολύ τις τιμές, έτσι που κερδίζει πολύ λίγα χρήματα. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό οι τιμές θα μείνουν χαμηλές.
  - B. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.
  - Γ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα μειωθούν περισσότερο οι τιμές.
  - Δ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.

25. Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;
- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
  - B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα.
  - Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν αρκετοί δρόμοι γίνουν πιο πλατιοί.
  - Δ. Να βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. περισσότερα και καλύτερα λεωφορεία).
26. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



- Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;
- A. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει οι βάτραχοι.
  - B. Μπορεί να έχουν αυξηθεί οι βάτραχοι.
  - Γ. Μπορεί να έχουν μειωθεί τα έντομα.
  - Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
27. Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη, και ό,τι προσφέρει στον άνθρωπο δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;
- A. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφθεί ολόκληρη.
  - B. Θα λυθεί το πρόβλημα αν όλα τα νέα ζευγάρια επιλέξουν να έχουν μόνο ένα παιδί.
  - Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.
  - Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.

28. Από τις παρακάτω τέσσερις φράσεις, οι τρεις είναι σωστές ενώ η μία ΔΕΝ ισχύει. Ποια είναι αυτή;

Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται

A. μετακίνηση καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.

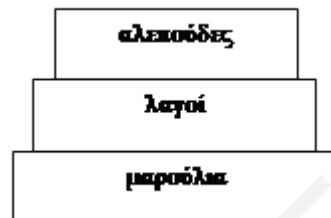
B. μετακίνηση αερίων από τη μηχανή προς τα έξω.

Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους καθαριστήρες των τζαμιών.

Δ. μεταφορά κίνησης από τη μηχανή στους τροχούς



29. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες;

A. Τίποτα, απλώς θα λιγοστέψουν οι εχθροί τους.

B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί, οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.

Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των λαγών και των μαρουλιών.

Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα αφανιστούν οι αλεπούδες που τα τρώνε.

30. Το νερό ενός ποταμού ρέει

A. από τα χωριά προς τις πεδιάδες.

B. από τη θάλασσα προς τα χωράφια.

Γ. από τα βουνά προς τις πεδιάδες.

Δ. από τις πεδιάδες προς τα δάση.

31. Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;

Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει ...

A. μεταφορά της μπάλας από έναν παίκτη σε άλλο.

B. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίκτη στο καλάθι.

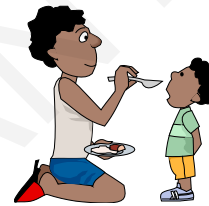
Γ. κίνηση της μπάλας, αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.

Δ. μετακίνηση του χρονόμετρου στο γήπεδο.



32. Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;
- A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.
  - B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.
  - Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.
  - Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.

33. Μια μητέρα ταΐζει το μωρό. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιάτο και σκορπά στο πάτωμα λίγο από το φαΐ. Η μητέρα γελά. Είναι πιθανό ότι το μωρό ...
- A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.
  - B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.
  - Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.
  - Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.

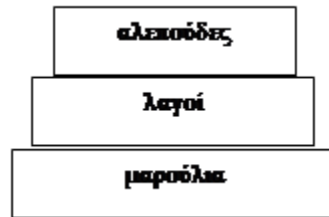


34. Στους κινηματογράφους παίζεται μια επιτυχημένη ταινία, η οποία είναι υποψήφια στα βραβεία Όσκαρ. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;
- A. Η ταινία μπορεί να πάρει το βραβείο "καλύτερης ταινίας".
  - B. Μόνο η ταινία στο σύνολό της δικαιούται να πάρει βραβείο.
  - Γ. Ο σκηνοθέτης μπορεί να πάρει βραβείο.
  - Δ. Ένας από τους πρωταγωνιστές μπορεί να πάρει βραβείο.

35. Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;
- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.
  - B. Οι πελάτες θα σταματήσουν να πίνουν καφέ.
  - Γ. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.
  - Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ, οπότε ο ιδιοκτήτης θα αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.

36. Ο κύριος Γιώργος φύτεψε πριν 10 χρόνια μία μικρή μηλιά. Τώρα η μηλιά είναι αρκετά μεγάλη. Όσο μεγαλώνει η μηλιά,
- A. τόσο περισσότερο νερό χρειάζεται.
  - B. τόσο λιγότερο νερό έχει ανάγκη.
  - Γ. δεν αλλάζουν οι ανάγκες της στο νερό.
  - Δ. δεν χρειάζεται επιπλέον νερό, αφού έχει ήδη μεγαλώσει.

37. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



- Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί ;
- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
- B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι αλεπούδες, οι λαγοί θα μειωθούν ξανά, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.
- Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα αυξηθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των αλεπούδων και των μαρουλιών.
- Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.

38. Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;
- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα βρίσκονται στην τράπεζα που τα έβαλε το ταξιδιωτικό γραφείο.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω απ' εκεί χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

39. Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά
- A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό.
- B. σε μείωση των γεννήσεων.
- Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών.
- Δ. σε αύξηση του ποσοστού που πεθαίνει κάθε χρόνο.

40. Σε ένα μεγάλο περιβόλι υπάρχουν ένας κόκορας και λίγες κότες. Ο ιδιοκτήτης λείπει στο εξωτερικό για λίγους μήνες κι έτσι δε μαζεύει τα αβγά που γεννούν οι κότες. Όταν επιστρέψει,
- A. θα βρει περισσότερες κότες, αφού οι κότες που θα εκκολαφθούν από τα αβγά θα γεννήσουν κι άλλα αβγά που θα γίνουν κότες.
  - B. θα βρει τον ίδιο αριθμό κοτόπουλων, αλλά θα είναι πιο παχουλές από το πολύ φαΐ.
  - Γ. θα βρει τον ίδιο αριθμό κοτόπουλων και πολλά αβγά.
  - Δ. θα βρει λιγότερες κότες, γιατί πολλές κότες θα το σκάσουν, αφού λείπει ο ιδιοκτήτης τους.
41. Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, απλώς θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
  - B. Όχι, θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.
  - Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει κατευθείαν σε διυλιστήρια για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας με σωλήνες.
  - Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί ξανά στο σπίτι μας.







## Παράρτημα 9

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΑΘΗΤΗ/ΤΡΙΑΣ**

**Συμπλήρωσε**

1. Όνομα .....
2. Φύλο (αγόρι, κορίτσι) .....
3. Ηλικία .....
4. Σχολείο..... ΔΗΜΗΤΡΕΙΟΝ ΔΗΜΟΤΙΚΟ ΣΧΟΛΕΙΟ ΠΑΦΟΥ.....
5. Τάξη.....
6. Τόπος διαμονής .....
7. Τόπος καταγωγής.....
8. Επάγγελμα μητέρας.....
9. Επάγγελμα πατέρα .....
10. Ηλεκτρονικός υπολογιστής στο σπίτι (ναι, όχι).....

**Κύκλωσε ό,τι σου ταιριάζει**

11. Είμαι καλός / μέτριος/ αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
12. Οι δάσκαλοι / καθηγητές μου πιστεύουν ότι είμαι καλός / μέτριος / αδύνατος στο μάθημα της επιστήμης.
13. Στις ελεύθερές μου ώρες παίζω / δεν παίζω με ηλεκτρονικά παιχνίδια.
14. Στο σχολείο κάνουμε πολλές / λίγες / καθόλου δραστηριότητες στον ηλεκτρονικό υπολογιστή.
15. Στο σπίτι περνώ πολλές ώρες / λίγες ώρες / καθόλου χρόνο μπροστά από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Κάθε ερώτηση ακολουθείται από τέσσερις πιθανές απαντήσεις. Οι τρεις είναι λανθασμένες, ενώ μόνο μία είναι σωστή. Θα διαβάζετε κάθε ερώτηση, όπως και τις πιθανές απαντήσεις της, προσεκτικά. Στη συνέχεια, αφού αποφασίσετε ποια είναι η σωστή απάντηση, θα κυκλώνεται το γράμμα που βρίσκεται μπροστά από τη σωστή απάντηση. (Α, Β, Γ ή Δ). Είναι σημαντικό να απαντηθούν όλες οι ερωτήσεις.

1. Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;
  - Α. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι
  - Β. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια
  - Γ. σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι
  - Δ. σκελετός, δύο τροχοί
2. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τον πληθυσμό των ψαριών στο φράγμα του Ασπρόκρεμμου. Αν είσαι ερασιτέχνης ψαράς και θέλεις να μάθεις αν το φράγμα έχει αρκετά ψάρια για να πας το Σαββατοκυριακό να ψαρέψεις, ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες εβδομάδες				
5 εβδομάδες πριν	4 εβδομάδες πριν	3 εβδομάδες πριν	2 εβδομάδες πριν	1 εβδομάδα πριν
2020	2000	1980	2000	2030

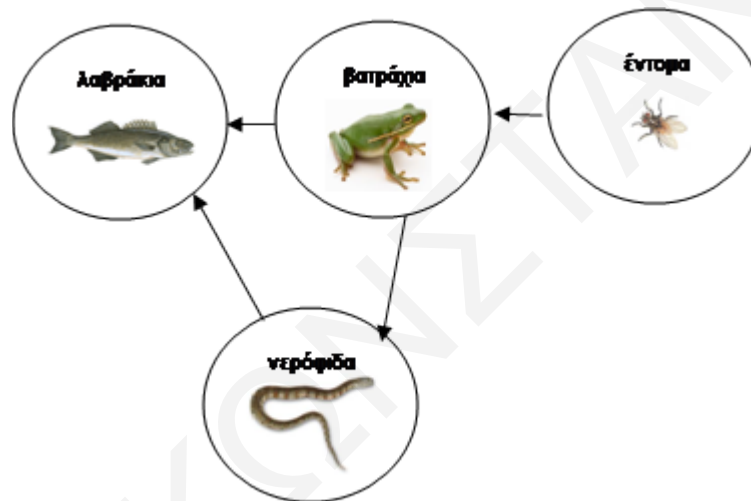
Πίνακας 2

Πληθυσμός ψαριών κατά τις τελευταίες δεκαετίες				
50 χρόνια πριν	40 χρόνια πριν	30 χρόνια πριν	20 χρόνια πριν	10 χρόνια πριν
5010	3400	3380	4000	3030

- Α. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
  - Β. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.
3. Μια οικογένεια πηγαίνει αύριο για διακοπές στην Ιταλία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει για τον καιρό στην Ιταλία για ...
    - Α. τους επόμενους μήνες.
    - Β. τους προηγούμενους μήνες.
    - Γ. τις προηγούμενες μέρες.
    - Δ. τις επόμενες μέρες.



4. Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:
- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
  - B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
  - Γ. όλους τους κάτοικους της κοινότητας.
  - Δ. Δε χρειάζεται να εξετάσουν κανέναν άλλο.
5. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στα λαβράκια, αν για κάποιο λόγο μειωθούν τα έντομα της περιοχής;

- A. Τίποτα, τα λαβράκια δεν τρώνε έντομα.
  - B. Είναι πιθανό να μειωθούν, γιατί θα μειωθούν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Γ. Είναι πιθανό να πεθάνουν, γιατί θα πεθάνουν οι βάτραχοι που θα χάσουν την τροφή τους.
  - Δ. Είναι πιθανό να αυξηθούν, γιατί θα έχουν περισσότερη τροφή, αφού τα έντομα δεν θα τρώνε όλη την τροφή.
6. Οι μαθητές μιας τάξης προσπαθούν να φτιάξουν ένα αυτοκινητάκι στο μάθημα Σχεδιασμός και Τεχνολογία. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχουν τα αυτοκινητάκια;
- A. Σκελετό, τέσσερις τροχούς και μπαταρίες
  - B. Σκελετό, τροχούς και τιμόνι
  - Γ. Σκελετό και τέσσερις τροχούς
  - Δ. Σκελετό, τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι

7. Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω

A. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό.

B. τους οργανισμούς που βρίσκονται γύρω από τη λίμνη.

Γ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, το κλίμα, τον αέρα, και το έδαφος της περιοχής.

Δ. τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, ή γύρω από το νερό.



8. Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.

B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.

Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.

Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.

9. Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται

A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.

B. να ελέγξει τους τροχούς του.

Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.

Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.

10. Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

A. οι δείκτες του κινούνται.

B. έχει μπαταρίες.

Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.

Δ. έχει αρκετά γρανάζια.



11. Ένας οδηγός λεωφορείου θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας στο πάρκο της Αθαλάσσης στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;
- Ο χάρτης της Λάρνακας.
  - Ο χάρτης της Λευκωσίας.
  - Ο χάρτης της Αγλαντζιάς.
  - Οι χάρτες της Κύπρου και της Λευκωσίας.



12. Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ...
- θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
  - θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.
13. Ο Αντρέας ξύπνησε το πρωί με πόνο στο στομάχι. Έπαθε τροφική δηλητηρίαση και διερωτάται τι μπορεί να ήταν μολυσμένο. Τι είναι πιθανότερο να τον αρρώστησε;
- Το κρέας που έφαγε πριν δύο μήνες;
  - Το κοτόπουλο που έφαγε πριν μια βδομάδα;
  - Το χρυσόμηλο που έφαγε χτες;
  - Το γιαούρτι που έφαγε πριν τρεις μέρες;

14. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Η πυραμίδα δείχνει ότι σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε φυτά.

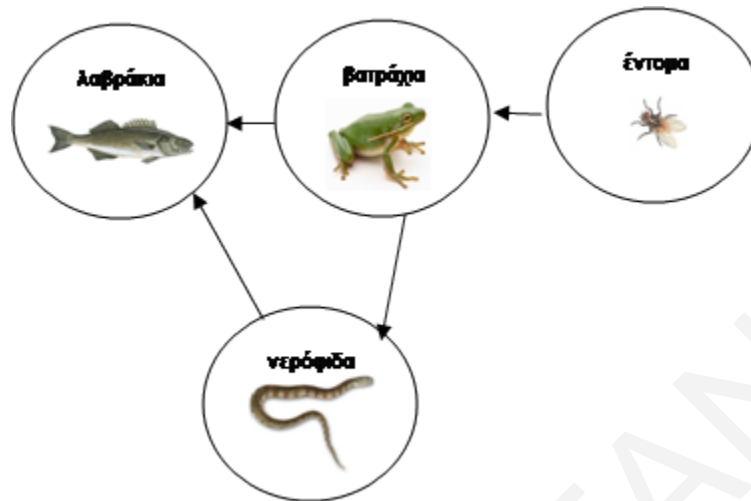


Τι είναι πιθανό να συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς της πυραμίδας αν αφανιστούν όλα τα φυτά;

- Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
- Τα ποντίκια θα λιγοστέψουν, γιατί δε θα έχουν τροφή, αλλά τα φίδια θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
- Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί όλοι τρώνε φυτά.
- Όλοι οι οργανισμοί θα αφανιστούν, γιατί κάθε οργανισμός θα χάσει τον οργανισμό με τον οποίο τρέφεται.



15. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στα νερόφιδα του φράγματος του Ξυλιάτου, αν εξαντληθεί το νερό του φράγματος;

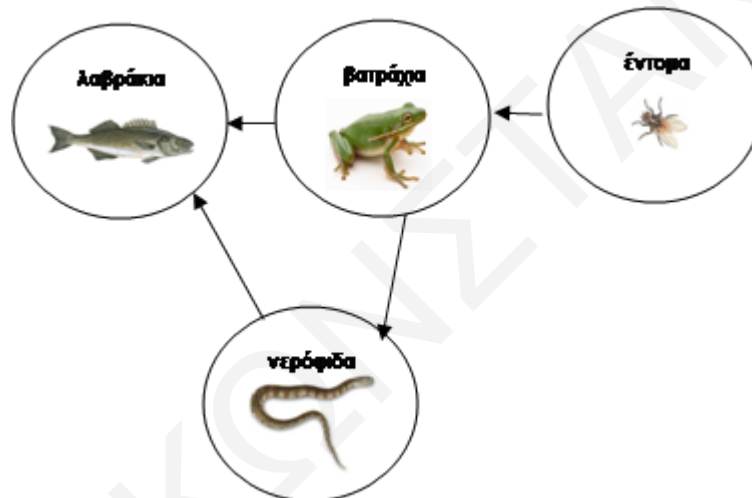
- A. Τίποτα, θα πάνε αλλού να ζήσουν.  
 B. Τίποτα, μπορούν να ζήσουν και έξω από το νερό.  
 Γ. Αν εξαντληθεί το νερό, δε θα είναι πολύ όμορφο το περιβάλλον.  
 Δ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα, γιατί δε θα έχουν βάτραχους να τρώνε, αφού οι βάτραχοι θα αφανιστούν λόγω της έλλειψης νερού.
16. Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:
- A. δεν επηρεάζεται κανένας άλλος, όλοι κάνουν τη δουλειά τους όπως πριν.  
 B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.  
 Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγόστεψε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.  
 Δ. επηρεάζονται πολλοί, ακόμα και οι εργολάβοι οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.



17. Ένα μικρό δάσος καίγεται. Οι λαγοί που ζουν εκεί είναι πιθανό να αφανιστούν,
- A. γιατί θα καούν στην πυρκαγιά.  
 B. γιατί θα πεθάνουν από τη στεναχώρια τους που χάθηκε το σπίτι τους.  
 Γ. γιατί όσοι δεν καούν στην πυρκαγιά, θα πεθάνουν γιατί στο δάσος έβρισκαν την τροφή τους.  
 Δ. Δεν είναι πιθανό να αφανιστούν οι λαγοί. Τα δέντρα είναι που καίγονται σε μια πυρκαγιά.

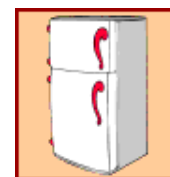
18. Αν κρατώ δύο τροχούς και τους αφήσω να πέσουν στο έδαφος, αυτοί μπορεί να πέσουν σε οποιαδήποτε κατεύθυνση. Όμως, αν κάθομαι σε ένα ποδήλατο και το αφήσω να γείρει, και οι δύο τροχοί θα πέσουν στην ίδια πλευρά. Αυτό συμβαίνει, γιατί:
- A. το μέγεθος των δύο τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - B. οι τροχοί είναι συνδεδεμένοι με τα υπόλοιπα μέρη του ποδηλάτου με τέτοιο τρόπο που δεν τους επιτρέπεται να γείρουν σε διαφορετικές πλευρές.
  - Γ. το βάρος των δύο συγκεκριμένων τροχών τους αναγκάζει να γείρουν στην ίδια πλευρά.
  - Δ. είναι πάρα πολύ σφικτά στερεωμένοι στο υπόλοιπο ποδήλατο

19. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

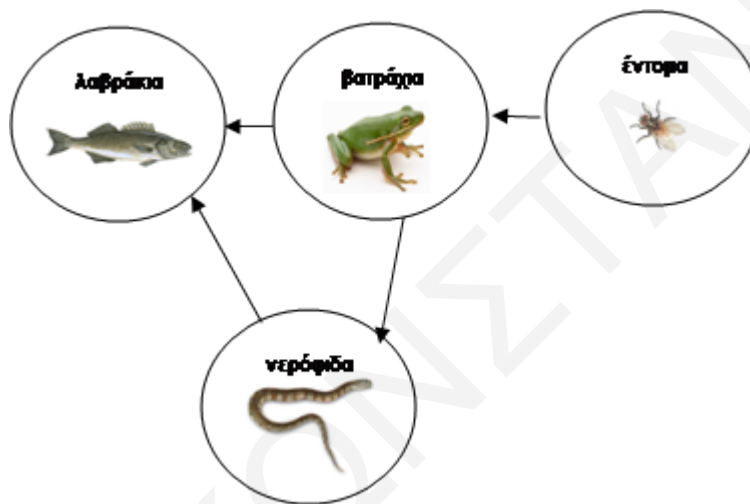
- A. Μπορεί να αυξήθηκαν τα λαβράκια.
  - B. Μπορεί να αυξήθηκαν οι βάτραχοι.
  - Γ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.
  - Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
20. Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν ...
- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.
  - B. κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.
  - Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι κλειστή.
  - Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



21. Ένα εργοστάσιο που παράγει αυτοκίνητα δουλεύει 16 ώρες την ημέρα. Ο καινούριος διευθυντής θέλει να αυξήσει τον αριθμό των αυτοκινήτων που παράγονται κάθε μέρα, γι' αυτό θα αυξήσει από 16 σε 20 τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές. Πώς κρίνεις αυτή την απόφαση του διευθυντή;
- A. Είναι πολύ καλή ιδέα και είναι περίεργο που δεν σκέφτηκε νωρίτερα να αυξήσει τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές.
  - B. Είναι πολύ καλή ιδέα. Μάλιστα είναι καλύτερα να αυξήσει και τις ώρες που δουλεύουν οι εργάτες για μεγαλύτερη παραγωγή αυτοκινήτων.
  - Γ. Αν αυξήσει τις ώρες που δουλεύουν οι μηχανές, μπορεί οι μηχανές να φθαρούν γρηγορότερα και τελικά να μην είναι τόσο αποδοτικές. Καλύτερα να μην το κάνει.
  - Δ. Δεν έχω άποψη.
22. Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;  
Για να λειτουργήσει ένα ποδήλατο πρέπει
- A. να υπάρχει μεταφορά κίνησης από τα πετάλια στους τροχούς.
  - B. να υπάρχει μεταφορά κίνησης του πισινού τροχού στον μπροστινό.
  - Γ. να υπάρχει κίνηση του ποδιού του ποδηλάτη προς τα κάτω και προς τα πάνω.
  - Δ. να υπάρχει κίνηση του καθίσματος από πάνω προς τα κάτω.
23. Μέσα στα σώματα της θέρμανσης του σπιτιού μας υπάρχει ζεστός υδρατμός που ζεσταίνει τα δωμάτιά μας. Υπάρχει πιθανότητα ο υδρατμός που βρίσκεται στο σώμα που ζεσταίνει το σαλόνι να ζεσταίνει και το υπνοδωμάτιο;
- A. Ναι, αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται πάνω από το σαλόνι.
  - B. Ναι, ο υδρατμός που ήταν στο σώμα του σαλονιού μετακινείται προς κάποιο άλλο σώμα του σπιτιού μέσα από σωλήνες.
  - Γ. Όχι, ο υδρατμός του σώματος του σαλονιού είναι διαφορετικός από τον υδρατμό του σώματος του υπνοδωματίου.
  - Δ. Όχι, ειδικά αν το υπνοδωμάτιο βρίσκεται στον πρώτο όροφο που είναι πιο ψηλά από το σαλόνι, αφού ο υδρατμός δεν μπορεί να πάει προς τα πάνω.
24. Ένα κατάστημα που πωλεί ακριβά ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης αποφασίζει να χαμηλώσει πολύ τις τιμές, έτσι που κερδίζει πολύ λίγα χρήματα. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό οι τιμές θα μείνουν χαμηλές.
  - B. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.
  - Γ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα μειωθούν περισσότερο οι τιμές.
  - Δ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.

25. Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;
- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
  - B. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Μόνο του θα λυθεί το πρόβλημα.
  - Γ. Θα λυθεί το πρόβλημα αν αρκετοί δρόμοι γίνουν πιο πλατιοί.
  - Δ. Να βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. περισσότερα και καλύτερα λεωφορεία).

26. Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βάτραχους και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βάτραχους και οι βάτραχοι τρώνε έντομα.



Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

- A. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει οι βάτραχοι.
  - B. Μπορεί να έχουν αυξηθεί οι βάτραχοι.
  - Γ. Μπορεί να έχουν μειωθεί τα έντομα.
  - Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.
27. Ο πληθυσμός στον πλανήτη συνεχώς αυξάνεται. Αν συνεχίσει η αύξηση του πληθυσμού με αυτό το ρυθμό, η γη, και ό,τι προσφέρει στον άνθρωπο δε θα είναι αρκετά για τους ανθρώπους. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο πρόβλημα;
- A. Η γη είναι τεράστια. Όσο και να αυξηθούν οι άνθρωποι δεν πρόκειται να καλυφθεί ολόκληρη.
  - B. Θα λυθεί το πρόβλημα αν όλα τα νέα ζευγάρια επιλέξουν να έχουν μόνο ένα παιδί.
  - Γ. Δε χρειάζεται να γίνει κάτι. Σιγά σιγά θα βρεθεί η ισορροπία μόνη της, όπως όλα στη φύση.
  - Δ. Μπορεί να μετακινηθούν άτομα προς τα χωριά, για να αδειάσουν λίγο οι πόλεις.

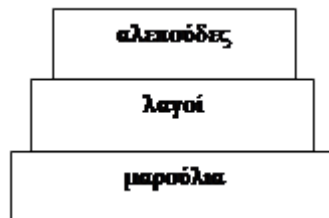
28. Από τις παρακάτω τέσσερις φράσεις, οι τρεις είναι σωστές ενώ η μία ΔΕΝ ισχύει. Ποια είναι αυτή;

Για να λειτουργήσει ένα αυτοκίνητο χρειάζεται

- A. μετακίνηση καυσίμων (π.χ. βενζίνης) από το ντεπόζιτο στη μηχανή.
- B. μετακίνηση αερίων από τη μηχανή προς τα έξω.
- Γ. μεταφορά της κίνησης από την περιστροφή του κλειδιού στους καθαριστήρες των τζαμιών.
- Δ. μεταφορά κίνησης από τη μηχανή στους τροχούς



29. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς, αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες;

- A. Τίποτα, απλώς θα λιγοστέψουν οι εχθροί τους.
  - B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί, οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.
  - Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των λαγών και των μαρουλιών.
  - Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα αφανιστούν οι αλεπούδες που τα τρώνε.
30. Το νερό ενός ποταμού ρέει
- A. από τα χωριά προς τις πεδιάδες.
  - B. από τη θάλασσα προς τα χωράφια.
  - Γ. από τα βουνά προς τις πεδιάδες.
  - Δ. από τις πεδιάδες προς τα δάση.

31. Ποια από τις πιο κάτω φράσεις ΔΕΝ ισχύει;

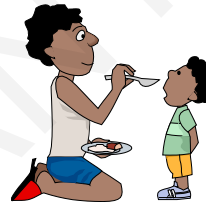
Σε ένα παιχνίδι μπάσκετ υπάρχει ...

