

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΟΥ ΑΝΘΡΩΠΟΥ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΔΗΜΟΤΙΚΗΣ ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ  
«Σύγχρονα περιβάλλοντα μάθησης και παραγωγή  
διδακτικού υλικού»

Κατεύθυνση Α΄

Ταμπάκης Παναγιώτης

Διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/ριών Ε΄ και ΣΤ΄  
τάξης Δημοτικού Σχολείου πάνω σε έννοιες και  
φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση,  
την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων και  
παραγωγή αντίστοιχου διδακτικού υλικού

Διπλωματική Εργασία

Επιβλέπουσες καθηγήτριες: Σταυρίδου Ελένη  
Σολομωνίδου Χριστίνα

Βόλος 2006





**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ**  
**ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 5183/1

Ημερ. Εισ.: 02-03-2007

Δωρεά: Συγγραφέα

Ταξιθετικός Κωδικός: Δ

507

TAM

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	4
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - Το θεωρητικό πλαίσιο: ο κοινωνικός εποικοδομητισμός και η συνεργατική μάθηση</b>	
1.1 Ανασκόπηση των θεωριών μάθησης που επηρέασαν τη διδασκαλία – μάθηση των Φ.Ε.: η περίπτωση του κοινωνικού εποικοδομητισμού.....	7
1.2 Η συνεργατική μάθηση στις Φ.Ε.....	10
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 - Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη διδασκαλία και μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων</b>	
3.1 Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την πυκνότητα, την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων..	13
2.2.1 Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για την έννοια της πυκνότητας.....	13
2.2.2 Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για την έννοια της υδροστατικής πίεσης.....	15
2.2.3 Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών γύρω από το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων.....	17
2.2. Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων.....	19
2.2.1 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση της έννοιας της υδροστατικής πίεσης.....	19
2.2.2 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση του φαινομένου της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων.....	21
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - Μέθοδος</b>	
3.1 Οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας.....	24
3.2 Οι υποθέσεις της διπλωματικής εργασίας.....	25
3.3 Η έρευνα .....	26
3.3.1 Το ερωτηματολόγιο.....	26
3.3.2 Το δείγμα.....	30

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – Αποτελέσματα από την ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών στα ερωτηματολόγια - συζήτηση**

4.1 Αποτελέσματα του 1 <sup>ου</sup> μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονταν με την υδροστατική πίεση.....	32
4.2 Αποτελέσματα του 2ου μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε σε έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονταν με την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων.....	52
4.3 Συζήτηση των αποτελεσμάτων.....	78

**ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 – Παρουσίαση του διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία – μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων**

5.1 Τα χαρακτηριστικά του διδακτικού υλικού.....	82
5.1.1 Το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα.....	82
5.1.2 Παρουσίαση του διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία – μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων.....	84

<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	91
---------------------------	----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι:</b> Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που αφορούσε στην έννοια της υδροστατικής πίεσης.....	97
--	----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ:</b> Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου που αφορούσε στο φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων.....	105
--	-----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ:</b> Εισαγωγή στο σωματιδιακό μοντέλο.....	115
---	-----

**Φυλλάδια εργασίας**

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙV:</b> «Πυκνότητα».....	117
---------------------------------------	-----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V:</b> «Στερεά, υγρά και αέρια».....	128
---	-----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI:</b> «Υδροστατική πίεση».....	138
---	-----

<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII:</b> «Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων».....	149
---	-----

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα τελευταία χρόνια κεντρική θέση στο χώρο της Διδακτικής των Φυσικών Επιστημών (Φ.Ε.) κατέχουν οι έρευνες που ασχολούνται με την ανίχνευση και καταγραφή των αντιλήψεων των μαθητών/ριών για έννοιες και φαινόμενα του φυσικού κόσμου. Τα παιδιά, μέσω της αλληλεπίδρασή τους με το περιβάλλον, φυσικό και κοινωνικό, και μέσα από την κοινωνική επαφή και τη γλώσσα, αρχίζουν να οικοδομούν ένα ευρύ φάσμα ιδεών για το πώς λειτουργεί ο κόσμος πριν ακόμη έρθουν στο σχολείο. Οι αντιλήψεις αυτές με τις οποίες τα παιδιά προσπαθούν να δώσουν νόημα στον κόσμο που τους περιβάλλει συνήθως απέχουν από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη και επειδή υποστηρίζονται από την καθημερινή εμπειρία ανθίστανται σε κάθε προσπάθεια αλλαγής τους στο σχολείο, ιδιαίτερα στην περίπτωση που δεν λαμβάνονται σοβαρά υπόψη στον σχεδιασμό της διδακτικής παρέμβασης.

Σύμφωνα με το κυρίαρχο θεωρητικό πλαίσιο που είναι ο εποικοδομητισμός η μάθηση αποτελεί μια συνεχή κι ενεργητική διαδικασία που συντελείται όταν ο/η μαθητής/ρια ανακαλύπτει ανακολουθίες μεταξύ της ισχύουσας γι' αυτόν/η αναπαράστασης της γνώσης και της εμπειρίας του/ης. Η συγκεκριμένη θέση αναδεικνύει το ρόλο που παίζουν οι ιδέες των παιδιών στη μαθησιακή διαδικασία, ενώ ο στόχος της διδασκαλίας γίνεται η εννοιολογική εξέλιξη ή αλλαγή της προϋπάρχουσας γνώσης τους που μπορεί να επιτευχθεί αν οι μαθητές/ριες οδηγηθούν, μέσα από την οργάνωση του κατάλληλου μαθησιακού περιβάλλοντος, σε γνωστική σύγκρουση (αδυναμία ερμηνείας της συγκεκριμένης πραγματικότητας με βάση τις διαισθητικές αντιλήψεις τους) και στη συνέχεια σε εννοιολογική αλλαγή, δηλαδή στην σταδιακή οικοδόμηση νέας γνώσης, περισσότερο συμβατής με το επιστημονικό πρότυπο, υπό τον όρο ότι είναι καρποφόρα, αληθοφανής και κατανοητή για τους/ις ίδιους/ες (Κόκκοτας 2002).

Σήμερα, έχει αυξηθεί ο αριθμός των μελετών που αξιοποιεί διδακτικά τα αποτελέσματα ερευνών που αφορούν στις αντιλήψεις των παιδιών με σκοπό το σχεδιασμό και την αξιολόγηση αναλυτικών προγραμμάτων και διδακτικών παρεμβάσεων που λαμβάνουν υπόψη τις κοινωνικές απαιτήσεις, εκμεταλλεύονται τις



ευκαιρίες που προσφέρουν οι Τεχνολογίες Πληροφορίας και Επικοινωνιών για τη δημιουργία ενός γόνιμου μαθησιακού περιβάλλοντος και έχουν ως στόχο την καλύτερη κατανόηση των εννοιών, φαινομένων και διαδικασιών των Φ.Ε.

Ειδικότερα, ως προς τα φαινόμενα της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων, η ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας αποκαλύπτει ότι οι μαθητές/ριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόησή τους. Η διδασκαλία αυτών των φαινομένων αποτελεί μέρος της διδακτέας ύλης του νέου αναλυτικού προγράμματος Δημοτικού και Γυμνασίου και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον, επειδή προϋποθέτει ιδιαίτερα αφαιρετικές διαδικασίες συλλογισμού. Το αποτέλεσμα είναι με την παραδοσιακή διδασκαλία, είτε να παραμένουν οι διαισθητικές αντιλήψεις που διαμορφώθηκαν πριν την έναρξη της σχολικής ζωής, είτε να δημιουργούνται νέες που διατηρούνται ακόμη και μετά την ολοκλήρωση σπουδών στην τριτοβάθμια εκπαίδευση (Psillos & Kariotoglou 1999). Επιπλέον, δεν υπάρχει καμία εργασία που να διαπραγματεύεται την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και την βύθιση των σωμάτων σε ένα ενιαίο πλαίσιο, να απευθύνεται σε παιδιά Δημοτικού σχολείου και να είναι σύμφωνη με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης.

Για το λόγο αυτό θεωρήθηκε ενδιαφέρον η παρούσα διπλωματική εργασία να έχει ως αντικείμενο:

- τη διερεύνηση των ιδεών των μαθητών/ριών Ε' και Στ' τάξης του Δημοτικού σχολείου για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων και
- την ανάπτυξη διδακτικού υλικού για την πρωτοβάθμια εκπαίδευση που να διαπραγματεύεται τα παραπάνω θέματα σε ένα ενιαίο πλαίσιο και να είναι σύμφωνη με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης.

Η προσέγγιση που διαμορφώθηκε έχει ως κεντρική έννοια την πυκνότητα. Προκειμένου να υποστηριχθούν οι παραπάνω διδακτικές και μαθησιακές επιλογές η παραγωγή του διδακτικού υλικού βασίστηκε στην εργασία του Γραμμένου και της Σταυρίδου (2001) που αφορούσε στη μοντελοποίηση των εννοιών της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας με βάση ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο και στην

αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας», η εφαρμογή του οποίου έδειξε ότι τα παιδιά των τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου μπορούν να κατανοήσουν, σε μεγάλο βαθμό, την έννοια της πυκνότητας με τη δημιουργία κατάλληλων αναπαραστάσεων σε μικροσκοπικό επίπεδο για τη δομή της ύλης (Γραμμένος & Σταυρίδου 2005).

Στην εργασία αυτή και στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά στο θεωρητικό πλαίσιο που είναι ο κοινωνικός εποικοδομητισμός και η συνεργατική μάθηση και εξηγούνται οι λόγοι για τους οποίους έγιναν οι συγκεκριμένες επιλογές. Στο 2<sup>ο</sup> κεφάλαιο της διπλωματικής εργασίας γίνεται βιβλιογραφική ανασκόπηση των αντιλήψεων των παιδιών για τις έννοιες της πυκνότητας, της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων, όπως επίσης και των διδακτικών προτάσεων που υπήρξαν σε διεθνές επίπεδο. Το 3<sup>ο</sup> κεφάλαιο περιλαμβάνει τη μέθοδο που ακολουθήθηκε δίνοντας πληροφορίες για το σκοπό της έρευνας, το δείγμα της και το γραπτό ερωτηματολόγιο που αποτέλεσε το εργαλείο συλλογής των δεδομένων. Το 4<sup>ο</sup> κεφάλαιο παρουσιάζει τα αποτελέσματα της έρευνας για τις ιδέες των παιδιών γύρω από έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων και τα συμπεράσματα που προκύπτουν. Τέλος, στο 5<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται περιγραφή του διδακτικού υλικού που παράχθηκε.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### **Το θεωρητικό πλαίσιο: ο κοινωνικός εποικοδομητισμός και η συνεργατική μάθηση**

#### **1.1 Ανασκόπηση των θεωριών μάθησης που επηρέασαν τη διδασκαλία – μάθηση των Φ.Ε.· η περίπτωση του κοινωνικού εποικοδομητισμού**

Μέχρι τα μέσα του προηγούμενου αιώνα κυρίαρχη θεωρία μάθησης που επηρέασε όλα τα γνωστικά αντικείμενα, καθώς και τη διδασκαλία – μάθηση των Φ.Ε. είναι αυτή του συμπεριφορισμού. Βασικά χαρακτηριστικά της θεωρίας αυτής είναι ότι ο/η μαθητής/ρια θεωρείται ότι έρχεται στο σχολείο σαν άγραφος χάρτης, χωρίς να έχει γνώσεις για τα θέματα που διδάσκονται ή ότι έρχεται έχοντας κάποιες απόψεις τις οποίες θα αποβάλλει μετά την επίδραση της διδασκαλίας υιοθετώντας το επιστημονικό πρότυπο που θα του προσφέρει ο δάσκαλος. Οι ιδέες των παιδιών για τον κόσμο θεωρούνται λανθασμένες και πρέπει να απορριφθούν, ενώ με βάση τα λάθη τους αξιολογείται η επιτυχία ή όχι της διδασκαλίας και γι' αυτό κρίνονται αρνητικά. Η μάθηση θεωρείται παθητική, ληπτική και αναπαραγωγική διαδικασία κατά την οποία ο δάσκαλος, που αποτελεί την αυθεντία στην τάξη, μεταδίδει – μεταφέρει τις γνώσεις του στα παιδιά τα οποία τις συσσωρεύουν παθητικά στο μυαλό τους και τις αναπαράγουν όταν χρειαστεί (Κόκκοτας 2002).

Η δεκαετία 1960 – 1970 χαρακτηρίστηκε από την εμφάνιση της θεωρίας του Bruner και την επικράτηση ανακαλυπτικών προσεγγίσεων στην εκπαίδευση. Σύμφωνα με την θεωρία αυτή τα παιδιά μπορούν να μάθουν οτιδήποτε αρκεί να τους το διδάξεις στη γλώσσα που καταλαβαίνουν και ο βασικός ρόλος του δασκάλου είναι να τα ενθαρρύνει να δράσουν ενεργητικά πάνω στα πράγματα ανακαλύπτοντας μόνοι/ες τους τη γνώση (Κόκκοτας 2001). Κατά την περίοδο αυτή εκπονήθηκαν αναλυτικά προγράμματα με έντονο ακαδημαϊκό προσανατολισμό που υιοθετούσαν την ανακαλυπτική προσέγγιση και είχαν ως στόχο την προετοιμασία καλύτερα καταρτισμένων επιστημόνων. Δεν υπήρξαν όμως τα αναμενόμενα μαθησιακά



αποτελέσματα, επειδή αγνοούσαν τις ιδέες των παιδιών και δεν τις αξιοποιούσαν διδακτικά, με αποτέλεσμα γρήγορα να εγκαταλειφθούν.

Από τις αρχές του 1970 υπήρξε μια στροφή στο χώρο της Διδακτικής των Φ.Ε. προς τη διερεύνηση των ιδεών που έχουν οι μαθητές/ριες για τα φυσικά φαινόμενα πριν ακόμη έρθουν στο σχολείο. Οι ιδέες αυτές, που αποτελούν νοητικές κατασκευές για την ερμηνεία του κόσμου, ονομάζονται εναλλακτικές ιδέες, παρανοήσεις, αυθόρμητες αντιλήψεις, νοητικά μοντέλα κ.ά., έχουν διαχρονική και επαρκή ισχύ και επηρεάζονται ελάχιστα από την παραδοσιακή διδασκαλία (Κόκκοτας 2002).

Οι αντιλήψεις αυτές των παιδιών αποτελούν τις προσωπικές θεωρίες τους με τις οποίες ερμηνεύουν τον κόσμο που τους περιβάλλει. Αφετηρία αποτελούν οι εμπειρίες, οι γνώσεις και η γλώσσα που χρησιμοποιούν. Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση αυτών των αντιλήψεων παίζει η γλώσσα των μεγάλων, που αποκτά διαφορετική σημασία στο πλαίσιο της επιστήμης σε σχέση με την καθημερινότητα, η ελλιπής επικοινωνία δασκάλου και μαθητή, όπως και ο τρόπος που τα παιδιά αντιλαμβάνονται τη νέα γνώση με βάση τα προηγούμενα νοητικά τους σχήματα.

Στη δεκαετία του '80 έχουμε τη διατύπωση των βασικών θέσεων της θεωρίας του εποικοδομητισμού (Driver & Oldham 1986). Η θεωρία αυτή είχε τις ρίζες της στις θέσεις του Piaget σύμφωνα με τις οποίες η γνώση οικοδομείται από το κάθε άτομο ξεχωριστά μέσα από την αλληλεπίδρασή του με το περιβάλλον γύρω του. Σημαντική επιρροή είχαν και οι απόψεις του που όριζαν τη μάθηση ως μια συνεχή διαδικασία αφομοίωσης και συμμόρφωσης. Κατά τον Ausubel (1968) ο πιο σπουδαίος παράγοντας που επηρεάζει τη μάθηση είναι αυτό που ο/η μαθητής/ρια ήδη γνωρίζει. Σύμφωνα με το εποικοδομητικό πρότυπο η γνώση είναι ανθρώπινο κατασκεύασμα που δεν λαμβάνεται παθητικά, αλλά χτίζεται ενεργητικά και επομένως, δεν μπορεί να μεταδοθεί από τον δάσκαλο στα παιδιά. Η μάθηση είναι μια συνεχής και ενεργητική διαδικασία, που εξαρτάται από τις πρϋπάρχουσες γνώσεις, αξίες και στάσεις του/ης μαθητή/ριας και μπορεί να περιλαμβάνει εννοιολογική αλλαγή, δηλαδή τη δραστική αναδιοργάνωση της υπάρχουσας γνώσης, όταν είναι ανάγκη να επινοηθούν νέες γνωστικές δομές για να ερμηνεύσουν τις καινούριες πληροφορίες (Κόκκοτας 2002).

Η κριτική που ασκήθηκε στη θεωρία του εποικοδομητισμού αφορούσε στην κοινωνική διάσταση της οικοδόμησης της γνώσης (Solomon 1987). Η μάθηση είναι ατομική υπόθεση του καθενός, αλλά δεν πραγματοποιείται στην απομόνωση. Ο Vygotsky (1978) στο έργο του τόνισε τη σημασία και το ρόλο του κοινωνικού και πολιτισμικού πλαισίου στη διαδικασία της μάθησης. Υποστήριξε ότι οι ρίζες της γνώσης βρίσκονται στην κοινωνική δραστηριότητα του ανθρώπου, πίστευε στην επικοινωνιακή φύση της γνωστικής ανάπτυξης, μιλώντας για και τη ζώνη της επικείμενης ανάπτυξης, και θεωρούσε ότι το κοινωνικό περιβάλλον είναι αυτό που παρέχει τα εργαλεία της γλώσσας, της σκέψης και της γνώσης. Σε συμφωνία με τα παραπάνω, ο Piaget περιέλαβε ως ένα από τους κύριους παράγοντες ανάπτυξης της γνώσης την κοινωνικοποίηση (Κόκκοτας 2002)

Παρόμοιες απόψεις διατύπωσαν κι άλλοι/ες ερευνητές/ριες κάνοντας λόγο για το ρόλο του κοινωνικού πλαισίου που είναι να στήσει «γνωστικές σκαλωσιές» παρέχοντας την απαραίτητη βοήθεια στο παιδί για να επιτύχει μαθησιακά αποτελέσματα ανώτερα από αυτά που θα επιτύχανε μόνο του, για «εγκατεστημένη γνώση» η οποία εξαρτάται από το πλαίσιο που παράγεται και λειτουργεί και για «μαθητεία» επισημαίνοντας τη σπουδαιότητα της δραστηριότητας εντός της ομάδας, όπου το παιδί μαθαίνει μέσα από την κοινωνική αλληλεπίδραση (Κόκκοτας 2002). Το αποτέλεσμα όλων αυτών των επιδράσεων ήταν η επικράτηση του κοινωνικού εποικοδομητισμού, της θεωρία αυτής που λαμβάνει σοβαρά υπόψη το ρόλο του κοινωνικού παράγοντα στη διαδικασία μάθησης και οικοδόμησης της γνώσης.

Τα πλεονεκτήματα της εποικοδομητικής προσέγγισης στη διδασκαλία είναι ότι συνδυάζει τις διαδικασίες της επιστημονικής μεθόδου με τις γνώσεις μας για τον τρόπο που αναπτύσσονται η γνώση και η κατανόηση, η μάθηση γίνεται μια φυσική και λογική διαδικασία που συνδέεται άμεσα με τις επιστημονικές διαδικασίες, τα παιδιά αποκτούν γρήγορα τις σχετικές δεξιότητες διαδικαστικής φύσης, έχουν θετικότερη στάση για το μάθημα, αναπτύσσεται η αυτοεκτίμησή τους, βελτιώνονται τα προβλήματα συμπεριφοράς ή τα κοινωνικά προβλήματα και δημιουργείται αίσθημα ασφάλειας (Κόκκοτας 2002).

## 1.2 Η συνεργατική μάθηση στις Φ.Ε.

Η συνεργατική μάθηση μπορεί να οριστεί ως δουλειά των παιδιών σε μικρές ομάδες, έτσι ώστε το κάθε παιδί να συμμετέχει σε συλλογικές δραστηριότητες που έχουν προσδιοριστεί με σαφήνεια. Στην περίπτωση αυτή εννοείται ότι τα παιδιά θα φέρουν εις πέρας το έργο τους χωρίς την άμεση και απευθείας επίβλεψη και παρέμβαση του εκπαιδευτικού (Cohen 1994, Σταυρίδου 2000)

Οι σαφείς θετικοί στόχοι ως προς τα επιθυμητά μαθησιακά αποτελέσματα, η συνεργασία όλων των μελών της ομάδας για την επίτευξη των στόχων, οι σαφείς και πλήρεις οδηγίες για την ολοκλήρωση ενός έργου ή μιας δραστηριότητας, οι ανομοιογενείς ομάδες, οι ίσες ευκαιρίες για επιτυχία, η θετική αλληλεξάρτηση, η πρόσωπο με πρόσωπο αλληλεπίδραση, η θετική στάση και συμπεριφορά σε θέματα κοινωνικής αλληλεπίδρασης, οι ευκαιρίες για ολοκλήρωση των αναγκαίων διαδικασιών επεξεργασίας της πληροφορίας, η διάθεση του απαιτούμενου για τη μάθηση χρόνου, η ατομική αξιολόγηση, η δημόσια αναγνώριση και ανταμοιβή για την επίδοση της ομάδας, και η αποτίμηση της συμπεριφοράς των παιδιών στην κάθε ομάδα αποτελούν τις προϋποθέσεις του συνεργατικού μαθησιακού περιβάλλοντος (Σταυρίδου 2000).

Η ερμηνεία των θετικών αποτελεσμάτων της συνεργατικής (cooperative) μάθησης οφείλεται κατά άλλους στις αλλαγές που επέρχονται στη δομή των κινήτρων, ενώ άλλοι πιστεύουν ότι οι αλλαγές στις δραστηριότητες είναι ό,τι ακριβώς απαιτείται για να προαχθεί η μάθηση. Κατά τον Slavin (1995) είναι δυνατή η εξήγηση του παραπάνω φαινομένου μέσα από το πρίσμα: α) των κινήτρων που συνδέονται με τις δομές της επιβράβευσης ή του στόχου κάτω από τον οποίο οι μαθητές/ριες λειτουργούν, β) της κοινωνικής συνοχής, όπου οι επιδράσεις της συνεργατικής μάθησης στην επίδοση επιτυγχάνονται δια μέσου της συνεκτικότητας της ομάδας, γ) της ανάπτυξης σύμφωνα με την οποία η αλληλεπίδραση μεταξύ παιδιών γύρω από κατάλληλα μαθησιακά έργα αυξάνει τη βαθιά γνώση των σημαντικών εννοιών και δ) της γνωστικής επεξεργασίας που απαιτεί οι συμμετέχοντες να επεξεργάζονται τις γνωστικές τους δομές σε ένα κοινωνικό πλαίσιο.



Το πέρασμα, τα τελευταία χρόνια, από τη συνεταιρική (cooperative) μάθηση στην συνεργατική (collaborative) αναζήτηση της πληροφορίας και στην οικοδόμηση της γνώσης στηρίχθηκε στην άποψη ότι οι γνωστικές πηγές επεκτείνονται όταν διαμοιράζονται κοινωνικά. Υψηλότερα γνωστικά επιτεύγματα προϋποθέτουν ότι ένα άτομο χρησιμοποιεί τον εξωτερικό κόσμο και τους/ις ερευνητές/ριες συντρόφους του ως πηγές γνώσης, οργανωτές της δραστηριότητας και γενικώς ως προεκτάσεις της δικής του γνώσης. Πολλά γνωστικά προβλήματα μπορούν να διεκπεραιωθούν μόνο με το συνδυασμό της περιορισμένης γνώσης και των δεξιοτήτων πολλών ατόμων (Hatano & Inagaki 1991, Hutchins 1995).

Έρευνες πάνω στην αλληλεπίδραση ομότιμων (peer interaction) φανερώουν ότι οι κοινωνιογνωστικές συγκρούσεις που εκδηλώνονται σε καταστάσεις αλληλεπίδρασης, διευκολύνουν γνωστικές επιδόσεις ανώτερες από εκείνες των ατόμων (Mugny & Doise 1978, Piaget 1980). Σημαντικό στοιχείο αποτελεί και το γεγονός ότι η συνεργατικότητα προωθεί τη μαθησιακή διαδικασία τόσο για τους/ις λιγότερο όσο και για τους/ις περισσότερο προχωρημένους/ες μαθητές/ριες.

Η γνωστική αξία της κοινωνικής αλληλεπίδρασης βασίζεται σε μια διαδικασία εξωτερίκευσης εσωτερικών διαδικασιών σκέψης. Αυτό με τη σειρά του μπορεί να επιτρέψει στους/ις μαθητές/ριες να καταστούν ενήμεροι/ες των εννοιολογικών τους αλλαγών, όπως επίσης και των προόδων τους, στις πρακτικές τους ως προς την αναζήτηση πληροφοριών αναπτύσσοντας έτσι και τις μεταγνωστικές τους δεξιότητες. Οι ομάδες που αποτελούνται από μέλη με διαφορετικές, αλλά επικαλυπτόμενες δυνατότητες είναι περισσότερο αποτελεσματικές και καινοτόμες από ομάδες που παρουσιάζουν ομοιογένεια ως προς τη σύνθεσή του (Hutchins 1995, Dunbar 1995).