- A. μεταφορά της μπάλας από έναν παίκτη σε άλλο.
- B. μεταφορά της μπάλας από το χέρι ενός παίκτη στο καλάθι.
- Γ. κίνηση της μπάλας, αρχικά από πάνω προς τα κάτω και μετά από κάτω προς τα πάνω.
- Δ. μετακίνηση του χρονόμετρου στο γήπεδο.



32. Υπάρχει πιθανότητα η ίδια ποσότητα αίματος που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;
- A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά διανεμηθεί ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.
- B. Όχι, γιατί δεν μπορεί το αίμα να ανέβει ψηλότερα από εκεί που βρίσκεται.
- Γ. Ναι, αν είμαστε ξαπλωμένοι.
- Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το αίμα που χρειάζεται κάθε όργανο.

33. Μια μητέρα ταΐζει το μωρό. Το παιδί βάζει τα χέρια στο πιάτο και σκορπά στο πάτωμα λίγο από το φαΐ. Η μητέρα γελά. Είναι πιθανό ότι το μωρό ...
- A. θα το ξανακάνει, για να ξαναγελάσει η μητέρα.
- B. θα το ξανακάνει, για να λερώσει το σπίτι.
- Γ. θα φοβηθεί και δε θα το ξανακάνει.
- Δ. δε θα δώσει σημασία και δε θα το ξανακάνει.

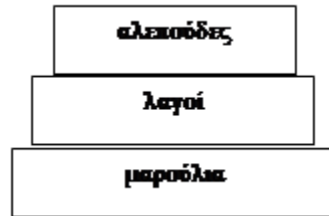


34. Στους κινηματογράφους παίζεται μια επιτυχημένη ταινία, η οποία είναι υποψήφια στα βραβεία Όσκαρ. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;
- A. Η ταινία μπορεί να πάρει το βραβείο "καλύτερης ταινίας".
- B. Μόνο η ταινία στο σύνολό της δικαιούται να πάρει βραβείο.
- Γ. Ο σκηνοθέτης μπορεί να πάρει βραβείο.
- Δ. Ένας από τους πρωταγωνιστές μπορεί να πάρει βραβείο.

35. Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;
- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.
- B. Οι πελάτες θα σταματήσουν να πίνουν καφέ.
- Γ. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.
- Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ, οπότε ο ιδιοκτήτης θα αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.

36. Ο κύριος Γιώργος φύτεψε πριν 10 χρόνια μία μικρή μηλιά. Τώρα η μηλιά είναι αρκετά μεγάλη. Όσο μεγαλώνει η μηλιά,
- A. τόσο περισσότερο νερό χρειάζεται.
- B. τόσο λιγότερο νερό έχει ανάγκη.
- Γ. δεν αλλάζουν οι ανάγκες της στο νερό.
- Δ. δεν χρειάζεται επιπλέον νερό, αφού έχει ήδη μεγαλώσει.

37. Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



- Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί ;
- A. Τίποτα, οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά.
- B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν. Όμως, αφού θα αυξηθούν οι αλεπούδες, οι λαγοί θα μειωθούν ξανά, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.
- Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα αυξηθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των αλεπούδων και των μαρουλιών.
- Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.

38. Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;
- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα βρίσκονται στην τράπεζα που τα έβαλε το ταξιδιωτικό γραφείο.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα που έχω κι εγώ λογαριασμό, και αν πάρω απ' εκεί χρήματα, ένα από τα χαρτονομίσματα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

39. Στην Κίνα υπάρχει το πρόβλημα του υπερπληθυσμού (δηλαδή, υπερβολικά μεγάλος πληθυσμός). Ο υπερπληθυσμός πιθανόν να οδηγήσει μελλοντικά
- A. σε μεγαλύτερο υπερπληθυσμό.
- B. σε μείωση των γεννήσεων.
- Γ. σε μείωση των πιθανών γονιών.
- Δ. σε αύξηση του ποσοστού που πεθαίνει κάθε χρόνο.

40. Σε ένα μεγάλο περιβόλι υπάρχουν ένας κόκορας και λίγες κότες. Ο ιδιοκτήτης λείπει στο εξωτερικό για λίγους μήνες κι έτσι δε μαζεύει τα αυγά που γεννούν οι κότες. Όταν επιστρέψει,
- A. θα βρει περισσότερες κότες, αφού οι κότες που θα εκκολαφθούν από τα αυγά θα γεννήσουν κι άλλα αυγά που θα γίνουν κότες.
  - B. θα βρει τον ίδιο αριθμό κοτόπουλων, αλλά θα είναι πιο παχουλές από το πολύ φαΐ.
  - Γ. θα βρει τον ίδιο αριθμό κοτόπουλων και πολλά αυγά.
  - Δ. θα βρει λιγότερες κότες, γιατί πολλές κότες θα το σκάσουν, αφού λείπει ο ιδιοκτήτης τους.
41. Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, απλώς θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
  - B. Όχι, θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.
  - Γ. Ναι, μόνο στην περίπτωση εκείνη που με σωλήνες το νερό πάει κατευθείαν σε διυλιστήρια για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας με σωλήνες.
  - Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί ξανά στο σπίτι μας.







## Παράρτημα 10

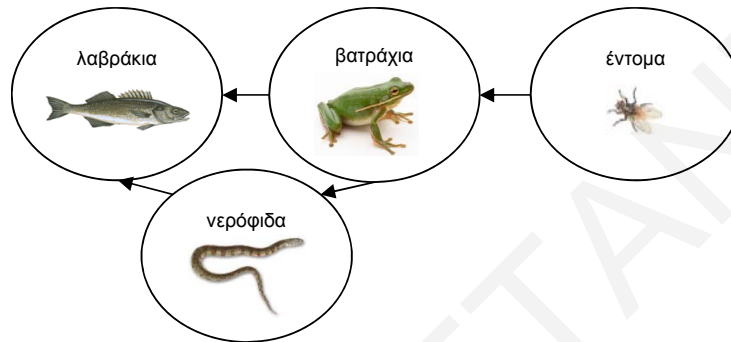
ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Θα με βοηθήσεις να καταλάβω πώς σκέφτεται ένα παιδί της ηλικίας σου; Απάντησε σε κάθε ερώτηση και εξήγησε πώς σκέφτηκες!

Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου και απάντησε στις ερωτήσεις 1-4. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



1 Τελευταία ρυζήθηκαν οι ψαράδες που επισκέπτονται το φράγμα για να ψαρέψουν λαβράκια. Αυτό πώς θα επηρεάσει τους υπόλοιπους οργανισμούς του φράγματος;

A. Οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά, όπως και πριν. Ούτως ή άλλως τα λαβράκια δεν υπήρχαν από την αρχή στο φράγμα. Είναι γνωστό πως οι άνθρωποι τα έφεραν πρόσφατα στο φράγμα για να τα ψαρεύουν οι ψαράδες.

B. Οι υπόλοιποι οργανισμοί θα αυξηθούν αφού δε θα έχουν ένα θηρευτή σαν το λαβράκι να τους απειλεί.

Γ. Θα αυξηθούν τα βατράχια και τα νερόφιδα, αφού θα μειωθεί ο αριθμός των λαβρακιών, ενώ τα έντομα δε θα επηρεαστούν αφού στην αλυσίδα τροφής είναι πιο μακριά από τα λαβράκια.

Δ. Τα βατράχια και τα νερόφιδα θα αυξηθούν, ενώ τα έντομα θα μειωθούν.

2 Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς του φράγματος του Ξυλιάτου, αν αφανιστούν τα έντομα;

A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν. Οι βάτραχοι μόνο θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.

B. Θα επηρεαστούν κυρίως τα βατράχια και τα νερόφιδα που στο σχεδιάγραμμα είναι πιο κοντά στα έντομα.

Γ. Είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν όλα.

Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά που αν πάθουν κάτι, δε θα επηρεάσουν κανένα άλλο οργανισμό.

3 Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

A. Μπορεί να μειώθηκαν τα έντομα.

B. Μπορεί να αυξήθηκαν τα βατράχια.

Γ. Μπορεί να μειώθηκαν τα λαβράκια.

Δ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.

4 Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

A. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει τα βατράχια.

B. Μπορεί να έχουν αυξηθεί τα έντομα.

Γ. Δεν υπάρχει λόγος. Αυτά συμβαίνουν τυχαία.

Δ. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει τα έντομα.

- 5 **Είναι χειμώνας και σε ένα σπίτι είναι αναμμένη η θέρμανση. Η οικοκυρά καθαρίζοντας το υπνοδωμάτιο ανοίγει το παράθυρο. Για να παραμείνει η θερμοκρασία του σπιτιού ψηλή πρέπει**
- A. να σβήσει τη θέρμανση.
  - B. να αφήσει αναμμένη τη θέρμανση.
  - Γ. να μην ανοίξει άλλο παράθυρο.
  - Δ. να κλείσει εντελώς το παράθυρο.

- 6 **Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**
- A. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι
  - B. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια
  - Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι
  - Δ. Σκελετός, δύο τροχοί

- 7 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**
- A. επηρεάζονται μόνο οι οδηγοί που δε δουλεύουν λόγω της απεργίας.
  - B. επηρεάζονται μόνο οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.
  - Γ. επηρεάζονται μόνο οι εργάτες του λιμανιού που λιγότευε η δουλειά τους, διότι δεν φορτώνουν τα εμπορεύματα στα φορτηγά.
  - Δ. επηρεάζονται πολλοί, όπως οι εργολάβοι, οι οποίοι δεν μπορούν να χτίσουν σπίτια.

- 8 **Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**
- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
  - B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
  - Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες.

Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- 9 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**
- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.
  - B. κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.
  - Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.
  - Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



- 10 **Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν όλα τα φυτά;**
- A. Τίποτα, αφού τα φίδια δεν τρώνε φυτά.
  - B. Θα αυξηθούν, αφού χωρίς τα φυτά θα βρίσκουν πιο εύκολα τα ποντίκια.
  - Γ. Θα μειωθούν, γιατί θα μειωθούν τα ποντίκια που τρέφονται με φυτά.
  - Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.

11

**Μπορεί ουσίες από την τροφή ενός κουνελιού που αποβάλλονται με τα κόπρανά του να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;**

- A. Ναι, μόνο αν το κουνέλι τρώει στο ίδιο κλουβί που είναι και τα κόπρανά του.
- B. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για τα μαρούλια που τρώει.
- Γ. Όχι, τα κόπρανά είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του, γι' αυτό και τις αποβάλλει.
- Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό το κουνέλι να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.

12

**Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;**

- A. Τα εξαρτήματά του θα φθαρούν.
- B. Ο οδηγός μετά από ώρες οδήγησης θα κουραστεί.
- Γ. Η ποσότητα της βενζίνης θα μειωθεί.
- Δ. Το αυτοκίνητο θα κυλά χωρίς να επηρεάσει τίποτε άλλο.

13

**Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;**

- A. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.
- B. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.
- Γ. Οι πελάτες θα μειώσουν την ποσότητα του καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν την ποσότητα του τσαγιού.
- Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ και ο ιδιοκτήτης να αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.

14

**Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε**

- A. θα κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο και αν υπάρχει, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- B. θα ελέγξει αν οι σωλήνες είναι ανοικτές και αν είναι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- Γ. θα τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και αν ζεσταίνει το σπίτι, τότε σημαίνει ότι δουλεύει.
- Δ. θα ελέγξει ότι όλα τα μέρη της θέρμανσης είναι στη θέση τους.

15

**Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;**

- A. Όχι, απλώς θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.
- B. Όχι, θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.
- Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας με σωλήνες.
- Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και στη συνέχεια να σταλεί ξανά στο σπίτι μας.

16

**Λίγο έξω από ένα χωριό περνά ένα ποτάμι. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;**

- A. Οι κάτοικοι του χωριού μπορεί να χρησιμοποιούν το νερό για πόσιμο.
- B. Το νερό των ποταμών είναι το νερό της βροχής και δεν επηρεάζει τίποτε άλλο.
- Γ. Διάφορα είδη οργανισμών αναπτύσσονται στο ποτάμι.
- Δ. Τα δέντρα γύρω από το ποτάμι αναπτύσσονται περισσότερο λόγω του νερού του ποταμού.

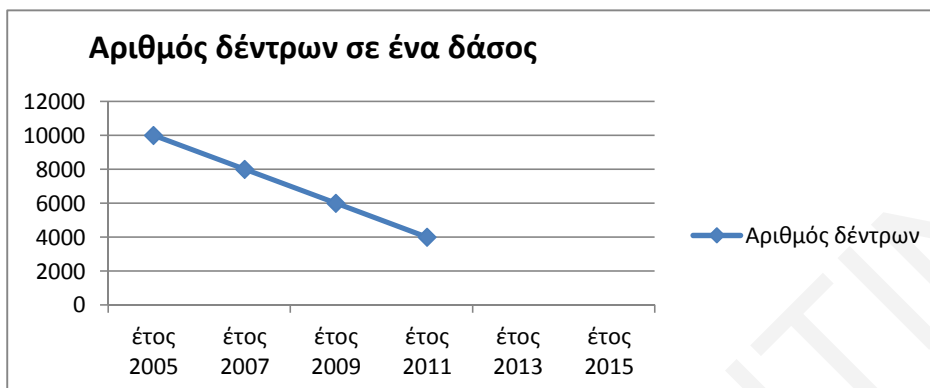
17

**Μετά από ένα ατύχημα την προηγούμενη εβδομάδα, ένα πλοίο έχυσε όλη την ποσότητα του πετρελαίου που μετέφερε στη Μεσόγειο Θάλασσα. Η πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε πιθανότατα θα επηρεάσει τους οργανισμούς της περιοχής μέχρι και**

- A. τα επόμενα χρόνια.
- B. τις επόμενες εβδομάδες.
- Γ. τις επόμενες μέρες.
- Δ. τους επόμενους μήνες.

18 Σε ένα δάσος, οι ξυλοκόποι κόβουν δέντρα για διάφορες χρήσεις. Παρακάτω φαίνεται η γραφική παράσταση των δέντρων του δάσους στο πέρασμα του χρόνου. Αν συνεχίσουν με τον ίδιο ρυθμό το κόψιμο των δέντρων, ποιο έτος δεν θα υπάρχουν δέντρα στο δάσος;

- A. το 2011.
- B. το 2012.
- Γ. το 2013.
- Δ. το 2015.



19

Σε ένα μεγάλο περιβάλλον υπάρχουν ένας κόκορας και λίγες κόττες. Ο ιδιοκτήτης λείπει στο εξωτερικό για λίγους μήνες κι ένας γείτονας ανέλαβε να τις ταΐζει. Όταν επιστρέψει, θα βρει...

- A. περισσότερες κόττες, κόκορες και πολλά αυγά.
- B. περισσότερες κόττες και πολλά αυγά.
- Γ. τον ίδιο αριθμό κοτών και πολλά αυγά.
- Δ. τον ίδιο αριθμό κοτών, αλλά θα είναι πιο παχουλές.

20

Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

- A. οι δείκτες του κινούνται.
- B. έχει μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει όλα τα απαραίτητα γρανάζια.



21

Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;

- A. Τέσσερις τροχούς
- B. Τέσσερις τροχούς και τιμόνι
- Γ. Τέσσερις τροχούς και μπαταρίες
- Δ. Τέσσερις τροχούς, μπαταρίες και τιμόνι

22

Ένα καινούριο κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης αποφασίζει για λίγο καιρό να χαμηλώσει πολύ τις τιμές, πουλώντας τα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;

- A. Θα αυθηθούν οι πελάτες, γι' αυτό οι τιμές θα μείνουν χαμηλές.
- B. Θα αυξηθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα ανέβουν πάλι οι τιμές.
- Γ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα μειωθούν περισσότερο οι τιμές.
- Δ. Θα μειωθούν οι πελάτες, γι' αυτό θα αυξηθούν ξανά οι τιμές.

23

Σε ένα δάσος υπάρχουν δέντρα τα οποία κόβονται για κατασκευή χαρτιού από το κοντινό εργοστάσιο. Το χαρτί χρησιμοποιείται στα γύρω σχολεία. Ο αριθμός των μαθητών στα συγκεκριμένα σχολεία αυξάνεται συνεχώς. Σε λίγα χρόνια ο αριθμός των δέντρων

- A. θα παραμείνει ο ίδιος. Τα δάση έχουν τρόπους να διατηρούνται.
- B. θα παραμείνει ο ίδιος αν το εργοστάσιο φτιάχνει πιο λεπτά φύλλα χαρτιού.
- Γ. θα μειωθεί.
- Δ. θα μειωθεί αρχικά, αλλά μετά θα αυξηθεί.

24

**Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;**

- A. Δεν μπορεί να γίνει τίποτα. Οι επόμενες γενιές θα υποφέρουν.
- B. Χρειάζεται καλύτερη αστυνόμευση στους δρόμους (π.χ. περισσότεροι και καλύτεροι αστυνομικοί).
- Γ. Να τοποθετηθούν περισσότερα φώτα τροχαίας.
- Δ. Να βελτιωθούν τα μέσα μαζικής μεταφοράς (π.χ. περισσότερα και καλύτερα λεωφορεία).

25

**Σε ένα εργοστάσιο κατασκευάζονται αυτοκίνητα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;**

- A. Το εργοστάσιο παράγει αυτοκίνητα χωρίς να επηρεάζεται κανένας.
- B. Οι εργάτες κουράζονται όταν δουλεύουν αρκετές ώρες.
- Γ. Οι εργάτες πληρώνονται για τη δουλειά τους.
- Δ. Οι μηχανές φθείρονται.

26

**Στις μέρες μας χρησιμοποιούμε σε μεγάλες ποσότητες πλαστικά δοχεία που τα περισσότερα δεν ανακυκλώνονται και αυξάνουν τον όγκο των σκουπιδιών. Τα σκουπίδια αυτά επηρεάζουν τους πολίτες μέχρι και**

- A. τα επόμενα χρόνια.
- B. τις επόμενες εβδομάδες.
- Γ. τις επόμενες μέρες, μέχρι να περάσει το απορριματοφόρο όχημα να τα μαζέψει.
- Δ. τις επόμενες ώρες, μέχρι να βγουν τα σκουπίδια έξω από το σπίτι.

27

**Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:**

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κάτοικους της κοινότητας.
- Δ. τα αδέρφια του.

28

**Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα **ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ****

- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.
- B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση
- Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.
- Δ. το νερό που φεύγει από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.

29

**Είναι γνωστό πως στην Κύπρο υπάρχει ανομβρία (δηλαδή δε βρέχει αρκετά). Τι αναμένεται να συμβεί τα επόμενα χρόνια;**

- A. Η ποσότητα της βροχής θα παραμείνει η ίδια. Εδώ και χρόνια υπάρχει η ανομβρία στην Κύπρο.
- B. Η ποσότητα της βροχής θα μειωθεί ακόμα περισσότερο, αφού δε θα υπάρχει αρκετό νερό για να εξατμιστεί και να ξαναγίνει βροχή.
- Γ. Η ποσότητα της βροχής κάποτε θα αυξηθεί. Το νερό είναι απαραίτητο για όλους.
- Δ. Μπορεί είτε να αυξηθεί είτε να μειωθεί είτε να μείνει η ίδια. Αυτά τα φαινόμενα δεν είναι σταθερά.

30

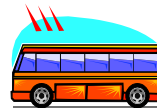
**Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, **χρειάζεται****

- A. να κοιτάξει το μιλίμετρο του αυτοκινήτου.
- B. να κοιτάξει τη μηχανή του.
- Γ. να ελέγξει και το μιλίμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
- Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



31 Ένας οδηγός λεωφορείου (που είναι ξένος και δε γνωρίζει καλά τους δρόμους) θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;

- A. Ο χάρτης με τους δρόμους όλης της Κύπρου.
- B. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.
- Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.
- Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.



32 Σε ένα δάσος κόβονται πολλά δέντρα για διάφορες χρήσεις. Κάποιες φορές οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια δέντρα. Τι πρέπει να γίνει, για να μην τελειώσουν κάποτε όλα τα δέντρα;

- A. Τα δάση είναι μεγάλα. Είναι απίθανο να τελειώσουν ποτέ τα δέντρα.
- B. Πρέπει οι δασονόμοι να φυτεύουν πιο συχνά δέντρα.
- Γ. Πρέπει να κόβονται λιγότερα δέντρα κάθε φορά.
- Δ. Πρέπει να κόβονται λιγότερα δέντρα από αυτά που φυτεύονται.

33 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται

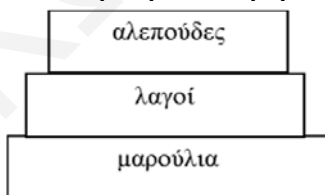
- A. μέσα στο νερό.
- B. μέσα και γύρω από τη λίμνη.
- Γ. μέσα στη λίμνη και τους οργανισμούς που ζουν στη διπλανή λίμνη.
- Δ. μέσα στη λίμνη και τις καιρικές συνθήκες της περιοχής.



34 Στους κινηματογράφους παίζεται μια επιτυχημένη ταινία, η οποία είναι υποψήφια στα βραβεία Όσκαρ. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις ΔΕΝ ισχύει;

- A. Η ταινία μπορεί να πάρει το βραβείο "καλύτερης ταινίας".
- B. Μόνο η ταινία στο σύνολό της αξίζει να πάρει βραβείο.
- Γ. Ο σκηνοθέτης μπορεί να πάρει βραβείο.
- Δ. Ένας από τους πρωταγωνιστές μπορεί να πάρει βραβείο.

Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα και απάντησε στις ερωτήσεις 35 και 36. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



35 Αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες, τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς μετά από μερικά χρόνια;

- A. Θα λιγοστέψουν οι εχθροί τους, κι έτσι δε θα κινδυνεύουν.
- B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν, μετά οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, οπότε τελικά οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.
- Γ. Αφού μειώνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί και ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών, δηλαδή των λαγών και των μαρουλιών.
- Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα αφανιστούν οι αλεπούδες που τα τρώνε.

36 Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί;

- A. Οι αλεπούδες θα αυξηθούν τόσο πολύ που θα φάνε όλους τους λαγούς.
- B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν και αυτό θα οδηγήσει μετά ξανά σε μείωση των λαγών, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.
- Γ. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών.
- Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.

37

**Τα λουλούδια χρειάζονται νερό, το οποίο παίρνουν μέσα από τις ρίζες για να μεγαλώσουν. Χάνουν όμως και νερό μέσα από τα φύλλα με τη διαδικασία της διαπνοής. Για να συνεχίσει να ζει ένα λουλούδι που βρίσκεται σε ένα κήπο, πρέπει ο ιδιοκτήτης να το ποτίζει**

- A. περισσότερο από όσο εξατμίζεται από τα φύλλα.
- B. λιγότερο από όσο εξατμίζεται από τα φύλλα.
- Γ. όσο πιο συχνά γίνεται, γιατί τα φύλλα επιτρέπουν μεγάλη εξάτμιση.
- Δ. καθημερινά.

38

**Το νερό από τα φράγματα χρησιμοποιείται για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχουν πάντα αποθέματα νερού στα φράγματα πρέπει**

- A. να βρέχει πολύ καθ'όλη τη διάρκεια του χρόνου.
- B. η ποσότητα της βροχής να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στα χωράφια.
- Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
- Δ. να λιγοστέψουν οι γεωργοί και τα χωράφια.

39

**Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**

- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα βρίσκονται στην τράπεζα που τα έβαλε το ταξιδιωτικό γραφείο.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω απο 'κει χρήματα, ένα χαρτονόμισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

40

**Η τιμή του ρεύματος που φτάνει στα σπίτια μας είναι πολύ ψηλή. Τι μπορεί να γίνει για να μην πληρώνουμε τόσα πολλά;**

- A. Να σταματήσουμε να χρησιμοποιούμε τις ηλεκτρικές συσκευές.
- B. Ό,τι κι αν γίνει, θα συνεχίσουμε να πληρώνουμε το ίδιο ακριβά το ρεύμα.
- Γ. Δεν μπορεί να γίνει κάτι, αφού ούτως ή άλλως η τιμή του ρεύματος αυξάνεται συνεχώς.
- Δ. Να μειωθεί το ρεύμα που χρησιμοποιούμε καθημερινά.

41

**Υπάρχει πιθανότητα το αίμα που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;**

- A. Ναι, αν πρώτα η συγκεκριμένη ποσότητα αίματος καθαριστεί από άλλα όργανα του σώματος και μετά πάει ξανά σε όλα τα μέρη του σώματος.
- B. Ναι, μόνο αν είμαστε ξαπλωμένοι ή σκυφτοί με το κεφάλι προς τα κάτω.
- Γ. Όχι, γιατί ο εγκέφαλος χρειάζεται περισσότερο αίμα.
- Δ. Όχι, γιατί είναι διαφορετικό το είδος του αίματος που χρειάζεται κάθε όργανο.

42

**Στην Κίνα υπάρχει εξαιρετικά πολύς πληθυσμός. Αν ΔΕ ληφθούν μέτρα, πιθανό μελλοντικά να:**

- A. αυξηθεί το ποσοστό των ατόμων που πεθαίνουν κάθε χρόνο.
- B. μειωθεί ο αριθμός των γεννήσεων, άρα ο πληθυσμός τελικά θα μειωθεί.
- Γ. αυξηθεί κι άλλο ο πληθυσμός.
- Δ. αυξηθεί ο αριθμός των γεννήσεων, αλλά και των θανάτων, άρα ο πληθυσμός θα μείνει ο ίδιος.



## Παράρτημα 11

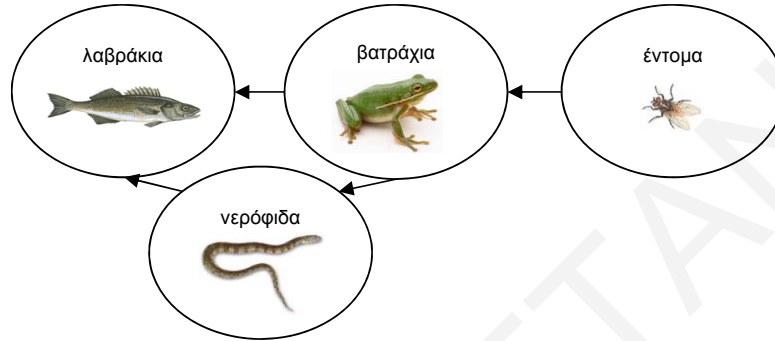
ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Θα με βοηθήσεις να καταλάβω πώς σκέφτεται ένα παιδί της ηλικίας σου; Απάντησε σε κάθε ερώτηση και εξήγησε πώς σκέφτηκες!

Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου και απάντησε στις ερωτήσεις 1-4. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



1 Τελευταία συζητήθηκαν οι ψαράδες που επισκέπτονται το φράγμα για να ψαρέψουν λαβράκια. Αυτό πώς θα επηρεάσει τους υπόλοιπους οργανισμούς του φράγματος;

2 Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς του φράγματος του Ξυλιάτου, αν αφανιστούν τα έντομα;

3 Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

4 Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Τι μπορεί να το προκάλεσε αυτό;

5 Είναι χειμώνας και σε ένα σπίτι είναι αναμμένη η θέρμανση. Η οικοκυρά καθαρίζοντας το υπνοδωμάτιο ανοίγει το παράθυρο. Για να παραμείνει η θερμοκρασία του σπιτιού ψηλή πρέπει ...

6 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;

7 Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών αυτοκινήτων που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε τρεις (3) βδομάδες. Ποιοι επηρεάζονται από την απεργία;

8 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να φυτέψεις εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

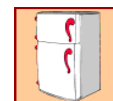
Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

9 Πότε είμαστε σίγουροι ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά;



10 Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν όλα τα φυτά;

11 Μπορεί ουσίες από την τροφή ενός κουνελιού που αποβάλλονται με τα κόπρανά του να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του; Εξήγησε πώς σκέφτηκες.

12 Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο. Μπορεί με οποιοδήποτε τρόπο η κίνηση του αυτοκινήτου να επηρεάσει τα στοιχεία που αποτελούν το αυτοκίνητο (π.χ. τροχούς, μηχανή, βενζίνη, οδηγός κ.τ.λ.); Αν όχι, γιατί; Αν ναι, με ποιο τρόπο;

13 Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;

14 Πλησιάζει χειμώνας. Με ποιο τρόπο μπορεί να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού της δουλεύει;

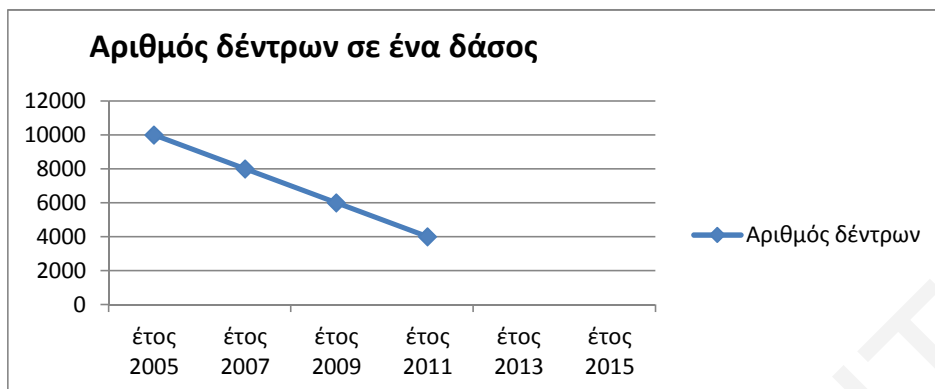
15 Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό; Αν όχι, γιατί; Αν ναι, με ποιο τρόπο;

16 Λίγο έξω από ένα χωριό περνά ένα ποτάμι. Μπορεί με οποιοδήποτε τρόπο η ροή του νερού να επηρεάσει τα στοιχεία που βρίσκονται στην περιοχή (π.χ. κατοίκους, οργανισμούς, δέντρα κ.τ.λ.); Αν όχι, γιατί; Αν ναι, με ποιο τρόπο;

17 Μετά από ένα ατύχημα την προηγούμενη εβδομάδα, ένα πλοίο έχυσε όλη την ποσότητα του πετρελαίου που μετέφερε στη Μεσόγειο Θάλασσα. Για πόσο καιρό η πετρελαιοκηλίδα θα επηρεάζει τους οργανισμούς της περιοχής;



- 18 Σε ένα δάσος, οι ξυλοκόποι κόβουν δέντρα για διάφορες χρήσεις. Παρακάτω φαίνεται η γραφική παράσταση των δέντρων του δάσους στο πέρασμα του χρόνου. Αν συνεχίσουν με τον ίδιο ρυθμό το κόψιμο των δέντρων, ποιο έτος δεν θα υπάρχουν δέντρα στο δάσος;



- 19 Σε ένα μεγάλο περιβάλλον υπάρχουν ένας κόκορας και λίγες κόττες. Ο ιδιοκτήτης λείπει στο εξωτερικό για λίγους μήνες κι ένας γείτονας ανέλαβε να τις ταΐζει. Τι θα συμβεί στις κόττες, στους κόκορες ή και στα αβγά όσον αφορά στον αριθμό τους;

- 20 Πότε είμαστε σίγουροι ότι ένα ρολόι δουλεύει σωστά;



- 21 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;

- 22 Ένα καινούριο κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης αποφασίζει για λίγο καιρό να χαμηλώσει πολύ τις τιμές, πουλώντας τα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;

- 23 Σε ένα δάσος υπάρχουν δέντρα τα οποία κόβονται για κατασκευή χαρτιού από το κοντινό εργοστάσιο. Το χαρτί χρησιμοποιείται στα γύρω σχολεία. Ο αριθμός των μαθητών στα συγκεκριμένα σχολεία αυξάνεται συνεχώς. Τι θα συμβεί στον αριθμό των δέντρων σε λίγα χρόνια;

24 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και δημιουργείται κυκλοφοριακή συμφόρηση. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;

25 Σε ένα εργοστάσιο κατασκευάζονται αυτοκίνητα. Μπορεί με οποιοδήποτε τρόπο η λειτουργία του εργοστασίου να επηρεάσει τα στοιχεία που αποτελούν το εργοστάσιο (π.χ. εργάτες, μηχανές κ.τ.λ.); Αν όχι, γιατί; Αν ναι, με ποιο τρόπο;

26 Στις μέρες μας χρησιμοποιούμε σε μεγάλες ποσότητες πλαστικά δοχεία που τα περισσότερα δεν ανακυκλώνονται και αυξάνουν τον όγκο των σκουπιδιών. Για πόσο καιρό τα σκουπίδια αυτά θα επηρεάζουν τους πολίτες; .

27 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν πώς "κόλλησε" τη μηνιγγίτιδα. Ποιους χρειάζεται να εξετάσουν;

28 Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Τι μπορείς να κάνεις για να αδειάσει η μπανιέρα ΧΩΡΙΣ να κλείσεις τη βρύση;

29 Είναι γνωστό πως στην Κύπρο υπάρχει ανομβρία (δηλαδή δε βρέχει αρκετά). Τι νομίζεις ότι θα συμβεί τα επόμενα χρόνια σε σχέση με την ποσότητα της βροχής στην Κύπρο;

30 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο μηχανουργείο. Τι χρειάζεται να κάνει ο μηχανικός για να καταλάβει πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο;

31 Ένας οδηγός λεωφορείου (που είναι ξένος και δε γνωρίζει καλά τους δρόμους) θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά, το οποίο βρίσκεται στη Λευκωσία. Ποιος χάρτης νομίζεις ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;



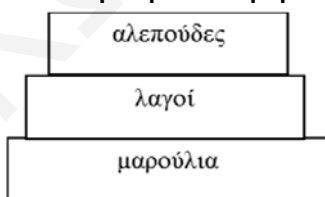
32 Σε ένα δάσος κόβονται πολλά δέντρα για διάφορες χρήσεις. Κάποιες φορές οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια δέντρα. Τι πρέπει να γίνει, για να μην τελειώσουν κάποτε όλα τα δέντρα, δεδομένου ότι δε γίνεται να σταματήσουν να κόβουν δέντρα;

33 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν σε μια λίμνη θα μελετήσω μόνο τους οργανισμούς που βρίσκονται μέσα στο νερό; Ναι ή όχι και γιατί;



34 Στους κινηματογράφους παίζεται μια επιτυχημένη ταινία, η οποία είναι υποψήφια στα βραβεία Όσκαρ. Μπορεί με οποιοδήποτε τρόπο η επιτυχία της ταινίας να επηρεάσει τα στοιχεία που αποτελούν την ταινία (π.χ. σκηνοθέτη, πρωταγωνιστές, σεναριογράφο κ.τ.λ.); Αν όχι, γιατί; Αν ναι, με ποιο τρόπο;

Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα και απάντησε στις ερωτήσεις 35 και 36. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



35 Αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες, τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς μετά από μερικά χρόνια;

36 Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες, αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί;

37 Τα λουλούδια χρειάζονται νερό, το οποίο παίρνουν μέσα από τις ρίζες για να μεγαλώσουν. Χάνουν όμως και νερό μέσα από τα φύλλα με τη διαδικασία της διαπνοής. Για να συνεχίσει να ζει ένα λουλούδι που βρίσκεται σε ένα κήπο, πόσο νερό πρέπει ο ιδιοκτήτης να το ποτίζει;

38 Το νερό της βροχής και των ποταμών γεμίζει τα φράγματα. Το νερό των φραγμάτων χρησιμοποιείται για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Τι πρέπει να γίνεται για να υπάρχουν πάντα αποθέματα νερού στα φράγματα;

39 Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;

40 Η τιμή του ρεύματος που φτάνει στα σπίτια μας είναι πολύ ψηλή. Μπορεί να γίνει κάτι για να μην πληρώνουμε τόσα πολλά; Αν όχι, γιατί; Αν ναι, τι μπορεί να γίνει;

41 Υπάρχει πιθανότητα το αίμα που βρίσκεται μέσα στο δέρμα του χεριού μας να βρεθεί μετά από λίγο στον εγκέφαλό μας;

42 Στην Κίνα υπάρχει εξαιρετικά πολύς πληθυσμός. Τι νομίζεις ότι θα συμβεί στο μέλλον στο μέγεθος του πληθυσμού;



## Παράρτημα 12

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Θα με βοηθήσεις να καταλάβω πώς σκέφτεται ένα παιδί της ηλικίας σου; Απάντησε σε κάθε ερώτηση και εξήγησε πώς σκέφτηκες!

Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου και απάντησε στις ερωτήσεις 1-4. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρώνε βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα. Πρώτα συμπλήρωσε τα βέλη ανάμεσα στους κρίκους για να δείξεις ποιος τρώει ποιον.



- 1 **Τελευταία αυξήθηκαν οι ψαράδες που επισκέπτονται το φράγμα για να ψαρέψουν λαβράκια. Αυτό πώς θα επηρεάσει τους υπόλοιπους οργανισμούς του φράγματος;**  
Α. Τα βατράχια και τα νερόφιδα θα αυξηθούν, ενώ τα έντομα θα μειωθούν.  
Β. Οι υπόλοιποι οργανισμοί θα αυξηθούν αφού δε θα έχουν έναν κυνηγό σαν το λαβράκι να τους απειλεί.  
Γ. Θα αυξηθούν τα βατράχια και τα νερόφιδα, αφού θα μειωθεί ο αριθμός των λαβρακιών, ενώ τα έντομα δε θα επηρεαστούν αφού στην αλυσίδα τροφής είναι πιο μακριά από τα λαβράκια.  
Δ. Οι υπόλοιποι οργανισμοί θα συνεχίσουν να ζουν φυσιολογικά, όπως και πριν, αφού τα λαβράκια δε βρίσκονταν από την αρχή στο φράγμα (οι άνθρωποι τα έφεραν στο φράγμα για να ψαρεύουν οι ψαράδες).
- 2 **Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;**  
Α. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.  
Β. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερο.  
Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.  
Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελέσουν τους άλλους οργανισμούς.
- 3 **Ξαφνικά τα νερόφιδα άρχισαν να μειώνονται. Ποια μπορεί να είναι η αιτία που το προκάλεσε αυτό;**  
Α. Μπορεί να μειώθηκαν τα έντομα.  
Β. Μπορεί να αυξήθηκαν τα βατράχια.  
Γ. Μπορεί να μειώθηκαν τα λαβράκια.  
Δ. Μπορεί να αυξήθηκαν τα έντομα.
- 4 **Ξαφνικά τα λαβράκια άρχισαν να αυξάνονται. Ποια μπορεί να είναι η αιτία που το προκάλεσε αυτό;**  
Α. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει τα βατράχια.  
Β. Μπορεί να έχουν αυξηθεί τα έντομα.  
Γ. Μπορεί να έχουν αυξηθεί οι ψαράδες.  
Δ. Μπορεί να έχουν λιγοστέψει τα έντομα.



- 5 **Είναι χειμώνας και σε ένα σπίτι είναι αναμμένη η θέρμανση. Η οικοκυρά ανοίγει ένα παράθυρο για να μπει καθαρός αέρας. Για να παραμείνει ζεστό το σπίτι πρέπει**  
Α. να σβήσει τη θέρμανση.  
Β. να αφήσει αναμμένη τη θέρμανση στην ίδια θερμοκρασία.  
Γ. να αυξήσει τη θερμοκρασία στη θέρμανση.  
Δ. να χαμηλώσει τη θερμοκρασία στη θέρμανση.

- 6 **Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**  
Α. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
Β. Σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, τιμόνι  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί

- 7 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**  
Α. επηρεάζονται μόνο οι οδηγοί που δε δουλεύουν και δεν πληρώνονται λόγω της απεργίας.  
Β. επηρεάζονται μόνο οι οδηγοί των φορτηγών και οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι και δεν μπορούν να τα πάρουν.  
Γ. επηρεάζονται μόνο οι οδηγοί των φορτηγών, οι έμποροι και οι υπόλοιποι οδηγοί που καθυστερούν στη δουλειά τους αν η απεργία γίνεται στους δρόμους.  
Δ. επηρεάζονται πολλοί, όπως οι υπεραγορές που δεν έχουν αρκετά προϊόντα στα ράφια τους.

- 8 **Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να μεγαλώσουν εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή. Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**  
Α. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
Β. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες. Μπορείς απλώς να εξετάσεις αν στη γύρω περιοχή υπάρχουν άλλα περιβόλια με λεμονιές.

Πίνακας 1				
Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm
Πίνακας 2				
Ετήσια βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
5 χρόνια πριν	4 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	2 χρόνια πριν	1 χρόνο πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

- 9 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**  
Α. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
Β. κρατά σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.

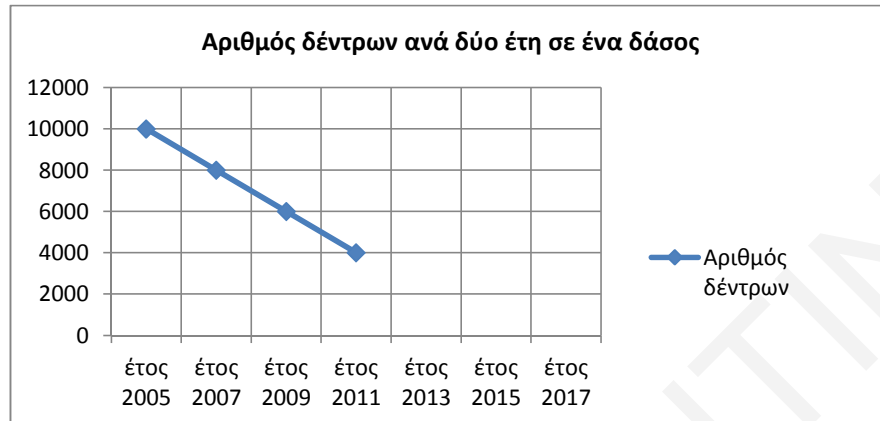


- 10 **Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;**  
Α. Θα μειθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.  
Β. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.  
Γ. Θα μειθούν, γιατί θα μειωθούν τα ποντίκια που τρέφονται με φυτά.  
Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.

- 11 **Τα κόπρωνα των ζώων είναι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός, γι' αυτό και τις αποβάλλει. Είναι όμως χρήσιμα ως λίπασμα για τα φυτά. Μπορεί ουσίες που αποβάλλονται με τα κόπρωνα ενός ζώου να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;**  
Α. Ναι, μόνο αν το ζώο τρώει στον ίδιο χώρο που είναι και τα κόπρανά του.  
Β. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την τροφή του.  
Γ. Όχι, τα κόπρωνα είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του.  
Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.
- 12 **Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;**  
Α. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.  
Β. Ο οδηγός μετά από ώρες οδήγησης θα κουραστεί.  
Γ. Η ποσότητα της βενζίνης θα μειωθεί.  
Δ. Το αυτοκίνητο θα κυλά χωρίς να επηρεάσει τίποτε άλλο.
- 13 **Σε μια υπεραγορά, πωλούν μια μάρκα καφέ κάθε βδομάδα και πιο ακριβά. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί σε μερικές βδομάδες;**  
Α. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, αφού δεν μπορούν να μειώσουν τον καφέ που πίνουν, αλλά θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
Β. Οι πελάτες θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και ο ιδιοκτήτης θα πλουτίσει.  
Γ. Οι πελάτες θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι), κι έτσι δε θα χρειάζεται να πληρώνουν περισσότερο.  
Δ. Οι πελάτες θα σταματήσουν να αγοράζουν το συγκεκριμένο καφέ και ο ιδιοκτήτης να αναγκαστεί να ξαναμειώσει την τιμή του.
- 14 **Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**  
Α. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.  
Β. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.  
Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.  
Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.
- 15 **Η ποσότητα νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;**  
Α. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους.  
Β. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους και μετά στη θάλασσα.  
Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.  
Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας.
- 16 **Λίγο έξω από ένα χωριό περνά ένα ποτάμι. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;**  
Α. Κάποια είδη ζώων υπάρχουν επειδή έχει νερό στο ποτάμι.  
Β. Οι άνθρωποι μπορεί να μολύνουν το ποτάμι, όμως το ποτάμι δεν επηρεάζει τους ανθρώπους.  
Γ. Άμα λιγοστέψει το νερό κάποιοι οργανισμοί που ζουν στο νερό μπορεί να πεθάνουν.  
Δ. Τα δέντρα γύρω από το ποτάμι αναπτύσσονται περισσότερο λόγω του νερού του ποταμού.
- 17 **Μετά από ένα ατύχημα την προηγούμενη εβδομάδα, ένα πλοίο έχυσε όλη την ποσότητα του πετρελαίου που μετέφερε στη Μεσόγειο Θάλασσα και οι ειδικοί ξεκίνησαν ήδη να την απομακρύνουν. Η πετρελαιοκηλίδα που δημιουργήθηκε πιθανότατα θα επηρεάσει τους οργανισμούς της περιοχής μέχρι και**  
Α. τα επόμενα χρόνια.  
Β. τις επόμενες εβδομάδες.  
Γ. τις επόμενες μέρες.  
Δ. τους επόμενους μήνες.

- 18 Σε ένα δάσος, οι ξυλοκόποι κόβουν δέντρα για διάφορες χρήσεις. Παρακάτω φαίνεται η γραφική παράσταση των δέντρων του δάσους στο πέρασμα του χρόνου. Αν συνεχίσουν με τον ίδιο ρυθμό το κόψιμο των δέντρων, ποιο έτος δεν θα υπάρχουν δέντρα στο δάσος;

A. το 2013.  
B. το 2015.  
Γ. το 2016.  
Δ. το 2017.



19

Σε ένα μεγάλο περιβάλλον υπάρχουν δύο κόκορες και λίγες κότες. Ο ιδιοκτήτης λείπει στο εξωτερικό για λίγους μήνες κι ένας γείτονας ανέλαβε να τα ταΐζει. Όταν επιστρέψει, θα βρει...

A. περισσότερες κότες, κόκορες και πολλά αυγά.  
B. τον ίδιο αριθμό κοκκόρων, περισσότερες κότες και πολλά αυγά.  
Γ. τον ίδιο αριθμό κοκκόρων και κοτών, αλλά θα είναι πιο μεγάλα, και πολλά αυγά.  
Δ. τον ίδιο αριθμό κοκκόρων, κοτών και αυγών, αν τα ταΐζουν όπως και πριν.

20

Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

A. οι δείκτες του κινούνται.  
B. έχει γεμάτες μπαταρίες.  
Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.  
Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.



21

Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;

A. Τέσσερις τροχούς.  
B. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς και μπαταρίες.

22

Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης βάζει προσφορές σε όλα ρούχα, πουλώντας τα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;

A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.  
B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.  
Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.  
Δ. Οι τιμές θα ανέβουν, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.

23

Σε μια τάξη τρία παιδιά κόλλησαν γρίπη, αλλά πάνε κανονικά στο σχολείο. Το πιο πιθανό είναι ότι σε λίγες μέρες ο συνολικός αριθμός των άρρωστων μαθητών

A. θα μειωθεί, αφού τα τρία άρρωστα παιδιά θα γίνουν καλά. Η γρίπη περνά μετά από λίγες μέρες.  
B. θα μείνει ο ίδιος, αν τα τρία παιδιά κάθονται μόνα τους στο θρανίο μέσα στην τάξη.  
Γ. θα μείνει ο ίδιος, αν τα τρία παιδιά γίνουν καλά, αλλά προλάβουν να κολλήσουν άλλα τρία.  
Δ. θα αυξηθεί, αφού θα κολλήσουν άλλα παιδιά, και τα τελευταία θα κολλήσουν άλλα.

24

**Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη ταλαιπωρία. Ποιος είναι ο καλύτερος τρόπος να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό;**

- A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα και καλύτερα λεωφορεία.
- B. Περισσότεροι αστυνομικοί να ρυθμίζουν την κυκλοφορία των αυτοκινήτων.
- Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.
- Δ. Ό,τι κι αν γίνει δε θα βοηθήσει, γιατί βλέπουμε ότι κάθε χρόνο χειροτερεύει η κατάσταση.

25

**Σε ένα εργοστάσιο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;**

- A. Η παραγωγή των μπουκαλιών δεν μπορεί να επηρεάσει τους εργάτες ή τις μηχανές.
- B. Αν υπάρχουν περισσότερα μηχανήματα, οι εργάτες μπορεί να λιγοστέψουν.
- Γ. Ο ιδιοκτήτης μπορεί να χρεωκοπήσει.
- Δ. Καθώς περνούν τα χρόνια, οι μηχανές φθείρονται.

26

**Στις μέρες μας δημιουργούμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια αυτά μας επηρεάζουν μέχρι και**

- A. τα επόμενα χρόνια.
- B. τις επόμενες εβδομάδες.
- Γ. τις επόμενες μέρες, μέχρι να περάσει το απορριματοφόρο όχημα να τα μαζέψει.
- Δ. τις επόμενες ώρες, μέχρι να βγουν τα σκουπίδια έξω από το σπίτι.

27

**Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μηνιγγίτιδα που είναι μια μεταδοτική ασθένεια. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιοι άλλοι μπορεί να "κόλλησαν" τη μηνιγγίτιδα. Γι' αυτό θα εξετάσουν:**

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

28

**Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**

- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.
- B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.
- Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.
- Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που μπαίνει στο μπάνιο μέσα από τη βρύση.

29

**Είναι γνωστό πως στην Κύπρο το διαθέσιμο νερό για πόσιμα είναι λίγο. Έτσι η κυβέρνηση έδωσε άδεια στους αγρότες να ποτίζουν τα χωράφια και με υπόγεια νερά που παίρνουν από τις διατρήσεις τους. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί τα επόμενα χρόνια;**

- A. Θα αυξηθεί το διαθέσιμο νερό για πόσιμα, αφού οι γεωργοί θα έχουν κι άλλες πηγές από τις οποίες μπορούν να πάρουν νερό.
- B. Θα μειωθεί το διαθέσιμο νερό για πόσιμα, αφού θα μειωθούν και τα υπόγεια νερά.
- Γ. Θα αυξηθεί το διαθέσιμο νερό για πόσιμα, αφού θα βρέχει και το νερό στα φράγματα και τα υπόγεια νερά θα αυξάνεται.
- Δ. Η ποσότητα του διαθέσιμου νερού για πόσιμα θα μείνει η ίδια, αφού όσο νερό χρησιμοποιείται θα συμπληρώνεται από τη βροχή που θα γεμίζει τα φράγματα και τα υπόγεια νερά.

30

**Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να καταλάβει ο μηχανικός πόσο γρήγορα μπορεί να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**

- A. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.
- B. να ελέγξει τη μηχανή του.
- Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
- Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

31 Ένας οδηγός λεωφορείου (που είναι ξένος και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους) θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;


A. Ο χάρτης με τους δρόμους όλης της Κύπρου.  
B. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.  
Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.  
Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.

32 Σε ένα δάσος κόβονται πολλά δέντρα για διάφορες χρήσεις. Κάποιες φορές οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια δέντρα. Τι πρέπει να γίνει, για να μην τελειώσουν κάποτε όλα τα δέντρα;

A. Είναι απίθανο να τελειώσουν ποτέ τα δέντρα, αφού οι δασονόμοι φυτεύουν καινούρια.  
B. Πρέπει οι δασονόμοι να φυτεύουν πιο συχνά δέντρα.  
Γ. Πρέπει να μειωθούν τα δέντρα που κόβονται.  
Δ. Πρέπει να κόβονται λιγότερα δέντρα από αυτά που φυτεύονται.

33 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται

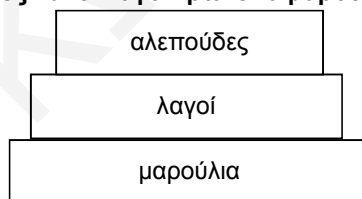
A. μέσα στο νερό.  
B. μέσα στο νερό, στον αέρα και στη ξηρά γύρω από τη λίμνη.  
Γ. μέσα στη λίμνη και στη ξηρά γύρω από τη λίμνη.  
Δ. μέσα στη λίμνη και στον αέρα πάνω από τη λίμνη.



34 Στους κινηματογράφους παίζεται μια επιτυχημένη ταινία, η οποία είναι υποψήφια στα βραβεία Όσκαρ. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι λανθασμένη;

A. Ο σκηνοθέτης μπορεί να πάρει πολλά χρήματα.  
B. Μόνο η ταινία στο σύνολό της αξίζει να πάρει βραβείο.  
Γ. Ο σεναριογράφος μπορεί να πάρει βραβείο.  
Δ. Οι πρωταγωνιστές μπορεί να έχουν πολλές προτάσεις για να συμμετέχουν σε άλλες ταινίες.

Παρατήρησε την πιο κάτω τροφική πυραμίδα και απάντησε στις ερωτήσεις 35 και 36. Οι αλεπούδες τρώνε τους λαγούς και οι λαγοί τρώνε τα μαρούλια.



35 Αν για κάποιο λόγο μειωθούν οι αλεπούδες, τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στους λαγούς μετά από πολλά χρόνια;

A. Δε θα κινδυνεύουν, κι έτσι ο αριθμός τους θα μείνει σταθερός.  
B. Στην αρχή οι λαγοί θα αυξηθούν, μετά οι αλεπούδες θα αυξηθούν ξανά, κι έτσι οι λαγοί θα μειωθούν πάλι.  
Γ. Θα μειωθούν, γιατί θα υπάρχουν κάποιες αλεπούδες και θα τους τρώνε.  
Δ. Θα αυξηθούν οι λαγοί, αφού θα μειωθούν οι αλεπούδες.

36 Αν για κάποιο λόγο αυξηθούν οι λαγοί, τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στις αλεπούδες μετά από πολλά χρόνια;

A. Αφού αυξάνεται ο αριθμός ενός είδους, θα μειωθεί ο αριθμός των υπόλοιπων ειδών.  
B. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν πολύ, θα φάνε όλους τους λαγούς κι έτσι τελικά οι αλεπούδες θα αφανιστούν (θα σταματήσουν να υπάρχουν).  
Γ. Στην αρχή οι αλεπούδες θα αυξηθούν και αυτό θα οδηγήσει μετά ξανά σε μείωση των λαγών, οπότε ο αριθμός των αλεπούδων θα ξαναμικράνει.  
Δ. Οι αλεπούδες δεν θα πάθουν τίποτα. Μόνο τα μαρούλια θα αφανιστούν, αφού θα αυξηθούν οι λαγοί που τα τρώνε.

- 37 **Τα λουλούδια χρειάζονται νερό, το οποίο παίρνουν μέσα από τις ρίζες για να μεγαλώσουν. Χάνουν όμως και νερό μέσα από τα φύλλα με τη διαδικασία της διαπνοής. Για να συνεχίσει να ζει ένα λουλούδι που βρίσκεται σε ένα κήπο, πρέπει ο ιδιοκτήτης να το ποτίζει**  
Α. περισσότερο από όσο εξατμίζεται από τα φύλλα.  
Β. λιγότερο από όσο εξατμίζεται από τα φύλλα, αφού όσο περισσότερο νερό παίρνει τόσο περισσότερο εξατμίζεται από τα φύλλα.  
Γ. με τόσο νερό όσο εξατμίζεται από τα φύλλα.  
Δ. καθημερινά.
- 38 **Το νερό από τα φράγματα χρησιμοποιείται για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Θα υπάρχει πάντα νερό στα φράγματα αν**  
Α. βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.  
Β. η ποσότητα της βροχής να είναι μεγαλύτερη από την ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται στα χωράφια.  
Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.  
Δ. το κράτος αποφασίσει να λιγοστέψουν οι γεωργοί και τα χωράφια.
- 39 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**  
Α. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
Β. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτονόμισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.
- 40 **Η τιμή του ρεύματος που φτάνει στα σπίτια μας είναι πολύ ψηλή. Τι μπορεί να γίνει για να μην πληρώνουμε τόσα πολλά;**  
Α. Να σταματήσουμε να χρησιμοποιούμε τις ηλεκτρικές συσκευές.  
Β. Αν χρησιμοποιούμε λιγότερο τις ηλεκτρικές συσκευές θα πληρώνουμε λιγότερο.  
Γ. Οι ηλεκτρικές συσκευές αυξάνονται για να ζούμε καλύτερα, άρα θα συνεχίσουμε να τις χρησιμοποιούμε και θα πληρώνουμε περισσότερα.  
Δ. Η τιμή του ρεύματος αυξάνεται συνεχώς, άρα ό,τι κι αν κάνουμε τελικά θα πληρώνουμε ολοένα και περισσότερο.
- 41 **Δε θα πετάξω το παλιό μου τηλέφωνο. Θα το πάρω σε χώρους συλλογής ηλεκτρικών συσκευών. Υπάρχει πιθανότητα ο χαλκός που υπάρχει μέσα στο παλιό κινητό μου τηλέφωνο να βρεθεί στο τηλέφωνο που θα αγοράσω ύστερα από λίγα χρόνια;**  
Α. Όχι, ο χαλκός εκείνος θα παραμείνει στο παλιό μου τηλέφωνο που θα πάει τελικά στα σκουπίδια.  
Β. Όχι, σε κάθε κινητό μπαίνει καινούριος χαλκός. Δε γίνεται να αγοράσω καινούριο τηλέφωνο με παλιό χαλκό.  
Γ. Ναι. Μπορεί να αποσυναρμολογήσουν το τηλέφωνό μου και να ξαναχρησιμοποιήσουν το χαλκό σε καινούρια κινητά.  
Δ. Ναι, μόνο αν φτιάξω το παλιό μου κινητό και κρατήσω κάποια μέρη του όπως το χαλκό.
- 42 **Σε μια μεγάλη χώρα στην Ασία υπάρχει εξαιρετικά πολύς πληθυσμός. Αυτό σημαίνει ότι μελλοντικά:**  
Α. θα μειωθεί ο πληθυσμός γιατί μπορεί να πεθαίνουν περισσότεροι από όσους γεννιούνται.  
Β. θα μειωθεί ο πληθυσμός, γιατί πολλοί θα μεταναστεύσουν σε άλλες χώρες.  
Γ. θα αυξηθεί κι άλλο ο πληθυσμός.  
Δ. ο πληθυσμός θα μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.



## Παράρτημα 13

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Κυρίες/Κύριοι,

Το Δοκίμιο Συστημικής Σκέψης (ΔοΣΣ) περιλαμβάνει έργα πολλαπλής επιλογής και στοχεύει στη μέτρηση της συστημικής σκέψης παιδιών ηλικίας 10-14 χρόνων και βρίσκεται τώρα στο δεύτερο κύκλο ανάπτυξής του. Καλείστε να δώσετε ανατροφοδότηση τόσο για τα έργα όσο και για τις πτυχές στις οποίες στηρίζονται τα έργα.

Το e-mail αυτό σας δίνει **συγκεκριμένες οδηγίες** για το πώς να κάνετε την αξιολόγηση.

Επίσης, ένα **έγγραφο επισυνάπτεται** σ' αυτό το e-mail. Το έγγραφο περιλαμβάνει ένα πίνακα που παρουσιάζει τις 10 πτυχές της Συστημικής Σκέψης, τις 4 κατηγορίες στις οποίες ανήκουν, καθώς και παραδείγματα για όλες τις πτυχές. Παρακαλώ, **τυπώστε** το έγγραφο και μελετήστε τις πτυχές, εφόσον αργότερα θα σας ζητηθεί να αντιστοιχίσετε κάθε έργο με μια ή περισσότερες πτυχές.

Αφού λάβετε αυτό το e-mail, στη συνέχεια θα λάβετε ένα δεύτερο e-mail με ένα σύνδεσμο για να επιλέξετε. Η αξιολόγηση των έργων και των πτυχών θα γίνει **online**. Η αξιολόγηση περιλαμβάνει 44 σελίδες:

Σελίδα #1: προσωπικές πληροφορίες

Σελίδα #2: λίστα με πτυχές και παραδείγματα

Σελίδες #3 - #44: έργα ΔοΣΣ – ένα έργο σε κάθε σελίδα

Παρακαλώ ακολουθήστε τα πιο κάτω βήματα για να αξιολογήσετε τις πτυχές και τα έργα:

1. Συμπληρώστε τα προσωπικά σας στοιχεία στη σελίδα #1.
2. Στη σελίδα #2 υπάρχει ο πίνακας με τις πτυχές, τις κατηγορίες και τα παραδείγματα (ο ίδιος που σας στάληκε με το παρόν e-mail). Παρακαλώ, γράψτε οποιαδήποτε σχόλια ή εισηγήσεις για οποιοδήποτε στοιχείο του πίνακα.
3. Στις σελίδες #3-#44 καλείστε να κάνετε τα πιο κάτω:
  - i. Απαντήστε στα έργα, επιλέγοντας μια από τις τέσσερις επιλογές (Α, Β, Γ, Δ).
  - ii. Αντιστοιχίστε κάθε έργο με μια πτυχή (ή περισσότερες, αν το κρίνετε απαραίτητο).

- iii. Επιλέξτε «ΝΑΙ» ή «ΟΧΙ» στις δηλώσεις:
    - i. «Το έργο αντιστοιχεί σε μόνο ΜΙΑ πτυχή.» και
    - ii. «Το έργο έχει μόνο ΜΙΑ σωστή απάντηση.»
  - iv. Επιλέξτε μια από τις τέσσερις τιμές σε κλίμακα Likert (όπου 1= διαφωνώ απόλυτα, 2= διαφωνώ, 3=συμφωνώ, 4= συμφωνώ απόλυτα) στις δηλώσεις:
    - i. «Οι τέσσερις εναλλακτικές επιλογές είναι ξεκάθαρα διακριτές μεταξύ τους.»
    - ii. «Η διατύπωση του έργου είναι η κατάλληλη.»
  - v. Γράψτε οποιαδήποτε σχόλια ή εισηγήσεις θεωρείτε σημαντικές σχετικά με το κάθε έργο.
4. Στη σελίδα #44, πατήστε “submit” για να καταχωρίσετε την αξιολόγησή σας.

Ευχαριστώ εκ των προτέρων για τη συνεργασία.

Με εκτίμηση,

Κυριακή Κωνσταντινίδη

Διδακτορική φοιτήτρια στη Μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες

Ερευνητική Ομάδα μάθησης στις Φυσικές και Περιβαλλοντικές Επιστήμες

Πανεπιστήμιο Κύπρου

## Παράρτημα 14

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Dear Sirs and Madams,

The Systems Thinking Assessment (STA) includes multiple choice items and aims at measuring children's systems thinking (aged 10-14 years old); it is now on its second cycle of development. As an expert, you are kindly requested to evaluate not only the items but the systems thinking abilities on which the items are based as well.

The present e-mail gives you **specific directions** on how to do the evaluation.

A **document** is also **attached** to this e-mail. The document contains a table presenting the 10 Systems Thinking abilities, the four categories they are registered to, and the examples provided for each ability. Please, **print** the document and peruse the abilities, since you will be asked to assign each item to one or more abilities.

After you receive this e-mail, you will receive a second e-mail with a link to follow. The evaluation on both the abilities and the items will be done **online**. The evaluation consists of 44 pages:

Page #1: personal information

Page #2: list of abilities and corresponding examples

Pages #3-#44: 42 STA items – one item per page

Please follow the hereinafter steps in order to evaluate the abilities and the items:

1. Fill in your personal information in page #1.
2. In page #2 there is the table of the abilities, the categories and the examples (the same one that is attached to this email). Please, feel free to comment on any of the above (abilities, categories and provided examples).
3. On the next pages (#3-#44) you are asked to:
  - a. Answer the items by choosing one of the four alternative answers (A, B, C, D).
  - b. Assign each item to one ability (or more if necessary).
  - c. Select YES or NO to the statements
    - i. "The item corresponds to only ONE ability." and
    - ii. "The item has only ONE correct answer."

- d. Selecting one of the four values in a Likert scale (where 1=completely disagree, 2=disagree, 3=agree, 4=completely agree) to the statements
    - i. "Each alternative is well discriminated from the rest."
    - ii. "The item is expressed with the appropriate wording."
  - e. Write any comments or suggestions you consider important regarding this item.
4. On page #44, click on "submit" in order to submit your evaluation.

I would appreciate it if you could submit your evaluation by the end of the **first week of October**.

Thank you in advance for your collaboration.

Yours sincerely,

Kyriake Constantinide

PhD Student in Learning in Physics

Learning in Science Group

University of Cyprus

## Παράρτημα 15

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





	Κωδικός	Πτυχές Συστημικής Σκέψης	Παράδειγμα: Το Σύστημα Υδάτινων Πόρων της Κύπρου
1. Προσδιορισμός συστήματος	1.1.	Εντοπισμός των βασικότερων στοιχείων ενός συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού των βασικών στοιχείων του, όπως οι ακτές, τα ποτάμια, οι λίμνες, οι αλυκές, η βροχή, τα σύννεφα, το χιόνι, οι μονάδες αφαλάτωσης, τα υπόγεια ύδατα, οι μονάδες διαχείρισης λυμάτων.
	1.2.	Εντοπισμός των χρονικών ορίων ενός συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού των αλλαγών στο σύστημα υδάτινων πόρων της Κύπρου, όσον αφορά στα προηγούμενα και στα επόμενα χρόνια.
	1.3.	Ορισμός των συστημάτων με βάση τα αναδυόμενα φαινόμενα (emergent phenomena), δηλαδή το γεγονός ότι η συμπεριφορά ολόκληρου του συστήματος είναι κάτι περισσότερο από το άθροισμα των χαρακτηριστικών των στοιχείων του συστήματος.	Η ικανότητα αναγνώρισης των μετατροπών της ύλης ως αναδυόμενα φαινόμενα στο σύστημα υδάτινων πόρων της Κύπρου, που δεν μπορούν να εντοπιστούν ξεχωριστά στα μεμονωμένα στοιχεία.
2. Αλληλεπιδράσεις	2.1.	Εντοπισμός της επίδρασης μεμονωμένων στοιχείων του συστήματος στη συμπεριφορά ενός στοιχείου, μερικών στοιχείων ή ολόκληρου του συστήματος	Η ικανότητα εντοπισμού επιδράσεων όπως: οι επιδράσεις των ανθρώπινων δράσεων στα υπόγεια ύδατα μέσω της μόλυνσης από λιπάσματα και μικροβιοκτόνα, τις επιδράσεις της άμμου (sand rock) στο νερό (το διυλίζει), τις επιδράσεις του νερού στα βράχια (τα διαλύει), τις επιδράσεις της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα ροής νερού στους ποταμούς, την επίδραση της μειωμένης βροχόπτωσης στην ποσότητα νερού στους υδροφορείς, την επίδραση της κατασκευής φραγμάτων σε όλη την Κύπρο στην ποσότητα νερού στα φράγματα, την επίδραση της υπεράντλησης νερού στο σύνολο των υδάτινων αποθεμάτων στην Κύπρο.
	2.2.	Εντοπισμός της επίδρασης των ιδιοτήτων του συστήματος στη συμπεριφορά των στοιχείων του	Η ικανότητα εντοπισμού των επιδράσεων της μετατροπής της ύλης στην ποσότητα της βροχόπτωσης και της ποσότητας του νερού στα φράγματα.
	2.3.	Εντοπισμός των αλλαγών που πρέπει να προηγηθούν για να παρατηρηθούν συγκεκριμένες συμπεριφορές (δηλ. εντοπισμός αιτίας ή/και εισήγηση λύσεων σε προβλήματα)	Η ικανότητα εντοπισμού της υπεράντλησης των υπόγειων υδάτων ως αιτία μειωμένης ποσότητας αποθεμάτων και μειωμένης ποιότητας του νερού. Η ικανότητα εισήγησης λύσεων όπως η μείωση της υπερχρήσης του νερού, ώστε να διατηρηθεί η ποσότητα των υδάτινων αποθεμάτων.
3. Ροές	3.1.	Εντοπισμός σχέσεων μεταξύ γραμμικών εισροών και εκροών ύλης και ενεργειακών αλλαγών μέσα σε ένα σύστημα.	Η ικανότητα αναγνώρισης του γεγονότος ότι για να υπάρχουν αποθέματα νερού στα φράγματα πρέπει η ποσότητα του νερού που χρησιμοποιείται για σκοπούς άρδευσης να μην υπερβαίνει την ποσότητα εισροής νερού από τη βροχή και τα ποτάμια.
	3.2.	Εντοπισμός των κυκλικών ροών ύλης μέσα σε ένα σύστημα.	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι το νερό που βγαίνει από τη μανιέρα μας μπορεί να επιστρέψει στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό.
4. Ισορροπία	4.1.	Εντοπισμός των αμφίδρομων ενισχυτικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A → αύξηση B, αύξηση B → αύξηση A) (ενισχυτική αλληλεπίδραση-reinforcing loop)	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι η υπεράντληση των υπόγειων υδάτων οδηγεί σε μειωμένες ποσότητες στα υπόγεια αποθέματα, που με τη σειρά τους επηρεάζουν τη διαθεσιμότητα του τρεχούμενου νερού αυξάνοντας έτσι την ανάγκη για υπεράντληση των υπόγειων υδάτων.
	4.2.	Εντοπισμός των αμφίδρομων εξισορροπητικών αλληλεπιδράσεων (αύξηση A → αύξηση B, αύξηση B → μείωση A) (εξισορροπητική αλληλεπίδραση-balancing loop)	Η αναγνώριση του γεγονότος ότι σε μια περίοδο με πολλή βροχόπτωση, ένα φράγμα με αρχικά μικρή ποσότητα νερού θα γεμίσει. Όσο περισσότερη ποσότητα νερού μπει στους υδροφορείς, τόσο πιο πιθανό είναι οι αγρότες να κερδίσουν περισσότερα δικαιώματα ύδρευσης των χωραφιών τους. Έτσι η ποσότητα του νερού στο φράγμα θα μειωθεί πάλι.



## Παράρτημα 16

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Cat.	Code	Abilities	Examples from the Cyprus Aquatic Resources System
1. System Definition	1.1.	Identify the basic elements of a system.	The ability to identify components of Cyprus aquatic system such as coastal water, rivers, lakes, salt marsh, rain, clouds, snow, desalination units, underground water, wastewater treatment plants.
	1.2.	Identify time limits	The ability of thinking of changes in Cyprus aquatic resources in terms of years past and years to come.
	1.3.	Define and identify systems as in regard to their emergent phenomena.	Recognize that transformations of matter are emergent phenomena in an Aquatic Resources system, which are not identified solely in any of the separate parts.
2. System interactions	2.1.	Recognize the effect of the parts' behavior on the behavior of other parts	Identify effects such as: the effects of human influences on groundwater through pollution by fertilizers and pesticides, the effects of sand rock over water (it leaches it), the effects of water on rock (it dissolves it), the effects of reduced rainfall over runoff in rivers, the effect of reduced rainfall over aquifers enrichment, the effect of dam construction all over Cyprus over aquifers enrichment, the effect of water overpumping over the total amount of Cyprus water resources.
	2.2.	Recognize the effect of the system's behavior on the behavior of its parts	Identify the effects of matter transformation over the amount of rainfall and the amount of water in aquifers.
	2.3.	Suggest changes to generate specific behaviors (recognize cause and/or solutions)	Identify overpumping of groundwater resources as a <i>cause</i> of reduced water amounts and reduced water quality. Suggest <i>solutions</i> such as reduction of water overuse in order to maintain the amount of Cyprus water resources
3. System flows	3.1.	Recognize relations between linear inflows and outflows of matter or energy changes within a system	Recognize that in order to always have water reserves in dams, the quantity of water used for irrigation purposes should be less than the amount of incoming water through rain or rivers.
	3.2.	Recognize circular flows of matter within a system	Recognize that the water that exits our bathtub may return in our house as drinkable water.
4. System balance	4.1.	Recognize reinforcing loops (increase A → increase B, increase B → increase A)	Recognize that overpumping of groundwater leads to reduced amounts in underground resources which in turn influences the availability of running water and hence increases the need for overpumping groundwater.
	4.2.	Recognize balancing loops (increase A → increase B, increase B → decrease A)	Recognize that during a period with a lot of precipitation, a dam with initially little amount of water will fill. The more water enters the aquifers, the more likely it is for farmers to gain more watering rights for their fields. Therefore the amount of water in the dam will reduce once again.



## Παράρτημα 17

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ







Απάντησε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις!  
Για κάθε ερώτηση, κύκλωσε ΜΙΑ από τις τέσσερις επιλογές που σου δίνονται!

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**  
Α. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
Β. Σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, τιμόνι  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί
- 2 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;**  
Α. Τέσσερις τροχούς.  
Β. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς, καλώδια και μπαταρίες.
- 3 Η αλυκή είναι λίμνη που έχει νερό μόνο κάποιους μήνες το χρόνο. Τους ζεστούς μήνες το νερό εξατμίζεται και αφήνει αλάτι. Έτσι, οι οργανισμοί που ζουν μόνιμα στην περιοχή είναι ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ να μπορούν να επιβιώνουν**  
Α. σε μήνες υψηλής βροχόπτωσης.  
Β. για μερικούς μήνες κάθε χρόνο σε αλάτι.  
Γ. για αρκετές εβδομάδες κάτω από το νερό.  
Δ. για μερικές εβδομάδες σε αλάτι.
- 4 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να είναι βέβαιος ο μηχανικός πόσο γρήγορα θα μπορούσε να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**  
Α. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.  
Β. να ελέγξει τη μηχανή του.  
Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.  
Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

- 5 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**  
Α. δεν επηρεάστηκαν οι οδηγοί των φορτηγών, διότι ήταν δική τους απόφαση.  
Β. επηρεάστηκαν οι εργάτες του λιμανιού, οι οποίοι δεν μπορούσαν να ξεφορτώσουν εμπορεύματα από τα πλοία.  
Γ. δεν επηρεάστηκαν οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι, διότι έχουν αρκετά προϊόντα στις αποθήκες τους.  
Δ. επηρεάστηκαν οι υπεραγορές, οι οποίες δεν είχαν αρκετά προϊόντα να πουλήσουν.



- 6 **Λίγο έξω από ένα χωριό υπάρχει ένα ποτάμι του οποίου η ροή έχει μειωθεί σημαντικά από τον περασμένο μήνα. Αυτό σημαίνει ότι**  
Α. ο πληθυσμός των ζώων της γύρω περιοχής αποκλείεται να αλλάξει.  
Β. οι κάτοικοι της περιοχής μπορεί να δυσκολεύονται με τις καλλιέργειές τους.  
Γ. όλοι οι οργανισμοί που ζουν στο νερό θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές.  
Δ. τα φυτά στις όχθες του ποταμού θα ξηρανθούν.
- 7 **Τελευταία παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου να μετακομίζουν στις πόλεις, με αποτέλεσμα τα χωριά να ερημώνονται. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό πιο αποτελεσματικά;**  
Α. Να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας στα χωριά της υπαίθρου.  
Β. Να γίνουν πιο όμορφα τα χωριά της υπαίθρου.  
Γ. Να δίνονται χρήματα από το κράτος για να φτιάχνονται τα παλιά σπίτια των χωριών της υπαίθρου.  
Δ. Να δοθούν άδειες για περισσότερα εστιατόρια και καφετέριες στα χωριά της υπαίθρου.
- 8 **Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα **ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ****  
Α. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.  
Β. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.  
Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.  
Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.
- 9 **Τα κόπρανα των ζώων είναι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός, γι' αυτό και τις αποβάλλει. Είναι όμως χρήσιμα ως λίπασμα για τα φυτά. Μπορεί ουσίες που αποβάλλονται με τα κόπρανα ενός αλόγου να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;**  
Α. Ναι, μόνο αν το άλογο τρώει στον ίδιο χώρο που είναι και τα κόπρανά του.  
Β. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την τροφή του.  
Γ. Όχι, τα κόπρανα είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του.  
Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.

10 Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;

- A. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειωθούν οι γεννήσεις.
- B. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα επόμενα χρόνια θα πεθάνουν περισσότεροι.
- Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.
- Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.

11 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν φίδια που τρέφονται με σκίουρους, οι οποίοι τρέφονται με μυρμήγκια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς.

**Αν ο παίχτης μειώσει τον αριθμό των φιδιών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;**

- A. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, χωρίς να επηρεαστούν οι σκίουροι και τα μυρμήγκια.
- B. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, αφού αυξηθούν οι σκίουροι και μειωθούν τα μυρμήγκια.
- Γ. Τα φίδια θα αυξηθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι σκίουροι που είναι η τροφή τους.
- Δ. Τα φίδια θα συνεχίσουν να μειώνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.



12 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μια επικίνδυνη μορφή μεταδοτικής γρίπης. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιοι άλλοι μπορεί να αρρώστησαν με την ίδια γρίπη. Γι' αυτό θα εξετάσουν:

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

13 Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής ΔΕΝ είναι απαραίτητα να αντέχουν:

- A. αρκετά χρόνια χωρίς νερό.
- B. αρκετούς μήνες χωρίς νερό.
- Γ. αρκετές μέρες σε ορμητικά νερά.
- Δ. αρκετούς μήνες σε ορμητικά νερά.

14 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

- A. οι δείκτες του κινούνται.
- B. έχει γεμάτες μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.



15 **Τρία αυγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αυγά;**

- A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν τα αυγά.
- B. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αυγά.
- Γ. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αυγά.
- Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αυγά.



16 **Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.**

**Η λειτουργία του εργοστασίου λιγότερες ώρες**

- A. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.
- B. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.
- Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.
- Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.

17 **Σε μια βιομηχανική μεγαλούπολη είναι έντονη η ρύπανση της ατμόσφαιρας με επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών. Ο καλύτερος τρόπος για να λυθεί το πρόβλημα είναι να:**

- A. μετακομίσουν αρκετοί κάτοικοι σε χωριά.
- B. μειωθεί η παραγωγή καυσαερίων από τα εργοστάσια.
- Γ. μειωθεί το καφάλισμα των χόρτων.
- Δ. αυξηθούν οι τιμές στα καύσιμα.

18 **Το νερό ενός φράγματος χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχει πάντα νερό στο φράγμα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**

- A. να βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.
- B. το νερό που μπαίνει στο φράγμα να είναι περισσότερο από αυτό που χρησιμοποιείται.
- Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
- Δ. να μειωθούν οι καλλιέργειες στην περιοχή.