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η ανάπτυξη ενός εποικοδομητικού, συνεργατικού και αλληλεπιδραστικού περιβάλλοντος μάθησης εξασφαλίζει υψηλότερες μαθησιακές επιδόσεις, συμβάλλει στην καλύτερη κατανόηση των Φυσικών Επιστημών, βελτιώνει τις κοινωνικές δεξιότητες των παιδιών, την αυτοεικόνα και αυτοπεποίθησή τους και διαμορφώνει θετικές στάσεις για το μάθημα (Σταυρίδου 2001). Τα πλεονεκτήματα αυτά μας οδήγησαν στην επιλογή του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης ως θεωρητικού πλαισίου για το σχεδιασμό του διδακτικού υλικού με θέμα τη διδασκαλία – μάθηση

της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων στο δημοτικό σχολείο. Κατά συνέπεια, αναγνωρίζεται η σημασία των εναλλακτικών αντιλήψεων των παιδιών, καθώς και η ατομική και κοινωνικοπολιτισμική διάσταση της γνώσης.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

**Ανασκόπηση της βιβλιογραφίας για τη διδασκαλία και μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων**

**2.1 Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την πυκνότητα, την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων**

### **2.1.1. Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για την έννοια της πυκνότητας**

Η κατανόηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων προϋποθέτει την κατανόηση υποκείμενων εννοιών, όπως είναι αυτή της πυκνότητας. Πολλοί/ές ερευνητές/ριες συμφωνούν με την παραπάνω πρόταση και συνδέουν στις εργασίες τους την ύπαρξη εναλλακτικών ιδεών για την πυκνότητα με τις αυξημένες δυσκολίες που τα παιδιά παρουσιάζουν όταν προσπαθούν να ερμηνεύσουν ή να προβλέψουν τον τρόπο με τον οποίο επιπλέει ένα σώμα (Rowell & Dawson 1977α, Strauss et al.1983, Smith et al. 1985, Hewson 1986, Raghavan et al. 1998β). Δεδομένου ότι η πυκνότητα αποτελεί και την κεντρική έννοια βάση της οποίας οργανώνεται το διδακτικό υλικό που προτείνουμε κρίθηκε απαραίτητη μια σύντομη αναφορά των κυριότερων αντιλήψεων που οι μαθητές/ριες έχουν για την έννοια αυτή.

Η έννοια της πυκνότητας αποτελεί χαρακτηριστική ιδιότητα κάθε υλικού και αποτελεί εντατική ιδιότητα της ύλης, δηλαδή δεν εξαρτάται από το μέγεθος ενός αντικειμένου και την ποσότητα της ύλης του. Τα παιδιά μεγαλώνουν σε ένα περιβάλλον που η λέξη «πυκνότητα» παίρνει διάφορες σημασίες ανάλογα με την περίπτωση (π.χ. πυκνότητα πληθυσμού) με αποτέλεσμα από πολύ νωρίς να έχουν διαμορφώσει κάποια άποψη για το τι μπορεί να σημαίνει (Γραμμένος 2004). Κατά τον Piaget (1973) η ιδέα της πυκνότητας αναπτύσσεται όταν τα παιδιά αρχίζουν να



ξεφεύγουν από τον εγωκεντρικό τρόπο σκέψης. Έτσι, ένα αντικείμενο μπορεί να είναι ελαφρύ για αυτά, αλλά βαρύ για το νερό. Στην ηλικία των 9 και 10 ετών αρχίζουν να συσχετίζουν τις πυκνότητες δύο υλικών. Σύμφωνα με αυτό το επίπεδο συλλογισμού, το ξύλο που επιπλέει στο νερό είναι «ελαφρύτερο από το νερό».

Στην εργασία των Klopfer, Champagne & Chaiklin (1992) αναφέρεται ότι τα παιδιά δεν αντιλαμβάνονται ότι η έννοια της πυκνότητας είναι εντατική, καθώς προκύπτει από δύο εκτατικές (τη μάζα και τον όγκο) με αποτέλεσμα να θεωρούν ότι και αυτή εξαρτάται από το μέγεθος που έχει ένα αντικείμενο. Άλλες έρευνες (Gennaro 1981, Adey & Shayer 1988) δείχνουν ότι τα παιδιά δυσκολεύονται να κατανοήσουν την πυκνότητα από τη μια, γιατί εκφράζεται από το λόγο της μάζας προς τον όγκο και αυτό προϋποθέτει ότι τα παιδιά μπορούν να διαχειριστούν τις μαθηματικές έννοιες του κλάσματος και της αναλογίας κι από την άλλη, επειδή η έννοια της μάζας συγχέεται με αυτή του όγκου.

Από την έρευνα των Smith, Carey και Wisser (1985) προκύπτει ότι τα παιδιά προσεγγίζουν, κυρίως, ποιοτικά την έννοια της πυκνότητας κι όχι μαθηματικά, ίσως επειδή δεν είναι τόσο εξοικειωμένα με τις μονάδες μέτρησης όγκου. Ακόμη, δεν διακρίνουν τις έννοιες «βαρύ» και «βαρύ για το μέγεθός του» και τις συμπεριλαμβάνουν στην έννοια του βάρους. Σύμφωνα με την έρευνα της Hewson (1986) σε μαθητές/ριες Λυκείου η πυκνότητα συνδέεται, όταν γίνεται χρήση ενός σωματιδιακού μοντέλου, μόνο με τη διάταξη των ατόμων και των μορίων κι όχι και με τη μάζα τους, ενώ θεωρείται ότι έχει σχέση και με την σκληρότητα ενός αντικειμένου.

Τέλος, ένας σημαντικός αριθμός εργασιών των ερευνητών Smith, Carey, Wisser, Snir και Grosslight (Smith et al. 1985, Smith et al. 1987, Smith et al. 1992) κάνει λόγο για τις δυσκολίες που έχουν τα παιδιά να διακρίνουν την πυκνότητα από το βάρος, ενώ στην έρευνα του Snir και των συνεργατών του (Snir et al. 1993) φαίνεται ότι οι μαθητές/ριες δυσκολεύονται να τη διακρίνουν κι από την έννοια της μάζας.

## 2.1.2. Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών για την έννοια της υδροστατικής πίεσης

Οι έρευνες που αφορούν στις αντιλήψεις των παιδιών γενικότερα για τα ρευστά και τις ιδιότητές τους και ειδικότερα για την υδροστατική πίεση είναι λίγες στον αριθμό συγκριτικά με αυτές που ασχολούνται με άλλα φαινόμενα ή έννοιες των Φ.Ε.

Σχετικά με τις ιδιότητες των ρευστών, σε μια επισκόπηση ερευνών (Kariotoglou et al. 1993) φάνηκε ότι, αν και πολλοί/ες μαθητές/ριες ηλικίας 10-15 ετών μπορούν να εντάξουν αρκετά υγρά και αέρια στην αντίστοιχη φυσικής τους κατάσταση, αυτό γίνεται διαισθητικά, χωρίς να γνωρίζουν ποια είναι τα επιστημονικά κριτήρια που καθορίζουν αυτή την διάκριση. Ένα ακόμη σημαντικό εύρημα ήταν ότι μερικοί/ες μαθητές/ριες πιστεύουν ότι τα υγρά μπορούν να συμπιεστούν, ενώ άλλοι/ες ότι ο όγκος τους μπορεί να αλλάζει. Ο Dow και οι συνεργάτες του (Dow et al. 1978) σε έρευνα που έκαναν σε μαθητές/ριες δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης για το σωματιδιακό μοντέλο που χρησιμοποιούν στην περίπτωση των υγρών, βρήκαν ότι θεωρούν την υγρή ως μια ενδιάμεση κατάσταση μεταξύ στερεής και αέριας με αποτέλεσμα να υπερεκτιμούν την απόσταση μεταξύ των μορίων. Οι ερευνητές συμπεραίνουν ότι η χρήση ενός τέτοιου μοντέλου οδηγεί στην άποψη ότι τα υγρά δεν έχουν σταθερό όγκο και ότι είναι δυνατή η συμπίεσή τους.

Η Séré (1982, 1986), σε έρευνα γύρω από τις αντιλήψεις των παιδιών για την πίεση στα αέρια, βρήκε ότι η πίεση συχνά συνδεόταν με την κίνηση και μάλιστα οι μαθητές/ριες έτειναν να πιστεύουν ότι η πίεση και η κίνηση έχουν την ίδια κατεύθυνση. Στην έρευνα των Engel-Clough και Driver (1985) για το πώς αντιλαμβάνονται τα παιδιά την πίεση στα υγρά, μαθητές/ριες ηλικίας 12 – 16 ετών, σε μεγάλο ποσοστό, υποστηρίζουν ότι η πίεση μεγαλώνει με το βάθος. Σημαντικό στοιχείο αποτελεί το γεγονός ότι η πίεση δεν θεωρείται ότι υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις. Μάλιστα πιστεύουν ότι η προς τα κάτω πίεση είναι μεγαλύτερη.

Σύμφωνα με τον Mayer (1987), αρκετά παιδιά, ακόμη και μετά από σχετική διδασκαλία, θεωρούν την πίεση στο νερό ένα είδος δύναμης ή βάρους. Ο

Κολιόπουλος και οι συνεργάτες του (Koliopoulos et al 1986) παρατήρησαν ότι, αν και οι μαθητές/ριες συνδέουν την αύξηση της πίεσης με το βάθος, στην περίπτωση της εξέτασης περίπλοκων περιπτώσεων, όπως είναι η πίεση που δέχονται δύτες κάτω από μια βάρκα ή έναν βράχο, έδειχναν να μην μπορούν να δώσουν σωστές απαντήσεις. Το ίδιο συνέβαινε όταν έπρεπε να συγκρίνουν την πίεση στον πυθμένα από ένα στενό κι ένα πλατύ δοχείο.

Τα μοντέλα που χρησιμοποιούνται για την πίεση προκειμένου να εξηγηθούν φαινόμενα που σχετίζονται με τα ρευστά, σύμφωνα με την έρευνα των Καριώτογλου, Κουμαρά και Ψύλλου (Kariotoglou et al. 1993), είναι τα ακόλουθα:

1. Το μοντέλο του συνωστισμένου πλήθους ή ανθρωπομορφικό μοντέλο. Για τους/ις μαθητές/ριες που κατέχουν αυτό το μοντέλο τα υγρά μπορούν να συμπιεστούν κι επομένως ο όγκος τους μπορεί να μεταβληθεί. Ακόμη, μεταξύ διαφορετικών δοχείων η πίεση στο πλατύτερο δοχείο είναι μικρότερη γιατί μοιράζεται σε μεγαλύτερο χώρο.

2. Το μοντέλο της πίεσης – δύναμης. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο τα παιδιά συγχέουν την πίεση που υπάρχει σε ένα σημείο με την πιεστική δύναμη που προκαλεί η πίεση σε κάθε επιφάνεια όταν βρίσκεται σε επαφή με το υγρό (Kariotoglou et al. 1990). Χαρακτηριστικό του είναι ότι η πίεση θεωρείται ότι έχει διεύθυνση, ότι είναι δηλαδή ανυσματικό μέγεθος. Επίσης, η πίεση θεωρείται ότι εξαρτάται από την ποσότητα του υγρού και κατά συνέπεια ότι διαιρείται ή διαμοιράζεται. Έτσι, αν μια ποσότητα υγρού χωριστεί σε δύο δοχεία το ίδιο θα συμβεί και στην πίεση.

3. Το μοντέλο της υγρότητας. Σύμφωνα με αυτό η πίεση είναι μια ιδιότητα των υγρών. Οι μαθητές/ριες δεν προσδίδουν στην πίεση χαρακτηριστικά διανύσματος και δεν δέχονται ότι εξαρτάται από την ποσότητα του υγρού μια και δηλώνουν ότι στο στενό και στο πλατύ δοχείο η πίεση είναι ίδια. Τέλος, θεωρούν ότι η πίεση δεν υπολογίζεται σε επιφάνεια, αλλά σε σημείο.



### 2.1.3. Ανασκόπηση των ιδεών των παιδιών γύρω από το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων

Πρώτοι που ερεύνησαν τον τρόπο με τον οποίο τα παιδιά κατανοούν το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων ήταν οι Inhelder και Piaget (1958) οι οποίοι συμπέραναν ότι η διαμόρφωση κανόνων για την πρόβλεψη της επίπλευσης ή όχι ενός αντικειμένου απαιτεί δεξιότητες προηγμένου συλλογισμού όπου οι μαθητές/ριες πρέπει να απομονώσουν τις σχετικές μεταβλητές και να αναγνωρίσουν σχέσεις μεταξύ τους, να κατανοήσουν το κλάσμα και την αναλογία και να αναλύσουν πληροφορίες που δεν είναι παρατηρήσιμες.

Η έρευνα των Biddulph και Osborne (1984) σε παιδιά ηλικίας 7 έως 14 ετών φανέρωσε ότι οι μαθητές/ριες αυτής της ηλικίας συνδέουν την επίπλευση των αντικειμένων με το βάρος τους και λίγοι/ες μόνο αναφέρουν ότι «είναι ελαφριά για το μέγεθός τους». Επίσης, μεγάλο ποσοστό τους πιστεύει ότι το μήκος ενός σώματος και το βάθος του νερού επηρεάζουν το επίπεδο στο οποίο επιπλέει το σώμα αυτό. Ακόμη, σώματα πλήρως βυθισμένα στο νερό που αιωρούνταν ελεύθερα (π.χ. ψάρια, υποβρύχια), καθώς και αντικείμενα με μικρό ή το μεγαλύτερο μέρος του σώματός τους έξω από το νερό δεν θεωρούνται ότι επιπλέουν. Στην ερώτηση πώς επιπλέει ένα μακρύτερο κομμάτι κεριού συγκρινόμενο με ένα κοντύτερο η ανάλυση των αποτελεσμάτων έδειξε πως παραμένει ένας μικρός αριθμός παιδιών, ακόμη και στη ηλικία των 12 ετών, που πιστεύει ότι το μακρύτερο κεριό θα επιπλεύσει σε χαμηλότερο επίπεδο ή θα βυθιστεί. Τέλος, τα περισσότερα παιδιά δείχνουν αδυναμία να προβλέψουν σωστά την ποσότητα του υγρού που εκτοπίζουν αντικείμενα που επιπλέουν.

Στην έρευνα του Loverude και των συνεργατών του (Loverude et al. 2003) με φοιτητές/ριες πανεπιστημίου ειδικευόμενους/ες στις Φ.Ε. παρατηρήθηκε αποτυχία διάκρισης μάζας, όγκου και πυκνότητας από μια μικρή, αλλά στατιστικώς σημαντική, ομάδα. Μερικοί/ες φοιτητές/ριες ρητά συνέδεαν την δύναμη της άνωσης με το βάθος ή τη μάζα. Το 75% των φοιτητών/ριών σωστά δήλωσαν ότι η άνωση είναι μεγαλύτερη στο πυκνότερο υγρό. Όμως, πολλοί/ες, επίσης, ισχυρίστηκαν ότι η άνωση σε ίδια σώματα που επιπλέουν σε διαφορετικά υγρά είναι μεγαλύτερη στο πυκνότερο υγρό. Η ανάλυση των δεδομένων ως προς την επίπλευση των σωμάτων φανέρωσε την

αδυναμία σωστής εφαρμογής του 2<sup>ου</sup> νόμου του Νεύτωνα. Ακόμη, ενώ η πλειονότητα των φοιτητών/ριών αναγνώρισε ότι ο όγκος του νερού που εκτοπίζεται από ένα βυθισμένο σώμα είναι ίσος με τον όγκο του ίδιου σώματος, σε περιπτώσεις που ίδια σώματα βυθίζονταν σε διαφορετικά υγρά, φοιτητές/ριες, σε ποσοστό που έφτανε το 40%, θεωρούσαν ότι η ίδια μάζα υγρού κι όχι ο ίδιος όγκος πρέπει να εκτοπιστεί αντισταθμίζοντας το μεγαλύτερο όγκο του υγρού με τη μικρότερη πυκνότητά του.

Η μελέτη της Hsiao-Ching (2002) που αφορούσε στην πίεση του αέρα και στην άνωση είχε ως δείγμα 20 μαθητές/ριες, 14 – 15 ετών, ενός σχολείου της Ταϊβάν. Τα αποτελέσματα ως προς την άνωση έδειξαν ότι το 90% των μαθητών/ριών πίστευε ότι τα συμπαγή σώματα θα βυθιστούν, ενώ αυτά που έχουν το σχήμα βάρκας θα επιπλεύσουν. Μεταξύ αυτών των μαθητών/ριών οι μισοί/ες θεωρούσαν ότι το σχήμα και η παρουσία ρωγμών και τρυπών ορίζει αν ένα σώμα θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί, ενώ οι άλλοι μισοί πίστευαν ότι ο βυθιζόμενος όγκος του αντικειμένου ή η επιφάνεια επαφής με το νερό σχετίζεται με την άνωση που αυτό έχει. Τέλος, μόνο 15% των μαθητών κατείχαν την γνώση ότι μεγαλύτερη άνωση σημαίνει περισσότερο όγκο νερού που εκτοπίζεται.

Σε συμφωνία με την παραπάνω έρευνα, άλλες με μαθητές/ριες (Havu-Nuutinen 2005, Dentici et al. 1984), αλλά και με φοιτητές/ριες και εν ενεργεία δασκάλους (Καρανίκας κ.ά. 1996, Heywood & Parker 2001) έδειξαν ότι οι παράγοντες που θεωρούνται ότι επηρεάζουν την επίπλευση ή τη βύθιση ενός σώματος είναι το βάρος του, ο αέρας που εμπεριέχεται, η επιφάνεια επαφής του με το υγρό, το σχήμα που έχει, το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένο, το μήκος του, αν είναι συμπαγές ή όχι και αν έχει τρύπες ή ρήγματα. Συνήθως αναφέρεται το βάρος ως μοναδικός και επαρκής παράγοντας για τον τρόπο επίπλευσής του, ενώ ο όρος «πυκνότητα» χρησιμοποιείται ελάχιστα. Για κάποιους/ες μαθητές/ριες ή φοιτητές/ριες η επίπλευση ενός σώματος εξαρτάται αποκλειστικά από τα χαρακτηριστικά του σώματος, ενώ για άλλους/ες μόνο από το υγρό στο οποίο βυθίζεται. Ακόμη, μερικά παιδιά πιστεύουν ότι τα κύματα της θάλασσας και τα ρεύματα παίζουν ρόλο στην επίπλευση ή όχι ενός αντικειμένου (Καρανίκας κ.ά. 1996). Στην περίπτωση που τα φαινόμενα δεν συμφωνούν με τις αντιλήψεις τους, τότε οι μαθητές/ριες πιστεύουν ότι αυτό είναι αποτέλεσμα είτε των χαρακτηριστικών που έχουν οι ζωντανοί οργανισμοί (γι' αυτό και τα ψάρια κολυμπούν σε συγκεκριμένο βάθος μέσα στο νερό), είτε της

τεχνολογίας, για παράδειγμα το πλοίο που είναι βαρύ επιπλέει εξαιτίας της μηχανής του (Κώτσης 2004). Τέλος, τα ευρήματα δείχνουν ότι τα παιδιά σπάνια διαχειρίζονται τα φαινόμενα αυτά με όρους δυνάμεων (Heywood & Parker 2001).

Ολοκληρώνοντας, ένας σημαντικός αριθμός μελετών έχει δείξει ότι τα περισσότερα προβλήματα στην κατανόηση του φαινομένου της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων εδράζονται στις εναλλακτικές αντιλήψεις που υπάρχουν για τις υποκείμενες έννοιες όπως είναι ο όγκος, η μάζα, το βάρος, η πυκνότητα, η δύναμη και η πίεση (Jain 1982, Smith et al. 1985, Halford et al. 1986, Mullet & Montcouquiol 1988). Επειδή οι μαθητές/ριες έχουν την τάση να συγχέουν τη μάζα με τον όγκο και τη δύναμη με την πίεση είναι δύσκολο για αυτούς/ές να κατανοήσουν τη δύναμη άνωσης ή να συσχετίσουν το βάρος ενός βυθισμένου αντικειμένου σε ένα υγρό με το βάρος ενός ίσου, φανταστικού, όγκου του υγρού αυτού. Ομοίως, οι μαθητές/ριες που δεν κατανοούν τις εντατικές ιδιότητες της πυκνότητας και της πίεσης είναι ανίκανοι/ες να συγκρίνουν την πυκνότητα ενός βυθισμένου σώματος με αυτή του υγρού που το περιβάλλει ή να κατανοήσουν γιατί μια τέτοια σύγκριση είναι σημαντική (Raghavan et al. 1998β)

## **2.2 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων**

### **2.2.1 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση της έννοιας της υδροστατικής πίεσης**

Όπως είδαμε στην βιβλιογραφική ανασκόπηση παραπάνω, οι μαθητές/ριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων εμφανίζουν σημαντικές δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας της υδροστατικής πίεσης. Παρόλα αυτά, η περίπτωση της διδακτικής αντιμετώπισής της δεν έχει προσελκύσει το ανάλογο ενδιαφέρον των ερευνητών με αποτέλεσμα να έχουν καταγραφεί ελάχιστες εργασίες που να αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση της συγκεκριμένης έννοιας. Μια πρώτη προσπάθεια αποτελεί η εργασία του Ψύλλου και των συνεργατών του (Psillos et al. 2004) που αφορούσε στην ανάπτυξη μιας ακολουθίας (sequence) διδασκαλίας – μάθησης στη μηχανική των ρευστών ακολουθώντας την ανακαλυπτική προσέγγιση και έχοντας ως

βάση το επίσημο αναλυτικό πρόγραμμα και το σχολικό βιβλίο. Το πρόγραμμα εφαρμόστηκε σε μαθητές/ριες 13 – 14 ετών στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του '80. Οι κύριοι στόχοι του ήταν η πρακτική εξάσκησή τους σε πειραματικές δεξιότητες και η κατανόηση των εννοιών και των νόμων που αφορούν στα ρευστά σε σχέση με καθημερινές εφαρμογές τους. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης έδειξαν μια αξιοσημείωτη θετική στάση προς την εργαστηριακή εργασία και μια επακόλουθη εξοικείωση με πειραματικές δεξιότητες, αλλά δεν υπήρξε ανάλογη επιτυχία στην κατανόηση των εννοιών που αποτελούσαν το αντικείμενο της διδασκαλίας (Psillos et al. 2004).

Μέσα στο πλαίσιο του σχεδιασμού και της εφαρμογής εποικοδομητικών διδακτικών παρεμβάσεων για τη διδασκαλία φαινομένων που σχετίζονται με τα ρευστά οι προσεγγίσεις που αναπτύχθηκαν οργανώθηκαν γύρω από τη διαπραγμάτευση κάποιας έννοιας. Έτσι, ο Scott (1993) πρότεινε ένα μοντέλο για τη διδασκαλία των αερίων που στηρίζονταν στη διαφορά ατμοσφαιρικής πίεσης, ενώ προβλέπονταν ένα διαφορετικό σύνολο από φαινόμενα στα οποία υπεισέρχονταν τα ρευστά σε μεταβατικές καταστάσεις, όπως για παράδειγμα το πώς πίνουμε χυμό με καλαμάκι. Από την άλλη πλευρά, οι Raghavan και Glasser (1995) ανέπτυξαν ένα αναλυτικό πρόγραμμα, που αφορούσε στην ισορροπία των δυνάμεων σε στερεά και υγρά, έχοντας ως βάση την έννοια της δύναμης. Το εννοιολογικό μοντέλο προερχόταν από την μελέτη των στερεών και η δύναμη ήταν η κύρια έννοια που χρησιμοποιούταν. Στο πλαίσιο του συγκεκριμένου προγράμματος, τα υγρά μετέδιδαν δύναμη και όχι πίεση, ενώ δε μελετούνταν τα υγρά σε ισορροπία.

Επειδή, όμως, αυτές οι προσπάθειες δεν μπορούσαν να βοηθήσουν τους/ις μαθητές/ριες να διακρίνουν την έννοια της πίεσης από αυτή της δύναμης, άλλοι ερευνητές (Kariotoglou et al. 1993, Psillos et al. 2004) στήριζαν την αντίστοιχη πρότασή τους στη διαφοροποίηση των δύο αυτών εννοιών. Για το σκοπό αυτό διαμορφώθηκε ένα καινούριο αναλυτικό πρόγραμμα που είχε, για τα παιδιά, τους ακόλουθους στόχους: α) να αναπτύξουν μακροσκοπικά κριτήρια διάκρισης μεταξύ των τριών καταστάσεων της ύλης και να είναι ικανά να ταξινομήσουν τα υλικά σώματα σε αυτές, β) να χρησιμοποιούν την έννοια της πίεσης σαν μονόμετρο μέγεθος και να τη διακρίνουν από την πιεστική δύναμη που είναι μια ανυσματική και εκτατική ποσότητα, γ) να χρησιμοποιούν την αρχή του Pascal, όταν καταπιάνονται με



προβλήματα που εμπεριέχουν μετάδοση πίεσης και δ) να θεωρήσουν την άνωση σαν τη συνισταμένη των δυνάμεων που ασκούνται από τα ρευστά σε κάθε σώμα βυθισμένο σε αυτά. Τα αποτελέσματα έδειξαν σημαντική επιτυχία όσον αφορά στη διαφοροποίηση των εννοιών της πίεσης και της δύναμης, όμως δεν υπήρξε ανάλογη πρόοδος ως προς την ανάπτυξη πειραματικών δεξιοτήτων (Psillos et al. 2004).

Στα μέσα του 1990 το ενδιαφέρον των ερευνητών Ψύλλου και Καριώτογλου (Psillos & Kariotoglou 1999) επικεντρώθηκε στους/ις φοιτητές/ριες των παιδαγωγικών τμημάτων Δημοτικής Εκπαίδευσης. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα βασίστηκε σε μεγάλο βαθμό στο προηγούμενο που είχαν οι ίδιοι αναπτύξει για παιδιά δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης. Όμως, επιδιώχθηκε, εκτός της εννοιολογικής μάθησης,, και η κατανόηση των επιστημονικών διαδικασιών. Γι' αυτό και οι πειραματικές δραστηριότητες εμπλουτίστηκαν κατάλληλα. Τα αποτελέσματα έδειξαν επιτυχία στον εννοιολογικό τομέα, όμως οι επιδιώξεις που αφορούσαν στη διαδικαστική μάθηση αποδείχθηκαν λιγότερο επιτυχείς (Psillos et al. 2004).

## **2.2 Ανασκόπηση ερευνών που αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση του φαινομένου της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων**

Οι περισσότερες διδακτικές παρεμβάσεις που αφορούν στο φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων χρησιμοποιούν ένα ερμηνευτικό πλαίσιο που στηρίζεται στην έννοια της πυκνότητας. Η έρευνα των Rowell και Dawson (1977α, β), για το παραπάνω θέμα με μαθητές/ριες Γυμνασίου είχε ως στόχο τα παιδιά να κατανοήσουν την έννοια της πυκνότητας αναγνωρίζοντας την έννοια αυτή σαν μια σταθερή αναλογία μάζας και όγκου ενός σώματος. Τα μαθησιακά οφέλη αυτής της παρέμβασης ήταν μέτρια.