19 **Υπάρχει περίπτωση το χαρτί των σελίδων ενός τετραδίου να είναι το ίδιο με το χαρτί που χρησιμοποιήσα πέρσι για να γράψω μια σημείωση και στη συνέχεια πέταξα;**

- A. Όχι, δε γίνεται να φτιάξει κάποιος καινούριο τετράδιο με παλιό χαρτί.
- B. Όχι, αφού ήταν χρησιμοποιημένο το χαρτί, θα πήγε στα σκουπίδια.
- Γ. Ναι, αν το χαρτί ανακυκλώθηκε και με αυτό και με άλλα φτιάχτηκε το τετράδιο.
- Δ. Ναι, μόνο αν τη φύλαξα κι έφτιαξα ένα τετράδιο με αυτή και με άλλες κόλλες.

- 20 Μια εταιρεία παπουτσιών κατάφερε φέτος να αυξήσει τους πελάτες της. Από τα έσοδα της φετινής χρονιάς αποφάσισε να αυξήσει την ποικιλία των προϊόντων της. Τι είναι πιο πιθανόν να συμβεί στο σύνολο των πελατών της του χρόνου;
- A. Θα μείνει το ίδιο, αφού η εταιρεία είναι επιτυχημένη και θα κρατήσει τους πελάτες της.
  - B. Θα αυξηθεί, αφού η μεγαλύτερη ποικιλία θα ικανοποιεί περισσότερους πελάτες.
  - Γ. Θα μειωθεί, διότι η εταιρεία θα έχει και προϊόντα που δε θα αρέσουν στους πελάτες.
  - Δ. Θα μειωθεί, διότι οι πελάτες θα προτιμούν άλλες, καινούριες εταιρείες.

- 21 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν αλεπούδες που τρέφονται με λαγούς, οι οποίοι τρέφονται με μαρούλια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς.



**Αν ο παίχτης αποφασίσει να αυξήσει τον αριθμό των λαγών, πώς θα εξελιχτεί το παιχνίδι;**

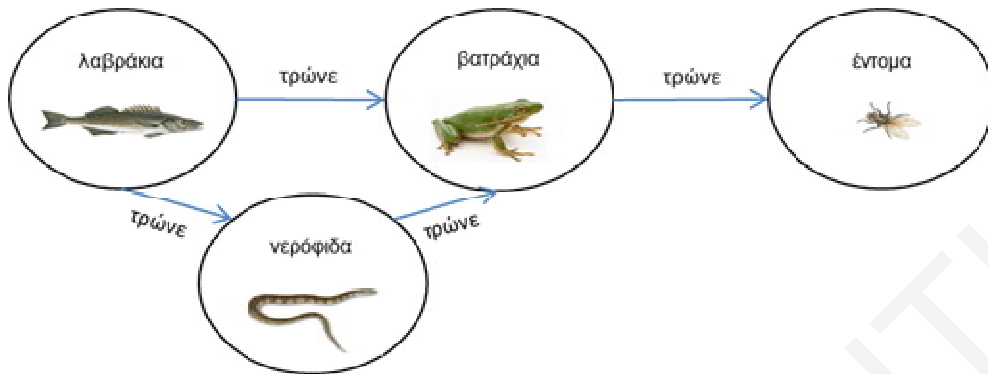
- A. Οι λαγοί θα συνεχίσουν να αυξάνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.
  - B. Οι λαγοί θα μειωθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι αλεπούδες που τους τρώνε.
  - Γ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός, αφού αυξηθούν οι αλεπούδες και μειωθούν τα μαρούλια.
  - Δ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός χωρίς να επηρεαστούν οι αλεπούδες και τα μαρούλια.
- 22 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται
- A. μέσα στο νερό.
  - B. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, στον αέρα και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
  - Γ. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
  - Δ. μέσα στο νερό και στην επιφάνειά του.



- 23 Μια οικογένεια φεύγει αύριο για διακοπές στην Αυστρία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει για τον καιρό στην Αυστρία για ...
- A. αύριο και μεθαύριο.
  - B. αύριο και την ημέρα επιστροφής τους.
  - Γ. τις επόμενες δεκαπέντε μέρες.
  - Δ. τις επόμενες εφτά μέρες.

- 24 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε **ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**
- A. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.
  - B. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.
  - Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.
  - Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.

- 25 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρέφονται εξίσου με βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;

- A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.  
B. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερο.  
Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.  
Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελέσουν τους άλλους οργανισμούς.
- 26 Μια ομάδα ποδοσφαίρου βρίσκεται ανάμεσα στις καλύτερες της χώρας στο φετινό πρωτάθλημα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι **ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ**;
- A. Ο προπονητής μπορεί να πάρει υψηλότερο μισθό του χρόνου.  
B. Οι ποδοσφαιριστές προπονούνται λιγότερες ώρες, αφού είναι πολύ καλοί.  
Γ. Η ομάδα μπορεί να αποκτήσει περισσότερους οπαδούς.  
Δ. Οι ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν προτάσεις για να παίξουν σε άλλες ομάδες.
- 27 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη καθυστέρηση. Με ποιο τρόπο μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα;
- A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα λεωφορεία με περισσότερα και συχνότερα δρομολόγια.  
B. Να αυξηθεί το όριο ταχύτητας.  
Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.  
Δ. Δεν είναι εφικτό να λυθεί το πρόβλημα.
- 28 Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι
- A. δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.  
B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.  
Γ. οι ξυλοκόποι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.  
Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.

29 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**

- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτονόμισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

30 **Μια χώρα αρχίζει να εξοπλίζει το στρατό της με μεγάλα όπλα. Το μαθαίνει μια εχθρική χώρα, η οποία εξοπλίζει επίσης το στρατό της με μεγάλα όπλα. Τι είναι πιθανό να συμβεί στο σύντομο μέλλον;**

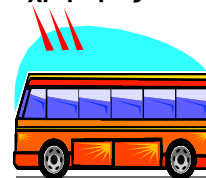
- A. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και θα ακολουθήσει κι η δεύτερη.
- B. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και η δεύτερη θα το αγνοήσει.
- Γ. Η πρώτη χώρα δε θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, ενώ η δεύτερη θα συνεχίζει να εξοπλίζεται.
- Δ. Ούτε η πρώτη χώρα ούτε η δεύτερη θα συνεχίσει να εξοπλίζεται με περισσότερα όπλα.

31 **Σε μια υπεραγορά αποφάσισαν να αυξάνουν την τιμή του καφέ κάθε βδομάδα, ώστε να γίνεται όλο και πιο ακριβός. Τι είναι πιο πιθανό να κάνουν οι περισσότεροι πελάτες σε μερικές βδομάδες;**

- A. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.
- B. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, διότι είναι απίθανο να προσέξουν τις αυξήσεις στην τιμή.
- Γ. Θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι).
- Δ. Θα σταματήσουν να αγοράζουν τον καφέ από εκεί και η υπεραγορά θα ξαναμειώσει την τιμή, αν θέλει να πωλεί καφέ.

32 **Ένας οδηγός λεωφορείου (που είναι ξένος και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους) θα πάρει τους μαθητές κάποιου σχολείου της Λάρνακας σε ένα πάρκο στην Αγγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζετε ότι θα ήταν χρήσιμος στον οδηγό, ώστε να μεταφέρει τα παιδιά στο πάρκο;**

- A. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.
- B. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.
- Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγγλαντζιάς.
- Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.





- 33 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να μεγαλώσουν εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή.


Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

**Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
 B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες. Μπορείς απλώς να εξετάσεις αν στη γύρω περιοχή υπάρχουν άλλα περιβόλια με λεμονιές.
- 34 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**  
 A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
 B. κρατά συνεχώς σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
 Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
 Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.
- 
- 35 **Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε μόνο ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε μόνο σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;**  
 A. Θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.  
 B. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.  
 Γ. Θα μειωθούν, αλλά δε θα αφανιστούν, γιατί θα συνεχίσουν να γεννούν.  
 Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.
- 36 **Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο διανύοντας μια μεγάλη απόσταση. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;**  
 A. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.  
 B. Οι τροχοί μπορεί να φθαρούν.  
 Γ. Η μηχανή θα είναι πιο ζεστή στο τέλος της διαδρομής.  
 Δ. Τα καυσάερα που εκπέμπει σταδιακά μειώνονται.
- 37 **Στις μέρες μας παράγουμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τι μπορεί να γίνει για να μειώσουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα σκουπίδια;**  
 A. Να έχουμε περισσότερους σκουπιδοτόπους, ώστε να μειώνονται τα σκουπίδια κάθε σκουπιδοτόπου.  
 B. Να βρίσκουμε άλλες χρήσεις για τα αντικείμενα που θα πετάγαμε στα σκουπίδια.  
 Γ. Να καίμε ή να θάβουμε στο χώμα τα σκουπίδια που πάνε στους σκουπιδοτόπους.  
 Δ. Να απομακρυνθούν οι σκουπιδοτόποι από τις πόλεις.

- 38 Ένα μηχάνημα καταγράφει τον αριθμό των αυτοκινήτων που βρίσκονται σε ένα κλειστό χώρο στάθμευσης. Για να μειωθεί ο αριθμός αυτός ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ
- A. να μπουν λιγότερα αυτοκίνητα από όσα βγήκαν.
  - B. να μπουν λίγα αυτοκίνητα.
  - Γ. να μην μπει κανένα νέο αυτοκίνητο.
  - Δ. να βγουν πολλά αυτοκίνητα.
- 39 Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους ή στη θάλασσα.
  - B. Όχι, είναι βρώμικο νερό που έστω κι αν καθαριστεί δε θα είναι κατάλληλο για να το πιούμε.
  - Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.
  - Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας για να το πιούμε.
- 40 Ένα 12χρονο παιδί κατέθεσε 1000 Ευρώ σε λογαριασμό αποταμίευσης. Από τότε δεν πρόσθεσε άλλα χρήματα. Στο τέλος κάθε χρόνου υπολογίζεται ένα ποσό ως τόκος, το οποίο προστίθεται στο υπόλοιπο του λογαριασμού του. Ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρονιά. Το παιδί δικαιούται να κάνει ανάληψη τα χρήματά του, όταν γίνει 18 χρόνων. Από χρόνο σε χρόνο, ο τόκος που κατατίθεται στον λογαριασμό του,
- A. Παραμένει σταθερός αφού δεν προσθέτει άλλα χρήματα.
  - B. Αυξάνεται διότι το υπόλοιπο του λογαριασμού αυξάνεται.
  - Γ. Μειώνεται διότι πλησιάζει η ημερομηνία στην οποία θα μπορεί να κάνει ανάληψη.
  - Δ. Παραμένει σταθερός εφόσον ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.
- 41 Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης ανακοινώνει προσφορές, πουλώντας όλα τα ρούχα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.
  - Δ. Οι τιμές θα ανέβουν λίγο, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.



## Παράρτημα 18

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Αύξων αριθμός

Βαθμός στα Μαθηματικά

Βαθμός στα Φυσιογνωστικά



Απάντησε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις!  
Για κάθε ερώτηση, κύκλωσε ΜΙΑ από τις τέσσερις επιλογές που σου δίνονται!

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**  
Α. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
Β. Σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, τιμόνι  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί
- 2 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;**  
Α. Τέσσερις τροχούς.  
Β. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς, καλώδια και μπαταρίες.
- 3 Η αλυκή είναι λίμνη που έχει νερό μόνο κάποιους μήνες το χρόνο. Τους ζεστούς μήνες το νερό εξατμίζεται και αφήνει αλάτι. Έτσι, οι οργανισμοί που ζουν μόνιμα στην περιοχή είναι ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ να μπορούν να επιβιώσουν**  
Α. σε μήνες υψηλής βροχόπτωσης.  
Β. για μερικούς μήνες κάθε χρόνο σε αλάτι.  
Γ. για αρκετές εβδομάδες κάτω από το νερό.  
Δ. για μερικές εβδομάδες σε αλάτι.
- 4 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να είναι βέβαιος ο μηχανικός πόσο γρήγορα θα μπορούσε να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**  
Α. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.  
Β. να ελέγξει τη μηχανή του.  
Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.  
Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

- 5 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**
- A. δεν επηρεάστηκαν οι οδηγοί των φορτηγών, διότι ήταν δική τους απόφαση.
  - B. επηρεάστηκαν οι εργάτες του λιμανιού, οι οποίοι δεν μπορούσαν να ξεφορτώσουν εμπορεύματα από τα πλοία.
  - Γ. δεν επηρεάστηκαν οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι, διότι έχουν αρκετά προϊόντα στις αποθήκες τους.
  - Δ. επηρεάστηκαν οι υπεραγορές, οι οποίες δεν είχαν αρκετά προϊόντα να πουλήσουν.



- 6 **Λίγο έξω από ένα χωριό υπάρχει ένα ποτάμι του οποίου η ροή έχει μειωθεί σημαντικά από τον περασμένο μήνα. Αυτό σημαίνει ότι**
- A. ο πληθυσμός των ζώων της γύρω περιοχής αποκλείεται να αλλάξει.
  - B. οι κάτοικοι της περιοχής μπορεί να δυσκολεύονται με τις καλλιέργειές τους.
  - Γ. όλοι οι οργανισμοί που ζουν στο νερό θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές.
  - Δ. τα φυτά στις όχθες του ποταμού θα ξηρανθούν.
- 7 **Τελευταία παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου να μετακομίζουν στις πόλεις, με αποτέλεσμα τα χωριά να ερημώνονται. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό πιο αποτελεσματικά;**
- A. Να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας στα χωριά της υπαίθρου.
  - B. Να γίνουν πιο όμορφα τα χωριά της υπαίθρου.
  - Γ. Να δίνονται χρήματα από το κράτος για να φτιάχνονται τα παλιά σπίτια των χωριών της υπαίθρου.
  - Δ. Να δοθούν άδειες για περισσότερα εστιατόρια και καφετέριες στα χωριά της υπαίθρου.
- 8 **Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα **ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ****
- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοιχτή η τρύπα της αποχέτευσης.
  - B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.
  - Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.
  - Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.
- 9 **Τα κόπρανα των ζώων είναι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός, γι' αυτό και τις αποβάλλει. Είναι όμως χρήσιμα ως λίπασμα για τα φυτά. Μπορεί ουσίες που αποβάλλονται με τα κόπρανα ενός αλόγου να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;**
- A. Ναι, μόνο αν το άλογο τρώει στον ίδιο χώρο που είναι και τα κόπρανά του.
  - B. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την τροφή του.
  - Γ. Όχι, τα κόπρανα είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του.
  - Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.

10 Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;

- A. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειωθούν οι γεννήσεις.
- B. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα επόμενα χρόνια θα πεθάνουν περισσότεροι.
- Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.
- Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.

11 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν φίδια που τρέφονται με σκίουρους, οι οποίοι τρέφονται με μυρμηγκία. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



Αν ο παίχτης μειώσει τον αριθμό των φιδιών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;

- A. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, χωρίς να επηρεαστούν οι σκίουροι και τα μυρμηγκία.
- B. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, οι σκίουροι θα αυξηθούν και τα μυρμηγκία θα μειωθούν.
- Γ. Τα φίδια θα αυξηθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι σκίουροι που είναι η τροφή τους.
- Δ. Τα φίδια θα συνεχίσουν να μειώνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.

12 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μια επικίνδυνη μορφή μεταδοτικής γρίπης. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιο άλλο μπορεί να αρρώστησαν με την ίδια γρίπη. Γι' αυτό θα εξετάσουν:

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

13 Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής ΔΕΝ είναι απαραίτητο να αντέχουν:

- A. αρκετά χρόνια χωρίς νερό.
- B. αρκετούς μήνες χωρίς νερό.
- Γ. αρκετές μέρες σε ορμητικά νερά.
- Δ. αρκετούς μήνες σε ορμητικά νερά.

14 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

- A. οι δείκτες του κινούνται.
- B. έχει γεμάτες μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.





15 **Τρία αβγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αβγά;**

- A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν τα αβγά.
- B. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αβγά.
- Γ. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αβγά.
- Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αβγά.



16 **Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.**

**Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί λιγότερες ώρες**

- A. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.
- B. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.
- Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.
- Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.

17 **Σε μια βιομηχανική μεγαλούπολη είναι έντονη η ρύπανση της ατμόσφαιρας με επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών. Ο καλύτερος τρόπος για να λυθεί το πρόβλημα είναι να:**

- A. μετακομίσουν αρκετοί κάτοικοι σε χωριά.
- B. μειωθεί η παραγωγή καυσαερίων από τα εργοστάσια.
- Γ. μειωθεί το καψάλισμα των χόρτων.
- Δ. αυξηθούν οι τιμές στα καύσιμα.

18 **Το νερό ενός φράγματος χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχει πάντα νερό στο φράγμα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**

- A. να βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.
- B. το νερό που μπαίνει στο φράγμα να είναι περισσότερο από αυτό που χρησιμοποιείται.
- Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
- Δ. να μειωθούν οι καλλιέργειες στην περιοχή.

19 **Υπάρχει περίπτωση το χαρτί των σελίδων ενός τετραδίου να είναι το ίδιο με το χαρτί που χρησιμοποιήσα πέρσι για να γράψω μια σημείωση και στη συνέχεια πέταξα;**

- A. Όχι, δε γίνεται να φτιάξει κάποιος καινούριο τετράδιο με παλιό χαρτί.
- B. Όχι, αφού ήταν χρησιμοποιημένο το χαρτί, θα πήγε στα σκουπίδια.
- Γ. Ναι, αν το χαρτί ανακυκλώθηκε και με αυτό και με άλλα φτιάχτηκε το τετράδιο.
- Δ. Ναι, μόνο αν τη φύλαξα κι έφτιαξα ένα τετράδιο με αυτή και με άλλες κόλλες.

- 20 Μια εταιρεία παπουτσιών κατάφερε φέτος να αυξήσει τους πελάτες της. Από τα έσοδα της φετινής χρονιάς αποφάσισε να αυξήσει την ποικιλία των προϊόντων της. Τι είναι πιο πιθανόν να συμβεί στον αριθμό των πελατών της του χρόνου;
- A. Θα μείνει το ίδιο, αφού η εταιρεία είναι επιτυχημένη και θα κρατήσει τους πελάτες της.
  - B. Θα αυξηθεί, αφού η μεγαλύτερη ποικιλία θα ικανοποιεί περισσότερους πελάτες.
  - Γ. Θα μειωθεί, διότι η εταιρεία θα έχει και προϊόντα που δε θα αρέσουν στους πελάτες.
  - Δ. Θα μειωθεί, διότι οι πελάτες θα προτιμούν άλλες, καινούριες εταιρείες.

- 21 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν αλεπούδες που τρέφονται με λαγούς, οι οποίοι τρέφονται με μαρούλια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



Αν ο παίχτης αποφασίσει να αυξήσει τον αριθμό των λαγών, πώς θα εξελιχτεί το παιχνίδι;

- A. Οι λαγοί θα συνεχίσουν να αυξάνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.
- B. Οι λαγοί θα μειωθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι αλεπούδες που τους τρώνε.
- Γ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός, οι αλεπούδες θα αυξηθούν και τα μαρούλια θα μειωθούν.
- Δ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός χωρίς να επηρεαστούν οι αλεπούδες και τα μαρούλια.

- 22 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται

- A. μέσα στο νερό.
- B. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, στον αέρα και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
- Γ. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
- Δ. μέσα στο νερό και στην επιφάνειά του.



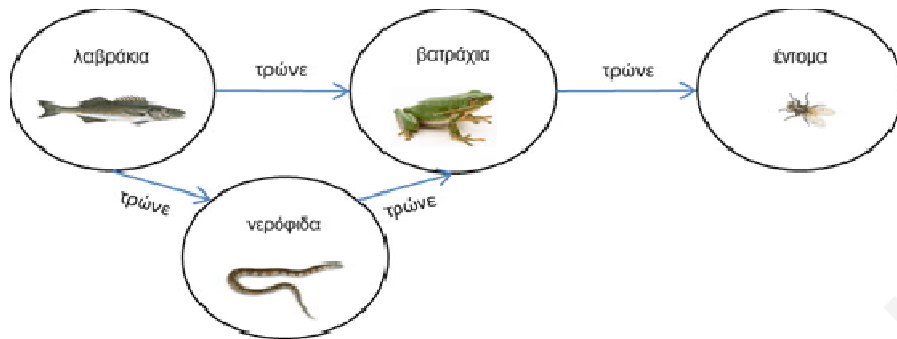
- 23 Μια οικογένεια φεύγει αύριο για διακοπές στην Αυστρία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει τον καιρό στην Αυστρία για ...

- A. αύριο και μεθαύριο.
- B. αύριο και την ημέρα επιστροφής τους.
- Γ. τις επόμενες δεκαπέντε μέρες.
- Δ. τις επόμενες εφτά μέρες.

- 24 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ

- A. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.
- B. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.
- Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.
- Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.

- 25 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρέφονται εξίσου με βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;

- A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.  
B. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερο.  
Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.  
Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελήσουν τους άλλους οργανισμούς.
- 26 Μια ομάδα ποδοσφαίρου βρίσκεται ανάμεσα στις καλύτερες της χώρας στο φετινό πρωτάθλημα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι **ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ**;
- A. Ο προπονητής μπορεί να πάρει υψηλότερο μισθό του χρόνου.  
B. Οι ποδοσφαιριστές προπονούνται λιγότερες ώρες, αφού είναι πολύ καλοί.  
Γ. Η ομάδα μπορεί να αποκτήσει περισσότερους οπαδούς.  
Δ. Οι ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν προτάσεις για να παίξουν σε άλλες ομάδες.
- 27 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη καθυστέρηση. Με ποιο τρόπο μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα;
- A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα λεωφορεία με περισσότερα και συχνότερα δρομολόγια.  
B. Να αυξηθεί το όριο ταχύτητας.  
Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.  
Δ. Δεν είναι εφικτό να λυθεί το πρόβλημα.
- 28 Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι
- A. δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.  
B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.  
Γ. οι ξυλοκόποι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.  
Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.

- 29 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**
- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
B. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτονόμισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.
- 30 **Μια χώρα αρχίζει να εξοπλίζει το στρατό της με μεγάλα όπλα. Το μαθαίνει μια εχθρική χώρα, η οποία εξοπλίζει επίσης το στρατό της με μεγάλα όπλα. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στο σύντομο μέλλον;**
- A. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και θα ακολουθήσει κι η δεύτερη.  
B. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και η δεύτερη θα το αγνοήσει.  
Γ. Η πρώτη χώρα δε θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, ενώ η δεύτερη θα συνεχίζει να εξοπλίζεται.  
Δ. Ούτε η πρώτη χώρα ούτε η δεύτερη θα συνεχίσει να εξοπλίζεται με περισσότερα όπλα.
- 31 **Σε μια υπεραγορά αποφάσισαν να αυξάνουν την τιμή του καφέ κάθε βδομάδα, ώστε να γίνεται όλο και πιο ακριβός. Τι είναι πιο πιθανό να κάνουν οι περισσότεροι πελάτες σε μερικές βδομάδες;**
- A. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
B. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, διότι είναι απίθανο να προσέξουν τις αυξήσεις στην τιμή.  
Γ. Θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι).  
Δ. Θα σταματήσουν να αγοράζουν τον καφέ από εκεί και η υπεραγορά θα ξαναμειώσει την τιμή, αν θέλει να πωλεί καφέ.
- 32 **Ένας τουρίστας έφτασε στο αεροδρόμιο της Λάρνακας και εκεί ενοικίασε αυτοκίνητο, αν και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους. Θα συναντήσει ένα φίλο του σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζεις ότι θα ήταν χρήσιμος στον τουρίστα;**
- A. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.  
B. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.  
Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.  
Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.

- 33 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να μεγαλώσουν εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή.

Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

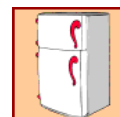
Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

**Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;**

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.  
 B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες. Μπορείς απλώς να εξετάσεις αν στη γύρω περιοχή υπάρχουν άλλα περιβόλια με λεμονιές.

- 34 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**

- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
 B. κρατά συνεχώς σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
 Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
 Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



- 35 **Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε μόνο ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε μόνο σιτάρι.**

**Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;**

- A. Θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.  
 B. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.  
 Γ. Θα μειωθούν, αλλά δε θα αφανιστούν, γιατί θα συνεχίσουν να γεννούν.  
 Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.

- 36 **Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο διανύοντας μια μεγάλη απόσταση. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;**

- A. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.  
 B. Οι τροχοί μπορεί να φθαρούν.  
 Γ. Η μηχανή θα είναι πιο ζεστή στο τέλος της διαδρομής.  
 Δ. Τα καυσαέρια που εκπέμπει σταδιακά μειώνονται.

- 37 **Στις μέρες μας παράγουμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τι μπορεί να γίνει για να μειώσουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα σκουπίδια;**

- A. Να έχουμε περισσότερους σκουπιδότοπους, ώστε να μειώνονται τα σκουπίδια κάθε σκουπιδότοπου.  
 B. Να βρούμε άλλες χρήσεις για τα αντικείμενα που θα πετάγαμε στα σκουπίδια.  
 Γ. Να καίμε ή να θάβουμε στο χώμα τα σκουπίδια που πάνε στους σκουπιδότοπους.  
 Δ. Να απομακρυνθούν οι σκουπιδότοποι από τις πόλεις.

- 38 Ένα μηχάνημα καταγράφει τον αριθμό των αυτοκινήτων που βρίσκονται σε ένα κλειστό χώρο στάθμευσης. Για να μειωθεί ο αριθμός αυτός μέχρι αύριο ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ
- A. να μπουν λιγότερα αυτοκίνητα από όσα βγήκαν.
  - B. να μπουν λίγα αυτοκίνητα.
  - Γ. να μην μπει κανένα νέο αυτοκίνητο.
  - Δ. να βγουν πολλά αυτοκίνητα.
- 39 Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους ή στη θάλασσα.
  - B. Όχι, είναι βρώμικο νερό και ποτέ δε θα είναι κατάλληλο για να το πιούμε.
  - Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.
  - Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας για να το πιούμε.
- 40 Ένα 12χρονο παιδί κατέθεσε 1000 Ευρώ σε λογαριασμό αποταμίευσης. Από τότε δεν πρόσθεσε άλλα χρήματα. Στο τέλος κάθε χρόνου υπολογίζεται ένα ποσό ως τόκος, το οποίο προστίθεται στο υπόλοιπο του λογαριασμού του. Ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρονιά. Το παιδί δικαιούται να κάνει ανάληψη τα χρήματά του, όταν γίνει 18 χρόνων.
- Από χρόνο σε χρόνο, ο τόκος που κατατίθεται στον λογαριασμό του,**
- A. Παραμένει σταθερός αφού δεν προσθέτει άλλα χρήματα.
  - B. Αυξάνεται διότι το υπόλοιπο του λογαριασμού αυξάνεται.
  - Γ. Μειώνεται διότι πλησιάζει η ημερομηνία στην οποία θα μπορεί να κάνει ανάληψη.
  - Δ. Παραμένει σταθερός εφόσον ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.
- 41 Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης ανακοινώνει προσφορές, πουλώντας όλα τα ρούχα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.
  - Δ. Οι τιμές θα ανέβουν λίγο, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.



## Παράρτημα 19

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





Αύξων αριθμός



Απάντησε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις!  
Για κάθε ερώτηση, κύκλωσε ΜΙΑ από τις τέσσερις επιλογές που σου δίνονται!

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**  
Α. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι  
Β. Σκελετός, δύο τροχοί, πετάλια, τιμόνι  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί
- 2 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;**  
Α. Τέσσερις τροχούς.  
Β. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς, καλώδια και μπαταρίες.
- 3 Η αλυκή είναι λίμνη που έχει νερό μόνο κάποιους μήνες το χρόνο. Τους ζεστούς μήνες το νερό εξατμίζεται και αφήνει αλάτι. Έτσι, οι οργανισμοί που ζουν μόνιμα στην περιοχή είναι ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ να μπορούν να επιβιώσουν**  
Α. σε μήνες υψηλής βροχόπτωσης.  
Β. για μερικούς μήνες κάθε χρόνο σε αλάτι.  
Γ. για αρκετές εβδομάδες κάτω από το νερό.  
Δ. για μερικές εβδομάδες σε αλάτι.
- 4 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να είναι βέβαιος ο μηχανικός πόσο γρήγορα θα μπορούσε να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**  
Α. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.  
Β. να ελέγξει τη μηχανή του.  
Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.  
Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

- 5 **Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:**
- A. δεν επηρεάστηκαν οι οδηγοί των φορτηγών, διότι ήταν δική τους απόφαση.
  - B. επηρεάστηκαν οι εργάτες του λιμανιού, οι οποίοι δεν μπορούσαν να ξεφορτώσουν εμπορεύματα από τα πλοία.
  - Γ. δεν επηρεάστηκαν οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι, διότι έχουν αρκετά προϊόντα στις αποθήκες τους.
  - Δ. επηρεάστηκαν οι υπεραγορές, οι οποίες δεν είχαν αρκετά προϊόντα να πουλήσουν.



- 6 **Λίγο έξω από ένα χωριό υπάρχει ένα ποτάμι του οποίου η ροή έχει μειωθεί σημαντικά από τον περασμένο μήνα. Αυτό σημαίνει ότι**
- A. ο πληθυσμός των ζώων της γύρω περιοχής αποκλείεται να αλλάξει.
  - B. οι κάτοικοι της περιοχής μπορεί να δυσκολεύονται με τις καλλιέργειές τους.
  - Γ. όλοι οι οργανισμοί που ζουν στο νερό θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές.
  - Δ. τα φυτά στις όχθες του ποταμού θα ξηρανθούν.
- 7 **Τελευταία παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου να μετακομίζουν στις πόλεις, με αποτέλεσμα τα χωριά να ερημώνονται. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό πιο αποτελεσματικά;**
- A. Να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας στα χωριά της υπαίθρου.
  - B. Να γίνουν πιο όμορφα τα χωριά της υπαίθρου.
  - Γ. Να δίνονται χρήματα από το κράτος για να φτιάχνονται τα παλιά σπίτια των χωριών της υπαίθρου.
  - Δ. Να δοθούν άδειες για περισσότερα εστιατόρια και καφετέριες στα χωριά της υπαίθρου.
- 8 **Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**
- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.
  - B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.
  - Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.
  - Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.
- 9 **Τα κόπρανα των ζώων είναι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός, γι' αυτό και τις αποβάλλει. Είναι όμως χρήσιμα ως λίπασμα για τα φυτά. Μπορεί ουσίες που αποβάλλονται με τα κόπρανα ενός αλόγου να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;**
- A. Ναι, μόνο αν το άλογο τρώει στον ίδιο χώρο που είναι και τα κόπρανά του.
  - B. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την τροφή του.
  - Γ. Όχι, τα κόπρανα είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του.
  - Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.

10 Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;

- A. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειωθούν οι γεννήσεις.
- B. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα επόμενα χρόνια θα πεθάνουν περισσότεροι.
- Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.
- Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.

11 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν φίδια που τρέφονται με σκίουρους, οι οποίοι τρέφονται με μυρμήγκια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



Αν ο παίχτης μειώσει τον αριθμό των φιδιών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;

- A. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, χωρίς να επηρεαστούν οι σκίουροι και τα μυρμήγκια.
- B. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, οι σκίουροι θα αυξηθούν και τα μυρμήγκια θα μειωθούν.
- Γ. Τα φίδια θα αυξηθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι σκίουροι που είναι η τροφή τους.
- Δ. Τα φίδια θα συνεχίσουν να μειώνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.

12 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μια επικίνδυνη μορφή μεταδοτικής γρίπης. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιοι άλλοι μπορεί να αρρώστησαν με την ίδια γρίπη. Γι' αυτό θα εξετάσουν:

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

13 Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής ΔΕΝ είναι απαραίτητο να αντέχουν:

- A. αρκετά χρόνια χωρίς νερό.
- B. αρκετούς μήνες χωρίς νερό.
- Γ. αρκετές μέρες σε ορμητικά νερά.
- Δ. αρκετούς μήνες σε ορμητικά νερά.

14 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

- A. οι δείκτες του κινούνται.
- B. έχει γεμάτες μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.



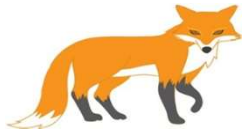
- 15 **Τρία αυγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αυγά;**
- A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν τα αυγά.
  - B. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αυγά.
  - Γ. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αυγά.
  - Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αυγά.



- 16 **Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.**
- Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί λιγότερες ώρες** A.
- μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.
- B. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.
  - Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.
  - Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.
- 17 **Σε μια βιομηχανική μεγαλούπολη είναι έντονη η ρύπανση της ατμόσφαιρας με επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών. Ο καλύτερος τρόπος για να λυθεί το πρόβλημα είναι να:**
- A. μετακομίσουν αρκετοί κάτοικοι σε χωριά.
  - B. μειωθεί η παραγωγή καυσαερίων από τα εργοστάσια.
  - Γ. μειωθεί το καψάλισμα των χόρτων.
  - Δ. αυξηθούν οι τιμές στα καύσιμα.
- 18 **Το νερό ενός φράγματος χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχει πάντα νερό στο φράγμα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**
- A. να βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.
  - B. το νερό που μπαίνει στο φράγμα να είναι περισσότερο από αυτό που χρησιμοποιείται.
  - Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
  - Δ. να μειωθούν οι καλλιέργειες στην περιοχή.
- 19 **Υπάρχει περίπτωση το χαρτί των σελίδων ενός τετραδίου να είναι το ίδιο με το χαρτί που χρησιμοποιήσα πέρσι για να γράψω μια σημείωση και στη συνέχεια πέταξα;**
- A. Όχι, δε γίνεται να φτιάξει κάποιος καινούριο τετράδιο με παλιό χαρτί.
  - B. Όχι, αφού ήταν χρησιμοποιημένο το χαρτί, θα πήγε στα σκουπίδια.
  - Γ. Ναι, αν το χαρτί ανακυκλώθηκε και με αυτό και με άλλα φτιάχτηκε το τετράδιο.
  - Δ. Ναι, μόνο αν τη φύλαξα κι έφτιαξα ένα τετράδιο με αυτή και με άλλες κόλλες.

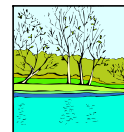
- 20 Μια εταιρεία παπουτσιών κατάφερε φέτος να αυξήσει τους πελάτες της. Από τα έσοδα της φετινής χρονιάς αποφάσισε να αυξήσει την ποικιλία των προϊόντων της. Τι είναι πιο πιθανόν να συμβεί στον αριθμό των πελατών της του χρόνου;
- A. Θα μείνει το ίδιο, αφού η εταιρεία είναι επιτυχημένη και θα κρατήσει τους πελάτες της.
  - B. Θα αυξηθεί, αφού η μεγαλύτερη ποικιλία θα ικανοποιεί περισσότερους πελάτες.
  - Γ. Θα μειωθεί, διότι η εταιρεία θα έχει και προϊόντα που δε θα αρέσουν στους πελάτες.
  - Δ. Θα μειωθεί, διότι οι πελάτες θα προτιμούν άλλες, καινούριες εταιρείες.

- 21 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν αλεπούδες που τρέφονται με λαγούς, οι οποίοι τρέφονται με μαρούλια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



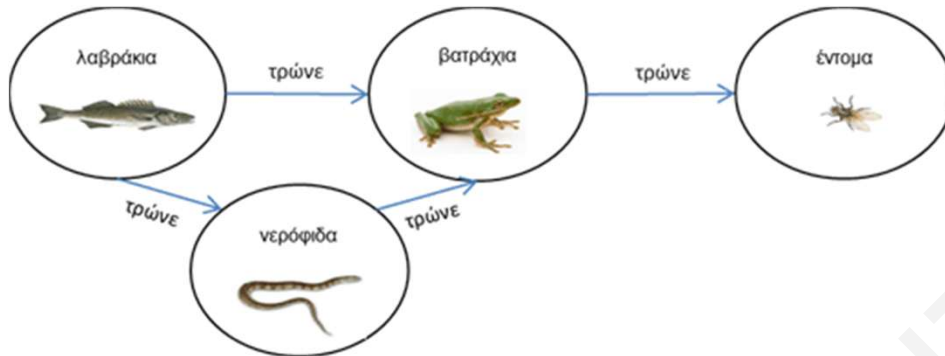
**Αν ο παίχτης αποφασίσει να αυξήσει τον αριθμό των λαγών, πώς θα εξελιχτεί το παιχνίδι;**

- A. Οι λαγοί θα συνεχίσουν να αυξάνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.
  - B. Οι λαγοί θα μειωθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι αλεπούδες που τους τρώνε.
  - Γ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός, οι αλεπούδες θα αυξηθούν και τα μαρούλια θα μειωθούν.
  - Δ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός χωρίς να επηρεαστούν οι αλεπούδες και τα μαρούλια.
- 22 **Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται**
- A. μέσα στο νερό.
  - B. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, στον αέρα και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
  - Γ. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.
  - Δ. μέσα στο νερό και στην επιφάνειά του.



- 23 Μια οικογένεια φεύγει αύριο για διακοπές στην Αυστρία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει τον καιρό στην Αυστρία για ...
- A. αύριο και μεθαύριο.
  - B. αύριο και την ημέρα επιστροφής τους.
  - Γ. τις επόμενες δεκαπέντε μέρες.
  - Δ. τις επόμενες εφτά μέρες.
- 24 Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε **ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**
- A. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.
  - B. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.
  - Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.
  - Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.

- 25 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρέφονται εξίσου με βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;

- A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.  
B. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερο.  
Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.  
Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελέσουν τους άλλους οργανισμούς.
- 26 Μια ομάδα ποδοσφαίρου βρίσκεται ανάμεσα στις καλύτερες της χώρας στο φετινό πρωτάθλημα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι **ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ**; A. Ο  
προπονητής μπορεί να πάρει υψηλότερο μισθό του χρόνου.  
B. Οι ποδοσφαιριστές προπονούνται λιγότερες ώρες, αφού είναι πολύ καλοί.  
Γ. Η ομάδα μπορεί να αποκτήσει περισσότερους οπαδούς.  
Δ. Οι ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν προτάσεις για να παίξουν σε άλλες ομάδες.
- 27 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη καθυστέρηση. Με ποιο τρόπο μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα;  
A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα λεωφορεία με περισσότερα και συχνότερα δρομολόγια.  
B. Να αυξηθεί το όριο ταχύτητας.  
Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.  
Δ. Δεν είναι εφικτό να λυθεί το πρόβλημα.
- 28 Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι A.  
δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.  
B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.  
Γ. οι ξυλοκόπτοι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.  
Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.

- 29 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**  
Α. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
Β. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτόνισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.
- 30 **Μια χώρα αρχίζει να εξοπλίζει το στρατό της με μεγάλα όπλα. Το μαθαίνει μια εχθρική χώρα, η οποία εξοπλίζει επίσης το στρατό της με μεγάλα όπλα. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στο σύντομο μέλλον;**  
Α. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και θα ακολουθήσει κι η δεύτερη.  
Β. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και η δεύτερη θα το αγνοήσει.  
Γ. Η πρώτη χώρα δε θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, ενώ η δεύτερη θα συνεχίζει να εξοπλίζεται.  
Δ. Ούτε η πρώτη χώρα ούτε η δεύτερη θα συνεχίσει να εξοπλίζεται με περισσότερα όπλα.
- 31 **Σε μια υπεραγορά αποφάσισαν να αυξάνουν την τιμή του καφέ κάθε βδομάδα, ώστε να γίνεται όλο και πιο ακριβός. Τι είναι πιο πιθανό να κάνουν οι περισσότεροι πελάτες σε μερικές βδομάδες;**  
Α. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
Β. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, διότι είναι απίθανο να προσέξουν τις αυξήσεις στην τιμή.  
Γ. Θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι).  
Δ. Θα σταματήσουν να αγοράζουν τον καφέ από εκεί και η υπεραγορά θα ξαναμειώσει την τιμή, αν θέλει να πωλεί καφέ.
- 32 **Ένας τουρίστας έφτασε στο αεροδρόμιο της Λάρνακας και εκεί ενοικίασε αυτοκίνητο, αν και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους. Θα συναντήσει ένα φίλο του σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζεις ότι θα ήταν χρήσιμος στον τουρίστα;**  
Α. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.  
Β. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.  
Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.  
Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.



- 33 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να μεγαλώσουν εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή.

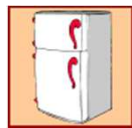
Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

Γ

- A. Και οι δυο οίνου εξισου χρησιμες πληροφοριες.  
 B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.  
 Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες. Μπορείς απλώς να εξετάσεις αν στη γύρω περιοχή υπάρχουν άλλα περιβόλια με λεμονιές.
- 34 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**  
 A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
 B. κρατά συνεχώς σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
 Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
 Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.
- 
- 35 **Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε μόνο ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε μόνο σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;**  
 A. Θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.  
 B. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.  
 Γ. Θα μειωθούν, αλλά δε θα αφανιστούν, γιατί θα συνεχίσουν να γεννούν.  
 Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.
- 36 **Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο διανύοντας μια μεγάλη απόσταση. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;**  
 A. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.  
 B. Οι τροχοί μπορεί να φθαρούν.  
 Γ. Η μηχανή θα είναι πιο ζεστή στο τέλος της διαδρομής.  
 Δ. Τα καυσαέρια που εκπέμπει σταδιακά μειώνονται.
- 37 **Στις μέρες μας παράγουμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τι μπορεί να γίνει για να μειώσουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα σκουπίδια;**  
 A. Να έχουμε περισσότερους σκουπιδότοπους, ώστε να μειώνονται τα σκουπίδια κάθε σκουπιδότοπου.  
 B. Να βρούμε άλλες χρήσεις για τα αντικείμενα που θα πετάγαμε στα σκουπίδια.  
 Γ. Να καίμε ή να θάβουμε στο χώμα τα σκουπίδια που πάνε στους σκουπιδότοπους.  
 Δ. Να απομακρυνθούν οι σκουπιδότοποι από τις πόλεις.

- 38 Ένα μηχάνημα καταγράφει τον αριθμό των αυτοκινήτων που βρίσκονται σε ένα κλειστό χώρο στάθμευσης. Για να μειωθεί ο αριθμός αυτός μέχρι αύριο ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ
- A. να μπουν λιγότερα αυτοκίνητα από όσα βγήκαν.
  - B. να μπουν λίγα αυτοκίνητα.
  - Γ. να μην μπει κανένα νέο αυτοκίνητο.
  - Δ. να βγουν πολλά αυτοκίνητα.
- 39 Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;
- A. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους ή στη θάλασσα.
  - B. Όχι, είναι βρώμικο νερό και ποτέ δε θα είναι κατάλληλο για να το πιούμε.
  - Γ. Ναι, μόνο αν έχει διυλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.
  - Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας για να το πιούμε.
- 40 Ένα 12χρονο παιδί κατέθεσε 1000 Ευρώ σε λογαριασμό αποταμίευσης. Από τότε δεν πρόσθεσε άλλα χρήματα. Στο τέλος κάθε χρόνου υπολογίζεται ένα ποσό ως τόκος, το οποίο προστίθεται στο υπόλοιπο του λογαριασμού του. Ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρονιά. Το παιδί δικαιούται να κάνει ανάληψη τα χρήματά του, όταν γίνει 18 χρόνων. Από χρόνο σε χρόνο, ο τόκος που κατατίθεται στον λογαριασμό του,
- A. Παραμένει σταθερός αφού δεν προσθέτει άλλα χρήματα.
  - B. Αυξάνεται διότι το υπόλοιπο του λογαριασμού αυξάνεται.
  - Γ. Μειώνεται διότι πλησιάζει η ημερομηνία στην οποία θα μπορεί να κάνει ανάληψη.
  - Δ. Παραμένει σταθερός εφόσον ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.
- 41 Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματούχος ανακοινώνει προσφορές, πουλώντας όλα τα ρούχα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.
  - Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.
  - Δ. Οι τιμές θα ανέβουν λίγο, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.



## Παράρτημα 20

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Τάξη:

Σχολείο:

α/α:



Απάντησε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις!  
Για κάθε ερώτηση, κύκλωσε ΜΙΑ από τις τέσσερις επιλογές που σου δίνονται!

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;**

A. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι, φρένα.  
B. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι.  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι.  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί.
- 2 Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης ανακοινώνει προσφορές, πουλώντας όλα τα ρούχα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;**

A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.  
B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.  
Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.  
Δ. Οι τιμές θα ανέβουν λίγο, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.
- 3 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;**

A. Τέσσερις τροχούς.  
B. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς, καλώδια και μπαταρίες.
- 4 Σε μια υπεραγορά αποφάσισαν να αυξάνουν την τιμή του καφέ κάθε βδομάδα, ώστε να γίνεται όλο και πιο ακριβός. Τι είναι πιο πιθανό να κάνουν οι περισσότεροι πελάτες σε μερικές βδομάδες;**

A. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
B. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, διότι είναι απίθανο να προσέξουν τις αυξήσεις στην τιμή.  
Γ. Θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι).  
Δ. Θα σταματήσουν να αγοράζουν τον καφέ από εκεί και η υπεραγορά θα ξαναμειώσει την τιμή, αν θέλει να πωλεί καφέ.

5 Αν με ενδιαφέρει να μελετήσω τι τρώνε οι οργανισμοί που ζουν μέσα σε μια λίμνη θα μελετήσω τους οργανισμούς που βρίσκονται

A. μέσα στο νερό.

B. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του, στον αέρα και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.

Γ. μέσα στο νερό, στην επιφάνειά του και στην ξηρά γύρω από τη λίμνη.

Δ. μέσα στο νερό και στην επιφάνειά του.



6 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν αλεπούδες που τρέφονται με λαγούς, οι οποίοι τρέφονται με μαρούλια. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



Αν ο παίχτης αποφασίσει να αυξήσει τον αριθμό των λαγών, πώς θα εξελιχτεί το παιχνίδι;

A. Οι λαγοί θα συνεχίσουν να αυξάνονται, μέχρι ο παίχτης να διακόψει το παιχνίδι.

B. Οι λαγοί θα μειωθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι αλεπούδες που τους τρώνε.

Γ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός, οι αλεπούδες θα αυξηθούν και τα μαρούλια θα μειωθούν.

Δ. Ο αριθμός των λαγών θα παραμείνει ψηλός χωρίς να επηρεαστούν οι αλεπούδες και τα μαρούλια.

7 Ένας τουρίστας έφτασε στο αεροδρόμιο της Λάρνακας και εκεί ενοικίασε αυτοκίνητο, αν και δε γνωρίζει καθόλου τους δρόμους. Θα συναντήσει ένα φίλο του σε ένα πάρκο στην Αγλαντζιά που είναι μια περιοχή στη Λευκωσία. Ποιος από τους παρακάτω χάρτες νομίζεις ότι θα ήταν χρήσιμος στον τουρίστα;

A. Ο χάρτης με όλους τους δρόμους της Κύπρου.

B. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λάρνακας.

Γ. Ο χάρτης με τους δρόμους της Αγλαντζιάς.

Δ. Ο χάρτης με τους δρόμους της επαρχίας Λευκωσίας.

8 Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο διανύοντας μια μεγάλη απόσταση. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;

A. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.

B. Οι τροχοί μπορεί να φθαρούν.

Γ. Η μηχανή θα είναι πιο ζεστή στο τέλος της διαδρομής.

Δ. Τα καυσαέρια που εκπέμπει σταδιακά μειώνονται.

- 9 Μια χώρα αρχίζει να εξοπλίζει το στρατό της με μεγάλα όπλα. Το μαθαίνει μια εχθρική χώρα, η οποία εξοπλίζει επίσης το στρατό της με μεγάλα όπλα. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στο σύντομο μέλλον;
- A. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και θα ακολουθήσει κι η δεύτερη.
- B. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και η δεύτερη θα το αγνοήσει.
- Γ. Η πρώτη χώρα δε θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, ενώ η δεύτερη θα συνεχίζει να εξοπλίζεται.
- Δ. Ούτε η πρώτη χώρα ούτε η δεύτερη θα συνεχίσει να εξοπλίζεται με περισσότερα όπλα.



- 10 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μια επικίνδυνη μορφή μεταδοτικής γρίπης. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιοι άλλοι μπορεί να αρρώστησαν με την ίδια γρίπη. Γι' αυτό θα εξετάσουν:
- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

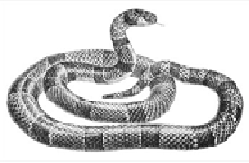
- 11 Ένα 12χρονο παιδί κατέθεσε 1000 Ευρώ σε λογαριασμό αποταμίευσης. Από τότε δεν πρόσθεσε άλλα χρήματα. Στο τέλος κάθε χρόνου υπολογίζεται ένα ποσό ως τόκος, το οποίο προστίθεται στο υπόλοιπο του λογαριασμού του. Ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρονιά. Το παιδί δικαιούται να κάνει ανάληψη τα χρήματά του, όταν γίνει 18 χρόνων.
- Από χρόνο σε χρόνο, ο τόκος που κατατίθεται στον λογαριασμό του,
- A. Παραμένει σταθερός αφού δεν προσθέτει άλλα χρήματα.
- B. Αυξάνεται διότι το υπόλοιπο του λογαριασμού αυξάνεται.
- Γ. Μειώνεται διότι πλησιάζει η ημερομηνία στην οποία θα μπορεί να κάνει ανάληψη.
- Δ. Παραμένει σταθερός εφόσον ο τόκος υπολογίζεται με τον ίδιο τρόπο κάθε χρόνο.



- 12 Μια οικογένεια φεύγει αύριο για διακοπές στην Αυστρία. Θα μείνει εκεί για μια εβδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει τον καιρό στην Αυστρία για ...
- A. αύριο και μεθαύριο.
- B. αύριο και την ημέρα επιστροφής τους.
- Γ. τις επόμενες δεκαπέντε μέρες.
- Δ. τις επόμενες επτά μέρες.



13 Σε ένα παιχνίδι στον ηλεκτρονικό υπολογιστή υπάρχουν φίδια που τρέφονται με σκίουρους, οι οποίοι τρέφονται με μυρμηγκία. Ο παίχτης μπορεί να αυξήσει ή να μειώσει τον αριθμό κάθε είδους και να παρατηρήσει τις αλλαγές που θα προκύψουν στους άλλους οργανισμούς, όπως ακριβώς και στη φύση.



**Αν ο παίχτης μειώσει τον αριθμό των φιδιών, πώς θα εξελιχθεί το παιχνίδι;**

- A. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, χωρίς να επηρεαστούν οι σκίουροι και τα μυρμηγκία.
- B. Ο αριθμός των φιδιών θα παραμείνει μειωμένος, οι σκίουροι θα αυξηθούν και τα μυρμηγκία θα μειωθούν.
- Γ. Τα φίδια θα αυξηθούν πάλι, γιατί θα έχουν αυξηθεί και οι σκίουροι που είναι η τροφή τους.
- Δ. Τα φίδια θα συνεχίσουν να μειώνονται, μέχρι ο παίχτης να τα αυξήσει πάλι.

14 Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής είναι απαραίτητο να αντέχουν χωρίς νερό ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ...

- A. αρκετά χρόνια.
- B. αρκετούς μήνες.
- Γ. αρκετές μέρες.
- Δ. αρκετές ώρες.

15 Μια εταιρεία παπουτσιών κατάφερε φέτος να αυξήσει τους πελάτες της. Από τα έσοδα της φετινής χρονιάς αποφάσισε να αυξήσει την ποικιλία των προϊόντων της. Τι είναι πιο πιθανόν να συμβεί στον αριθμό των πελατών της του χρόνου;

- A. Θα μείνει το ίδιο, αφού η εταιρεία είναι επιτυχημένη και θα κρατήσει τους πελάτες της.
- B. Θα αυξηθεί, αφού η μεγαλύτερη ποικιλία θα ικανοποιεί περισσότερους πελάτες.
- Γ. Θα μειωθεί, διότι η εταιρεία θα έχει και προϊόντα που δε θα αρέσουν στους πελάτες.
- Δ. Θα μειωθεί, διότι οι πελάτες θα προτιμούν άλλες, καινούριες εταιρείες.

16 Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι

- A. δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.
- B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.
- Γ. οι ξυλοκόποι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.
- Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.