Η εργασία του Gennago (1981) αφορούσε στην ανάπτυξη και αξιολόγηση ενός προγράμματος για μαθητές/ριες Γυμνασίου με πειραματικές δραστηριότητες σχετικές με την άνωση, την εκτόπιση ενός υγρού κατά τη βύθιση ενός σώματος μέσα σε αυτό και την πυκνότητα. Τα μαθησιακά αποτελέσματα ήταν θετικότερα σε σχέση με την άνωση και την εκτόπιση του υγρού κατά τη βύθιση ενός σώματος σε αυτό, δεν υπήρξε, όμως, ανάλογη πρόοδος ως προς την κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας

Οι Hewson και Hewson (1983) μελέτησαν τα μαθησιακά οφέλη μιας διδασκαλίας που συνδυάζει τη μαθηματική προσέγγιση των Rowell και Dawson με διαδικασίες συζήτησης των εναλλακτικών ιδεών των παιδιών και με σύγκριση των ιδεών αυτών με τις αντίστοιχες επιστημονικές. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι, σε σύγκριση με τα παιδιά των οποίων οι προηγούμενες ιδέες τους δεν έγιναν αντικείμενο διαπραγμάτευσης, οι μαθητές/ριες που συμμετείχαν σε αυτή τη διαδικασία ήταν, στατιστικώς, περισσότερο πιθανό να υιοθετήσουν τις επιστημονικές αντιλήψεις για τον όγκο, τη μάζα και την πυκνότητα και να απορρίψουν τις εναλλακτικές ιδέες τους περί όγκου και μάζας.

Οι Strauss, Globeson & Mintz (1983) σε έρευνά τους αξιολόγησαν μια διδακτική παρέμβαση για παιδιά Δημοτικού που περιλάμβανε πειράματα και αφορούσε στη διαστολή και συστολή των υλικών, καθώς και στην επίπλευση και βύθιση των σωμάτων. Για τις ανάγκες της παρέμβασης αυτής έγινε εισαγωγή ενός σωματιδιακού μοντέλου για την ύλη. Οι ερευνητές κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η χρήση ενός τέτοιου μοντέλου δεν ενδείκνυται σε περίπλοκες καταστάσεις που σχετίζονται με την πυκνότητα, όπως είναι η επίπλευση και η βύθιση των σωμάτων, και ότι η διδασκαλία είναι αποτελεσματικότερη όταν επικεντρώνεται, αρχικά, στην πυκνότητα ενός σώματος και έπειτα γίνεται λόγος για την πυκνότητα δύο ή περισσότερων σωμάτων.

Οι Smith, Snir & Grosslight (1987, 1992) ανέπτυξαν, εξέλιξαν κι αξιολόγησαν μια διδακτική παρέμβαση που είχε ως στόχο τα παιδιά να διακρίνουν την έννοια του βάρους από την έννοια της πυκνότητας και να μπορούν να ερμηνεύουν και να προβλέπουν την επίπλευση ή τη βύθιση ενός σώματος. Για να επιτύχουν αυτούς τους στόχους χρησιμοποίησαν κατάλληλο λογισμικό, το πρώτο μέρος του οποίου ονομαζόταν «Modeling with dots», ενώ το δεύτερο αφορούσε σε ένα μοντέλο επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων. Το μέρος του λογισμικού «Modeling with dots» εισήγαγε το μοντέλο «κουκίδες ανά τετράγωνο» στο οποίο το πλήθος των κουκίδων ανά τετράγωνο, στο σχέδιο ενός σώματος, παρουσίαζε σχηματικά την πυκνότητά του, δίνοντας πληροφορίες για τον όγκο και το βάρος του. Τα αποτελέσματα της παρέμβασης αυτής, που εφαρμόστηκε σε παιδιά έκτης τάξης

Δημοτικού και πρώτης τάξης Γυμνασίου, έδειξαν ότι υπήρξε βελτίωση στη διάκριση του βάρους από την πυκνότητα σε ποσοστό που έφτανε το 60%.

Οι Raghavan, Glaser και Santoris (Raghavan & Glaser 1995, Raghavan et al. 1997, Raghavan et al. 1998α,β) ανέπτυξαν ένα αναλυτικό πρόγραμμα που στηριζόταν στην ισορροπία δυνάμεων για τη διδασκαλία της άνωσης και φαινομένων που εμπειρεύουν επίπλευση και βύθιση. Το πρόγραμμα αποτελούνταν από 3 μέρη, υποστηριζόταν από τη χρήση υπολογιστή και απευθύνονταν στη δευτεροβάθμια εκπαίδευση. Το πρώτο μέρος αφορούσε στις ιδιότητες των σωμάτων, το δεύτερο στην έννοια της δύναμης και το τρίτο σε εφαρμογές της δύναμης στο περιβάλλον των ρευστών. Τα μαθησιακά αποτελέσματα από την εφαρμογή αυτού του προγράμματος ήταν αρκετά ενθαρρυντικά.

Στην έρευνα των Heron, Loverude, Shaffer & McDermott (2003) με φοιτητές ειδικευόμενους στις Φ.Ε. και μελλοντικούς ή εν ενεργεία δασκάλους αναπτύχθηκε ένα πρόγραμμα διδασκαλιών για την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων περιλαμβάνοντας εργασίες σε ομάδες και πειράματα σε εργαστήριο. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ομάδες που είχαν παρακολουθήσει μαθήματα που περιλάμβαναν αλληλεπιδραστικές διαλέξεις σε συνδυασμό με εργαστηριακές ασκήσεις πέτυχαν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα σε σχέση με την ομάδα που διδάχθηκε τα συγκεκριμένα θέματα με παραδοσιακές διαλέξεις. Επίσης, η ομάδα των φοιτητών/ριών που προσέγγισε το θέμα της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων μέσα από την έννοια της πυκνότητας είχε καλύτερες επιδόσεις από τους/ις φοιτητές/ριες που προσπάθησαν να το εξηγήσουν με όρους δυνάμεων.

Τέλος, εργασίες που εξέταζαν πώς ο κοινωνικός διάλογος, η αλληλεπίδραση μεταξύ δασκάλου και μαθητών/ριών, αλλά και μαθητών/ριών μεταξύ τους (peer interaction) επηρεάζει την κατανόηση της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων (Howe et al. 1990, Kawasaki & Herrenkohl 2004, Havu-Nuutinen 2005) έδειξαν ότι μια διδασκαλία που έχει τα παραπάνω χαρακτηριστικά μπορεί να προσφέρει θετικότερα μαθησιακά αποτελέσματα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### Μέθοδος

#### 3.1 Οι στόχοι της διπλωματικής εργασίας

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας οι μαθητές/ριες σε όλα τα επίπεδα εκπαίδευσης παρουσιάζουν σημαντικές δυσκολίες στη κατανόηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων. Επιπλέον, διαπιστώθηκε ότι δεν υπήρξαν διδακτικές παρεμβάσεις που να διαπραγματεύονται τα παραπάνω θέματα σε ένα ενιαίο πλαίσιο, να απευθύνονται σε μαθητές/ριες δημοτικού σχολείου και να είναι σύμφωνες με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης. Για το λόγο αυτό η παρούσα διπλωματική εργασία έχει τους εξής στόχους:

1. Να καταγραφούν και να μελετηθούν οι αρχικές ιδέες/αναπαραστάσεις των μαθητών/ριών Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου για την έννοια της υδροστατικής πίεσης και το φαινόμενο της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων.
2. Να σχεδιαστεί αντίστοιχο διδακτικό υλικό για τις τελευταίες τάξεις του δημοτικού σχολείου που:
  - να διαπραγματεύεται τα παραπάνω θέματα σε ένα ενιαίο διδακτικό πλαίσιο,
  - να λαμβάνει υπόψη τις εναλλακτικές αντιλήψεις των παιδιών, όπως παρουσιάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και στα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας και
  - να είναι σύμφωνο με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης.



### 3.2 Οι υποθέσεις της διπλωματικής εργασίας

Οι υποθέσεις της διπλωματικής εργασίας συνδέονται άμεσα με τους παραπάνω στόχους, αποτελούν τη βάση για το σχεδιασμό και την οργάνωση του διδακτικού υλικού που προτείνουμε και είναι οι εξής:

1. Οι μαθητές/ριες έρχονται στο σχολείο έχοντας συγκεκριμένες ιδέες/αντιλήψεις σχετικά με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων που απέχουν από την επιστημονικά αποδεκτή άποψη.
2. Είναι δυνατή μια σταδιακή βελτίωση των αρχικών ιδεών/αντιλήψεων των παιδιών σε ένα μαθησιακό περιβάλλον που έχει ως βάση του ένα διδακτικό υλικό που:
  - είναι σύμφωνο με τις αρχές του κοινωνικού εποικοδομητισμού και της συνεργατικής μάθησης,
  - υποστηρίζεται από κατάλληλο λογισμικό,
  - περιλαμβάνει φυλλάδια εργασίας και
  - προβλέπει την χρήση πειραμάτων με απλά υλικά.
3. Τα εναλλακτικά μοντέλα που τα παιδιά χρησιμοποιούν για την υδροστατική πίεση και οι περισσότερες δυσκολίες που οι μαθητές/ριες του δημοτικού σχολείου παρουσιάζουν στην κατανόηση του φαινομένου της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων έχουν τη ρίζα τους σε μια ελλιπή κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας και των υποκείμενων της εννοιών, δηλαδή των εννοιών του όγκου και της μάζας.
4. Η ενιαία διδακτική αντιμετώπιση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων μπορεί να οδηγήσει σε θετικότερα μαθησιακά αποτελέσματα.
5. Η έννοια της πυκνότητας μπορεί να αποτελέσει τη βάση για μια διδακτική αντιμετώπιση των παραπάνω θεμάτων σε ένα ενιαίο πλαίσιο.

### **3.3 Η έρευνα**

Σκοπός της έρευνας που πραγματοποιήθηκε ήταν η ανίχνευση και καταγραφή των ιδεών των παιδιών για έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, καθώς και με την επίπλευση και βύθιση των σωμάτων. Για τη συλλογή των δεδομένων σχεδιάστηκε και αναπτύχθηκε ένα γραπτό ερωτηματολόγιο, το οποίο επιλέχθηκε έναντι κάποιου άλλου εργαλείου επειδή είναι λειτουργικό εξαιτίας: α) του αριθμού του δείγματος, β) του διαθέσιμου χρόνου και γ) της ευκολίας στην κατηγοριοποίηση των απαντήσεων.

Το ερωτηματολόγιο δόθηκε στην Ε΄ και ΣΤ΄ τάξη του 12<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου του Βόλου που είναι ένα κεντρικό σχολείο της πόλης. Η επιλογή του συγκεκριμένου σχολείου έγινε επειδή ήταν εύκολη η πρόσβαση σε αυτό και υπήρχε μεγάλος αριθμός παιδιών που φοιτούσαν στις τάξεις που μας ενδιέφεραν. Το ερωτηματολόγιο συμπληρώθηκε το πρώτο δεκαήμερο του Ιουνίου του 2005. Η συγκεκριμένη χρονική στιγμή επιλέχθηκε επειδή ο στόχος ήταν οι μαθητές/ριες της Ε΄ τάξης να έχουν ήδη διδαχθεί την ενότητα που είναι σχετική με την υδροστατική πίεση, δεδομένου ότι στο μάθημα «Ερευνώ κι Ανακαλύπτω» η ενότητα αποτελεί μια από τις τελευταίες του βιβλίου. Αντίστοιχη ενότητα για την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων δε περιλαμβάνονταν στη διδακτέα ύλη.

#### **3.3.1 Το ερωτηματολόγιο**

Το ερωτηματολόγιο που αναπτύχθηκε αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο αφορά στην έννοια της υδροστατικής πίεσης και το δεύτερο στο φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων. Τα ερωτήματα που περιλήφθηκαν επιλέχθηκαν με βάση τις ιδέες των παιδιών, όπως αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Και τα δυο μέρη του ερωτηματολογίου περιείχαν: α) ερωτήσεις ημικλειστού τύπου, όπου οι μαθητές/ριες μπορούσαν να υπογραμμίσουν μια από τις προτεινόμενες απαντήσεις, αλλά υπήρχε και η δυνατότητα να γράψουν την άποψή τους στην επιλογή «κάτι άλλο», β) ερωτήσεις κλειστού – ανοικτού τύπου, όπου μπορούσαν να επιλέξουν μια από τις δοσμένες απαντήσεις και στη συνέχεια να αιτιολογήσουν την άποψή τους και γ) ερωτήσεις ανοικτού τύπου, όπου δίνονταν η

δυνατότητα στα παιδιά να γράψουν ελεύθερα αυτό που πίστευαν. Επιπλέον, σε ορισμένα ερωτήματα οι μαθητές/ριες καλούνταν να απαντήσουν κάνοντας ένα σχήμα, καθώς πιστεύουμε ότι τα σχέδια των παιδιών αποτελούν ένα επιπλέον εργαλείο στη διερεύνηση των αντιλήψεών τους.

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου (παράρτημα Ι) αποτελούνταν από 13 ερωτήσεις. Με την 1<sup>η</sup> ερώτηση επιχειρήθηκε να γίνει γνωστό αν οι μαθητές/ριες αντιλαμβάνονται την ύπαρξη της υδροστατικής πίεσης στην καθημερινή τους ζωή. Για το λόγο αυτό ζητούνταν από τα παιδιά να γράψουν τι αισθάνονται στο σώμα και στα αυτιά τους, όταν το καλοκαίρι κάνουν μπάνιο στη θάλασσα και βουτούν σε κάποιο βάθος. Η 2<sup>η</sup> ερώτηση επιλέχθηκε με σκοπό να διερευνηθεί τι σημαίνει για τα παιδιά η λέξη πίεση. Στην ερώτηση αυτή οι μαθητές/ριες καλούνταν να αναφέρουν αν έχουν ακούσει τη λέξη «πίεση» κι αν την έχουν ακούσει να γράψουν τι σημαίνει για αυτούς/ές και να δώσουν σχετικά παραδείγματα. Με τις επόμενες τρεις ερωτήσεις επιχειρήθηκε να μελετηθούν οι αντιλήψεις των μαθητών/ριών για τις ιδιότητες των υγρών και να διερευνηθεί αν έχουν κατακτήσει τη διατήρηση του όγκου, της μάζας και του βάρους. Η πρώτη ερώτηση από αυτές αφορούσε σε ένα πείραμα με μια σύριγγα γεμάτη νερό της οποίας κλείνεται η έξοδος, πιέζεται το έμβολο και έπειτα ζητείται από τα παιδιά να γράψουν αν θα αλλάξει στο νερό ο όγκος, η μάζα, η πίεση ή κάτι άλλο. Η επόμενη ερώτηση παρουσίαζε δύο δοχεία διαφορετικών διαστάσεων και οι μαθητές/ριες καλούνταν να γράψουν τι θα συμβεί στον όγκο, τη μάζα και το βάρος του νερού αν το νερό μεταφερθεί από το ένα δοχείο στο άλλο. Στην τελευταία ερώτηση υπήρχε το σχήμα δύο δοχείων, με το δεύτερο να είναι στενότερο και ψηλότερο από το πρώτο, και ζητούνταν από τα παιδιά να προβλέψουν τη στάθμη του νερού στο δεύτερο δοχείο, αν μεταφερόταν εκεί το νερό που υπήρχε στο πρώτο.

Οι ερωτήσεις 6 – 8 επιλέχθηκαν προκειμένου να καταστεί φανερό ποιοι είναι οι παράγοντες που τα παιδιά θεωρούν ότι επηρεάζουν την υδροστατική πίεση. Η 6<sup>η</sup> ερώτηση παρουσίαζε δύο δύτες σε διαφορετικό βάθος στη θάλασσα, η 7<sup>η</sup> δύο φίλους να βουτούν στο ίδιο βάθος, σε διαφορετικού μήκους πισίνες, και η τελευταία τους ίδιους φίλους να βουτούν στο ίδιο βάθος, σε δύο ίδιες πισίνες με τη μια, όμως, να περιέχει αλμυρό νερό και την άλλη γλυκό. Σε κάθε περίπτωση ζητούνταν από τα παιδιά να αναφέρουν αν πιστεύουν ότι αλλάζει η πίεση του νερού και γιατί. Η επιλογή της 9<sup>ης</sup> και 10<sup>ης</sup> ερώτησης έγινε προκειμένου να γίνει γνωστό αν το μοίρασμα

του νερού σε μικρότερα δοχεία και η παρουσία ή όχι ζωντανού οργανισμού θεωρείται από τα παιδιά ότι έχουν επιπτώσεις στο μέγεθος της πίεσης. Στην πρώτη περίπτωση το νερό από μια γυάλα μοιραζόταν εξίσου σε τρία δοχεία, το ψάρι από τη γυάλα μεταφερόταν σε ένα από αυτά τα δοχεία και κολυμπούσε στο ίδιο βάθος, όπως και προηγουμένως. Το ερώτημα ήταν αν έχει αλλάξει η πίεση που νιώθει το ψάρι και γιατί. Η άλλη ερώτηση αφορούσε στην υδροστατική πίεση που υπάρχει σε ένα ψάρι, ένα κοχύλι και μία πέτρα που βρίσκονται στο ίδιο βάθος σε μια γυάλα.

Η 11<sup>η</sup> ερώτηση είχε ως στόχο να διερευνηθεί αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι η υδροστατική πίεση υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις με αποτέλεσμα να δημιουργεί πιεστική δύναμη κάθετη στα τοιχώματα του δοχείου που περιέχει το υγρό. Σε αυτήν την ερώτηση παρουσιαζόταν το σχήμα ενός μπουκαλιού και σε διάφορα σημεία του υπήρχαν ανοιγμένες τρύπες. Από τα παιδιά ζητούνταν να σχεδιάσουν πώς θα τρέξει το νερό από τις τρύπες αυτές, αν το μπουκάλι γεμίσει με νερό. Η 12<sup>η</sup> ερώτηση επιλέχθηκε για να συγκεντρωθούν πρόσθετες πληροφορίες για τα κριτήρια που χρησιμοποιούνται από τα παιδιά προκειμένου να αποφανθούν σε ποια σημεία υπάρχει περισσότερη υδροστατική πίεση και σε ποια όχι. Στην ερώτηση αυτή υπήρχε η εικόνα ενός ενυδρείου και ζητούνταν από τους/ις μαθητές/ριες να σημειώσουν σημεία με μεγάλη, μεσαία και μικρή πίεση και να αιτιολογήσουν την επιλογή τους. Τέλος, η 13<sup>η</sup> ερώτηση είχε ως στόχο να ελέγξει τι πιστεύουν τα παιδιά για την υδροστατική πίεση, ζητώντας τους να γράψουν κάποιον ορισμό και να αναφέρουν σχετικά παραδείγματα.

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου (παράρτημα II) περιλάμβανε 19 ερωτήματα και αφορούσε στην επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων. Με τις τρεις πρώτες ερωτήσεις στόχος ήταν να έρθουν στην επιφάνεια οι παράγοντες που θεωρούνται από τα παιδιά ότι επηρεάζουν τον τρόπο με τον οποίο θα επιπλεύσει ένα σώμα. Η 1<sup>η</sup> ερώτηση ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να αναφέρουν σώματα που επιπλέουν και σώματα που βυθίζονται στο νερό, η 2<sup>η</sup> να γράψουν τους λόγους για τους οποίους πιστεύουν ότι ένα σώμα επιπλέει ή βυθίζεται και η 3<sup>η</sup> να εξηγήσουν γιατί ένα μεγάλο πλοίο επιπλέει κι ένα μικρό νόμισμα βυθίζεται. Οι ερωτήσεις 4 – 6 επιλέχθηκαν με σκοπό να διερευνηθεί αν γίνεται αντιληπτό ότι η μεταβολή του όγκου ενός σώματος επηρεάζει τον τρόπο που αυτό επιπλέει. Έτσι, η 4<sup>η</sup> ερώτηση ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να εξηγήσουν γιατί κάποια παιδιά που δεν ξέρουν κολύμπι



φορούν μπρατσάκια ή σωσίβιο. Η επόμενη ερώτηση παρουσίαζε δύο φίλες να κολυμπούν σε πισίνα με τη μία να φοράει σωσίβιο και να επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο από την άλλη. Στην ερώτηση αυτή τα παιδιά καλούνταν να γράψουν γιατί νομίζουν ότι συμβαίνει αυτό αιτιολογώντας την απάντησή τους. Η άλλη ερώτηση ζητούσε από τα παιδιά να επιλέξουν τι από τα παρακάτω άλλαξε στο κορίτσι που φόρεσε το σωσίβιο: το βάρος του, η μάζα του, ο όγκος του, το σχήμα του ή κάτι άλλο.

Με την 7<sup>η</sup> και 8<sup>η</sup> ερώτηση επιχειρήθηκε να διερευνηθούν οι παράγοντες που θεωρούνται από τα παιδιά ότι κάνουν ένα σώμα να βυθιστεί ή να επιπλεύσει. Η 7<sup>η</sup> ερώτηση παρουσίαζε ένα φελλό να επιπλέει και η 8<sup>η</sup> μια μεταλλική ξύστρα βυθισμένη στον πυθμένα ενός δοχείου. Στις δυο αυτές ερωτήσεις τα παιδιά έπρεπε να βρουν ένα τρόπο για να βυθιστεί ο φελλός και να επιπλεύσει η ξύστρα, δικαιολογώντας, παράλληλα, τη λύση που πρότειναν. Οι ερωτήσεις 9 – 12 επιλέχθηκαν προκειμένου να συγκεντρωθούν πρόσθετες πληροφορίες για τους παράγοντες που θεωρούνται ότι επηρεάζουν την επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος. Με βάση τις ερωτήσεις αυτές οι μαθητές/ριες καλούνταν να δείξουν πώς ένα αντικείμενο επιπλέει α) στο ζεστό σε σχέση με το κρύο νερό (9<sup>η</sup> ερώτηση), β) σε μεγαλύτερη ποσότητα νερού σε σχέση με μικρότερη ποσότητα νερού (10<sup>η</sup>), γ) στο αλμυρό σε σχέση με το γλυκό νερό (11<sup>η</sup>) και δ) πώς ένα μακρύτερο αντικείμενο επιπλέει σε σχέση με ένα άλλο κοντότερο που είναι από το ίδιο υλικό (12<sup>η</sup>).

Ο στόχος της 13<sup>ης</sup> ερώτησης ήταν να καταστεί φανερό αν οι μαθητές/ριες αυτής της ηλικίας αντιλαμβάνονται την έννοια του όγκου ενός υγρού που εκτοπίζεται όταν ένα σώμα βυθιστεί μέσα σε αυτό. Για το λόγο αυτό παρουσιάζονταν ένα ογκομετρικό δοχείο με νερό κι ένα μεταλλικό αντικείμενο και ζητούνταν να υπολογιστεί το επίπεδο της στάθμης του νερού στο δοχείο, όταν το αντικείμενο βυθιστεί μέσα σε αυτό. Οι επόμενες δύο ερωτήσεις επιλέχθηκαν προκειμένου να διερευνηθεί αν οι μαθητές/ριες αντιλαμβάνονται την παρουσία δυνάμεων στην περίπτωση της επίπλευσης ενός σώματος. Η 14<sup>η</sup> ερώτηση είχε ως θέμα την επίπλευση ενός φελλού και οι μαθητές/ριες καλούνταν να γράψουν γιατί νομίζουν ότι συμβαίνει αυτό και αν θεωρούν ότι υπάρχει κάποια δύναμη που ευθύνεται για την επίπλευσή του. Στην επόμενη ερώτηση οι μαθητές/ριες καλούνταν να αναφέρουν αν πιστεύουν ότι υπάρχουν, γενικά, κάποιες δυνάμεις στο φελλό και αν πιστεύουν πως υπάρχουν να

τις σχεδιάσουν και να γράψουν ποιες είναι. Ο στόχος των ερωτήσεων 16 και 17 ήταν να φανεί αν ο εκτοπιζόμενος όγκος ενός υγρού συνδέεται με τη μάζα του αντικειμένου που βυθίζεται σε αυτό και με το είδος του υγρού. Στην πρώτη ερώτηση τα παιδιά καλούνταν να προβλέψουν το επίπεδο της στάθμης ενός δοχείου με νερό, στο οποίο θα βυθιζόταν ένα σιδερένιο αντικείμενο, σε σχέση με το επίπεδο της στάθμης σε ένα άλλο δοχείο, που είχε ίδια ποσότητα νερού και βυθιζόταν ένα αντικείμενο από αλουμίνιο, ίδιου όγκου με το σιδερένιο. Η 17<sup>η</sup> ερώτηση αποτελούσε παραλλαγή της προηγούμενης. Τα αντικείμενα που βυθίζονταν ήταν ίδια, αλλά διαφορετικό το υγρό, με το ένα δοχείο να περιέχει αλμυρό νερό και το άλλο λάδι. Η ερώτηση αυτή ζητούσε από τα παιδιά να προβλέψουν το επίπεδο της στάθμης στο αλμυρό νερό σε σχέση με το επίπεδο της στάθμης στο λάδι.

Η 18<sup>η</sup> ερώτηση επιλέχθηκε προκειμένου να διερευνηθεί αν είναι γνωστός ο όρος «άνωση» και ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να δώσουν κάποιον ορισμό, καθώς και να αναφέρουν σχετικά παραδείγματα. Τέλος, με τη 19<sup>η</sup> ερώτηση στόχος ήταν να καταστεί φανερό αν τα παιδιά έχουν διαμορφώσει συγκεκριμένα κριτήρια με τα οποία μπορούν να προβλέψουν πώς επιπλέουν σώματα που έχουν ίδιο όγκο, αλλά διαφορετική μάζα. Σε αυτήν την ερώτηση πέντε αντικείμενα ταξινομούσαν με βάση τη μάζα τους και δύο από αυτά, το δεύτερο και το πέμπτο στη σειρά, παρουσιάζονταν πώς επέπλεαν σε ένα δοχείο με νερό. Από τα παιδιά ζητούνταν να σχεδιάσουν τον τρόπο με τον οποίο πίστευαν ότι θα επιπλεύσουν τα υπόλοιπα αντικείμενα.