17 Η αλυκή είναι λίμνη που έχει νερό μόνο κάποιους μήνες το χρόνο. Τους ζεστούς μήνες το νερό εξατμίζεται και αφήνει αλάτι. Έτσι, οι οργανισμοί που ζουν μόνιμα στην περιοχή είναι ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ να μπορούν να επιβιώνουν

- A. σε μήνες υψηλής βροχόπτωσης.
- B. για μερικούς μήνες κάθε χρόνο σε αλάτι.
- Γ. για αρκετές εβδομάδες κάτω από το νερό.
- Δ. για μερικές εβδομάδες σε αλάτι.

18 Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;

- A. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειθούν οι γεννήσεις.
- B. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα θανατηφόρα ατυχήματα ολοένα και αυξάνονται.
- Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.
- Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.

19 Είσαι γεωργός και έχεις μάθει για μια έκταση γης που πωλείται. Θέλεις να μάθεις αν έχει αρκετή βροχόπτωση η περιοχή, για να μεγαλώσουν εκεί λεμονιές. Στους πιο κάτω πίνακες φαίνονται πληροφορίες για τη βροχόπτωση στην περιοχή.

Πίνακας 1

Ημερήσια βροχόπτωση κατά τις τελευταίες μέρες				
5 μέρες πριν	4 μέρες πριν	3 μέρες πριν	2 μέρες πριν	1 μέρα πριν
0 mm	0 mm	0 mm	16 mm	24 mm

Πίνακας 2

Ετήσια Βροχόπτωση κατά τα τελευταία χρόνια				
10 χρόνια πριν	7 χρόνια πριν	5 χρόνια πριν	3 χρόνια πριν	1 χρόνος πριν
927 mm	658 mm	701 mm	723 mm	653 mm

Ποιος από τους δύο πίνακες σου δίνει τις πιο χρήσιμες πληροφορίες;

- A. Και οι δύο δίνουν εξίσου χρήσιμες πληροφορίες.
- B. Ο Πίνακας 1 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
- Γ. Ο Πίνακας 2 δίνει χρησιμότερες πληροφορίες.
- Δ. Κανένας δε δίνει χρήσιμες πληροφορίες. Μπορείς απλώς να εξετάσεις αν στη γύρω περιοχή υπάρχουν άλλα περιβόλια με λεμονιές.

20 Ένα ρολόι δουλεύει σωστά, όταν

- A. οι δείκτες του κινούνται χωρίς διακοπή.
- B. έχει γεμάτες μπαταρίες.
- Γ. δείχνει σωστά την ώρα κάθε στιγμή.
- Δ. έχει δείκτες που κινούνται, μπαταρίες και όλα τα απαραίτητα γρανάζια.

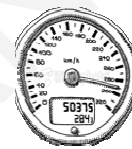


21 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**

- A. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.
- B. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.
- Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτονομίσμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.
- Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

22 **Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να είναι βέβαιος ο μηχανικός πόσο γρήγορα θα μπορούσε να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται**

- A. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.
- B. να ελέγξει τη μηχανή του.
- Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
- Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

23 **Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;**

- A. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους ή στη θάλασσα.
- B. Όχι, είναι βρώμικο νερό και ποτέ δε θα είναι κατάλληλο για να το πιούμε.
- Γ. Ναι, μόνο αν έχει διωλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.
- Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας για να το πιούμε.

24 **Υπάρχει περίπτωση το χαρτί των σελίδων ενός τετραδίου να είναι το ίδιο με το χαρτί που χρησιμοποίησα πέρσι για να γράψω μια σημείωση και στη συνέχεια πέταξα;**

- A. Όχι, δε γίνεται να φτιάξει κάποιος καινούριο τετράδιο με παλιό χαρτί.
- B. Όχι, αφού ήταν χρησιμοποιημένο το χαρτί, θα πήγε στα σκουπίδια.
- Γ. Ναι, αν το χαρτί ανακυκλώθηκε και με αυτό και με άλλα φτιάχτηκε το τετράδιο.
- Δ. Ναι, μόνο αν τη φύλαξα κι έφτιαξα ένα τετράδιο με αυτή και με άλλες κόλλες.

25 **Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**

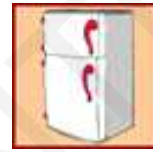
- A. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.
- B. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.
- Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.
- Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.

26 Τα κόπρανα των ζώων είναι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός, γι' αυτό και τις αποβάλλει. Είναι όμως χρήσιμα ως λίπασμα για τα φυτά. Μπορεί ουσίες που αποβάλλονται με τα κόπρανα ενός αλόγου να βρεθούν ξανά στον οργανισμό του;

A. Ναι, μόνο αν το άλογο τρώει στον ίδιο χώρο που είναι και τα κόπρανά του.  
B. Ναι, αν τα κόπρανά του χρησιμοποιούνται ως λίπασμα για την τροφή του.  
Γ. Όχι, τα κόπρανα είναι οι ουσίες που δε χρειάζεται ο οργανισμός του.  
Δ. Όχι, γιατί δεν είναι δυνατό να μπερδέψει τα κόπρανά του με το φαγητό του.

27 Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν

- A. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
B. κρατά συνεχώς σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



28 Ένα μηχάνημα καταγράφει τον αριθμό των αυτοκινήτων που βρίσκονται σε ένα κλειστό χώρο στάθμευσης. Για να μειωθεί ο αριθμός αυτός μέχρι αύριο ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ

- A. να μπουν λιγότερα αυτοκίνητα από όσα βγήκαν.  
B. να μπουν λίγα αυτοκίνητα.  
Γ. να μην μπει κανένα νέο αυτοκίνητο.  
Δ. να βγουν πολλά αυτοκίνητα.

29 Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε μόνο ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε μόνο σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;

- A. Θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.  
B. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.  
Γ. Θα μειωθούν, αλλά δε θα αφανιστούν, γιατί θα συνεχίσουν να γεννούν.  
Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.

30 Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ

- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.  
B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.  
Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.  
Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.

- 31 Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:
- A. δεν επηρεάστηκαν οι οδηγοί των φορτηγών, διότι ήταν δική τους απόφαση.
  - B. επηρεάστηκαν οι εργάτες του λιμανιού, οι οποίοι δεν μπορούσαν να ξεφορτώσουν εμπορεύματα από τα πλοία.
  - Γ. δεν επηρεάστηκαν οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι, διότι έχουν αρκετά προϊόντα στις αποθήκες τους.
  - Δ. επηρεάστηκαν οι υπεραγορές, οι οποίες δεν είχαν αρκετά προϊόντα να πουλήσουν.



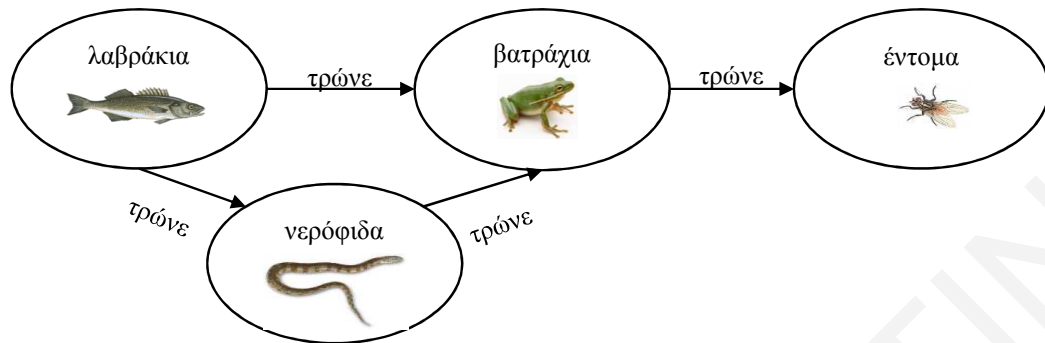
- 32 Το νερό ενός φράγματος χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχει πάντα νερό στο φράγμα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ
- A. να βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.
  - B. το νερό που μπαίνει στο φράγμα να είναι περισσότερο από αυτό που χρησιμοποιείται.
  - Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
  - Δ. να καλλιεργούνται φυτά στην περιοχή που δε χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού.

- 33 Τρία αβγά βρίσκονται σε μια κατσαρόλα με νερό πάνω σε αναμμένη εστία. Πώς η αναμμένη εστία επηρεάζει τα αβγά;
- A. Η εστία ζεσταίνει κατευθείαν το νερό και τα αβγά.
  - B. Η εστία ζεσταίνει τον αέρα που με τη σειρά του ζεσταίνει το νερό που ζεσταίνει και τα αβγά.
  - Γ. Η εστία ζεσταίνει ταυτόχρονα την κατσαρόλα, το νερό και τα αβγά.
  - Δ. Η εστία ζεσταίνει την κατσαρόλα που με τη σειρά της ζεσταίνει το νερό και τα αβγά.



- 34 Τελευταία παρατηρείται το φαινόμενο πολλοί κάτοικοι της υπαίθρου να μετακομίζουν στις πόλεις, με αποτέλεσμα τα χωριά να ερημώνονται. Πώς μπορεί να αντιμετωπιστεί το φαινόμενο αυτό πιο αποτελεσματικά;
- A. Να αυξηθούν οι θέσεις εργασίας στα χωριά της υπαίθρου.
  - B. Να γίνουν πιο όμορφα τα χωριά της υπαίθρου.
  - Γ. Να δίνονται χρήματα από το κράτος για να φτιάχνονται τα παλιά σπίτια των χωριών της υπαίθρου.
  - Δ. Να δοθούν άδειες για περισσότερα εστιατόρια και καφετέριες στα χωριά της υπαίθρου.

35 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρέφονται εξίσου με βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;

- A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.
- B. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερο.
- Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.
- Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελήσουν τους άλλους οργανισμούς.

36 Στις μέρες μας παράγουμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τι μπορεί να γίνει για να μειώσουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα σκουπίδια;

- A. Να έχουμε περισσότερους σκουπιδότοπους, ώστε να μειώνονται τα σκουπίδια κάθε σκουπιδότοπου.
- B. Να βρίσκουμε άλλες χρήσεις για τα αντικείμενα που θα πετάγαμε στα σκουπίδια.
- Γ. Να καίμε ή να θάβουμε στο χώμα τα σκουπίδια που πάνε στους σκουπιδότοπους.
- Δ. Να απομακρυνθούν οι σκουπιδότοποι από τις πόλεις.

37 Λίγο έξω από ένα χωριό υπάρχει ένα ποτάμι του οποίου η ροή έχει μειωθεί σημαντικά από τον περασμένο μήνα. Αυτό σημαίνει ότι

- A. ο πληθυσμός των ζώων της γύρω περιοχής αποκλείεται να αλλάξει.
- B. οι κάτοικοι της περιοχής μπορεί να δυσκολεύονται με τις καλλιέργειές τους.
- Γ. όλοι οι οργανισμοί που ζουν στο νερό θα μετακινηθούν σε άλλες περιοχές.
- Δ. τα φυτά στις όχθες του ποταμού θα ξηρανθούν.

38 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη καθυστέρηση. Με ποιο τρόπο μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα;

- A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα λεωφορεία με περισσότερα και συχνότερα δρομολόγια.
- B. Να αυξηθεί το όριο ταχύτητας.
- Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.
- Δ. Δεν είναι εφικτό να λυθεί το πρόβλημα.

39 Μια ομάδα ποδοσφαίρου βρίσκεται ανάμεσα στις καλύτερες της χώρας στο φετινό πρωτάθλημα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;

- A. Ο προπονητής μπορεί να πάρει υψηλότερο μισθό του χρόνου.
- B. Οι ποδοσφαιριστές προπονούνται λιγότερες ώρες, αφού είναι πολύ καλοί.
- Γ. Η ομάδα μπορεί να αποκτήσει περισσότερους οπαδούς.
- Δ. Οι ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν προτάσεις για να παίξουν σε άλλες ομάδες.



40 Σε μια βιομηχανική μεγαλούπολη είναι έντονη η ρύπανση της ατμόσφαιρας με επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών. Ο καλύτερος τρόπος για να λυθεί το πρόβλημα είναι να:

- A. μετακομίσουν αρκετοί κάτοικοι σε χωριά.
- B. μειωθεί η παραγωγή καυσαερίων από τα εργοστάσια.
- Γ. μειωθεί το καψάλισμα των χόρτων.
- Δ. αυξηθούν οι τιμές στα καύσιμα.

41 Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.

**Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί λιγότερες ώρες**

- A. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.
- B. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.
- Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.
- Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.

## Παράρτημα 21

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ







Απάντησε σε ΟΛΕΣ τις ερωτήσεις!  
Για κάθε ερώτηση, κύκλωσε ΜΙΑ από τις  
τέσσερις επιλογές που σου δίνονται!

- 1 Ποια είναι τα στοιχεία που ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει ένα ποδήλατο για να μπορεί να κυλά, όταν το σπρώχνει κάποιος;
- A. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι, φρένα.  
B. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, πετάλια, τιμόνι.  
Γ. Σκελετός, δύο τροχοί, αλυσίδα, τιμόνι.  
Δ. Σκελετός, δύο τροχοί.
- 2 Ένα κατάστημα που πωλεί ρούχα δεν έχει πολλούς πελάτες. Γι' αυτό, ο καταστηματάρχης ανακοινώνει προσφορές, πουλώντας όλα τα ρούχα πιο φθηνά από όσο τα αγοράζει από το εργοστάσιο. Έτσι, οι πελάτες αρχίζουν να αυξάνονται. Τι είναι πιο πιθανό να γίνει σε λίγους μήνες;
- A. Οι τιμές θα μείνουν το ίδιο χαμηλές, για να κρατήσει τους πελάτες.  
B. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να κρατήσει τους πελάτες.  
Γ. Οι τιμές θα μειωθούν περισσότερο, για να έρθουν κι άλλοι πελάτες.  
Δ. Οι τιμές θα ανέβουν λίγο, αφού αυξήθηκαν οι πελάτες.
- 3 Ένας πατέρας φτιάχνει στον τετράχρονο γιο του ένα αυτοκινητάκι με ένα κουτί παπουτσιών. Ποια πράγματα ΠΡΕΠΕΙ ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΑ να έχει το αυτοκινητάκι για να κυλά, εκτός από το κουτί;
- A. Τέσσερις τροχούς.  
B. Τέσσερις τροχούς και σχοινί για να το τραβά.  
Γ. Τέσσερις τροχούς και τιμονάκι.  
Δ. Τέσσερις τροχούς, καλώδια και μπαταρίες.
- 4 Σε μια υπεραγορά αποφάσισαν να αυξάνουν την τιμή του καφέ κάθε βδομάδα, ώστε να γίνεται όλο και πιο ακριβός. Τι είναι πιο πιθανό να κάνουν οι περισσότεροι πελάτες σε μερικές βδομάδες;
- A. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ και θα αγοράζουν λιγότερα από τα υπόλοιπα προϊόντα.  
B. Θα πληρώνουν πιο ακριβά τον καφέ, διότι είναι απίθανο να προσέξουν τις αυξήσεις στην τιμή.  
Γ. Θα μειώσουν τον καφέ που πίνουν και θα αυξήσουν άλλα ροφημάτα (όπως το τσάι).  
Δ. Θα σταματήσουν να αγοράζουν τον καφέ από εκεί και η υπεραγορά θα ξαναμειώσει την τιμή, αν θέλει να πωλεί καφέ.

5 Ένα αυτοκίνητο κινείται στο δρόμο διανύοντας μια μεγάλη απόσταση. Ποια από τις παρακάτω προτάσεις είναι **ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ**;

- A. Τα εξαρτήματα της μηχανής του θα φθαρούν.
- B. Οι τροχοί μπορεί να φθαρούν.
- Γ. Η μηχανή θα είναι πιο ζεστή στο τέλος της διαδρομής.
- Δ. Τα καυσαέρια που εκπέμπει σταδιακά μειώνονται.

6 Μια χώρα αρχίζει να εξοπλίζει το στρατό της με μεγάλα όπλα. Το μαθαίνει μια εχθρική χώρα, η οποία εξοπλίζει επίσης το στρατό της με μεγάλα όπλα. Τι είναι πιο πιθανό να συμβεί στο σύντομο μέλλον;

- A. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και θα ακολουθήσει κι η δεύτερη.
- B. Η πρώτη χώρα θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, και η δεύτερη θα το αγνοήσει.
- Γ. Η πρώτη χώρα δε θα εξοπλιστεί με περισσότερα όπλα, ενώ η δεύτερη θα συνεχίζει να εξοπλίζεται.
- Δ. Ούτε η πρώτη χώρα ούτε η δεύτερη θα συνεχίσει να εξοπλίζεται με περισσότερα όπλα.



7 Σε μία τάξη δημοτικού σχολείου ενός μικρού απομακρυσμένου χωριού εντοπίστηκε ένας μαθητής που είναι άρρωστος με μια επικίνδυνη μορφή μεταδοτικής γρίπης. Οι γιατροί προσπαθούν να μάθουν ποιοι άλλοι μπορεί να αρρώστησαν με την ίδια γρίπη. Γι' αυτό θα εξετάσουν:

- A. τα υπόλοιπα παιδιά της τάξης.
- B. όλα τα παιδιά του σχολείου.
- Γ. όλους τους κατοίκους του χωριού.
- Δ. όλη την οικογένειά του.

8 Μια οικογένεια φεύγει αύριο για διακοπές στην Αυστρία. Θα μείνει εκεί για μια βδομάδα. Θα ήταν πιο χρήσιμο να γνωρίζει τον καιρό στην Αυστρία για ...

- A. αύριο και μεθαύριο.
- B. αύριο και την ημέρα επιστροφής τους.
- Γ. τις επόμενες δεκαπέντε μέρες.
- Δ. τις επόμενες επτά μέρες.

9 Από μια περιοχή περνά ένας χείμαρρος, ο οποίος έχει νερό μόνο μια περίοδο του χρόνου, συνήθως μετά από βροχές. Τα φυτά της περιοχής είναι απαραίτητο να αντέχουν χωρίς νερό **ΜΕΧΡΙ ΚΑΙ...**

- A. αρκετά χρόνια.
- B. αρκετούς μήνες.
- Γ. αρκετές μέρες.
- Δ. αρκετές ώρες.

- 10 Μια εταιρεία παπουτσιών κατάφερε φέτος να αυξήσει τους πελάτες της. Από τα έσοδα της φετινής χρονιάς αποφάσισε να αυξήσει την ποικιλία των προϊόντων της. Τι είναι πιο πιθανόν να συμβεί στον αριθμό των πελατών της του χρόνου;
- A. Θα μείνει το ίδιο, αφού η εταιρεία είναι επιτυχημένη και θα κρατήσει τους πελάτες της.
  - B. Θα αυξηθεί, αφού η μεγαλύτερη ποικιλία θα ικανοποιεί περισσότερους πελάτες.
  - Γ. Θα μειωθεί, διότι η εταιρεία θα έχει και προϊόντα που δε θα αρέσουν στους πελάτες.
  - Δ. Θα μειωθεί, διότι οι πελάτες θα προτιμούν άλλες, καινούριες εταιρείες.

- 11 Σε ένα απομακρυσμένο δάσος κάποια δέντρα ξηραίνονται και πεθαίνουν. Όμως ο συνολικός αριθμός των δέντρων του δάσους παραμένει ο ίδιος. Αυτό σημαίνει ότι
- A. δεν ξηραίνονται πολλά δέντρα.
  - B. βλαστούν πολλά νέα δέντρα.
  - Γ. οι ξυλοκόποι δεν πάνε εκεί για να κόψουν δέντρα.
  - Δ. βλαστούν τόσα δέντρα όσα ξηραίνονται.

- 12 Η αλυκή είναι λίμνη που έχει νερό μόνο κάποιους μήνες το χρόνο. Τους ζεστούς μήνες το νερό εξατμίζεται και αφήνει αλάτι. Έτσι, οι οργανισμοί που ζουν μόνιμα στην περιοχή είναι ΑΠΑΡΑΙΤΗΤΟ να μπορούν να επιβιώνουν
- A. σε μήνες υψηλής βροχόπτωσης.
  - B. για μερικούς μήνες κάθε χρόνο σε αλάτι.
  - Γ. για αρκετές εβδομάδες κάτω από το νερό.
  - Δ. για μερικές εβδομάδες σε αλάτι.

- 13 Τα τελευταία 30 χρόνια, ο πληθυσμός μιας πλούσιας χώρας παρουσίαζε αύξηση. Τα επόμενα 30 χρόνια, με ποιο τρόπο είναι πιο πιθανόν να εξελιχθεί ο πληθυσμός της ίδιας χώρας;
- A. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί θα μειωθούν οι γεννήσεις.
  - B. Πιθανόν να μειωθεί, γιατί τα θανατηφόρα ατυχήματα ολοένα και αυξάνονται.
  - Γ. Πιθανόν να αυξηθεί κι άλλο, αφού αυξάνονται οι πιθανοί μελλοντικοί γονείς.
  - Δ. Πιθανόν να μείνει ο ίδιος, αφού όσοι γεννιούνται, άλλοι τόσοι πεθαίνουν.

- 14 Ένα αυτοκίνητο βρίσκεται εντελώς αποσυναρμολογημένο (όλα τα μέρη του είναι σκόρπια) στο συνεργείο. Για να είναι βέβαιος ο μηχανικός πόσο γρήγορα θα μπορούσε να τρέξει το αυτοκίνητο, χρειάζεται
- A. να κοιτάξει το ταχύμετρο του αυτοκινήτου.
  - B. να ελέγξει τη μηχανή του.
  - Γ. να ελέγξει το ταχύμετρο και τους τροχούς του αυτοκινήτου.
  - Δ. να συναρμολογήσει το αυτοκίνητο και να το οδηγήσει.



ταχύμετρο

15 **Υπάρχει πιθανότητα ένα από τα χαρτονομίσματα που έδωσα για να πληρώσω το εισιτήριο για το ταξίδι των διακοπών μου να ξαναβρεθεί στα χέρια μου;**  
Α. Όχι, τα χαρτονομίσματα εκείνα τα έχει το ταξιδιωτικό γραφείο από το οποίο πήρα το εισιτήριο.  
Β. Όχι, υπάρχουν εκατομμύρια χαρτονομίσματα. Είναι απίθανο να ξαναβρεθούν στα χέρια μου.  
Γ. Ναι. Μπορεί το ταξιδιωτικό γραφείο να κατάθεσε τα χαρτονομίσματα στην τράπεζα και αν πάρω από εκεί χρήματα, ένα χαρτονόμισμα να είναι από εκείνα που έδωσα στο πρακτορείο.  
Δ. Ναι, μόνο αν έκανα λάθος και πλήρωσα περισσότερα από όσα άξιζε το εισιτήριο και το πρακτορείο μου επέστρεψε κάποια.

16 **Η ποσότητα του νερού που φεύγει από το μπάνιο μας μπορεί να επιστρέψει ξανά στο σπίτι μας ως πόσιμο νερό;**  
Α. Όχι, είναι βρώμικο νερό που θα πάει με σωλήνες σε ειδικούς λάκκους ή στη θάλασσα.  
Β. Όχι, είναι βρώμικο νερό και ποτέ δε θα είναι κατάλληλο για να το πιούμε.  
Γ. Ναι, μόνο αν έχει διωλιστήριο στην περιοχή και το νερό φτάσει σε αυτό με σωλήνες για να καθαριστεί και να σταλεί πίσω στο σπίτι μας πάλι με σωλήνες.  
Δ. Ναι, μπορεί να πάει κάτω από την επιφάνεια του εδάφους ή στη θάλασσα, να εξατμιστεί, να γίνει σύννεφο και βροχή, να πάει σε δεξαμενές, να καθαριστεί και να καταλήξει στο σπίτι μας για να το πιούμε.

17 **Υπάρχει περίπτωση το χαρτί των σελίδων ενός τετραδίου να είναι το ίδιο με το χαρτί που χρησιμοποίησα πέρσι για να γράψω μια σημείωση και στη συνέχεια πέταξα;**  
Α. Όχι, δε γίνεται να φτιάξει κάποιος καινούριο τετράδιο με παλιό χαρτί.  
Β. Όχι, αφού ήταν χρησιμοποιημένο το χαρτί, θα πήγε στα σκουπίδια.  
Γ. Ναι, αν το χαρτί ανακυκλώθηκε και με αυτό και με άλλα φτιάχτηκε το τετράδιο.  
Δ. Ναι, μόνο αν τη φύλαξα κι έφτιαξα ένα τετράδιο με αυτή και με άλλες κόλλες.

18 **Πλησιάζει χειμώνας. Για να καταλάβει μια οικογένεια αν η θέρμανση του σπιτιού δουλεύει, τότε ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ**  
Α. να κοιτάξει αν υπάρχει πετρέλαιο στο ντεπόζιτο.  
Β. να ελέγξει αν οι σωλήνες προς τα σώματα της θέρμανσης είναι ανοικτές.  
Γ. να τη θέσει σε λειτουργία με το κουμπί και να δει αν ζεσταίνει το σπίτι.  
Δ. να ελέγξει ότι δεν έχει κάποιο μηχανικό πρόβλημα.

19 **Καταλαβαίνουμε καλύτερα ότι ένα ψυγείο λειτουργεί σωστά, όταν**  
Α. το ηλεκτρικό καλώδιό του είναι τοποθετημένο στην πρίζα και η πρίζα είναι αναμμένη.  
Β. κρατά συνεχώς σε χαμηλή θερμοκρασία τα τρόφιμα.  
Γ. η πόρτα του ψυγείου είναι εντελώς κλειστή.  
Δ. ανοίγοντας την πόρτα του ψυγείου, ανάβει ένα φωτάκι.



20 Σε μια περιοχή τα φίδια τρώνε μόνο ποντίκια και τα ποντίκια τρώνε μόνο σιτάρι. Τι είναι πιθανό να συμβεί στα φίδια αν αφανιστούν (δηλαδή, σταματήσουν να υπάρχουν) όλα τα φυτά;

- A. Θα μειωθούν, γιατί δε θα έχουν τα φυτά για σκιά.
- B. Θα μείνουν τα ίδια σε αριθμό, γιατί θα γεννούν άλλα φίδια.
- Γ. Θα μειωθούν, αλλά δε θα αφανιστούν, γιατί θα συνεχίσουν να γεννούν.
- Δ. Θα αφανιστούν, γιατί θα αφανιστούν και τα ποντίκια.