### 3.3.2 Το δείγμα

Το ερωτηματολόγιο, που αφορούσε σε έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων, δόθηκε σε μαθητές/ριες από δυο τμήματα της Ε΄ και άλλα δύο της ΣΤ΄ τάξης του 12<sup>ου</sup> Δημοτικού Σχολείου του Βόλου. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου έγινε σε δύο φάσεις. Πρώτα συμπληρώθηκε το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που είχε σχέση με την υδροστατική πίεση και σε διαφορετική χρονική στιγμή το δεύτερο που αφορούσε στο φαινόμενο της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων. Για το λόγο αυτό υπάρχει μια μικρή διαφοροποίηση στον αριθμό του δείγματος για το κάθε ένα μέρος του ερωτηματολογίου.

Έτσι, το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου συμπληρώθηκε από 81 παιδιά, 29 κορίτσια και 52 αγόρια από τα οποία 48 παρακολουθούσαν την Ε΄ και 33 την ΣΤ΄ τάξη. Το δεύτερο μέρος συμπληρώθηκε από 82 μαθητές/ριες, 47 από την Ε΄ και 35 από την ΣΤ΄ τάξη του δημοτικού με την αναλογία των κοριτσιών προς τα αγόρια να είναι 29 προς 53. Επειδή το δείγμα της έρευνας δεν ήταν μεγάλο τα συμπεράσματα από την εξέταση του ερωτηματολογίου δεν είναι δυνατό να γενικευτούν, ωστόσο είναι ενδεικτικά των αντιλήψεων που έχουν παιδιά που ζουν σε αστικές περιοχές.

Τα αποτελέσματα από την ανάλυση του ερωτηματολογίου και τα συμπεράσματα που προκύπτουν παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### **Αποτελέσματα από την ανάλυση των απαντήσεων των παιδιών στα ερωτηματολόγια - συζήτηση**

#### **4.1 Αποτελέσματα του 1<sup>ου</sup> μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση.**

Αρχικά παρουσιάζονται και σχολιάζονται οι απαντήσεις στα ερωτήματα του 1<sup>ου</sup> μέρους του ερωτηματολογίου που σκοπό είχε τη διερεύνηση των ιδεών των παιδιών για θέματα που έχουν σχέση με την υδροστατική πίεση. Στην πρώτη ερώτηση για το τι νιώθουν στο σώμα τους, όταν το καλοκαίρι πηγαίνουν για μπάνιο στη θάλασσα και κάνουν βουτιές σε κάποιο βάθος (πίνακας 1), η πλειοψηφία των παιδιών (61,7%) ανέφερε ότι έχει την αίσθηση πίεσης, πόνου, σφιζίματος, βάρους ή μουδιάσματος. Οι απαντήσεις αυτές των μαθητών/ριών συνδέονται με την υδροστατική πίεση σε ποσοστό 25,9%, σε μικρότερο ποσοστό συσχετίζονται με το βάθος (13,6%), με το βάρος του νερού που βρίσκεται από πάνω τους (6,2%) και με την έλλειψη αέρα (1,2%), ενώ μη κατηγοριοποιήσιμες απαντήσεις δίνει το 11,1% και καμία απάντηση το 3,7%. Από τα υπόλοιπα παιδιά το 9,9% ανέφερε ότι δεν αισθάνεται τίποτε, το 2,5% ότι η θάλασσα σε τραβάει εξαιτίας του βάρους του αλατόνευρου ή γιατί το βάθος έχει περισσότερη πίεση, το 24,7% έδωσε απαντήσεις που δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν και ένα παιδί (1,2%) δεν απάντησε καθόλου.

Στην παραπάνω ερώτηση γίνεται φανερό ότι τα παιδιά έχουν αντιληφθεί σε μεγάλο ποσοστό που φτάνει το 64,2% την επενέργεια της υδροστατικής πίεσης στις βουτιές τους και μάλιστα τείνουν να προσδιορίσουν με ακρίβεια το λόγο μιας τέτοιας αίσθησης, όπως και τον παράγοντα που την επηρεάζει, δηλαδή την υδροστατική πίεση ή το βάρος του νερού που βρίσκεται από πάνω τους και το βάθος που αυξάνει την πίεση. Ακόμη, βλέπουμε ότι κάνουν την εμφάνισή τους, σε μικρό ποσοστό βέβαια (2,5%), ανιμιστικές αντιλήψεις για την πίεση στην περίπτωση των παιδιών που αναφέρουν ότι το νερό τους τραβάει προς τα κάτω.



**Πίνακας 1.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι θα αισθανθείς στο σώμα σου όταν το καλοκαίρι πας στη θάλασσα για μπάνιο και κάνεις βουτιά σε κάποιο βάθος και αν μπορείς να δώσεις κάποια εξήγηση για αυτό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Αίσθηση πίεσης, πόνου, σφιξίματος, βάρους ή μουδιάσματος λόγω:	50	61,7
• υδροστατικής πίεσης	21	25,9
• βάθους	11	13,6
• βάρους του νερού που βρίσκεται από πάνω	5	6,2
• έλλειψης αέρα	1	1,2
• ελλιπής εξήγηση	9	11,1
• καμία εξήγηση	3	3,7
Δεν αισθάνομαι τίποτε	8	9,9
Αίσθηση ότι η θάλασσα σε τραβάει εξαιτίας:	2	2,5
• του βάρους του αλατόνερου	1	1,2
• του βάθους το οποίο έχει περισσότερη πίεση	1	1,2
Μη κατηγοριοποιήσιμες απαντήσεις	20	24,7
Καμία απάντηση	1	1,2

Σε μια παρόμοια ερώτηση για το τι αισθάνονται στα αυτιά τους όταν κάνουν βουτιές σε κάποιο βάθος (πίνακας 2), το 43,2% των παιδιών ανέφερε ότι τα αυτιά του βουίζουν ή βουλώνουν, το 25,9% ότι νιώθει πίεση και το 18,5% πόνο, ενώ τα υπόλοιπα παιδιά έδωσαν ασαφείς απαντήσεις (7,4%) ή δεν έδωσαν καμία απάντηση (4,9%). Από τα παιδιά που έδωσαν ολοκληρωμένες απαντήσεις (πίνακας 3), το 30,9% ρητά συνέδεσε αυτό που αισθανόταν με την υδροστατική πίεση, το 27,2% το συσχέτισε με το βάθος, το 4,9% με το βάρος του νερού, 1 παιδί προσπάθησε να διαμορφώσει μια εξήγηση με βάση την έλλειψη αέρα και ένα άλλο μίλησε για την πίεση που υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις, ενώ το 13,6% έδωσε ελλιπείς εξηγήσεις και το 8,6% δεν έδωσε καμία εξήγηση. Όπως και στην πρώτη ερώτηση, έτσι και σε αυτή οι μαθητές/ριες δίνουν απαντήσεις αναγνωρίζοντας, στην πλειοψηφία τους, το ρόλο της υδροστατικής πίεσης σε αυτό που νιώθουν κατά τη διάρκεια της κολύμβησής τους ή της βουτιάς που κάνουν. Όμως, βλέπουμε ότι στις εξηγήσεις τους δεν εστιάζουν στην πίεση που οφείλεται στο βάρος του υγρού που υπάρχει πάνω από κάποιο σημείο, αλλά στους παράγοντες που επηρεάζουν το μέτρο

της, όπως είναι το βάθος και το είδος του υγρού, ή στα χαρακτηριστικά της πίεσης, ότι δηλαδή υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις. Επίσης, στη δεύτερη ερώτηση τα παιδιά σε μεγαλύτερο ποσοστό (30,9%) αναφέρουν τον όρο «υδροστατική πίεση», σε σχέση με την πρώτη ερώτηση (25,9%), ίσως γιατί νιώθουν εντονότερα τα αποτελέσματά της στα αυτιά τους, παρά στο υπόλοιπο σώμα τους, όταν κάνουν βουτιές στη θάλασσα.

**Πίνακας 2.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι θα αισθανθείς στα αυτιά σου όταν πας στη θάλασσα και κάνεις βουτιά σε κάποιο βάθος

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Τα αυτιά βουίζουν ή βουλώνουν	35	43,2
Αίσθηση πίεσης	21	25,9
Αίσθηση πόνου	15	18,5
Ασαφείς απαντήσεις	6	7,4
Καμία απάντηση	4	4,9

**Πίνακας 3.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν μπορείς να δώσεις κάποια εξήγηση σε αυτό που θα αισθανθείς στα αυτιά σου όταν πας στη θάλασσα και κάνεις βουτιά σε κάποιο βάθος

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Αίσθηση πίεσης, πόνου και ότι τα αυτιά βουίζουν ή βουλώνουν λόγω:	71	87,7
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Υδροστατικής πίεσης</li> <li>• Βάθους</li> <li>• Βάρους νερού</li> <li>• Έλλειψη αέρα</li> <li>• Η πίεση υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις</li> <li>• Ελλιπείς εξηγήσεις</li> <li>• Καμία εξήγηση</li> </ul>	25 22 4 1 1 11 7	30,9 27,2 4,9 1,2 1,2 13,6 8,6
Ασαφείς απαντήσεις ή καμία απάντηση	10	12,3

Στην ερώτηση αν έχουν ακούσει τη λέξη πίεση όλοι/ες οι μαθητές/ριες απάντησαν καταφατικά. Όταν, όμως, κλήθηκαν να γράψουν τι σημαίνει (πίνακας 4), το 21% προσπάθησε να δώσει κάποιο παράδειγμα, αναφέροντας τον πόνο στα αυτιά που προκαλούν οι βουτιές στη θάλασσα, το περπάτημα του σκιέρ στο χιόνι κ.ά., το 14,8% τη συνένδεσαν με τη δύναμη, το 12,3% με το βάρος, το 4,9 % την όρισε ως σπρώξιμο, σφίξιμο ή ζόρισμα, το 40,7% έδωσε ελλιπή ή ταυτολογικό ορισμό και το 6,2% δεν έδωσε καμία απάντηση. Παρόλο που η πίεση είναι μια λέξη που χρησιμοποιείται συχνά στην καθημερινή ζωή τα παιδιά δυσκολεύονται να δώσουν έναν απλό ορισμό, ενώ έρχεται στην επιφάνεια και η σύγχυσή της με τη δύναμη και το βάρος. Επιπλέον, γίνεται εμφανές ότι η διδασκαλία, παρόλο που στηρίζεται σε βιβλία που έχουν γραφεί με το πνεύμα του εποικοδομητισμού, δεν φαίνεται να αποδίδει τα αναμενόμενα.

**Πίνακας 4.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι νομίζεις ότι σημαίνει η λέξη πίεση

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Προσπάθεια ορισμού της πίεσης με χρήση παραδείγματος	17	21,0
Σύνδεση με τη δύναμη	12	14,8
Σύνδεση με το βάρος	10	12,3
Σπρώξιμο, σφίξιμο, ζόρισμα	4	4,9
Ελλιπής ή ταυτολογικός ορισμός	33	40,7
Καμία απάντηση	5	6,2

Στη συνέχεια ζητήθηκε από τα παιδιά να δώσουν κάποια παραδείγματα από την καθημερινή τους ζωή στα οποία νομίζουν ότι υπάρχει πίεση. Από τις απαντήσεις τους βλέπουμε (πίνακας 5) ότι αναφέρονται παραδείγματα στα οποία όντως υπάρχει πίεση σε ποσοστό 80,8%. Από το ποσοστό αυτό το 57,7% αφορά στην πίεση των υγρών, το 15,4% είναι παραδείγματα πίεσης των αερίων και το 7,7% πίεσης σωμάτων που ανήκουν στη στερεά κατάσταση. Από τις υπόλοιπες απαντήσεις, το 9,6% των παραδειγμάτων κάνει λόγο για εσωτερική πίεση στο ανθρώπινο σώμα, πίεση του αίματος ή ψυχολογική πίεση, το 3,8% αναφέρει τη δύναμη, το 1,9% το βάρος και το 3,9% αποτελούν μη κατηγοριοποιήσιμες απαντήσεις. Σε αυτήν την ερώτηση οι μαθητές/ριες δείχνουν ότι στην πλειοψηφία τους μπορούν να δώσουν παραδείγματα πίεσης τα περισσότερα από τα οποία αναφέρονται στα

υγρά, ίσως, εξαιτίας και του περιεχομένου του ερωτηματολογίου. Όμως, διαφαίνεται κι εδώ, αν και σε πολύ μικρό ποσοστό, η σύγχυση της έννοιας αυτής με την έννοια της δύναμης ή του βάρους.

**Πίνακας 5.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε να δοθούν παραδείγματα στα οποία τα παιδιά νομίζουν ότι υπάρχει πίεση.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=104)	Ποσοστό %
Παραδείγματα στα οποία υπάρχει πίεση	84	80,8
• στα υγρά	60	57,7
• στα αέρια	16	15,4
• στα στερεά	8	7,7
Αναφορά στην εσωτερική πίεση του ανθρώπινου σώματος, στην πίεση του αίματος και στην ψυχολογική πίεση	10	9,6
Παραδείγματα που αναφέρονται στη δύναμη	4	3,8
Παραδείγματα που αναφέρονται στο βάρος	2	1,9
Μη κατηγοριοποιήσιμες απαντήσεις	4	3,8

Η επόμενη ερώτηση σκοπό είχε να ελέγξει κατά πόσο τα παιδιά θεωρούν ότι τα υγρά συμπιέζονται και κατά συνέπεια αλλάζει ο όγκος τους ή ακόμη και η μάζα τους στην περίπτωση που αυξηθεί η πίεση στο εσωτερικό τους. Πρόκειται για το γνωστό πείραμα με τη σύριγγα στο οποίο καλούνται οι μαθητές/ριες να δηλώσουν τι νομίζουν ότι αλλάζει αν βάλουμε σε μια σύριγγα νερό και το πιέσουμε με το έμβολο. Από τις απαντήσεις τους σε αυτό το ερώτημα (πίνακας 6) φαίνεται ότι οι μισοί/ές μαθητές/ριες πολύ σωστά θεώρησαν ότι αλλάζει μόνο η πίεση, το 22,2% αυτών μαζί με την πίεση δήλωσαν ότι αλλάζει και ο όγκος, το 9,% πίστευε ότι αλλάζει ο όγκος και η μάζα του νερού, το 7,4% η μάζα μόνο, ενώ μικρότερα ποσοστά ανέφεραν τον όγκο (4,9%), την μάζα με την πίεση (2,5%) ή κανένα από τα παραπάνω (3,7%). Με βάση τα παραπάνω αποτελέσματα παρατηρούμε ότι ένα ποσοστό μαθητών/ριών (19,8%) δείχνει να μην έχει επιτύχει τη διατήρηση της μάζας ή να μην κατανοεί τη συγκεκριμένη έννοια, ενώ ένα μεγαλύτερο ποσοστό (37%) πιστεύει ότι τα υγρά μπορούν να συμπιεστούν, δηλαδή να μεταβληθεί ο όγκος τους όταν πιέσουμε το έμβολο της σύριγγας. Αν εξεταστούν, όμως, περισσότερο προσεκτικά οι απαντήσεις που έχουν δοθεί σε συνδυασμό με την αιτιολόγησή τους βλέπουμε ότι στο 37% των

**Πίνακας 6.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι αλλάζει αν βάλουμε σε μια σύριγγα νερό και το πιέσουμε με το έμβολο και γιατί

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b><i>Η πίεση επειδή:</i></b>	<b>40</b>	<b>49,4</b>
• πιέζει το έμβολο	15	18,5
• το νερό δεν φεύγει και συμπιέζεται	7	8,6
• είναι ελαστικός ο αέρας που περιέχεται	2	2,5
• το νερό φεύγει με πίεση όταν αφήσουμε ελεύθερο το στόμιο	1	1,2
• υπάρχει έλλειψη αέρα	1	1,2
• είναι ελαστικά τα υγρά, όπως και τα αέρια	1	1,2
• ελλιπής εξήγηση ή καμία εξήγηση	13	16,0
<b><i>Ο όγκος και η πίεση γιατί:</i></b>	<b>18</b>	<b>22,2</b>
• το έμβολο αυξάνει την πίεση και έτσι αλλάζει ο όγκος	7	8,6
• με την αύξηση της πίεσης μειώνεται ο όγκος	3	3,7
• πιέζεται ή ελευθερώνεται ο αέρας	3	3,7
• το νερό φεύγει με πίεση όταν αφήσουμε ελεύθερο το στόμιο	1	1,2
• ελλιπής εξήγηση ή καμία εξήγηση	4	4,9
<b><i>Ο όγκος και η μάζα του νερού λόγω:</i></b>	<b>8</b>	<b>9,9</b>
• της αύξησης της πίεσης	5	6,2
• ελλιπής δικαιολόγηση	3	3,7
<b><i>Η μάζα εξαιτίας:</i></b>	<b>6</b>	<b>7,4</b>
• της αλλαγής της πίεσης	2	2,5
• ελλιπής δικαιολόγηση	4	4,9
<b><i>Ο όγκος λόγω:</i></b>	<b>4</b>	<b>4,9</b>
• αύξησης της πίεσης	2	2,5
• μείωση του νερού	1	1,2
• της πίεσης που κάνει το υγρό να αλλάζει μορφή	1	1,2
<b><i>Η πίεση με τη μάζα:</i></b>	<b>2</b>	<b>2,5</b>
• ελλιπής δικαιολόγηση	2	2,5
<b><i>Δεν αλλάζει τίποτε γιατί:</i></b>	<b>3</b>	<b>3,7</b>
• δεν υπάρχει αέρας	1	1,2
• δεν χάνεται νερό	1	1,2
• χωρίς αιτιολόγηση	1	1,2



παιδιών που πιστεύουν στη συμπιεστότητα των υγρών, προσθέτονται και άλλα 10 παιδιά (12,3%) τα οποία, ενώ επέλεξαν μόνο την πίεση ως τον παράγοντα που αλλάζει στο παραπάνω πείραμα, στις εξηγήσεις τους μιλούν ξεκάθαρα για τη συμπιεστότητα του νερού, την ελαστικότητα του αέρα που περιέχεται ή κάνουν λόγο για τη συμπιεστότητα των υγρών που είναι παρόμοια με αυτή των αερίων. Επομένως, οι μισοί/ές μαθητές/ριες φαίνεται να πιστεύουν ότι τα υγρά συμπιέζονται και ότι αλλάζει ο όγκος τους με την αύξηση της πίεσης· άποψη, που όπως προαναφέρθηκε, δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην κατανόηση της έννοιας της υδροστατικής πίεσης.

Με την τέταρτη ερώτηση του ερωτηματολογίου, η οποία χωρίζεται σε τρία μέρη, επιχειρήθηκε να ελεγχθεί ο βαθμός στον οποίο οι μαθητές/ριες έχουν κατακτήσει την ικανότητα της διατήρησης του όγκου, της μάζας και του βάρους των υγρών. Οι παραπάνω έννοιες θεωρούνται σημαντικές και αποτελούν τη βάση, όχι μόνο για την κατανόηση των ιδιοτήτων των υγρών (έχουν σταθερό όγκο, παίρνουν το σχήμα του δοχείου στο οποίο βρίσκονται, δεν συμπιέζονται), αλλά και της πυκνότητας, της κεντρικής έννοιας μέσω της οποίας επιχειρείται, στη συγκεκριμένη εργασία, η κατανόηση της υδροστατικής πίεσης, όπως, επίσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων. Για το σκοπό αυτό παρουσιάζονταν δύο διαφορετικών διαστάσεων δοχεία, ένα από τα οποία περιείχε νερό, και έπειτα ζητήθηκε από τα παιδιά να γράψουν τι θα συμβεί στον όγκο, τη μάζα και το βάρος του νερού αν αυτό μεταφερθεί από το ένα δοχείο στο άλλο. Στο πρώτο σκέλος του ερωτήματος που αφορούσε στον όγκο (πίνακας 7) οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες (43,2%) θεώρησαν ότι ο όγκος του νερού θα αυξηθεί, το 37% των παιδιών σωστά δήλωσε ότι ο όγκος δεν αλλάζει και ένα μικρότερο ποσοστό (19,8%) προέβλεψε ότι θα μειωθεί. Τα πιο πάνω ποσοστά φανερώνουν ότι η πλειοψηφία των μαθητών/ριών (63%) φαίνεται να μην έχει κατακτήσει την ικανότητα διατήρησης του όγκου, ενώ στις εξηγήσεις τους βλέπουμε ότι επικεντρώνονται κυρίως στις διαστάσεις των δοχείων και δεν λαμβάνουν υπόψη τους τον όγκο του ίδιου του υγρού. Με άλλα λόγια, όταν μεταφέρεται το νερό σε ένα άλλο δοχείο που είναι στενότερο και ψηλότερο από το αρχικό, για κάποιους/ες το μεγαλύτερο ύψος στο οποίο θα ανέβει η στάθμη του νερού αποτελεί σημάδι της αύξησης του όγκου του, ενώ για άλλους/ες το μικρότερο πλάτος του δοχείου σημαίνει την ελάττωσή του. Όμως, και στην περίπτωση των παιδιών που προέβλεψαν ότι δεν θα αλλάξει ο όγκος του νερού, ένας σημαντικός αριθμός τους

(11,1%) στήριξε αυτήν του την επιλογή στην άποψη ότι το μικρότερο πλάτος του δοχείου αντισταθμίζεται από το μεγαλύτερο ύψος του · δήλωση που φανερώνει τη λαθεμένη επικέντρωσή τους στις διαστάσεις των δοχείων κι όχι στην ιδιότητα που έχει το υγρό, αντίθετα από ένα αέριο, να διατηρεί τον όγκο του, ανεξάρτητα από το δοχείο στο οποίο βρεθεί.

**Πίνακας 7.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι θα συμβεί στον όγκο του νερού αν μεταφερθεί σε ένα άλλο, διαφορετικών διαστάσεων, δοχείο και γιατί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b>Ο όγκος του νερού θα αυξηθεί γιατί:</b>	<b>35</b>	<b>43,2</b>
• εξαρτάται από το σχήμα των δοχείων	27	33,3
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	8	9,9
<b>Ο όγκος θα παραμείνει ο ίδιος γιατί:</b>	<b>30</b>	<b>37,0</b>
• δεν μεταβάλλεται η ποσότητα του νερού	9	11,1
• αντισταθμίζονται οι διαστάσεις των δύο δοχείων	9	11,1
• ο όγκος του νερού δεν επηρεάζεται από το είδος του δοχείου	3	3,7
• το βάρος του υγρού παραμένει το ίδιο	1	1,2
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	8	9,9
<b>Ο όγκος θα μειωθεί γιατί:</b>	<b>16</b>	<b>19,8</b>
• εξαρτάται από το σχήμα των δοχείων	11	13,6
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	5	6,2

Το δεύτερο σκέλος της τέταρτης ερώτησης του ερωτηματολογίου ζητούσε από τους/ς μαθητές/ριες να γράψουν τι θα συμβεί στη μάζα του νερού αν μεταφερθεί σε ένα άλλο, διαφορετικών διαστάσεων, δοχείο και να αιτιολογήσουν την απάντησή τους. Τα αποτελέσματα έδειξαν (πίνακας 8) ότι η πλειοψηφία των παιδιών (55,6%) σωστά πιστεύει ότι δεν θα μεταβληθεί η μάζα του νερού, το 21% των μαθητών/ριών θεωρεί ότι η μάζα θα μειωθεί, το 19,8% ότι θα αυξηθεί και το 3,7% δεν έδωσε καμία απάντηση. Με βάση τα παραπάνω ποσοστά, οι μαθητές/ριες που πιστεύουν ότι το είδος του δοχείου επηρεάζει τη μάζα ενός υγρού είναι μεν λιγότεροι συγκριτικά με αυτούς/ές που πιστεύουν το ίδιο για τον όγκο, αλλά παραμένουν πολλοί/ές (40,8%), ιδιαίτερα αν σκεφτούμε ότι βρίσκονται στην ηλικία των 11-12 ετών. Από την άλλη πλευρά, πολύ περισσότερα παιδιά, συγκριτικά με τα αντίστοιχα ποσοστά που

αφορούν στον όγκο, φάνηκαν να κατανοούν ότι η μάζα δεν μεταβάλλεται με την αλλαγή του δοχείου, όπως επίσης έχει μειωθεί και ο αριθμός εκείνων που στηρίζουν την πρόβλεψή τους στην αντιστάθμιση των διαστάσεων των δοχείων. Παραμένει, όμως, υψηλό το ποσοστό που δίνει ελλιπείς εξηγήσεις ή δεν δίνει καμία εξήγηση.