21 Σε μια μπανιέρα η βρύση είναι ανοιχτή και η μπανιέρα γεμίζει με νερό. Για να αδειάσει η μπανιέρα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ

- A. καθώς τρέχει το νερό, να είναι ανοικτή η τρύπα της αποχέτευσης.
- B. να μην τρέχει πολύ νερό από τη βρύση.
- Γ. το νερό που τρέχει από τη βρύση να είναι λιγότερο από το νερό που φεύγει από την αποχέτευση.
- Δ. το νερό που βγαίνει από το μπάνιο μέσα από την αποχέτευση να είναι λιγότερο από το νερό που τρέχει από τη βρύση.

22 Μια απεργία των οδηγών των φορτηγών που μεταφέρουν εμπορεύματα από το λιμάνι στις πόλεις κράτησε ένα μήνα. Κατά τη διάρκεια της απεργίας:

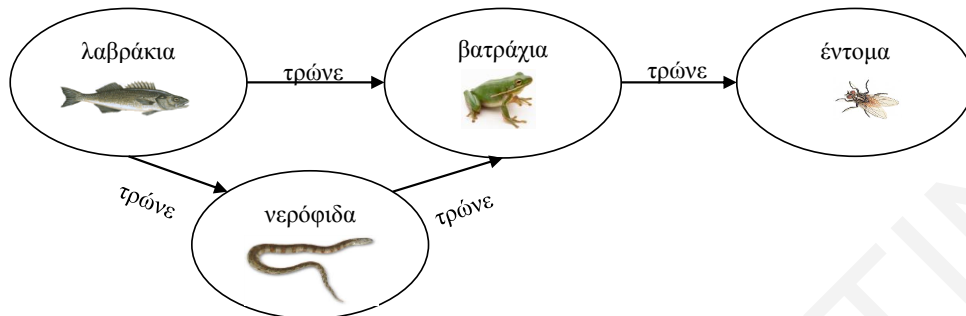
- A. δεν επηρεάστηκαν οι οδηγοί των φορτηγών, διότι ήταν δική τους απόφαση.
- B. επηρεάστηκαν οι εργάτες του λιμανιού, οι οποίοι δεν μπορούσαν να ξεφορτώσουν εμπορεύματα από τα πλοία.
- Γ. δεν επηρεάστηκαν οι έμποροι που έχουν τα εμπορεύματά τους στο λιμάνι, διότι έχουν αρκετά προϊόντα στις αποθήκες τους.
- Δ. επηρεάστηκαν οι υπεραγορές, οι οποίες δεν είχαν αρκετά προϊόντα να πουλήσουν.



23 Το νερό ενός φράγματος χρησιμοποιείται μόνο για άρδευση, δηλαδή για πότισμα των φυτών στα χωράφια. Για να υπάρχει πάντα νερό στο φράγμα ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ

- A. να βρέχει πολύ, ειδικά το χειμώνα.
- B. το νερό που μπαίνει στο φράγμα να είναι περισσότερο από αυτό που χρησιμοποιείται.
- Γ. οι γεωργοί να κάνουν οικονομία στην κατανάλωση του νερού.
- Δ. να καλλιεργούνται φυτά στην περιοχή που δε χρειάζονται μεγάλες ποσότητες νερού.

24 Παρατήρησε την πιο κάτω αλυσίδα τροφής των οργανισμών που ζουν στο φράγμα του Ξυλιάτου. Το διάγραμμα δείχνει ότι τα λαβράκια τρέφονται εξίσου με βατράχια και νερόφιδα, τα νερόφιδα τρώνε βατράχια και τα βατράχια τρώνε έντομα.



Τι θα συμβεί στους υπόλοιπους οργανισμούς, αν αφανιστούν (δηλαδή σταματήσουν να υπάρχουν) τα έντομα του φράγματος;

- A. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια δε θα επηρεαστούν, ενώ οι βάτραχοι θα μειωθούν γιατί δε θα έχουν τα έντομα για τροφή.
- B. Τα νερόφιδα και τα λαβράκια θα μειωθούν λίγο, ενώ τα βατράχια περισσότερα.
- Γ. Τα λαβράκια, τα νερόφιδα και οι βάτραχοι είναι πιθανό να μειώνονται μέχρι να αφανιστούν.
- Δ. Τα έντομα είναι τόσο μικρά και ενοχλητικά που, αν πάθουν κάτι, μόνο θα ωφελέσουν τους άλλους οργανισμούς.

25 Στις μέρες μας παράγουμε πολλά σκουπίδια. Τα σκουπίδια ρυπαίνουν το περιβάλλον. Τι μπορεί να γίνει για να μειώσουμε τη ρύπανση του περιβάλλοντος από τα σκουπίδια;

- A. Να έχουμε περισσότερους σκουπιδότοπους, ώστε να μειώνονται τα σκουπίδια κάθε σκουπιδότοπου.
- B. Να βρίσκουμε άλλες χρήσεις για τα αντικείμενα που θα πετάγαμε στα σκουπίδια.
- Γ. Να καίμε ή να θάβουμε στο χώμα τα σκουπίδια που πάνε στους σκουπιδότοπους.
- Δ. Να απομακρυνθούν οι σκουπιδότοποι από τις πόλεις.

26 Η κίνηση στους δρόμους έχει αυξηθεί τα τελευταία χρόνια και πολλές φορές οι οδηγοί περιμένουν για αρκετή ώρα σε ουρές αυτοκινήτων προκαλώντας τους μεγάλη καθυστέρηση. Με ποιο τρόπο μπορεί να λυθεί αυτό το πρόβλημα;

- A. Να χρησιμοποιούνται περισσότερα λεωφορεία με περισσότερα και συχνότερα δρομολόγια.
- B. Να αυξηθεί το όριο ταχύτητας.
- Γ. Να τοποθετηθούν σε όλα τα σταυροδρόμια φώτα τροχαίας.
- Δ. Δεν είναι εφικτό να λυθεί το πρόβλημα.

- 27 Μια ομάδα ποδοσφαίρου βρίσκεται ανάμεσα στις καλύτερες της χώρας στο φετινό πρωτάθλημα. Ποια από τις πιο κάτω προτάσεις είναι ΛΑΝΘΑΣΜΕΝΗ;
- A. Ο προπονητής μπορεί να πάρει υψηλότερο μισθό του χρόνου.
  - B. Οι ποδοσφαιριστές προπονούνται λιγότερες ώρες, αφού είναι πολύ καλοί.
  - Γ. Η ομάδα μπορεί να αποκτήσει περισσότερους οπαδούς.
  - Δ. Οι ποδοσφαιριστές μπορεί να έχουν προτάσεις για να παίξουν σε άλλες ομάδες.



- 28 Σε μια βιομηχανική μεγαλούπολη είναι έντονη η ρύπανση της ατμόσφαιρας με επιπτώσεις στην υγεία των οργανισμών. Ο καλύτερος τρόπος για να λυθεί το πρόβλημα είναι να:

- A. μετακομίσουν αρκετοί κάτοικοι σε χωριά.
- B. μειωθεί η παραγωγή καυσαερίων από τα εργοστάσια.
- Γ. μειωθεί το καψάλισμα των χόρτων.
- Δ. αυξηθούν οι τιμές στα καύσιμα.

- 29 Ένα εργοστάσιο στο οποίο κατασκευάζονται πλαστικά μπουκάλια δουλεύει λιγότερες ώρες από ότι πέρσι.

Το γεγονός ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί λιγότερες ώρες

- A. μπορεί να επηρεάσει την ηλεκτρική ενέργεια που χρειάζεται.
- B. δεν μπορεί να αλλάξει τον όγκο των αποβλήτων.
- Γ. αποκλείεται να μειώσει τα έσοδα του ιδιοκτήτη.
- Δ. μπορεί να προκαλέσει περισσότερη φθορά στις μηχανές.





## Παράρτημα 22

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ



Πίνακας 1: infit - outfit statistics για τα 52 έργα

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds) In input Order

25/ 4/ 6 19:23

all on all (N = 848 L = 52 Probability Level= .50)

ITEM NAME	SCORE MAXSCR		THRSH	INFT	OUTFT	INFT	OUTFT
			1	MNSQ	MNSQ	t	t
1 item 1	153	848	1.63 .09	1.03	1.14	.5	1.6
2 item 2	584	848	-.88 .08	1.04	1.04	1.2	.7
3 item 3	737	848	-2.05 .11	.99	.95	-.1	-.4
4 item 4	372	848	.26 .07	1.11	1.14	4.5	2.9
5 item 5	434	848	-.07 .07	1.02	1.02	.8	.6
6 item 6	129	848	1.84 .10	1.01	1.14	.2	1.4
7 item 7	410	848	.06 .07	1.02	1.02	1.0	.5
8 item 8	581	848	-.86 .08	.90	.83	-3.3	-3.2
9 item 9	378	848	.22 .07	.91	.91	-4.1	-2.1
10 item 10	335	848	.45 .07	1.03	1.05	1.3	1.1
11 item 11	237	848	1.02 .08	1.18	1.35	4.6	5.2
12 item 12	386	848	.18 .07	.99	.99	-.3	-.2
13 item 13	596	848	-.95 .08	.90	.84	-3.1	-2.9
14 item 14	556	848	-.72 .08	.93	.89	-2.6	-2.1
15 item 15	668	848	-1.44 .09	.92	.90	-1.8	-1.4
16 item 16	570	848	-.80 .08	.99	.99	-.5	-.2
17 item 17	566	848	-.78 .08	1.00	.99	-.2	-.1
18 item 18	385	848	.19	.99	.99	-.4	-.1

.07

QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds) In input Order

25/ 4/ 6 19:23

all on all (N = 848 L = 52 Probability Level= .50)

ITEM NAME	SCORE	MAXSCR	THRSH	INFT	OUTFT	INFT	OUTFT
			1	MNSQ	MNSQ	t	t
19 item 19	181	848	1.40 .09	.93	.93	-1.4	-.9
20 item 20	377	848	.23 .07	1.06	1.07	2.5	1.5
21 item 21	183	848	1.39 .09	1.12	1.32	2.5	3.9
22 item 22	237	848	1.02 .08	1.08	1.13	2.2	2.0
23 item 23	72	848	2.53 .13	1.03	1.43	.3	2.8
24 item 24	434	848	-.07 .07	.95	.94	-2.5	-1.3
25 item 25	679	848	-1.52 .09	.90	.82	-1.9	-2.4
26 item 26	313	848	.57 .07	1.04	1.08	1.5	1.5
27 item 27	470	848	-.25 .07	.87	.84	-5.9	-3.8
28 item 28	558	848	-.73 .08	.97	.96	-.9	-.7
29 item 29	261	848	.87 .08	1.06	1.10	1.7	1.7
30 item 30	327	848	.50 .07	.99	.98	-.5	-.5
31 item 31	340	848	.43 .07	.99	.97	-.5	-.6
32 item 32	385	848	.19 .07	1.00	1.00	.1	.0
33 item 33	465	848	-.23 .07	.93	.92	-3.2	-1.9
34 item 34	767	848	-2.41 .12	.91	.70	-1.0	-2.6
35 item 35	160	848	1.57 .09	1.05	1.29	1.0	3.3
36 item 36	384	848	.19	1.08	1.11	3.3	2.4

.07

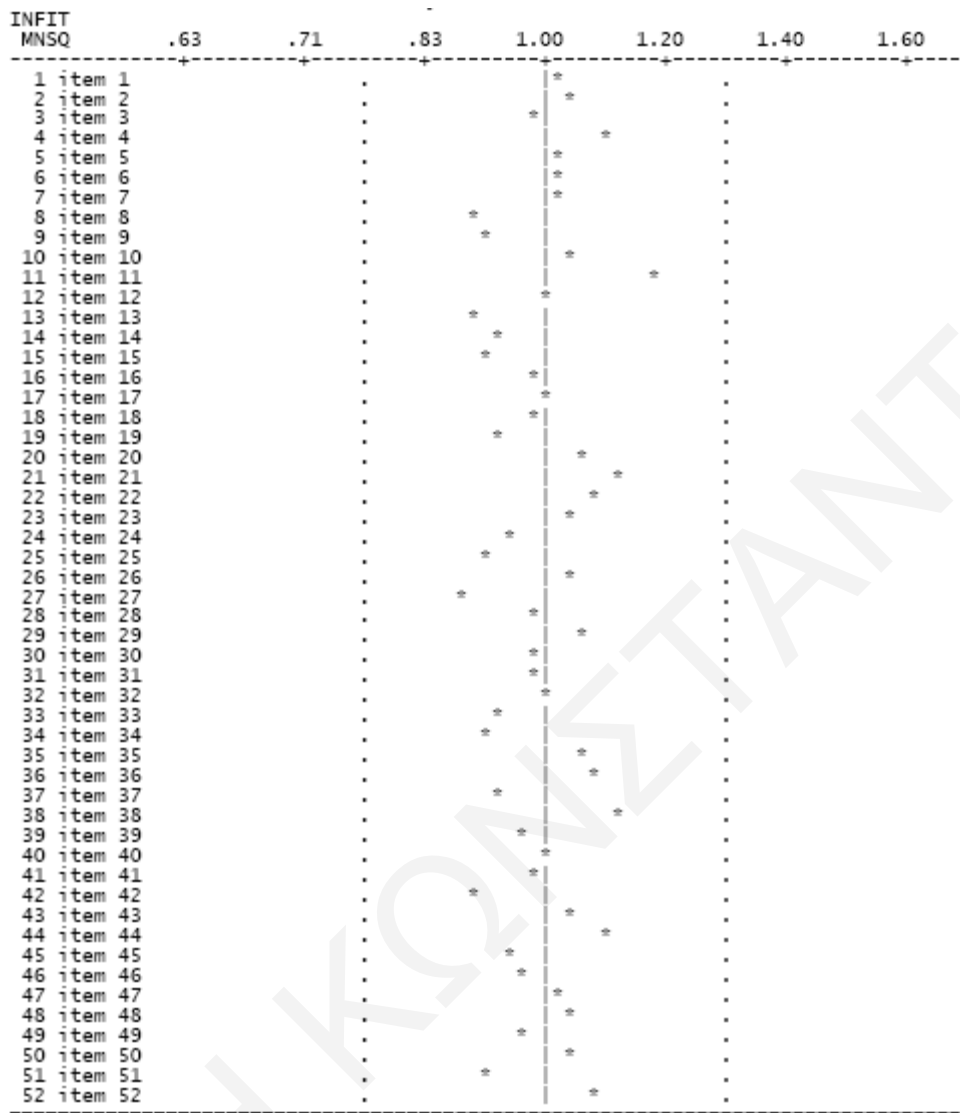
QUEST: The Interactive Test Analysis System

Item Estimates (Thresholds) In input Order

25/ 4/ 6 19:23

all on all (N = 848 L = 52 Probability Level= .50)

ITEM NAME	SCORE	MAXSCR	THRSH	INFT	OUTFT	INFT	OUTFT
			1	MNSQ	MNSQ	t	t
37 item 37	436	848	-.08 .07	.92	.91	-3.5	-2.1
38 item 38	390	848	.16 .07	1.12	1.13	5.3	2.9
39 item 39	441	848	-.10 .07	.95	.95	-2.1	-1.2
40 item 40	534	848	-.60 .07	1.01	1.00	.2	.0
41 item 41	526	848	-.55 .07	.97	.97	-1.1	-.6
42 item 42	626	848	-1.14 .08	.89	.83	-3.0	-2.7
43 item 43	426	848	-.02 .07	1.03	1.05	1.5	1.1
44 item 44	215	848	1.16 .08	1.11	1.21	2.5	3.0
45 item 45	664	848	-1.41 .09	.94	.89	-1.4	-1.5
46 item 46	473	848	-.27 .07	.95	.93	-2.1	-1.6
47 item 47	511	848	-.47 .07	1.03	1.04	1.1	1.0
48 item 48	422	848	.00 .07	1.04	1.05	2.0	1.2
49 item 49	455	848	-.17 .07	.95	.94	-2.2	-1.3
50 item 50	286	848	.73 .08	1.04	1.07	1.3	1.3
51 item 51	475	848	-.28 .07	.91	.89	-3.9	-2.6
52 item 52	411	848	.05 .07	1.08	1.10	3.5	2.2
Mean			.00	1.00	1.01	-.1	.1
SD			.97	.07	.14	2.4	2.0



Διάγραμμα 1: Οι τιμές infit mean square για τα 52 έργα

## Παράρτημα 23

ΚΥΡΙΑΚΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΙΔΗ





QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 1: item 1 Infit MNSQ = 1.01  
Disc = .32

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	305	98	0	0	0
Percent (%)	75.7	24.3	.0	.0	
Pt-Biserial	-.32	.32	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.14	.48	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds 1.27  
Error .12

Item 2: item 2 Infit MNSQ = .94  
Disc = .43

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	266	137	0	0	0
Percent (%)	66.0	34.0	.0	.0	
Pt-Biserial	-.43	.43	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.24	.51	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .74  
Error .11

Item 3: item 3 Infit MNSQ = 1.05  
Disc = .31

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	214	187	1	1	0
Percent (%)	53.1	46.4	.2	.2	
Pt-Biserial	-.31	.31	.01	-.02	
p-value	.000	.000	.383	.379	
Mean Ability	-.24	.29	.23	-.23	NA

Step Labels 1

Thresholds .16  
Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

11/ 2/15 17:10

Item 4: item 4 Infit MNSQ = 1.04  
Disc = .27

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	135	265	3	0	0
Percent (%)	33.5	65.8	.7	.0	
Pt-Biserial	-.27	.27	-.03	NA	
p-value	.000	.000	.258	NA	
Mean Ability	-.30	.17	-.30	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.72

Error .11

Item 5: item 5 Infit MNSQ = 1.00  
Disc = .37

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	190	211	2	0	0
Percent (%)	47.1	52.4	.5	.0	
Pt-Biserial	-.36	.37	-.04	NA	
p-value	.000	.000	.236	NA	
Mean Ability	-.30	.30	-.50	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.10

Error .11

Item 6: item 6 Infit MNSQ = .92  
Disc = .45

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	171	229	3	0	0
Percent (%)	42.4	56.8	.7	.0	
Pt-Biserial	-.46	.45	.05	NA	
p-value	.000	.000	.162	NA	
Mean Ability	-.42	.33	.44	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.30

Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 7: item 7 Infit MNSQ = 1.14  
Disc = .22

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	259	144	0	0	0
Percent (%)	64.3	35.7	.0	.0	
Pt-Biserial	-.22	.22	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.12	.25	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .66  
Error .11

Item 8: item 8 Infit MNSQ = .95  
Disc = .42

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	250	152	1	0	0
Percent (%)	62.0	37.7	.2	.0	
Pt-Biserial	-.42	.42	-.02	NA	
p-value	.000	.000	.379	NA	
Mean Ability	-.26	.46	-.23	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .56  
Error .11

Item 9: item 9 Infit MNSQ = .96  
Disc = .42

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	236	166	1	0	0
Percent (%)	58.6	41.2	.2	.0	
Pt-Biserial	-.41	.42	-.08	NA	
p-value	.000	.000	.064	NA	
Mean Ability	-.28	.43	-1.25	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .40  
Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 10: item 10 Infit MNSQ = .95  
Disc = .42

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	181	218	4	0	0
Percent (%)	44.9	54.1	1.0	.0	
Pt-Biserial	-.41	.42	-.06	NA	
p-value	.000	.000	.110	NA	
Mean Ability	-.37	.34	-.52	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.18  
Error .11

Item 11: item 11 Infit MNSQ = .93  
Disc = .45

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	203	199	1	0	0
Percent (%)	50.4	49.4	.2	.0	
Pt-Biserial	-.44	.45	-.07	NA	
p-value	.000	.000	.094	NA	
Mean Ability	-.35	.38	-1.05	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .03  
Error .11

Item 12: item 12 Infit MNSQ = .91  
Disc = .47

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	191	212	0	0	0
Percent (%)	47.4	52.6	.0	.0	
Pt-Biserial	-.47	.47	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.40	.38	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.11  
Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

11/ 2/15 17:10

Item 13: item 13

Infit MNSQ = 1.01  
Disc = .35

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	184	219	0	0	0
Percent (%)	45.7	54.3	.0	.0	
Pt-Biserial	-.35	.35	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.31	.28	NA	NA	NA
Step Labels		1			
Thresholds		-.19			
Error		.11			

Item 14: item 14

Infit MNSQ = 1.10  
Disc = .24

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	240	163	0	0	0
Percent (%)	59.6	40.4	.0	.0	
Pt-Biserial	-.24	.24	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.16	.26	NA	NA	NA
Step Labels		1			
Thresholds		.43			
Error		.11			

Item 15: item 15

Infit MNSQ = 1.00  
Disc = .36

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	198	203	1	1	0
Percent (%)	49.1	50.4	.2	.2	
Pt-Biserial	-.37	.36	.04	.06	
p-value	.000	.000	.241	.134	
Mean Ability	-.30	.31	.54	.88	NA
Step Labels		1			
Thresholds		-.01			
Error		.11			

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 16: item 16 Infit MNSQ = 1.00  
Disc = .33

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	148	255	0	0	0
Percent (%)	36.7	63.3	.0	.0	
Pt-Biserial	-.32	.32	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.34	.22	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.60

Error .11

Item 17: item 17 Infit MNSQ = .99  
Disc = .39

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	227	175	1	0	0
Percent (%)	56.3	43.4	.2	.0	
Pt-Biserial	-.38	.38	-.04	NA	
p-value	.000	.000	.239	NA	
Mean Ability	-.27	.38	-.54	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .30

Error .11

Item 18: item 18 Infit MNSQ = .94  
Disc = .43

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	163	238	2	0	0
Percent (%)	40.4	59.1	.5	.0	
Pt-Biserial	-.43	.43	.00	NA	
p-value	.000	.000	.497	NA	
Mean Ability	-.42	.30	.00	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.40

Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 19: item 19 Infit MNSQ = .94  
Disc = .42

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	170	230	2	1	0
Percent (%)	42.2	57.1	.5	.2	
Pt-Biserial	-.42	.42	-.01	-.02	
p-value	.000	.000	.441	.379	
Mean Ability	-.40	.31	-.08	-.23	NA
Step Labels		1			
Thresholds		-.31			
Error		.11			

Item 20: item 20 Infit MNSQ = 1.01  
Disc = .35

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	269	132	2	0	0
Percent (%)	66.7	32.8	.5	.0	
Pt-Biserial	-.34	.35	-.06	NA	
p-value	.000	.000	.098	NA	
Mean Ability	-.19	.43	-.70	NA	NA
Step Labels		1			
Thresholds		.81			
Error		.11			

Item 21: item 21 Infit MNSQ = 1.07  
Disc = .26

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	295	106	2	0	0
Percent (%)	73.2	26.3	.5	.0	
Pt-Biserial	-.25	.26	-.09	NA	
p-value	.000	.000	.042	NA	
Mean Ability	-.11	.37	-.96	NA	NA
Step Labels		1			
Thresholds		1.15			
Error		.12			

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*



QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 22: item 22 Infit MNSQ = .91  
Disc = .43

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	116	286	1	0	0
Percent (%)	28.8	71.0	.2	.0	
Pt-Biserial	-.43	.43	.01	NA	
p-value	.000	.000	.383	NA	
Mean Ability	-.54	.23	.23	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -.98  
Error .12

Item 23: item 23 Infit MNSQ = 1.11  
Disc = .24

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	263	138	0	2	0
Percent (%)	65.3	34.2	.0	.5	
Pt-Biserial	-.24	.24	NA	.00	
p-value	.000	.000	NA	.497	
Mean Ability	-.14	.29	NA	.00	NA

Step Labels 1

Thresholds .73  
Error .11

Item 24: item 24 Infit MNSQ = 1.07  
Disc = .28

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	217	185	0	1	0
Percent (%)	53.8	45.9	.0	.2	
Pt-Biserial	-.27	.28	NA	-.08	
p-value	.000	.000	NA	.064	
Mean Ability	-.20	.27	NA	-1.25	NA

Step Labels 1

Thresholds .19  
Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 25: item 25 Infit MNSQ = .97  
Disc = .40

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	210	190	3	0	0
Percent (%)	52.1	47.1	.7	.0	
Pt-Biserial	-.40	.40	-.01	NA	
p-value	.000	.000	.382	NA	
Mean Ability	-.31	.36	-.13	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds .13  
Error .11

Item 26: item 26 Infit MNSQ = .95  
Disc = .38

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	103	297	2	1	0
Percent (%)	25.6	73.7	.5	.2	
Pt-Biserial	-.37	.38	.00	-.12	
p-value	.000	.000	.497	.010	
Mean Ability	-.51	.20	.00	-2.32	NA

Step Labels 1

Thresholds -1.13  
Error .12

Item 27: item 27 Infit MNSQ = 1.07  
Disc = .28

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	182	218	2	1	0
Percent (%)	45.2	54.1	.5	.2	
Pt-Biserial	-.29	.28	.03	.06	
p-value	.000	.000	.286	.134	
Mean Ability	-.26	.23	.31	.88	NA

Step Labels 1

Thresholds -.18  
Error .11

\*\*\*\*\*Output Continues\*\*\*\*\*

QUEST\_run\_one

Item Analysis Results for Observed Responses 11/ 2/15 17:10  
all on all (N = 403 L = 29 Probability Level= .50)

Item 28: item 28 Infit MNSQ = 1.05  
Disc = .23

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	107	296	0	0	0
Percent (%)	26.6	73.4	.0	.0	
Pt-Biserial	-.23	.23	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.31	.12	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -1.12  
Error .12

Item 29: item 29 Infit MNSQ = .99  
Disc = .34

Categories	0	1*	9	5	missing
Count	100	303	0	0	0
Percent (%)	24.8	75.2	.0	.0	
Pt-Biserial	-.34	.34	NA	NA	
p-value	.000	.000	NA	NA	
Mean Ability	-.47	.17	NA	NA	NA

Step Labels 1

Thresholds -1.21  
Error .12

Mean test score 14.52  
Standard deviation 4.94  
Internal Consistency .75

The individual item statistics are calculated using all available data.

The overall mean, standard deviation and internal consistency indices assume that missing responses are incorrect. They should only be considered useful when there is a limited amount of missing data.

=====