**Πίνακας 8.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι θα συμβεί στη μάζα του νερού αν μεταφερθεί σε ένα άλλο, διαφορετικών διαστάσεων, δοχείο και γιατί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b>Η μάζα του νερού θα παραμείνει η ίδια γιατί:</b>	<b>45</b>	<b>55,6</b>
• δεν μεταβάλλεται το βάρος ή η ποσότητά του	25	30,9
• αντισταθμίζονται οι διαστάσεις των δύο δοχείων	4	4,9
• η μάζα του νερού δεν εξαρτάται από το είδος του δοχείου	3	3,7
• ο όγκος του υγρού παραμένει ο ίδιος	2	2,5
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	11	13,6
<b>Η μάζα θα μειωθεί γιατί:</b>	<b>17</b>	<b>21,0</b>
• αλλάζει η ποσότητα του νερού	6	7,4
• εξαρτάται από το σχήμα των δοχείων	6	7,4
• μειώνεται ο όγκος του νερού	2	2,5
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	3	3,7
<b>Η μάζα θα αυξηθεί γιατί:</b>	<b>16</b>	<b>19,8</b>
• εξαρτάται από το σχήμα των δοχείων	7	8,6
• αλλάζει η ποσότητα του νερού	2	2,5
• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση	7	8,6
Χωρίς απάντηση	3	3,7

Οι απαντήσεις στο τρίτο και τελευταίο σκέλος της τέταρτης ερώτησης, που ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να γράψουν τι θα συμβεί στο βάρος του νερού όταν μεταφερθεί σε ένα άλλο δοχείο και γιατί, φανερώνουν (πίνακας 9) ότι οι περισσότεροι/ες από αυτούς/ές (67,9%) φαίνεται να έχουν κατακτήσει την ικανότητα διατήρησης του βάρους. Τα υπόλοιπα παιδιά είτε πιστεύουν ότι το βάρος του νερού θα αυξηθεί (18,5%) ή ότι θα μειωθεί (13,6%) κατά τη μεταφορά του σε άλλο δοχείο γιατί οι διαστάσεις των δοχείων είναι διαφορετικές, το νερό αλλάζει μορφή, η ποσότητα του νερού μεταβάλλεται με κάποιον «άγνωστο» τρόπο ή γιατί η αλλαγή

του όγκου και της μάζας του νερού, που προέβλεψαν στα προηγούμενα υποερωτήματα, οδηγεί αναπόφευκτα σε αυτό το συμπέρασμα. Χαρακτηριστικό είναι ότι η πλειοψηφία των παιδιών που πιστεύουν στην αλλαγή της μάζας του νερού δεν μπορεί να δώσει ολοκληρωμένη εξήγηση για αυτή. Από την άλλη, οι μαθητές/ριες που πιστεύουν ότι το βάρος δεν αλλάζει στηρίζουν αυτήν τους την άποψη κυρίως στο ότι δεν μεταβάλλεται η ποσότητα του νερού, ενώ σε μικρότερο ποσοστό πιστεύουν ότι δεν παίζει ρόλο το είδος του δοχείου, ότι αντισταθμίζονται οι διαστάσεις και ότι η διατήρηση του όγκου του νερού οδηγεί και στη διατήρηση του βάρους του. Αξίζει να παρατηρήσουμε ότι μία μαθήτρια δήλωσε ότι, ενώ πιστεύει ότι μεταβάλλεται ο όγκος του νερού δεν θεωρεί ότι μεταβάλλεται και η μάζα του. Το ότι πολύ περισσότεροι/ες μαθητές/ριες πιστεύουν ότι το βάρος δεν μεταβάλλεται συγκριτικά με εκείνους/ες που πιστεύουν το ίδιο για τον όγκο και τη μάζα, ίσως και να οφείλεται στο γεγονός ότι

**Πίνακας 9.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι θα συμβεί στο βάρος του νερού αν μεταφερθεί σε ένα άλλο, διαφορετικών διαστάσεων, δοχείο και γιατί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b>Το βάρος του νερού θα παραμείνει το ίδιο γιατί:</b>	<b>55</b>	<b>67,9</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• δεν μεταβάλλεται το βάρος ή η ποσότητά του</li> <li>• η μάζα του νερού δεν εξαρτάται από το είδος του δοχείου</li> <li>• αντισταθμίζονται οι διαστάσεις των δύο δοχείων</li> <li>• ο όγκος του υγρού παραμένει ο ίδιος</li> <li>• μόνο ο όγκος αλλάζει</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	32 4 3 2 1 13	39,5 4,9 3,7 2,5 1,2 16,0
<b>Το βάρος θα αυξηθεί γιατί:</b>	<b>15</b>	<b>18,5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• η διαφορά σχήματος των δοχείων και επομένως του νερού σημαίνει και διαφορά βάρους</li> <li>• αλλάζει η ποσότητα του νερού</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	5 3 7	6,2 3,7 8,6
<b>Το βάρος θα μειωθεί γιατί:</b>	<b>11</b>	<b>13,6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• μειώνεται η μάζα και ο όγκος του υγρού</li> <li>• υπάρχει λιγότερο νερό</li> <li>• οι διαστάσεις των δοχείων διαφέρουν μεταξύ τους</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση / χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	1 1 1 8	1,2 1,2 1,2 9,9

είναι περισσότερο εξοικειωμένοι/ες, από την καθημερινή τους ζωή, με την έννοια αυτή, γεγονός που συντέλεσε στη διατύπωση ορθότερων επιστημονικά προτάσεων.

Στην επόμενη ερώτηση παρουσιάζονταν δύο δοχεία με το δεύτερο να είναι στενότερο και ψηλότερο σε σχέση με το πρώτο. Από τα παιδιά ζητούνταν να υπολογίσουν το ύψος στο οποίο θα φτάσει η στάθμη του νερού που περιέχεται στο πρώτο δοχείο αν μεταφερθεί στο δεύτερο. Στην απάντηση αυτού του ερωτήματος μπορεί να οδηγηθεί κανείς είτε με μαθηματικό τρόπο, υπολογίζοντας τον όγκο του υγρού, είτε με διαισθητικό παρατηρώντας ότι το δεύτερο δοχείο έχει το μισό πλάτος του πρώτου και άρα η στάθμη του νερού θα πρέπει να φτάσει σε διπλάσιο ύψος. Στόχος της ερώτησης ήταν να συγκεντρωθούν πρόσθετες πληροφορίες για το βαθμό στον οποίο τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι δεν μεταβάλλεται ο όγκος ενός υγρού όταν μεταφέρεται από ένα δοχείο σε ένα άλλο, καθώς και για το αν είναι ικανά, σε απλές καταστάσεις, να υπολογίσουν με ακρίβεια τον όγκο που έχει ένα υγρό. Οι απαντήσεις σε αυτήν την ερώτηση (πίνακας 10) έδειξαν ότι η πλειοψηφία των παιδιών (58%) μπόρεσε να προβλέψει σωστά ότι η στάθμη του νερού θα φτάσει τα 40 εκατοστά. Όμως, το 23,5% των μαθητών/ριών υπολόγισαν στις απαντήσεις τους το ύψος της στάθμης κάτω από τα 40 εκατοστά, το 11,1%, υπερεκτιμώντας τον όγκο του νερού, υπολόγισαν τη στάθμη πάνω από τα 40 εκατοστά και το 7,4% δεν έδωσε καμία απάντηση. Με βάση αυτά τα αποτελέσματα βλέπουμε ότι, αν και τα περισσότερα παιδιά δείχνουν να αντιλαμβάνονται ότι ο όγκος ενός υγρού παραμένει σταθερός, ανεξάρτητα από το δοχείο στο οποίο βρίσκεται και να μπορούν να υπολογίσουν τον όγκο που έχει ένα υγρό σε μια απλή κατάσταση, παραμένει ένα σημαντικό ποσοστό μαθητών/ριών που παρουσιάζει αδυναμία στο να επιτύχει κάτι τέτοιο, ίσως

*Πίνακας 10.* Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε να σημειωθεί το ακριβές ύψος της στάθμης που θα έχει το νερό αν μεταφερθεί σε ένα δοχείο που είναι ψηλότερο από το αρχικό, αλλά έχει το μισό του μήκος.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Η στάθμη του νερού θα φτάσει τα 40 εκ.	47	58,0
Η στάθμη θα είναι κάτω από τα 40 εκ.	19	23,5
Η στάθμη θα υπερβαίνει τα 40 εκ	9	11,1
Χωρίς απάντηση	6	7,4



επικεντρώνοντας την προσοχή του στις διαστάσεις των δοχείων, χωρίς να συνυπολογίζει την σταθερότητα του όγκου του υγρού, με αποτέλεσμα να μην μπορεί να δώσει μια αποδεκτή απάντηση.

Στην συνέχεια ζητούνταν από τα παιδιά να γράψουν αν αισθάνονται ίδια ή διαφορετική πίεση δύο δύτες που εξερευνούν το βυθό και βρίσκονται σε διαφορετικό βάθος, καθώς και να δικαιολογήσουν την απάντησή τους. Στόχος ήταν να φανεί αν οι μαθητές/ριες αντιλαμβάνονταν ότι η υδροστατική πίεση μεγαλώνει με το βάθος. Από τις απαντήσεις τους βλέπουμε (πίνακας 11) ότι όλοι/ες σχεδόν οι μαθητές/ριες (92,6%) πολύ σωστά συνέδεσαν το μεγαλύτερο βάθος με την αύξηση της πίεσης του νερού, 2 μαθητές/ριες υποστήριζαν το αντίθετο, 1 μαθήτρια θεώρησε ότι η πίεση θα είναι ίδια στους δύτες και 3 μαθητές/ριες έδωσαν ελλιπείς απαντήσεις. Οι εμπειρίες που έχουν τα παιδιά από το κολύμπι και τις βουτιές στη θάλασσα, ίσως λειτούργησαν καταλυτικά στη διαμόρφωση κριτηρίων που τους οδήγησαν σε σωστές προβλέψεις σε αυτό το ερώτημα.

*Πίνακας 11.* Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση ποιος από τους δύο δύτες που βρίσκονται σε διαφορετικό βάθος αισθάνεται μεγαλύτερη πίεση από το νερό.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Ο δύτες που βρίσκεται βαθύτερα αισθάνεται περισσότερη πίεση	75	92,6
Ο δύτες που βρίσκεται σε μικρότερο βάθος αισθάνεται περισσότερη πίεση	2	2,5
Η πίεση που αισθάνονται είναι ίδια	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις	3	3,7

Έπειτα, οι μαθητές/ριες ρωτήθηκαν τι συμβαίνει με την πίεση του νερού όταν δύο φίλοι βουτούν στο ίδιο βάθος σε δύο διαφορετικού μήκους πισίνες. Στόχος της ερώτησης ήταν να φανεί αν η ποσότητα του νερού θεωρείται παράγοντας που επηρεάζει το μέγεθος της πίεσης. Από τα 81 παιδιά του δείγματος της έρευνας (πίνακας 12) το 46,9% αυτών απάντησε ότι και η πίεση που αισθάνονται είναι διαφορετική. Πιο συγκεκριμένα, το 24,7% θεώρησε ότι η μικρότερη πισίνα έχει και

την μεγαλύτερη πίεση, το 17,3% υποστήριξε το αντίθετο, το 4,9% δήλωσε ότι οι πιέσεις θα είναι διαφορετικές και μόνο το 30,9% αναγνώρισε ότι στο ίδιο βάθος η πίεση είναι ίδια, ανεξάρτητα από την ποσότητα του νερού. Τις απαντήσεις αυτές των παιδιών μπορούμε να τις συνδέσουμε με τα αντίστοιχα μοντέλα για την πίεση που αναφέραμε. Έτσι, όταν η στενότερη πισίνα θεωρείται ότι έχει μεγαλύτερη πίεση αυτό μπορεί να γίνεται γιατί οι μαθητές/ριες χρησιμοποιούν το ανθρωπομορφικό μοντέλο, σύμφωνα με το οποίο σε ένα πιο στενό μέρος η πυκνότητα και επομένως η πίεση αυξάνονται. Αντίθετα, όταν η μεγαλύτερη πισίνα θεωρείται ότι έχει την περισσότερη πίεση αυτό είναι δυνατό να συνδεθεί με την ποσότητα του νερού και τις δυνάμεις που αναπτύσσονται, δηλαδή με το μοντέλο της πίεσης – δύναμης, όπου υπάρχει σύγχυση των δύο αυτών εννοιών.

**Πίνακας 12.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που αφορά στην πίεση του νερού που αισθάνονται δύο φίλοι όταν βουτούν στο ίδιο βάθος, σε διαφορετικού μήκους πισίνες.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Η πίεση είναι ίδια γιατί το βάθος είναι το ίδιο.	25	30,9
Στη μικρότερη πισίνα υπάρχει μεγαλύτερη πίεση.	20	24,7
Στη μεγαλύτερη πισίνα υπάρχει μεγαλύτερη πίεση.	14	17,3
Η πίεση στις δύο πισίνες είναι διαφορετική.	4	4,9
Ελλιπής απάντηση ή καμία απάντηση	18	22,2

Η επόμενη ερώτηση σκοπό είχε να διερευνήσει αν τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι η υδροστατική πίεση εξαρτάται από την πυκνότητα που έχει ένα υγρό. Σε μια εικόνα παρουσιάζονταν δύο φίλοι να βουτούν στο ίδιο βάθος, σε δύο ίδιες πισίνες με τη μία, όμως, να περιέχει γλυκό και την άλλη αλμυρό νερό και από τα παιδιά ζητούνταν να γράψουν αν οι φίλοι αυτοί αισθάνονται την ίδια πίεση και γιατί. Από τις απαντήσεις των μαθητών/ριών βλέπουμε (πίνακας 13) ότι η πλειοψηφία τους (92,6%) θεωρεί ότι οι πιέσεις θα είναι διαφορετικές με το 74,1% να υποστηρίζει ξεκάθαρα ότι το παιδί στο αλμυρό νερό νιώθει μεγαλύτερη πίεση γιατί το αλμυρό νερό έχει περισσότερη πίεση από το γλυκό, περισσότερο βάρος, μεγαλύτερη πυκνότητα και μπορεί κανείς στο αλμυρό νερό να επιπλεύσει καλύτερα από ό,τι στο γλυκό. Από τους υπόλοιπους/ες μαθητές/ριες, ένα παιδί πιστεύει ότι η πίεση που νιώθουν οι δύο

φίλοι θα είναι η ίδια, ένα άλλο υποστήριξε ότι στο γλυκό νερό η πίεση είναι μεγαλύτερη και 4 παιδιά (4,9%) δεν έδωσαν καμία απάντηση. Το γεγονός ότι ο Βόλος είναι παραθαλάσσια πόλη και η εμπειρία της κολύμβησης πολλών παιδιών σε πισίνα και στη θάλασσα ίσως ήταν καθοριστικοί παράγοντες στη διαμόρφωση των πιο πάνω ποσοστών.

**Πίνακας 13.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που αφορά στην πίεση που αισθάνονται δύο φίλοι όταν βουτούν στο ίδιο βάθος, σε δύο ίδιες πισίνες με τη μία να περιέχει αλμυρό νερό και την άλλη γλυκό.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b>Το παιδί στην πισίνα με το αλμυρό νερό νιώθει μεγαλύτερη πίεση γιατί:</b>	<b>60</b>	<b>74,1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• το αλμυρό νερό έχει περισσότερη πίεση</li> <li>• το αλμυρό νερό έχει περισσότερο βάρος</li> <li>• στο αλμυρό νερό επιπλέεις καλύτερα</li> <li>• εξαιτίας της μεγαλύτερης πυκνότητας</li> <li>• ταυτολογικές εξηγήσεις</li> </ul>	23 22 4 2 9	28,4 27,2 4,9 2,5 11,1
<b>Οι δύο φίλοι νιώθουν διαφορετική πίεση γιατί:</b>	<b>15</b>	<b>18,5</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• τα υγρά είναι διαφορετικά</li> <li>• ελλειπείς εξηγήσεις</li> </ul>	13 2	16,0 2,5
Η πίεση που νιώθουν είναι ίδια	1	1,2
Το παιδί στην πισίνα με το γλυκό νερό νιώθει περισσότερη πίεση	1	1,2
Χωρίς απάντηση	4	4,9

Η επόμενη ερώτηση επιλέχθηκε για να συγκεντρωθούν επιπλέον πληροφορίες για το ποσοστό των μαθητών/ριών που χρησιμοποιούν τα συγκεκριμένα μοντέλα για την υδροστατική πίεση που αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία. Από αυτούς/ες ζητήθηκε να γράψουν αν ένα ψάρι αισθάνεται την ίδια πίεση στη ράχη του όταν το νερό από τη γυάλα του μοιραστεί εξίσου σε τρία δοχεία κι αυτό κολυμπήσει στο ένα από αυτά στο ίδιο βάθος με αυτό που κολυμπούσε πριν. Από τις απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα (πίνακας 14) βλέπουμε ότι το 44,4% των παιδιών δηλώνει ότι το ψάρι νιώθει διαφορετική πίεση στη γυάλα από ό,τι στο δοχείο λόγω του διαφορετικού μεγέθους που έχουν, της διαφορετικής ποσότητας του υγρού, του μοιράσματος του

νερού στα δοχεία και της μεγαλύτερης άνωσης που υπάρχει στη γυάλα. Το ότι δεν αποσαφηνίζεται πού το ψάρι νιώθει μεγαλύτερη πίεση δεν μας βοηθάει να εντοπίσουμε με ασφάλεια το συγκεκριμένο ερμηνευτικό μοντέλο που χρησιμοποιείται. Ακόμη, το 29,6% των παιδιών πιστεύει ότι για το ψάρι στο δοχείο η πίεση θα είναι μεγαλύτερη γιατί είναι στενότερο από τη γυάλα και το δυσκολεύει στην κίνηση, απάντηση που παραπέμπει στη χρήση του ανθρωπομορφικού μοντέλου, ενώ το 17,3% πιστεύει το αντίθετο, ότι δηλαδή στη γυάλα υπάρχει περισσότερη πίεση, και συνδέει την άποψή του αυτή με την ποσότητα του υγρού, γεγονός που φανερώνει τη χρήση του μοντέλου της πιεσοδύναμης. Τέλος, μόνο το 8,6% σωστά

**Πίνακας 14.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν ένα ψάρι αισθάνεται την ίδια πίεση στη ράχη του όταν το νερό από τη γυάλα του μοιραστεί εξίσου σε τρία δοχεία κι αυτό κολυμπήσει στο ένα από αυτά στο ίδιο βάθος με αυτό που κολυμπούσε πριν

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b><i>Η πίεση που νιώθει το ψάρι στη γυάλα και στο δοχείο είναι διαφορετική λόγω:</i></b>	<b>36</b>	<b>44,4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• μεγέθους δοχείων</li> <li>• διαφορετικής ποσότητας νερού</li> <li>• μοιράσματος του νερού στα δοχεία</li> <li>• μεγαλύτερης άνωσης στη γυάλα</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση ή καμία δικαιολόγηση</li> </ul>	10 2 1 1 22	12,3 2,5 1,2 1,2 27,2
<b><i>Το ψάρι στο δοχείο αισθάνεται περισσότερη πίεση γιατί:</i></b>	<b>24</b>	<b>29,6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι στενότερο</li> <li>• δυσκολεύεται να κινηθεί, ενώ στη γυάλα έχει περισσότερο χώρο</li> </ul>	19 5	23,5 6,2
<b><i>Το ψάρι στη γυάλα αισθάνεται περισσότερη πίεση επειδή:</i></b>	<b>14</b>	<b>17,3</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• το περισσότερο νερό έχει και περισσότερη πίεση</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> </ul>	12 2	14,8 2,5
<b><i>Η πίεση είναι η ίδια για το ψάρι γιατί:</i></b>	<b>7</b>	<b>8,6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι ίδιο το βάθος</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> </ul>	6 1	7,4 1,2

δήλωσε ότι οι πιέσεις θα είναι ίδιες γιατί είναι ίδιο το υγρό και το ψάρι κινείται στο ίδιο βάθος.

Αν τις απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα τις συγκρίνουμε με αυτές που έδωσαν οι μαθητές/ριες στο προηγούμενο ερώτημα που αφορούσε στην πίεση που αισθάνονται δύο φίλοι όταν βουτούν στο ίδιο βάθος, σε διαφορετικού μήκους πισίνες, βλέπουμε ότι τα ποσοστά διαφέρουν και πολύ περισσότερα παιδιά πλέον (91,4%) φαίνεται να χρησιμοποιούν εναλλακτικά μοντέλα για την πίεση. Το γεγονός ότι ήρθαν αντιμέτωπα με μια περισσότερο σύνθετη κατάσταση, ίσως, έδρασε καταλυτικά στο να θεωρηθούν άλλοι παράγοντες, εκτός του βάθους, καθοριστικοί του μεγέθους της πίεσης.

**Πίνακας 15.** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν η πίεση σε ένα ψάρι, μια πέτρα κι ένα κοχύλι που βρίσκονται στο ίδιο βάθος είναι ίδια ή όχι και γιατί

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
<b>Η πίεση είναι ίδια επειδή:</b>	<b>38</b>	<b>46,9</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• βρίσκονται στο ίδιο βάθος και είναι ίδιο το βάρος του νερού από πάνω τους</li> <li>• σε όλα τα σώματα υπάρχει η πίεση</li> <li>• έχουν βάρος</li> <li>• καταλαμβάνουν χώρο</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> </ul>	13 2 1 1 21	16,0 2,5 1,2 1,2 25,9
<b>Η πίεση στο ψάρι είναι μεγαλύτερη γιατί:</b>	<b>24</b>	<b>29,6</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• κινείται</li> <li>• είναι ζωντανό</li> <li>• δέχεται πίεση από τα αντικείμενα γύρω του</li> </ul>	11 11 2	13,6 13,6 2,5
<b>Η πίεση στο ψάρι, στο κοχύλι και στην πέτρα είναι διαφορετική γιατί:</b>	<b>16</b>	<b>19,8</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξαρτάται από το βάρος των αντικειμένων</li> <li>• ελλιπείς δικαιολογήσεις</li> </ul>	4 12	4,9 14,8
Η πίεση από το νερό είναι περισσότερη στο κοχύλι και στην πέτρα επειδή έχουν μεγαλύτερο μέγεθος	3	3,7



Στην ερώτηση για το αν είναι ίδια η πίεση σε ένα ψάρι, μια πέτρα κι ένα κοχύλι που βρίσκονται στο ίδιο βάθος (πίνακας 15), το μεγαλύτερο μέρος των παιδιών (50%) δήλωσε ότι είναι διαφορετική. Από αυτό το ποσοστό, το 29,6% πίστευε ότι είναι μεγαλύτερη στο ψάρι γιατί είναι ζωντανό, κινείται και πιέζεται από τα αντικείμενα γύρω του, απάντηση που αποκαλύπτει την ύπαρξη ανιμιστικών αντιλήψεων για την πίεση. Επίσης, το 19,8% υποστήριξε ότι η πίεση θα είναι διαφορετική με το 4,9% να το στηρίζει στην άποψη ότι εξαρτάται από το βάρος των αντικειμένων, ενώ ένα μικρό ποσοστό μαθητών/ριών (3,7%) θεώρησε ότι η πίεση στο κοχύλι και στην πέτρα θα είναι μεγαλύτερη από ό,τι στο ψάρι, επειδή έχουν μεγαλύτερο μέγεθος. Η παραπάνω συσχέτιση της πίεσης με το βάρος του σώματος και το μέγεθος των αντικειμένων φανερώνει τη σύγχυση των εννοιών δύναμης και πίεσης που έχουμε ήδη αναφέρει. Τέλος, το 46,9% των παιδιών σωστά θεώρησε ότι η πίεση δεν αλλάζει, κυρίως, γιατί τα σώματα βρίσκονται στο ίδιο βάθος και είναι ίδιο το βάρος του νερού από πάνω τους. Εμφανίστηκαν, εντούτοις, εξηγήσεις όπως, ότι σε όλα τα σώματα υπάρχει πίεση ή ότι τα συγκεκριμένα σώματα έχουν βάρος και καταλαμβάνουν χώρο, που, όμως, δεν προσφέρουν επιχειρήματα που να μπορούν να υποστηρίξουν την παραπάνω άποψη. Επομένως, βλέπουμε ότι το ποσοστό των μαθητών/ριών που αντιλαμβάνεται ότι η πίεση στο ίδιο βάθος σε ένα υγρό είναι ίδια παντού και κατανοεί ποιος είναι ο πραγματικός λόγος είναι πολύ μικρότερο (16%).

**Πίνακας 16.** Κατηγορίες σχημάτων στο ερώτημα το οποίο ζητούσε να σχεδιαστεί η ροή του νερού στις τρύπες που έχουν ανοιχτεί σε ένα μπουκάλι το οποίο είναι γεμάτο νερό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Σχήματα που αλλού παρουσιάζουν σωστά τη ροή του νερού και αλλού λάθος	50	61,7
Σχήματα που παρουσιάζουν λάθος τη ροή του νερού	24	29,6
Σχήματα που παρουσιάζουν σωστά τη ροή του νερού	6	7,4
Χωρίς απάντηση	1	1,2

Στη συνέχεια, παρουσιάζονταν το σχήμα ενός μπουκαλιού που είχε μεγάλες καμπύλες και σε διάφορα σημεία του υπήρχαν ανοιγμένες τρύπες. Από τα παιδιά ζητήθηκε να σχεδιάσουν πώς θα τρέξει το νερό από τις τρύπες αυτές, αν το μπουκάλι

γεμίσει με νερό. Τα σκίτσα των μαθητών/ριών έδειξαν (πίνακας 16) ότι το 61,7% αυτών έκαναν σχήματα που αλλού παρουσίαζαν σωστά τη ροή του νερού και αλλού λάθος, το 29,6% έκανε σχήματα που είχαν λάθος τη ροή σε όλες τις τρύπες, μόνο το 7% είχε εξ' ολοκλήρου σωστό το σχήμα του, ενώ 1 παιδί δεν έδωσε καμία απάντηση. Τα παραπάνω αποτελέσματα καταδεικνύουν την αδυναμία των παιδιών να αντιληφθούν ότι η υδροστατική πίεση υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις και δημιουργεί πιεστική δύναμη, κάθετη στα τοιχώματα του μπουκαλιού, με αποτέλεσμα το νερό να τρέχει με διεύθυνση κάθε φορά κάθετη στο τοιχώματα αυτά.

Στο προτελευταίο ερώτημα του 1<sup>ου</sup> ερωτηματολογίου για τα υγρά ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να σημειώσουν στην εικόνα ενός ενυδρείου σημεία που έχουν τη μεγαλύτερη πίεση, σημεία με τη μικρότερη πίεση και σημεία με μεσαία πίεση. Η εξέταση των σχημάτων τους έδειξε (πίνακας 17) ότι τα περισσότερα παιδιά (79%) μπόρεσαν να ανταποκριθούν στις πιο πάνω απαιτήσεις και να διακρίνουν αυτά τα σημεία, ενώ μόνο ένα μικρό ποσοστό (21%) έδωσε απαντήσεις που φανέρωναν την ύπαρξη εναλλακτικών ιδεών για τους παράγοντες που επηρεάζουν το μέγεθος της υδροστατικής πίεσης σε ένα υγρό. Στη συνέχεια ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να αιτιολογήσουν την επιλογή αυτών των σημείων. Στον **πίνακα 18**, όπου και παρουσιάζονται τα κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν για να καθοριστούν ποια σημεία έχουν μεγαλύτερη και ποια μικρότερη πίεση, βλέπουμε ότι σχεδόν το σύνολο των παιδιών (74%) πολύ σωστά κάνει λόγο για το βάθος και την ποσότητα του υγρού που βρίσκεται πάνω από ένα σημείο, ενώ μικρός αριθμός παιδιών αναφέρει ότι σε μικρότερο βάθος έχουμε μικρότερη πίεση (2 μαθητές/ριες), ότι οι ζωντανοί οργανισμοί νιώθουν μεγαλύτερη πίεση (1 μαθήτρια) και ότι η πίεση είναι πιο μεγάλη

**Πίνακας 17.** Κατηγορίες σχημάτων στο ερώτημα που ζητούσε από τα παιδιά να σημειώσουν στην εικόνα ενός ενυδρείου 2 σημεία με τη μεγαλύτερη πίεση, 2 με μεσαία πίεση και 2 με τη μικρότερη πίεση.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Σωστά σχήματα	64	79,0
Λάθος σχήματα	17	21,0

στα βαρύτερα και μεγαλύτερα αντικείμενα (1 μαθήτρια). Τέλος, σχετικά μεγάλος αριθμός παιδιών (21%) δεν μπόρεσε να δώσει μια ολοκληρωμένη εξήγηση.

*Πίνακας 18.* Κριτήρια που χρησιμοποιήθηκαν από τους/ις μαθητές/ριες για τον καθορισμό των σημείων που έχουν μεγαλύτερη ή μικρότερη πίεση στην εικόνα ενός ενυδρείου

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Σε μεγαλύτερο βάθος υπάρχει περισσότερη πίεση	55	67,9
Μεγαλύτερη ποσότητα του νερού πάνω από συγκεκριμένα σημεία σημαίνει μεγαλύτερη πίεση	4	4,9
Στα σημεία που βρίσκονται σε μικρότερο βάθος υπάρχει μεγαλύτερη πίεση	2	2,5
Όσο πιο βαθιά κι όσο περισσότερο νερό υπάρχει πάνω από συγκεκριμένα σημεία, τόσο μεγαλύτερη είναι η πίεση του νερού	1	1,2
Οι ζωντανοί οργανισμοί νιώθουν μεγαλύτερη πίεση	1	1,2
Στα βαρύτερα και μεγαλύτερα αντικείμενα η πίεση είναι μεγαλύτερη	1	1,2
Ελλιπής δικαιολόγηση ή χωρίς δικαιολόγηση	17	21,0

Στην τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου οι μαθητές/ριες κλήθηκαν να γράψουν, αν γνωρίζουν, τι είναι η υδροστατική πίεση και να δώσουν σχετικά παραδείγματα. Από τις απαντήσεις τους βλέπουμε ότι για το 24,7% των μαθητών/ριών η υδροστατική πίεση είναι η πίεση που υπάρχει στο νερό και θεωρείται σωστή απάντηση, το 16% προσπάθησε να δώσει έναν ορισμό μέσα από παραδείγματα συνήθως προερχόμενα από την εμπειρία της κολύμβησής τους στη θάλασσα, 1 μαθήτρια έγραψε ότι η πίεση είναι η μάζα του νερού, ενώ το 4,9% των παιδιών έδωσε ελλιπή ορισμό και το 53,1% δεν έδωσε καμία απάντηση. Τέλος, όταν τα παιδιά κλήθηκαν να δώσουν παραδείγματα στα οποία υπάρχει η υδροστατική πίεση (πίνακας 20), το 42% αυτών ανταποκρίθηκε πλήρως 2 παιδιά έδωσαν παράδειγμα άνωσης, 1 μαθήτρια έφερε παράδειγμα πίεσης στα στερεά σώματα, ενώ το 54,3% δεν έδωσε απάντηση ή οι απαντήσεις του ήταν ελλιπείς. Με αφορμή το υψηλό ποσοστό των παιδιών που έδωσαν ελλιπή ορισμό ή δεν απάντησαν καθόλου στο τελευταίο ερώτημα πρέπει να αναφέρουμε ότι η υδροστατική πίεση παρουσιάζει

ιδιαίτερα προβλήματα στη διδασκαλία της γιατί είναι μια έννοια αρκετά αφηρημένη για την οποία έχουμε εμπειρία της ύπαρξής της μόνο μέσω των αποτελεσμάτων της πιεστικής δύναμης που δημιουργεί. Όμως, το γεγονός ότι τα παιδιά της Ε΄ τάξης μόλις που είχαν διδαχθεί τη σχετική ενότητα της υδροστατικής πίεσης στο μάθημα «Ερευνώ κι Ανακαλύπτω», ενώ για τους/ις μαθητές/ριες της Στ΄ τάξης είχε περάσει μόνο ένας χρόνος από τη συγκεκριμένη διδασκαλία φανερώνει και την αδυναμία του σημερινού σχολείου να βοηθήσει στην κατανόηση της συγκεκριμένης έννοιας.

*Πίνακας 19.* Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι είναι η υδροστατική πίεση

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Η πίεση του νερού	20	24,7
Ορισμός μέσα από παραδείγματα στα οποία υπάρχει πίεση	13	16,0
Η μάζα του νερού	1	1,2
Ελλιπής ορισμός	4	4,9
Χωρίς απάντηση	43	53,1

*Πίνακας 20.* Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση η οποία ζητούσε παραδείγματα υδροστατικής πίεσης

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=81)	Ποσοστό %
Παραδείγματα στα οποία υπάρχει η υδροστατική πίεση	34	42,0
Παραδείγματα άνωσης	2	2,5
Παραδείγματα πίεση στα στερεά σώματα	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις ή καμία απάντηση	44	54,3

#### 4.2 Αποτελέσματα του 2<sup>ου</sup> μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε σε έννοιες και φαινόμενα που σχετίζονται με την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων.

Στη συνέχεια θα γίνει παρουσίαση των αποτελεσμάτων του 2<sup>ου</sup> μέρους του ερωτηματολογίου το οποίο συντάχθηκε και δόθηκε στα παιδιά προκειμένου να ανιχνευτούν οι αντιλήψεις τους για έννοιες και φαινόμενα που έχουν σχέση με την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων. Η πρώτη ερώτηση που εμπεριέχονταν σε αυτό ζητούσε από τους/ις μαθητές/ριες να αναφέρουν κάποια πράγματα που επιπλέουν στο νερό και κάποια που βυθίζονται. Στα αντικείμενα που επιπλέουν αναφέρθηκαν τα πλοία, οι βάρκες, τα υδροπλάνα, το φελιζόλ, τα ξύλα, τα σωσίβια, τα πλαστικά μπουκάλια, τα φουσκωτά σκάφη, οι σημαδούρες, οι μπάλες, το στρώμα θαλάσσης κ.ά. Ως πράγματα που βυθίζονται τα παιδιά έγραψαν τις πέτρες, τα χαλίκια, την άμμο, τα νομίσματα, το κοχύλι, το σίδηρο, το τσιμέντο, το μπουκάλι που είναι γεμάτο με νερό, το αυτοκίνητο κ.ά. Από τις απαντήσεις αυτές βλέπουμε ότι όλοι/ες οι μαθητές/ριες, με βάση την εμπειρία τους, κατάφεραν να κάνουν διάκριση μεταξύ των σωμάτων που επιπλέουν και εκείνων που βυθίζονται στο νερό και να γράψουν σχετικά παραδείγματα. Πρέπει να προσθέσουμε, ακόμη, ότι το σφουγγάρι, τα φύκια, το χαρτί, ο άνθρωπος και το καράβι είχαν αναφερθεί και στις δύο κατηγορίες, ίσως, επειδή, ανάλογα με την περίπτωση, τα σώματα αυτά μπορούν να επιπλέουν ή να είναι βυθισμένα.

Η επόμενη ερώτηση ζητούσε από τα παιδιά να γράψουν γιατί νομίζουν ότι κάποια σώματα επιπλέουν και κάποια άλλα βυθίζονται. Ο στόχος ήταν να έρθουν στην επιφάνεια οι αντιλήψεις τους για τους παράγοντες που θεωρούν ότι καθορίζουν την επίπλευση ή τη βύθιση ενός σώματος. Από τις απαντήσεις τους (πίνακας 1) βλέπουμε ότι το βάρος αναδεικνύεται ως ο κατεξοχήν παράγοντας που θεωρείται ότι ευθύνεται για το αν ένα σώμα θα επιπλεύσει ή όχι κι εμφανίζεται πολύ συχνά στην επιχειρηματολογία τους (57%). Άλλοι παράγοντες που αναφέρονται, όμως, με πολύ μικρότερη συχνότητα είναι ο όγκος ενός σώματος (6%), η ύπαρξη ύλης στο εσωτερικό του (6%), η ύπαρξη πόρων και αέρα (5%), η επιφάνεια επαφής του με το νερό (4%), το σχήμα του (4%), το μέγεθός του (3%), το είδος του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο (3%), η υδροστατική πίεση και η άνοση του υγρού (3%), η ποσότητα του νερού (2%), αν το σώμα είναι ζωντανό ή όχι (1%), ενώ σε ποσοστό 5%



οι απαντήσεις ήταν ελλιπείς ή δεν δόθηκε καμία απάντηση. Αξίζει να σημειώσουμε πως μόνο ένα παιδί σωστά αναφέρει ότι τα ελαφρύτερα του νερού σώματα επιπλέουν, απάντηση που παραπέμπει σε μια σύγκριση πυκνοτήτων η οποία μπορεί με ασφάλεια να μας οδηγήσει στην πρόβλεψη της επίπλευσης ή της βύθισής ενός αντικειμένου.

*Πίνακας 1: Συχνότητα εμφάνισης των παραγόντων που θεωρούνται ότι παίζουν ρόλο στην επίπλευση ή τη βύθιση ενός σώματος.*

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=100)	Ποσοστό %
Το βάρος του σώματος	57	57
Ο όγκος του	6	6
Η ύπαρξη ύλης στο εσωτερικό του	6	6
Η ύπαρξη πόρων και αέρα στο εσωτερικό του	5	5
Η επιφάνεια επαφής του με το νερό	4	4
Το σχήμα του	4	4
Το μέγεθός του	3	3
Η άνωση ή η υδροστατική πίεση	3	3
Το είδος του υλικού	3	3
Η ποσότητα του νερού στην οποία θα επιπλεύσει το σώμα	2	2
Αν το σώμα είναι ζωντανό ή όχι	1	1
<b>Τα ελαφρύτερα του νερού σώματα επιπλέουν</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Ελλιπείς απαντήσεις / χωρίς απάντηση	5	5

Στην ερώτηση γιατί ένα μεγάλο πλοίο επιπλέει, ενώ ένα μικρό νόμισμα βυθίζεται (πίνακας 2) το 15,9% των μαθητών/ριών το συνέδεσε με τον όγκο του σώματος, το 14,6% με την επιφάνεια επαφής του με το νερό, το 13,4% με το είδος του υλικού, το 8,5% με την ύπαρξη μηχανής, τη δύναμη και την ταχύτητα του πλοίου και ίδιο ποσοστό με την παρουσία ή απουσία αέρα στο εσωτερικό του σώματος. Μικρότερο ποσοστό αναφέρεται στη δύναμη και την πίεση της θάλασσας, στο σχήμα ή θεωρεί ότι η έλλειψη βάρους οδηγεί στη βύθιση. Τέλος, το 18,3% δεν μπόρεσε να δώσει ολοκληρωμένη απάντηση, ενώ μόνο μια μαθήτρια αναφέρθηκε στο βάρος του αντικειμένου σε σχέση με το μέγεθός του παραπέμποντας στην έννοια της πυκνότητας. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το ότι τα παιδιά αναφέρουν τη μηχανή του πλοίου ως αιτία επίπλευσής του. Κάτι τέτοιο μπορεί να θεωρηθεί ως

αποτέλεσμα της εναλλακτικής αντίληψης για τη δύναμη η οποία συνδέεται με την κίνηση κι όχι με τη μεταβολή της, μια και δε γίνεται λόγος για το πλοίο όταν είναι αγκυροβολημένο και συνεχίζει να επιπλέει (Κώτσης 2004).

**Πίνακας 2:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση γιατί ένα μεγάλο και βαρύ πλοίο επιπλέει, ενώ ένα ελαφρύ νόμισμα βυθίζεται και γιατί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Εξαιτίας του όγκου τους	13	15,9
Λόγω της επιφάνειας επαφής τους με το νερό	12	14,6
Έχει σχέση με το είδος του υλικού του σώματος	11	13,4
Εξαιτίας της μηχανής, της δύναμης και της ταχύτητας του πλοίου	7	8,5
Λόγω της ύπαρξης ή όχι αέρα στο εσωτερικό τους	7	8,5
Εξαιτίας της δύναμης ή της πίεσης από τη θάλασσα	5	6,0
Λόγω σχήματος	4	4,9
Η έλλειψη βάρους οδηγεί στη βύθιση	3	3,7
<b>Παίζουν ρόλο περισσότεροι παράγοντες:</b>	<b>5</b>	<b>6,0</b>
• Το μέγεθος, ο όγκος και το βάρος του σώματος	2	2,4
• Ο όγκος και η επιφάνεια επαφής	1	1,2
• Το είδος του υλικού και η επιφάνεια επαφής	1	1,2
• <b>Το βάρος του σώματος σε σχέση με το μέγεθός του</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>
Ελλιπείς απαντήσεις ή καμία απάντηση	15	18,3

Όταν ζητήθηκε από τους/ις μαθητές/ριες να γράψουν γιατί το καλοκαίρι κάποια παιδιά φορούν σωσίβιο ή μπρατσάκια για να κάνουν μπάνιο στη θάλασσα (πίνακας 3) το 53,7% δήλωσε ότι κάτι τέτοιο βοηθάει στην κολύμβησή τους, το 28% ανέφερε ότι με αυτά επιπλέουν καλύτερα επειδή δεν ξέρουν να κολυμπούν, το 17,1% έγραψε ότι βοηθούν στην επίπλευση γιατί περιέχουν αέρα στο εσωτερικό τους, ενώ μία μαθήτρια δεν έδωσε καμία απάντηση. Όταν στη συνέχεια κλήθηκαν να εξηγήσουν τι ακριβώς γίνεται με τα μπρατσάκια ή το σωσίβιο (πίνακας 4) το 68,3% των παιδιών συνέδεσε την επίπλευση με τον αέρα που περιέχουν. Εντύπωση κάνει ότι το 18,3% των μαθητών/ριών δηλώνει ότι ο αέρας βοηθάει τα σωσίβια να επιπλεύσουν, το 13,4% αναφέρει ότι τα τραβάει πάνω και τα κρατάει στην επιφάνεια,

το 11% ότι ο αέρας δεν βουλιάζει και το 3,7% δηλώνει ότι εξαιτίας του είναι ελαφριά και δεν έχουν βάρος. Αυτές οι απόψεις ίσως να κρύβουν ανιμιστικές αντιλήψεις για τον αέρα που έχει μοναδικές ιδιότητες, έχει δύναμη και κρατάει τα πράγματα στην επιφάνεια, δεν βουλιάζει και δεν έχει βάρος. Από τα υπόλοιπα παιδιά, ένα μίλησε για

**Πίνακας 3:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση γιατί το καλοκαίρι κάποια παιδιά φορούν σωσίβιο ή μπρατσάκια για να κάνουν μπάνιο στη θάλασσα

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Βοηθούν στην επίπλευση και στην κολύμβηση	44	53,7
Βοηθούν στην επίπλευση γιατί υπάρχει έλλειψη γνώσης του τρόπου κολύμβησης	23	28,0
Βοηθούν στην επίπλευση γιατί υπάρχει αέρας στο εσωτερικό τους	14	17,1
Χωρίς απάντηση	1	1,2

**Πίνακας 4:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι ακριβώς γίνεται με τα μπρατσάκια και το σωσίβιο

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Έχουν στο εσωτερικό τους αέρα και:	56	68,3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• βοηθάει στην επίπλευση</li> <li>• επιπλέουν</li> <li>• τα τραβάει πάνω/ τα κρατάει στην επιφάνεια</li> <li>• ο αέρας δεν βουλιάζει</li> <li>• είναι από ειδικό υλικό</li> <li>• είναι ελαφριά, δεν έχουν βάρος</li> </ul>	15 14 11 9 4 3	18,3 17,1 13,4 11,0 4,9 3,7
Το είδος του υλικού τα κάνει να επιπλέουν	1	1,2
Υπάρχει μικρότερη πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας και γι' αυτό επιπλέουν	1	1,2
Είναι το βάρος τους μικρό σε σχέση με την πίεση από τη θάλασσα	1	1,2
Ανεπαρκείς εξηγήσεις, ταυτολογίες.	18	22,0
Χωρίς απάντηση.	5	6,1

το είδος του υλικού, ένα άλλο ανέφερε ότι τα σωσίβια επιπλέουν γιατί υπάρχει μικρότερη πίεση στην επιφάνεια της θάλασσας και ένα τρίτο ότι έχουν μικρό βάρος σε σχέση με την πίεση της θάλασσας. Στις δύο τελευταίες απόψεις βλέπουμε ότι η έννοια της δύναμης, της άνωσης για την ακρίβεια, αντικαθίσταται από την έννοια της πίεσης δείχνοντας για μια ακόμη φορά την αδυναμία των μαθητών/ριών αυτής της ηλικίας να διαφοροποιήσουν τις δύο αυτές έννοιες. Τέλος, το 28% των παιδιών έδωσε ελλιπείς εξηγήσεις ή δεν απάντησε καθόλου. Τα παραπάνω αποτελέσματα φανερώνουν τη δυσκολία των μαθητών/ριών να κατανοήσουν το ρόλο που παίζει η αύξηση του όγκου ενός σώματος που διατηρεί σταθερή η μάζα του, στον τρόπο με τον οποίο αυτό θα επιπλεύσει.

**Πίνακας 5:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση για ποιο λόγο από τις δύο φίλες που κολυμπούν στην πισίνα η μία φορώντας σωσίβιο επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Το σωσίβιο έχει αέρα και επιπλέει, βοηθάει στο κολύμπι	43	52,4
Με το σωσίβιο επιπλέεις καλύτερα, σε υψηλότερο επίπεδο	16	19,5
Το σωσίβιο σε ανεβάζει στην επιφάνεια, σε κρατάει πάνω	11	13,4
Έχει αέρα και είναι και από ειδικό υλικό	2	2,4
Ανεπαρκείς απαντήσεις, ταυτολογίες	5	6,1
Χωρίς απάντηση	5	6,1

Στην ερώτηση γιατί από τις δύο φίλες που κάνουν μπάνιο στην πισίνα η μία που φόρεσε σωσίβιο επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο, σχεδόν, όλοι/ες το συνέδεσαν με ιδιότητες που το σωσίβιο έχει (πίνακας 5). Περίπου το 52% των παιδιών αναφέρει ότι αυτό γίνεται γιατί έχει αέρα και βοηθάει στο κολύμπι, το 19,5% δηλώνει ότι όποιος το φοράει κολυμπάει καλύτερα, το 13,4% πιστεύει ότι σε ανεβάζει στην επιφάνεια και σε κρατάει ψηλά, 2 μαθητές/ριες αναφέρουν ότι έχει αέρα και είναι από ειδικό υλικό, ενώ το 12,2% έδωσε ανεπαρκείς απαντήσεις ή δεν απάντησε καθόλου. Η αλλαγή του όγκου και επομένως της πυκνότητας του κοριτσιού που φοράει το σωσίβιο δεν γίνεται αντιληπτή από τα παιδιά. Γι' αυτά, η επίπλευση σε υψηλότερο επίπεδο οφείλεται στις ιδιότητες του αέρα, στο υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένο το σωσίβιο ή έχοντας μια περισσότερο ανιμιστική άποψη είναι οι δυνάμεις που το ίδιο το σωσίβιο κρύβει μέσα του που επιτυγχάνουν ένα τέτοιο αποτέλεσμα.

**Πίνακας 6:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση τι νομίζεις ότι έχει αλλάξει στη μία από τις δύο φίλες και επιπλέον σε υψηλότερο επίπεδο.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Βάρος	23	28,0
Όγκος	13	15,9
Το βάρος και ο όγκος	7	8,5
Το βάρος και η μάζα	5	6,1
Το σχήμα του σώματος	4	4,9
Η μάζα	4	4,9
Η μάζα και ο όγκος	3	3,7
Το βάρος, η μάζα και ο όγκος	3	3,7
Η μάζα και το σχήμα του σώματος	2	2,4
Ανεπαρκείς αιτιολογήσεις, ταυτολογίες	9	11,0
Χωρίς απάντηση	9	11,0

Όταν στη συνέχεια ζητήθηκε από τα παιδιά να γράψουν τι νομίζουν ότι έχει αλλάξει στη μια από τις δύο φίλες και επιπλέον σε υψηλότερο επίπεδο (πίνακας 6), το 28% των μαθητών/ριών ανέφερε το βάρος, το 15,9% τον όγκο, το 8,5% το βάρος με τον όγκο, το 6,1% το βάρος με τη μάζα, το 4,9% τη μάζα, το 4,9% το σχήμα του σώματος και σε μικρότερο ποσοστό αναφέρθηκε η μάζα με τον όγκο, το βάρος με την μάζα και τον όγκο και τέλος η μάζα με το σχήμα του σώματος. Ελλιπείς απαντήσεις ή καμία απάντηση έδωσε το 22%. Από τις απαντήσεις αυτές βλέπουμε ότι το βάρος ως παράγοντας που εμπλέκεται στην επίπλευση ή τη βύθιση ενός σώματος συναντάται συνολικά σε ποσοστό 46%. Τα παιδιά, όπως έχει επισημανθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, συνήθως θεωρούν ότι τα βαρύτερα σώματα επιπλέουν σε χαμηλότερο επίπεδο ή βυθίζονται. Στην περίπτωση του κοριτσιού που επιπλέει πιο ψηλά από τη φίλη του τα παιδιά, ίσως, συνδυάζουν το σωσίβιο που φοράει με τις ιδιότητες που πιστεύουν ότι έχει ο αέρας που περιέχεται, αντιλήψεις στις οποίες έγινε αναφορά προηγουμένως, με αποτέλεσμα να νομίζουν ότι το σώμα της γίνεται ελαφρύτερο. Από την άλλη πλευρά, μόνο το 31,8% αντιλαμβάνεται ότι ο όγκος του κοριτσιού έχει αλλάξει κι από αυτό το ποσοστό μόνο το 15,9% υποστηρίζει ότι ο συγκεκριμένος παράγοντας είναι αυτός που ευθύνεται για τον τρόπο επίπλευσης του. Εντύπωση κάνει το μεγάλο ποσοστό των παιδιών που δεν μπορεί να δώσει μια ολοκληρωμένη



απάντηση για το τι έχει αλλάξει (22%), αλλά και το πλήθος των παραγόντων που αναφέρονται ότι παίζουν ρόλο στην κολύμβηση του κοριτσιού, γεγονός που φανερώνει και την ποικιλία των εναλλακτικών ιδεών σε αυτό το θέμα.

**Πίνακας 7:** Λύσεις που προτάθηκαν για τη βύθιση ενός φελλού που επιπλέει σε ένα δοχείο με νερό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=86)	Ποσοστό %
Χρησιμοποιώντας σώματα βαρύτερα του φελλού που βυθίζονται (πέτρες, βαρίδια, μεταλλικά αντικείμενα κ.ά.)	52	60,5
Με άνοιγμα τρύπας	12	14
Ασκώντας πίεση ή δύναμη	7	8,1
Γεμίζοντας το φελλό με νερό	3	3,5
Βγάζοντας τον αέρα που περιέχει	2	2,3
Μειώνοντας τον όγκο του φελλού	1	1,2
Ανεπαρκείς απαντήσεις	1	1,2
Καμία απάντηση	8	9,3

Η έβδομη ερώτηση του ερωτηματολογίου, έχοντας ως βάση την εικόνα ενός φελλού που επέπλεε στο νερό ενός δοχείου, ζητούσε από τα παιδιά να βρουν τρόπους για να τον κάνουν να βυθιστεί. Όπως φαίνεται από τις απαντήσεις τους (πίνακας 7) οι λύσεις που προτείνονται είναι το δέσιμο πάνω στο φελλό σωμάτων με μεγαλύτερο από αυτόν βάρος (60,5%), το άνοιγμα τρύπας (14%), η άσκηση δύναμης ή πίεσης (8,1%), το γέμισμα του φελλού με νερό (3,5%), 2 μαθητές/ριες αναφέρουν την άντληση του αέρα που περιέχεται στο φελλό και 1 παιδί τη μείωση του όγκου του. Όταν στη συνέχεια ζητήθηκε να γράψουν γιατί νομίζουν ότι θα βυθιστεί ο φελλός με τη λύση που προτείνουν (πίνακας 8), πάνω από τους/ις μισούς/ές (51,2%) αναφέρουν ότι κάτι τέτοιο γίνεται επειδή αυξάνει το βάρος του, το 12,2% των παιδιών επειδή φεύγει ο αέρας, το 7,3% αναφέρει την άσκηση δύναμης ως κύριο λόγο, το 3,7% την είσοδο του αέρα, άλλα παιδιά υποστηρίζουν ότι η βύθιση είναι αποτέλεσμα της εισόδου του νερού και της εξόδου του αέρα (2,4%), της εισόδου του νερού (2,4%), της ελάττωσης του όγκου που επιφέρει μείωση της πίεσης του νερού και άρα βύθιση του αντικειμένου (1,2%), ενώ το 19,5% έδωσε ανεπαρκείς απαντήσεις ή δεν απάντησε καθόλου. Από την εξέταση αυτών των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι τα

παιδιά δυσκολεύονται να εξετάσουν τον όγκο ενός σώματος σε συνδυασμό με το βάρος του. Επίσης, βλέπουμε ότι παραμένει η αντίληψη ότι η αύξηση του βάρους είναι ο κύριος παράγοντας που κάνει τα σώματα να βυθίζονται, σε μεγάλο ποσοστό όμως (20,7%), αναφέρονται αιτιολογήσεις, όπως η είσοδος νερού, η είσοδος ή έξοδος του αέρα, που προϋποθέτουν την ύπαρξη ή το άνοιγμα τρύπας. Τέλος, το παιδί που καταφέρνει να συνδυάσει τη μείωση του όγκου με τη βύθιση δείχνει να έχει διαμορφώσει ένα σαφές κριτήριο πρόβλεψης της επίπλευσης ή βύθισης ενός σώματος που στηρίζεται στην έννοια της πυκνότητας.

**Πίνακας 8:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να γράψουν γιατί νομίζουν ότι θα βυθιστεί ο φελλός με τη λύση που έχουν προτείνει.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Λόγω αύξησης του βάρους	42	51,2
Επειδή φεύγει ο αέρας	10	12,2
Επειδή του ασκείται δύναμη - πίεση	6	7,3
Λόγω της εισόδου του αέρα	3	3,7
Λόγω της αύξησης του βάρους επειδή μπαίνει νερό και φεύγει ο αέρας	2	2,4
Λόγω της εισόδου του νερού	2	2,4
Με τη μείωση του όγκου ελαττώνεται η πίεση του νερού και ο φελλός βυθίζεται	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις	7	8,5
Καμία απάντηση	9	11,0

Σε μια παρόμοια ερώτηση υπήρχε μια ξύστρα βυθισμένη στον πυθμένα ενός δοχείου με νερό και ζητούνταν από τα παιδιά να βρουν ένα τρόπο να την κάνουν να επιπλεύσει. Στις απαντήσεις τους βλέπουμε (πίνακας 9) ότι το 43,9% προτείνει το δέσιμό της με υλικά που επιπλέουν, όπως ένα ξύλο, ένα φελλό ή ένα μπουκάλι, το 12,2% το δέσιμό της με σώματα που περιέχουν αέρα, όπως ένα μπαλόνι ή μια μπάλα, το 4,9% πιστεύει ότι η ξύστρα θα επιπλεύσει αν της κλείσουμε τις τρύπες της, το 3,7% κάνει λόγο για τοποθέτησή της πάνω σε αντικείμενα με μεγάλη επιφάνεια, το 2,4% για τράβηγμα της ξύστρας με το χέρι ή με μαγνήτη, ένα παιδί πρότεινε το

**Πίνακας 9:** Λύσεις που προτάθηκαν για να επιπλεύσει μια ζύστρα που είναι βυθισμένη σε ένα δοχείο με νερό.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Δέσιμο της ζύστρας με υλικά που επιπλέουν (ξύλο, φελλό, μπουκάλι κ.ά.)	36	43,9
Δέσιμο της ζύστρας με σώματα που περιέχουν αέρα (μπαλόνι, μπάλα κ.ά.)	10	12,2
Κλείνοντας τις τρύπες	4	4,9
Τοποθετώντας τη πάνω σε αντικείμενα που έχουν μεγάλη επιφάνεια	3	3,7
Τραβώντας την ζύστρα με το χέρι ή με μαγνήτη	2	2,4
Δέσιμο της ζύστρας με σώματα που έχουν μεγαλύτερο από την ζύστρα όγκο	1	1,2
Τοποθετώντας τη μέσα σε υλικά που έχουν το σχήμα βάρκας	1	1,2
Ανεπαρκείς λύσεις	6	7,3
Καμία απάντηση	19	23,2

δέσιμο της με σώματα που έχουν μεγαλύτερο από αυτήν όγκο και ένα άλλο την τοποθέτησή της μέσα σε υλικά που έχουν το σχήμα βάρκας. Ελλιπείς απαντήσεις δόθηκαν από το 7,3%, ενώ το 23,2% δεν μπόρεσε να βρει μια λύση στο πρόβλημα αυτό και έτσι δεν έδωσε καμία απάντηση. Ο λόγος για τον οποίο οι μαθητές/ριες πιστεύουν ότι η ζύστρα θα επιπλεύσει με τη λύση που έχουν προτείνει (πίνακας 10) είναι για το 23,2% αυτών η χρήση σωμάτων που δεν βουλιάζουν όπως είναι το ξύλο ή ο φελλός, για το 14,6% η ύπαρξη αέρα στο υλικό που θα χρησιμοποιηθεί, για το 8,5% η χρήση ελαφρύτερων από την ζύστρα σωμάτων, για το 4,9% η παρεμπόδιση της εισόδου του αέρα στην ζύστρα, για έναν ίδιο αριθμό παιδιών η αύξηση του όγκου ή της επιφάνειάς της, ενώ σε μικρότερο ποσοστό οι μαθητές/ριες ανέφεραν ότι η ζύστρα θα επιπλεύσει γιατί δεν θα μπαίνει μέσα της νερό, επειδή θα της ασκηθεί δύναμη και γιατί θα αυξηθεί η πίεση του νερού προς τα πάνω. Τέλος, μεγάλο ποσοστό παιδιών έδωσε ελλιπείς εξηγήσεις (29%) ή δεν απάντησε καθόλου (8,5%). Στις παραπάνω απαντήσεις βλέπουμε να βγαίνουν πάλι στην επιφάνεια οι παράγοντες που τα παιδιά θεωρούν ότι επιδρούν στην επίπλευση ενός σώματος. Έτσι, συνήθως αναφέρουν ότι ένα σώμα επιπλέει όταν περιέχει αέρα, όταν δεν έχει τρύπες και

πόρους ή όταν κλειστούν με κάποιο τρόπο, όταν έχει μεγάλη επιφάνεια, μεγάλο όγκο, μικρό βάρος ή όταν έχει το σχήμα βάρκας.

**Πίνακας 10:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να γράψουν γιατί πιστεύουν ότι θα επιπλεύσει η ζύστρα με τη λύση που έχουν προτείνει.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Εξαιτίας της χρήσης σωμάτων που επιπλέουν	19	23,2
Λόγω ύπαρξης αέρα στο υλικό που θα χρησιμοποιηθεί	12	14,6
Εξαιτίας της χρήσης ελαφρύτερων σωμάτων από την ζύστρα	7	8,5
Επειδή δεν θα μπαίνει αέρας στην ζύστρα	4	4,9
Λόγω της αύξησης του όγκου ή της επιφάνειας της ζύστρας	4	4,9
Επειδή δεν θα μπαίνει το νερό μέσα στην ζύστρα	2	2,4
Λόγω της άσκησης δύναμης	2	2,4
Επειδή αυξάνεται η πίεση προς τα πάνω	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις	24	29,3
Καμία απάντηση	7	8,5

Στην επόμενη ερώτηση παρουσιάζεται σε σχήμα πώς επιπλέει ένα αντικείμενο στο κρύο νερό και ζητείται από τα παιδιά να σχεδιάσουν πώς πιστεύουν ότι θα επιπλεύσει ένα πανομοιότυπο αντικείμενο στο ζεστό νερό. Από τα σχήματα που έκαναν βλέπουμε (πίνακας 11) ότι πάνω από τους/ις μισούς/ές μαθητές/ριες (51,2%) πιστεύουν ότι στο ζεστό νερό το αντικείμενο θα επιπλεύσει σε χαμηλότερο επίπεδο, το 15,9% αυτών πιστεύει το αντίθετο, το 13,4% έχει σχεδιάσει το αντικείμενο να επιπλέει στο ζεστό με τον ίδιο τρόπο όπως και το πανομοιότυπό του στο κρύο, το 8,5% των παιδιών δείχνουν στο σχέδιό τους το αντικείμενο να βυθίζεται, ενώ το 11% δεν έκανε κανένα σχήμα. Το γεγονός ότι η πλειοψηφία των μαθητών/ριών προβλέπει σωστά τη συμπεριφορά του αντικειμένου στο ζεστό νερό ίσως να φανερώνει ότι αντιλαμβάνεται, έστω και διαισθητικά, ότι η πυκνότητα ενός υγρού μειώνεται όταν αλλάζει η θερμοκρασία του, γεγονός που επιφέρει διαφοροποιήσεις και στον τρόπο που ένα σώμα επιπλέει σε αυτό.

**Πίνακας 11:** Κατηγορίες σχημάτων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν πώς θα επιπλεύσει ένα αντικείμενο στο ζεστό νερό, παρουσιάζοντας τον τρόπο που επιπλέει ένα πανομοιότυπό του στο κρύο.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Σχήματα που παρουσιάζουν το αντικείμενο να επιπλέει σε χαμηλότερο επίπεδο στο ζεστό νερό	42	51,2
Σχήματα που παρουσιάζουν το αντικείμενο να επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο στο ζεστό νερό	13	15,9
Σχήματα που παρουσιάζουν τα αντικείμενα να επιπλέουν στο ίδιο επίπεδο	11	13,4
Σχήματα που παρουσιάζουν το αντικείμενο να βυθίζεται στο ζεστό νερό	7	8,5
Χωρίς σχήμα	9	11,0

Στην ερώτηση για το αν η ποσότητα του νερού επηρεάζει την επίπλευση των σωμάτων (πίνακας 12) το 62,2% των μαθητών/ριών πιστεύει πως κάτι τέτοιο ισχύει, το 28% πιστεύει ότι δεν την επηρεάζει, ενώ το 9,8% δεν έδωσε κάποια απάντηση. Από την εξέταση των σχημάτων που έκαναν στη συνέχεια για να δείξουν πώς θα επιπλεύσει ένα σώμα σε ένα δοχείο με περισσότερο νερό, όταν είναι γνωστό το επίπεδο επίπλευσής του σε ένα δοχείο με μικρότερη ποσότητα νερού, συμπεραίνουμε ότι (πίνακας 13) το 39% πιστεύει ότι στο περισσότερο νερό το αντικείμενο θα επιπλεύσει πιο ψηλά, το 25,6% πιστεύει το αντίθετο και το 3,7% υποστηρίζει ότι αυτό θα βυθιστεί. Μόνο το 22% των παιδιών προέβλεψε σωστά ότι η ποσότητα του νερού δεν επηρεάζει τον τρόπο που επιπλέουν τα σώματα. Η σύνδεση του επιπέδου επίπλευσης με το βάθος είναι γνωστή και από τη βιβλιογραφία (Biddulph & Osborne 1984). Βάση για μια ερμηνεία των πιο πάνω απαντήσεων θα μπορούσε να αποτελέσουν τα μοντέλα που χρησιμοποιούν τα παιδιά για την πίεση. Η χρήση του μοντέλου της πίεσης – δύναμης οδηγεί στη σύγχυση της πίεσης που αυξάνεται με το βάθος με τις δυνάμεις που αυτή δημιουργεί και κατά συνέπεια με τη συνισταμένη δύναμη αυτών, δηλαδή την άνωση, που είναι ανεξάρτητη του βάθους. Αυτός, ίσως, είναι ο λόγος που ένα μεγάλο μέρος των μαθητών/ριών υποστηρίζει ότι, στο μεγαλύτερο δοχείο, το αντικείμενο θα επιπλεύσει σε υψηλότερο επίπεδο. Οι



περιπτώσεις των σχημάτων που παρουσιάζουν το σώμα να επιπλέει σε χαμηλότερο επίπεδο ή να βυθίζεται, ίσως, οφείλονται στην υιοθέτηση του ανθρωπομορφικού μοντέλου σύμφωνα με το οποίο η πυκνότητα ενός υγρού μειώνεται όταν αυτό βρεθεί σε μεγαλύτερο δοχείο.

**Πίνακας 12:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν ποσότητα του νερού επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Η ποσότητα του νερού επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος	51	62,2
Η ποσότητα του νερού δεν επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος	23	28,0
Χωρίς απάντηση	8	9,8

**Πίνακας 13:** Κατηγορίες σχημάτων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν πώς θα επιπλεύσει ένα αντικείμενο σε ένα δοχείο με νερό, παρουσιάζοντας τον τρόπο που επιπλέει σε ένα άλλο δοχείο που περιέχει μικρότερη ποσότητα νερού.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Στη μεγαλύτερη ποσότητα νερού το αντικείμενο επιπλέει πιο ψηλά	32	39,0
Στη μεγαλύτερη ποσότητα νερού το αντικείμενο επιπλέει χαμηλότερα	21	25,6
Η ποσότητα του νερού δεν επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος	18	22,0
Στη μεγαλύτερη ποσότητα νερού το αντικείμενο βυθίζεται	3	3,7
Χωρίς απάντηση	8	9,8

Όταν ζητήθηκε από τους μαθητές/ριες να προβλέψουν πώς θα επιπλεύσει ένα αντικείμενο στο καθαρό νερό σε σχέση με το αλμυρό (πίνακας 14), το 54,9% αυτών

έδειξε στα σχέδιά του να επιπλέει σε χαμηλότερο επίπεδο, το 26,9% να βυθίζεται, το 8,5% έκανε σχέδια που το έδειχνε σε υψηλότερο επίπεδο, ενώ ένα παιδί (1,2%) έδειξε ότι το σώμα επέπλεε το ίδιο στο καθαρό και το αλμυρό νερό. Το 9% περίπου δεν έκανε κανένα σχήμα. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος των παιδιών (81,8%) αντιλαμβάνεται, ίσως, περισσότερο μέσα από την εμπειρία τους, ότι υπάρχει διαφορά στην πυκνότητα των δύο αυτών υγρών. Οι μαθητές/ριες αυτοί/ές σωστά αναγνωρίζουν ότι μια τέτοια διαφορά επηρεάζει τον τρόπο που ένα σώμα επιπλέει και ότι στο λιγότερα πυκνό υγρό ένα σώμα θα επιπλεύσει σε χαμηλότερο επίπεδο ή θα βυθιστεί.

**Πίνακας 14:** Κατηγορίες σχημάτων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν πώς θα επιπλεύσει ένα αντικείμενο σε ένα δοχείο με καθαρό νερό, παρουσιάζοντας τον τρόπο που επιπλέει ένα πανομοιότυπό του στο αλμυρό.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Στο καθαρό νερό το αντικείμενο επιπλέει χαμηλότερα σε σχέση με το αλμυρό	45	54,9
Στο καθαρό νερό το αντικείμενο βυθίζεται	13	15,9
Στο καθαρό νερό το αντικείμενο βυθίζεται στον πυθμένα	9	11,0
Στο καθαρό νερό το αντικείμενο επιπλέει πιο ψηλά	7	8,5
Η επίπλευση ενός σώματος δεν επηρεάζεται από το είδος του υγρού	1	1,2
Χωρίς απάντηση	7	8,5

Η επόμενη ερώτηση είχε ως στόχο να διερευνήσει τις αντιλήψεις των παιδιών για το αν το μήκος ενός σώματος επηρεάζει την επίπλευσή του και γιατί. Στην αρχή παρουσιαζόταν το σχήμα δύο αντικειμένων που ήταν από το ίδιο υλικό, αλλά είχαν διαφορετικό μήκος και ζητούνταν από τους/ις μαθητές/ριες να γράψουν αν πιστεύουν ότι αυτή η διαφορά επηρεάζει τον τρόπο που θα επιπλεύσουν ή θα βυθιστούν. Στις απαντήσεις τους βλέπουμε (πίνακας 15) ότι το 69,5% των παιδιών πιστεύει ότι το

μήκος επηρεάζει την επίπλευση, ενώ μόνο το 25,6%, πολύ σωστά, δεν δέχεται κάτι τέτοιο. Στη συνέχεια δίνονταν ο τρόπος που επέπλεε το ένα σώμα και ζητούνταν να προβλεφθεί ο τρόπος που θα επιπλεύσει το δεύτερο και μακρύτερο σώμα, καθώς και να αιτιολογηθεί η συγκεκριμένη απάντηση. Στον **πίνακα 16**, όπου και παρουσιάζονται οι απαντήσεις σε αυτό το ερώτημα, βλέπουμε ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες (32,9%) πιστεύουν ότι το μακρύτερο αντικείμενο θα επιπλεύσει σε υψηλότερο επίπεδο γιατί έχει μεγαλύτερο όγκο και μέγεθος, μεγαλύτερη επιφάνεια ή μεγαλύτερο μήκος, το 28% των παιδιών θεωρεί ότι η επίπλευση θα γίνει σε χαμηλότερο επίπεδο γιατί έχει μεγαλύτερο μέγεθος, βάρος ή μήκος, ενώ μόνο το 22% υποστηρίζει σωστά ότι δεν υπάρχει διαφορά στην επίπλευση γιατί δεν εξαρτάται από το μέγεθος, είναι από το ίδιο υλικό και έχουν το ίδιο βάρος. Τέλος το 12,2% των μαθητών/ριών πιστεύει ότι το μακρύτερο αντικείμενο θα βυθιστεί λόγω μεγαλύτερου βάρους, όγκου, μήκους ή μεγέθους, ενώ το 4,9% δεν έδωσε καμία απάντηση. Με βάση αυτές τις απαντήσεις βλέπουμε ότι ακόμη λιγότερα παιδιά υποστηρίζουν ότι το μήκος δεν επηρεάζει το επίπεδο στο οποίο θα επιπλεύσει ένα σώμα και μάλιστα τα μισά δεν μπορούν να δώσουν μια ολοκληρωμένη εξήγηση, ενώ 2 ακόμη πιστεύουν κάτι τέτοιο για λάθος λόγο, επειδή, ίσως, συμπέραναν ότι τα σώματα αυτά θα έχουν το ίδιο βάρος, αφού είναι από το ίδιο υλικό. Οι υπόλοιποι/ες μαθητές/ριες που προβλέπουν ότι τα αντικείμενα αυτά δεν θα επιπλεύσουν με τον ίδιο τρόπο δείχνουν να εστιάζουν σε ένα μόνο παράγοντα που μεταβάλλεται, για παράδειγμα στο βάρος ή στον όγκο και δεν αντιλαμβάνονται την μεταξύ τους αλληλεξάρτηση.

**Πίνακας 15:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν το μήκος ενός αντικειμένου επηρεάζει τον τρόπο που θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Το μήκος επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος	57	69,5
<b>Το μήκος δεν επηρεάζει την επίπλευση ενός σώματος</b>	<b>21</b>	<b>25,6</b>
Χωρίς απάντηση	4	4,9

**Πίνακας 16:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που αφορούσε στο πώς επιπλέει στο νερό ένα μακρύτερο αντικείμενο, σε σχέση με ένα άλλο ίδιο αλλά κοντύτερο, και γιατί.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
<b><i>Το μακρύτερο αντικείμενο επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο γιατί:</i></b>	<b>27</b>	<b>32,9</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• έχει μεγαλύτερο όγκο ή μέγεθος</li> <li>• έχει μεγαλύτερη επιφάνεια</li> <li>• παίζει ρόλο το μήκος του</li> <li>• έχει μεγαλύτερο μήκος και μεγαλύτερη επιφάνεια</li> <li>• ελλιπής αιτιολόγηση/ καμία αιτιολόγηση</li> </ul>	10 10 1 1 5	12,2 12,2 1,2 1,2 6,1
<b><i>Το μακρύτερο αντικείμενο επιπλέει χαμηλότερα γιατί:</i></b>	<b>23</b>	<b>28,0</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• έχει μεγαλύτερο βάρος</li> <li>• έχει μεγαλύτερο βάρος και μέγεθος</li> <li>• έχει μεγαλύτερο μήκος</li> <li>• ελλιπής αιτιολόγηση/ καμία αιτιολόγηση</li> </ul>	7 5 3 8	8,5 6,1 3,7 9,8
<b><i>Και τα δύο αντικείμενα θα επιπλεύσουν στο ίδιο επίπεδο επειδή:</i></b>	<b>18</b>	<b>22,0</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• δεν εξαρτάται από το μέγεθος</li> <li>• είναι από το ίδιο υλικό</li> <li>• έχουν ίδιο βάρος</li> <li>• είναι από το ίδιο υλικό και έχουν το ίδιο βάρος</li> <li>• ελλιπής αιτιολόγηση/ καμία αιτιολόγηση</li> </ul>	3 3 2 1 9	3,7 3,7 2,4 1,2 11,0
<b><i>Το μακρύτερο αντικείμενο θα βυθιστεί λόγω:</i></b>	<b>10</b>	<b>12,2</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• μεγαλύτερου βάρους, όγκου και μήκους</li> <li>• μεγαλύτερου μεγέθους</li> <li>• μεγαλύτερου βάρους</li> <li>• ελλιπής αιτιολόγηση/ καμία αιτιολόγηση</li> </ul>	3 2 2 3	3,7 2,4 2,4 3,7
Χωρίς απάντηση	4	4,9

Στη συνέχεια επιχειρήθηκε να διερευνηθεί κατά πόσο οι μαθητές/ριες αυτής της ηλικίας κατανοούν την έννοια του εκτοπιζόμενου όγκου ενός υγρού, όταν ένα αντικείμενο βυθιστεί μέσα σε αυτό. Αρχικά, ζητούνταν να προβλεφθεί αν θα παραμείνει στα ίδια ή όχι η στάθμη του νερού σε ένα ογκομετρικό δοχείο, όταν

βυθιστεί σε αυτό ένα μεταλλικό αντικείμενο (πίνακας 17). Σχεδόν όλα τα παιδιά (76,8%) πολύ σωστά προέβλεψαν ότι η στάθμη θα αυξηθεί, 4 μαθητές/ριες δήλωσαν ότι η στάθμη θα μειωθεί, 1 παιδί ότι θα παραμείνει στα ίδια και το 17,1% των μαθητών/ριών έδωσαν ελλιπείς απαντήσεις ή δεν απάντησαν καθόλου. Όταν στη συνέχεια κλήθηκαν να υπολογίσουν με ακρίβεια την τελική ένδειξη της στάθμης στο ογκομετρικό δοχείο (πίνακας 18) το 65,9% των παιδιών σωστά την υπολόγισε ακριβώς 30κ.εκ., το 6,1% υπολόγισε ότι θα είναι πάνω από τα 30κ.εκ., το 3,7% υποστήριξε ότι θα είναι περίπου 30κ.εκ., ίδιος αριθμός μαθητών/ριών την υπολόγισε μεταξύ 25κ.εκ., που είναι και η αρχική ένδειξη, και 30κ.εκ. και ίδιος πάλι αριθμός σημείωσε, στο σχήμα που έκανε, τη στάθμη στα 20κ.εκ. που θα ήταν σωστό αν αφαιρούνταν από το δοχείο όγκος νερού ίσος με τον όγκο του μεταλλικού αντικειμένου που επρόκειτο να βυθιστεί. Τα παραπάνω αποτελέσματα δείχνουν ότι, αν και η πλειοψηφία των μαθητών/ριών αντιλαμβάνεται ότι με τη βύθιση ενός αντικειμένου σε ένα δοχείο με νερό η στάθμη του θα αυξηθεί και μάλιστα μπορεί να υπολογίσει με ακρίβεια το επίπεδό της σε απλές καταστάσεις παραμένει ένα σημαντικό ποσοστό παιδιών (34,1%) που όχι μόνο δεν μπορεί να είναι ακριβές στους υπολογισμούς του, αλλά παρουσιάζει δυσκολία στο να αντιληφθεί αν το επίπεδο της στάθμης μεταβάλλεται ή όχι, αν μεταβάλλεται προς τα πάνω ή προς τα κάτω και κατά πόσο ή δεν μπορεί καν να δώσει μια ολοκληρωμένη απάντηση. Κάτι τέτοιο επαληθεύει τα βιβλιογραφικά δεδομένα που παρουσιάζουν τους/ις μαθητές/ριες όλων των εκπαιδευτικών βαθμίδων να έχουν δυσκολίες στην κατανόηση της έννοιας του όγκου ενός υγρού που εκτοπίζεται όταν βυθιστεί ένα σώμα μέσα σε αυτό

**Πίνακας 17:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν θα μεταβληθεί η στάθμη του νερού σε ένα ογκομετρικό δοχείο, όταν βυθιστεί σε αυτό ένα μεταλλικό αντικείμενο.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
<b>Η στάθμη του νερού θα αυξηθεί</b>	<b>63</b>	<b>76,8</b>
Η στάθμη του νερού θα μειωθεί	4	4,9
Η στάθμη του νερού θα παραμείνει στα ίδια	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις	5	6,1
Χωρίς απάντηση	9	11,0



**Πίνακας 18:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε να υπολογιστεί με ακρίβεια η τελική ένδειξη της στάθμης του νερού σε ένα ογκομετρικό δοχείο όταν βυθιστεί σε αυτό ένα μεταλλικό αντικείμενο.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
<b>30κ.εκ.</b>	<b>54</b>	<b>65,9</b>
Πάνω από 30κ.εκ.	5	6,1
Περίπου 30κ.εκ.	3	3,7
Μεταξύ 25κ.εκ. και 30κ.εκ.	3	3,7
20κ.εκ.	3	3,7
Ελλιπείς απαντήσεις	3	3,7
Χωρίς απάντηση	11	13,4

Τα επόμενα δύο ερωτήματα (14<sup>η</sup> και 15<sup>η</sup> ερώτηση) εντάχθηκαν στο ερωτηματολόγιο με στόχο τη συγκέντρωση πληροφοριών γύρω από το αν τα παιδιά συνδέουν την επίπλευση ενός σώματος με την επίδραση ορισμένων δυνάμεων κι αν ναι, με ποιες τη συνδέουν και τι χαρακτηριστικά θεωρούν ότι αυτές έχουν. Στην 14<sup>η</sup> ερώτηση υπήρχε το σχήμα ενός φελλού που επέπλεε σε ένα δοχείο με νερό και ζητούνταν από τους/ις μαθητές/ριες να γράψουν γιατί πιστεύουν ότι συμβαίνει αυτό. Στις απαντήσεις που δόθηκαν (πίνακας 19) το 34,1% των παιδιών υποστήριξε ότι κάτι τέτοιο γίνεται επειδή ο φελλός είναι πολύ ελαφρύς, το 20,7% λόγω του αέρα που περιέχει, το 9,8% αναφέρθηκε στο είδος του υλικού, το 4,9% στο ότι δεν υπάρχει μέσα του αέρας, το 3,7% υποστήριξε ότι η επίπλευση είναι αποτέλεσμα της άνωσης ή κάποιας άλλης, αόριστης, δύναμης και μεμονωμένες περιπτώσεις παιδιών αναφέρθηκαν στη υδροστατική πίεση, στο ότι ο φελλός είναι ελαφρύτερος από το νερό ή ότι είναι ελαφρύς για το βάρος του με τις δύο τελευταίες απαντήσεις να παραπέμπουν ευθέως στην έννοια της πυκνότητας ή στη σύγκριση πυκνοτήτων που αποτελεί μια διαδικασία μέσω της οποίας μπορεί κανείς/καμιά να προβλέψει με ακρίβεια αν ένα σώμα θα επιπλεύσει ή όχι. Τέλος, ο 23,2% των παιδιών έδωσε ελλιπείς απαντήσεις ή δεν απάντησε καθόλου. Στην ίδια ερώτηση πιο κάτω, όταν ζητήθηκε να γράψουν αν θεωρούν ότι υπάρχει κάποια δύναμη που κάνει το φελλό να επιπλέει (πίνακας 20), το 26,8% των μαθητών/ριών δήλωσε ότι δεν πιστεύει κάτι τέτοιο, ενώ οι υπόλοιποι/ες που εξέφρασαν την αντίθετη άποψη αναφέρθηκαν στη

δύναμη του αέρα (14,6%), στην πίεση γενικά ή στην υδροστατική πίεση ειδικότερα (14,6%), στη δύναμη του νερού (7,3%) και σε μικρότερο ποσοστό στην ελαφρύτητα του υλικού, στην άνωση, στην έλλειψη αέρα, στο βάρος και σε μία δύναμη που υπάρχει προς τα πάνω. Και σε αυτή την περίπτωση αρκετά παιδιά (23,2%) δεν απάντησαν ή έδωσαν ασαφείς απαντήσεις. Ερμηνεύοντας τα παραπάνω αποτελέσματα μπορούμε να πούμε ότι, αν και υπάρχουν μαθητές/ριες που δείχνουν ικανοί/ες να συσχετίσουν την ύπαρξη κάποιας δύναμης με την επίπλευση ενός σώματος, κανένας/καμία από αυτούς/ές δεν μπορεί να αντιληφθεί την επίπλευση αυτή ως ισορροπία δυνάμεων. Από την άλλη, η σύγχυση που φαίνεται να υπάρχει στα παιδιά για το τι είναι δύναμη γίνεται αντιληπτή με το να δίνονται τα χαρακτηριστικά της σε μια ποικιλία από παράγοντες που καμία σχέση δεν έχουν με τη συγκεκριμένη έννοια, ενώ εμφανίζεται και πάλι η έλλειψη της διαφοροποίησής της από την έννοια της πίεσης.

*Πίνακας 19:* Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση γιατί ο φελλός επιπλέει στο νερό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Επειδή είναι ελαφρύς	28	34,1
Λόγω του αέρα που περιέχει	17	20,7
Εξαιτίας του υλικού από το οποίο είναι φτιαγμένος	8	9,8
Επειδή δεν υπάρχει μέσα του αέρας	4	4,9
Λόγω της άνωσης ή μιας άλλης δύναμης	3	3,7
Λόγω της υδροστατικής πίεσης	1	1,2
Επειδή είναι ελαφρύς για τον όγκο του	1	1,2
Επειδή είναι ελαφρύτερος από το νερό	1	1,2
Ελλιπείς απαντήσεις	4	4,9
Χωρίς απάντηση	15	18,3

**Πίνακας 20:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να γράψουν αν πιστεύουν ότι υπάρχει κάποια δύναμη που κάνει το φελλό να επιπλέει

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Δεν υπάρχει καμία δύναμη	22	26,8
Ναι, υπάρχει μια δύναμη που κάνει το φελλό να επιπλέει και είναι:	60	73,2
• η δύναμη του αέρα	12	14,6
• η πίεση/ η υδροστατική πίεση	12	14,6
• η δύναμη του νερού	6	7,3
• η ελαφρύτητα του υλικού	4	4,9
• η άνωση	3	3,7
• το κενό του αέρα	2	2,4
• το βάρος	1	1,2
• μια δύναμη που έχει φορά προς τα πάνω	1	1,2
• ελλιπής δικαιολόγηση ή καμία δικαιολόγηση	19	23,2

Η δεύτερη ερώτηση, παρουσιάζοντας και πάλι ένα φελλό να επιπλέει σε ένα δοχείο με νερό, ζητούσε από τα παιδιά να δηλώσουν αν θεωρούν ότι υπάρχουν δυνάμεις στο φελλό ή όχι κι αν πιστεύουν πως υπάρχουν να σχεδιάσουν τις δυνάμεις αυτές και να σημειώσουν δίπλα τους ποιες είναι. Με βάση τις επιλογές τους βλέπουμε (πίνακας 21) ότι το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/ριών (63,4%) δέχεται την ύπαρξή τους, το 34,1% έχει αντίθετη άποψη, ενώ 2 παιδιά δεν έκανα καμία επιλογή. Ως προς το είδος των δυνάμεων που θεωρούνται ότι υπάρχουν (πίνακας 22), η δύναμη του αέρα εμφανίστηκε στις απαντήσεις των παιδιών σε ποσοστό 19,2% και η πίεση (ατμοσφαιρική και υδροστατική) σε ποσοστό 17,3%, ενώ μικρότερος αριθμός μαθητών/ριών έκανε λόγο για άνωση (5,8%), για τη δύναμη του νερού (5,8%), για τη δύναμη της στάθμης του νερού (3,8%), για το βάρος (1,9%) και για την πίεση με το βάρος (1,9%). Ακόμη, μεγάλο ποσοστό παιδιών έκαναν σχήματα που ήταν ασαφή (15,4%) ή δεν έκαναν κανένα σχήμα (28,8%). Σχετικά με την κατεύθυνση που μπορεί να έχουν οι δυνάμεις που σχεδιάστηκαν δεν υπήρξαν απαντήσεις με τις οποίες να συμφωνούν περισσότεροι/ες από δύο ή τρεις μαθητές/ριες.

**Πίνακας 21:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση αν υπάρχουν δυνάμεις στο φελλό που επιπλέει στο νερό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Υπάρχουν δυνάμεις	52	63,4
Δεν υπάρχουν δυνάμεις	28	34,1
Καμία επιλογή	2	2,4

**Πίνακας 22:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν και να σημειώσουν ποιες δυνάμεις υπάρχουν σε ένα φελλό που επιπλέει

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=52)	Ποσοστό %
Η δύναμη του αέρα	10	19,2
Η πίεση (υδροστατική και ατμοσφαιρική)	9	17,3
Η άνωση	3	5,8
Η δύναμη του νερού	3	5,8
Η δύναμη της στάθμης του νερού	2	3,8
Το βάρος	1	1,9
Η πίεση και το βάρος	1	1,9
Ελλiptή σχήματα	8	15,4
Χωρίς σχήμα	15	28,8

Οι επόμενες δύο ερωτήσεις επιλέχθηκαν με στόχο τη συλλογή πληροφοριών γύρω από το αν οι μαθητές/ριες αυτής της ηλικίας πιστεύουν ότι η μάζα ενός σώματος που βυθίζεται σε ένα υγρό και το είδος αυτού του υγρού επηρεάζουν τον εκτοπιζόμενο όγκο του. Η πρώτη ερώτηση παρουσίαζε δύο μεταλλικά αντικείμενα που είχαν ίδιο όγκο και σχήμα, αλλά διαφορετική μάζα να βυθίζονται σε δύο ίδια δοχεία που περιείχαν ίδια ποσότητα νερού. Σε ένα σχήμα δίνονταν το τελικό επίπεδο της στάθμης στο δοχείο που ήταν βυθισμένο το αντικείμενο με τη μικρότερη μάζα και ζητούνταν από τα παιδιά να προβλέψουν το επίπεδο της στάθμης στο άλλο δοχείο στο

**Πίνακας 23:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που αφορούσε στον όγκο που εκτοπίζουν δύο μεταλλικά αντικείμενα ίδιου όγκου και σχήματος, αλλά διαφορετικής μάζας, όταν βυθίζονται σε δύο ίδια δοχεία που περιέχουν ίδια ποσότητα νερού

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα θα ανεβάσει τη στάθμη του νερού υψηλότερα γιατί:	50	61,0
<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξαρτάται από τη μάζα (το βάρος) των αντικειμένων</li> </ul>	36	43,9
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι διαφορετικά τα υλικά</li> </ul>	4	4,9
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> </ul>	6	7,3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• καμία δικαιολόγηση</li> </ul>	4	4,9
<b>Η στάθμη του νερού και στα δυο δοχεία θα είναι ίδια γιατί:</b>	<b>14</b>	<b>17,1</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι ίδιο το βάρος</li> </ul>	4	4,9
<ul style="list-style-type: none"> <li>• έχουν ίδιο σχήμα</li> </ul>	1	1,2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι ίδια τα δοχεία κι έχουν ίδια ποσότητα νερού</li> </ul>	1	1,2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ελλιπής αιτιολόγηση ή χωρίς αιτιολόγηση</li> </ul>	8	9,8
Το σώμα με τη μικρότερη μάζα θα ανεβάσει τη στάθμη του νερού υψηλότερα γιατί:	13	15,9
<ul style="list-style-type: none"> <li>• εξαρτάται από τη μάζα (το βάρος) των αντικειμένων</li> </ul>	7	8,5
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> </ul>	6	7,3
Χωρίς απάντηση	5	6,1

οποίο θα βυθίζονταν τα αντικείμενα με την μεγαλύτερη μάζα. Από τις απαντήσεις τους βλέπουμε (πίνακας 23) ότι οι περισσότεροι/ες μαθητές/ριες (61%) πιστεύουν ότι το σώμα με τη μεγαλύτερη μάζα θα ανεβάσει τη στάθμη του νερού υψηλότερα, κυρίως γιατί θεωρούν ότι ο όγκος που εκτοπίζεται εξαρτάται από τη μάζα (το βάρος) του αντικειμένου (43%) ή από το είδος του υλικού (4,9%). Επίσης, μόνο το 17,1% των παιδιών, σωστά, πιστεύει ότι δεν θα υπάρχει διαφορά στη στάθμη του νερού, αλλά στα επιχειρήματά του φαίνεται να συγχέεται η έννοια του όγκου με αυτή του βάρους (4,9%) και του σχήματος (1,2%) ή εστιάζεται η προσοχή του σε άλλους παράγοντες, όπως είναι το μέγεθος των δοχείων και η ποσότητα του νερού που



περιέχουν (1,2%). Ακόμη, το 15,9% των μαθητών/ριών πιστεύει ότι η στάθμη του νερού θα είναι υψηλότερη στο δοχείο που περιέχει το αντικείμενο με τη μικρότερη μάζα, κυρίως συνδέοντας την πρόβλεψη αυτή με τη διαφορά στις μάζες ή τα βάρη των δύο σωμάτων (8,5%), άποψη που ίσως κρύβει την αντίληψη ότι τα υγρά μπορούν να συμπιεστούν και άρα το βαρύτερο σώμα, επηρεάζοντας περισσότερο την πυκνότητα του νερού, θα εκτοπίσει και μικρότερο όγκο από αυτό. Τέλος, το 6,1% των παιδιών δεν έδωσε καμία απάντηση.

Η 15<sup>η</sup> ερώτηση παρουσίαζε δύο αντικείμενα ίδιου σχήματος, όγκου και μάζας να βυθίζονται σε δύο ίδια δοχεία που περιείχαν σε ίσες ποσότητες αλμυρό νερό και λάδι. Από τους/ις μαθητές/ριες ζητούνταν να προβλέψουν αν η στάθμη στο δοχείο με το λάδι θα βρίσκεται στο ίδιο επίπεδο σε σχέση με τη στάθμη στο δοχείο με το αλμυρό νερό. Από τα αποτελέσματα των απαντήσεων σε αυτό το ερώτημα (πίνακας 24) βλέπουμε ότι το 46,3% των παιδιών θεωρεί ότι στο αλμυρό νερό η στάθμη θα είναι ψηλότερα σε σχέση με αυτή του λαδιού, κυρίως γιατί το αλμυρό νερό είναι βαρύτερο (12,2%) και πυκνότερο λόγω αλατιού (9,8%) ή επειδή σε αυτό υπάρχει περισσότερη πίεση (6,1%) και γλιστράει (1,2%). Από την άλλη πλευρά, το 25,6% των παιδιών πιστεύει ότι στο λάδι θα είναι ψηλότερα η στάθμη γιατί το αλμυρό νερό είναι βαρύτερο από το λάδι (3,7%) ή επειδή το λάδι είναι πιο βαρύ από το αλμυρό νερό (2,4%), είναι πυκνότερο (1,2%) και έχει ουσίες που βοηθούν σε αυτό (1,2%). Ακόμη, μόνο το 17,1% των μαθητών/ριών υποστηρίζει ότι η στάθμη στα δύο δοχεία θα είναι ίδια γιατί τα αντικείμενα είναι ίδια (2,4%), έχουν ίδια μάζα (1,2%), ίδιο σχήμα (1,2%) και δεν εξαρτάται ο εκτοπιζόμενος όγκος από το είδος του υγρού. Τέλος, το 11% των παιδιών δεν έδωσε καμία απάντηση. Από τις απαντήσεις αυτές βλέπουμε ότι είναι μεγάλος ο αριθμός των μαθητών/ριών που συνδέει φανερά το βάρος ή τη πυκνότητα ενός υγρού με τον εκτοπιζόμενο όγκο του (29,3%), ενώ στις περιπτώσεις που επιλέγεται η σωστή απάντηση συνήθως δεν δίνονται επαρκείς αιτιολογήσεις ή εμφανίζεται και πάλι η αντίληψη ότι τα σώματα με ίδια μάζα θα εκτοπίσουν και τον ίδιο όγκο από ένα υγρό.

**Πίνακας 24:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που αφορούσε στον όγκο που εκτοπίζουν δύο πανομοιότυπα μεταλλικά αντικείμενα, όταν βυθίζονται σε δύο ίδια δοχεία που περιέχουν το ένα αλμυρό νερό και το άλλο λάδι.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Η στάθμη στο αλμυρό νερό θα είναι υψηλότερη γιατί:	38	46,3
<ul style="list-style-type: none"> <li>• υπάρχει διαφορά βάρους</li> <li>• το αλμυρό νερό είναι πυκνότερο επειδή έχει αλάτι</li> <li>• στο λάδι υπάρχει περισσότερη πίεση</li> <li>• το λάδι γλιστράει</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> <li>• χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	10 8 5 1 8 6	12,2 9,8 6,1 1,2 9,8 7,3
Η στάθμη στο λάδι θα είναι υψηλότερη γιατί:	21	25,6
<ul style="list-style-type: none"> <li>• το αλμυρό νερό είναι βαρύτερο από το λάδι</li> <li>• το λάδι είναι πιο βαρύ από το αλμυρό νερό</li> <li>• το λάδι είναι πυκνότερο</li> <li>• το λάδι έχει ουσίες που το βοηθούν</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> <li>• χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	3 2 1 1 8 6	3,7 2,4 1,2 1,2 9,8 7,3
Η στάθμη στα δύο υγρά θα είναι ίδια γιατί:	14	17,1
<ul style="list-style-type: none"> <li>• είναι ίδια τα αντικείμενα</li> <li>• έχουν ίδια μάζα</li> <li>• έχουν ίδιο σχήμα</li> <li>• δεν παίζει ρόλο το υγρό</li> <li>• ελλιπής δικαιολόγηση</li> <li>• χωρίς δικαιολόγηση</li> </ul>	2 1 1 1 3 6	2,4 1,2 1,2 1,2 3,7 7,3
Χωρίς απάντηση	9	11,0

Στην ερώτηση για το αν οι μαθητές/ριες έχουν ξανακούσει τον όρο «άνωση» (πίνακας 25) το 72% αυτών απάντησε πως δεν τον έχει ξανακούσει. Για τους υπολοίπους/ες (πίνακας 26) η άνωση, κυρίως, ανεβάζει στην επιφάνεια το σώμα μας, όπως και ορισμένα άλλα αντικείμενα (69,6%), σε μικρότερο ποσοστό εμφανίστηκαν απόψεις όπως ότι βυθίζει τα σώματα (8,7%) ή ότι η άνωση είναι η άνοδος της στάθμης του νερού (4,3%), ενώ τέσσερα παιδιά παρουσίασαν αδυναμία να δώσουν

μια ολοκληρωμένη απάντηση. Τα παραδείγματα άνωσης που στη συνέχεια δόθηκαν (πίνακας 27) ήταν κυρίως από το κολύμπι στη θάλασσα και από την επίπλευση αντικειμένων.

**Πίνακας 25:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να γράψουν αν έχουν ξανακούσει τον όρο «άνωση»

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
Τον έχουν ξανακούσει	23	28,0
Δεν τον έχουν ξανακούσει	59	72,0

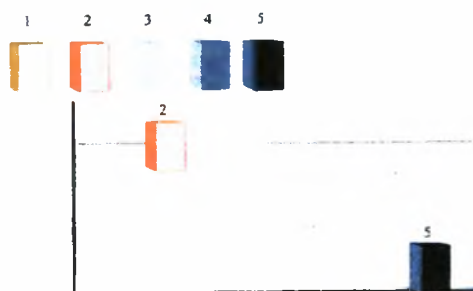
**Πίνακας 26:** Κατηγορίες απαντήσεων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά που έχουν ξανακούσει τον όρο «άνωση» να γράψουν τι νομίζουν ότι είναι

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=23)
Ανεβάζει στην επιφάνεια ορισμένα αντικείμενα	16
Βυθίζει τα σώματα	2
Είναι η άνοδος της στάθμης του νερού	1
Ελλιπής απάντηση ή καμία απάντηση	4

**Πίνακας 27:** Παραδείγματα που δόθηκαν για την άνωση από τα παιδιά τα οποία είχαν ξανακούσει τον όρο αυτό

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=23)
Κολύμπι στη θάλασσα	10
Επίπλευση σωμάτων	5
Η άνοδος της στάθμης του νερού	1
Ελλιπή παραδείγματα ή κανένα παράδειγμα	7

Στην τελευταία ερώτηση παρουσιάζονταν 5 αντικείμενα ίδιου όγκου και σχήματος, αλλά διαφορετικής μάζας ταξινομημένα από το σώμα με τη μικρότερη προς αυτό με τη μεγαλύτερη μάζα. Στο ίδιο σχήμα φαινόταν να επιπλέει στο νερό το 2<sup>ο</sup> αντικείμενο και να είναι βυθισμένο το 5<sup>ο</sup> και ζητούνταν από τα παιδιά να σχεδιάσουν τον τρόπο επίπλευσης των υπολοίπων σωμάτων (εικόνα 1). Οι πιθανές σωστές απαντήσεις στην ερώτηση αυτή παρουσιάζονται στην εικόνα 2. Από τις απαντήσεις που δόθηκαν (πίνακας 28) βλέπουμε ότι το 20,7% των παιδιών απάντησε σωστά, το 28% αυτών έκανε σχήματα που παρουσιάζουν λάθος την επίπλευση των δύο εκ των τριών αντικειμένων, ίδιο ποσοστό έκανε εντελώς λάθος σχήματα, το 15% των μαθητών/ριών έκανε σχήματα που παρουσιάζουν λάθος την επίπλευση του ενός εκ των τριών αντικειμένων και το 4,9% δεν απάντησε καθόλου. Ως προς το είδος των λαθών που έγιναν (πίνακας 29), στο 35,9% αυτών το πρώτο αντικείμενο ακολουπούσε στη στάθμη του νερού, στο 34,6% τα σώματα επέπλεαν ακολουθώντας μια «κατιούσα πορεία» με το 3<sup>ο</sup> και 4<sup>ο</sup> αντικείμενο να έχουν παρεμφερή θέση μέσα στο δοχείο, πράγμα που θα ήταν δυνατό μόνο αν υπήρχε αμελητέα διαφορά στην πυκνότητά τους



**Εικόνα 1:** Το σχήμα που περιλάμβανε η 19<sup>η</sup> ερώτηση του δευτέρου μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε την επίπλευση και βύθιση των σωμάτων



**Εικόνα 2:** Πιθανές σωστές απαντήσεις στην 19<sup>η</sup> ερώτηση του δευτέρου μέρους του ερωτηματολογίου που αφορούσε την επίπλευση και βύθιση των σωμάτων

(εικόνα 3), στο 26,9% παρουσιάζονται αντικείμενα με διαφορετική μάζα να επιπλέουν στο ίδιο επίπεδο και σε 2 περιπτώσεις (2,6%) το βαρύτερο αντικείμενο σχεδιάστηκε να επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν ότι το μεγαλύτερο μέρος των μαθητών/ριών αυτής της ηλικίας δεν έχει διαμορφώσει σαφή κριτήρια ως προς την επίπλευση και βύθιση των αντικειμένων με αποτέλεσμα να αδυνατούν να προβλέψουν σωστά πώς σώματα με παρόμοια πυκνότητα επιπλέουν σε ένα υγρό.

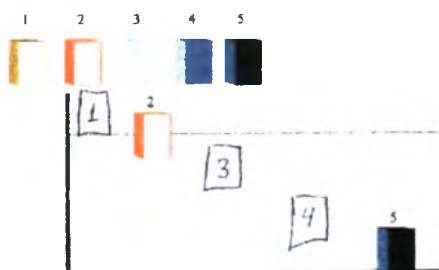
**Πίνακας 28:** Κατηγορίες σχημάτων στην ερώτηση που ζητούσε από τα παιδιά να σχεδιάσουν τον τρόπο που επιπλέουν αντικείμενα ίδιου όγκου και σχήματος, αλλά διαφορετικής μάζας.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=82)	Ποσοστό %
<b>Αποδεκτά σχήματα</b>	17	20,7
Σχήματα που παρουσιάζουν λάθος την επίπλευση των δύο εκ των τριών αντικειμένων	23	28,0
Σχήματα που παρουσιάζουν λάθος την επίπλευση και των τριών αντικειμένων	23	28,0
Σχήματα που παρουσιάζουν λάθος την επίπλευση του ενός εκ των τριών αντικειμένων	15	18,3
Κανένα σχήμα	4	4,9

**Πίνακας 29:** Λάθη που έκαναν οι μαθητές/ριες στην ερώτηση που ζητούσε να σχεδιαστεί ο τρόπος που επιπλέουν αντικείμενα ίδιου όγκου και σχήματος, αλλά διαφορετικής μάζας.

Κατηγορίες απαντήσεων	Συχνότητες (N=78)	Ποσοστό %
Το πρώτο αντικείμενο ακουμπά στη στάθμη	28	35,9
Η επίπλευση των σωμάτων ακολουθεί «κατιούσα πορεία»	27	34,6
Αντικείμενα διαφορετικής μάζας επιπλέουν στο ίδιο επίπεδο	21	26,9
Κάποιο αντικείμενο εμφανίζεται να επιπλέει σε υψηλότερο επίπεδο σε σχέση με ένα άλλο που έχει περισσότερη μάζα	2	2,6





**Εικόνα 3:** Χαρακτηριστικό παράδειγμα απάντησης στην οποία τα σώματα επιπλέουν ακολουθώντας μια «κατιούσα πορεία»

### 4.3 Συζήτηση των αποτελεσμάτων

Συνοψίζοντας τα παραπάνω αποτελέσματα βλέπουμε ότι οι μισοί/ές σχεδόν μαθητές/ριες (49,3%) πιστεύουν ότι τα υγρά μπορούν να συμπιεστούν, ενώ σε μεγάλο ποσοστό θεωρείται ότι το είδος του δοχείου στο οποίο θα βρεθεί ένα υγρό επηρεάζει τον όγκο (74,1%), τη μάζα (40,8%) και το βάρος του (32,1%). Επειδή οι παραπάνω αντιλήψεις δημιουργούν προβλήματα στην κατανόηση της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων κρίνεται απαραίτητο σε διδακτικό υλικό που διαπραγματεύεται τέτοια θέματα να υπάρχουν δραστηριότητες που να αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση των εννοιών του βάρους, της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας.

Η πλειοψηφία των μαθητών/ριών στις απαντήσεις της φαίνεται ότι αντιλαμβάνεται την ύπαρξη της υδροστατικής πίεσης, όπως και τους παράγοντες που την επηρεάζουν. Επίσης, σωστά χρησιμοποιείται το βάθος ως κριτήριο για να καθοριστούν σημεία με μεγάλη ή μικρή πίεση σε ποσοστό που φτάνει το 74%. Από την άλλη πλευρά όμως, τα παιδιά δυσκολεύονται να δώσουν έναν απλό ορισμό των εννοιών «πίεση» και «υδροστατική πίεση» και να αντιληφθούν ότι η υδροστατική πίεση υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις. Αυτό σημαίνει ότι η εμπειρία της καθημερινής ζωής σε συνδυασμό με κατάλληλα επιλεγμένα πειράματα είναι δυνατό να συντελέσουν στην εδραίωση των ορθών επιστημονικά αντιλήψεων, αλλά και στην απόκτηση μιας πιο σαφής εικόνας για το φαινόμενο της υδροστατικής πίεσης.

Επίσης, όλοι/ες, σχεδόν, οι μαθητές/ριες σωστά συνδέουν το είδος του υγρού και το βάθος με το μέγεθος της πίεσης (92,6%). Όμως, θεωρούν ότι το μέγεθος της

πίεσης επηρεάζεται και από παράγοντες όπως είναι η ποσότητα του υγρού (46,9%) και το είδος του δοχείου (41,9%). Σε μια πιο σύνθετη κατάσταση, όπως είναι αυτή στην οποία τα παιδιά πρέπει να αποφασίσουν αν ένα ψάρι αισθάνεται την ίδια πίεση στη ράχη του όταν το νερό από τη γυάλα του μοιραστεί εξίσου σε τρία δοχεία κι αυτό κολυμπήσει στο ένα από αυτά στο ίδιο βάθος με αυτό που κολυμπούσε πριν, το σύνολο των παιδιών (91,4%) φαίνεται να καταφεύγει στη χρήση των εναλλακτικών μοντέλων για την πίεση (ανθρωπομορφικό μοντέλο και μοντέλο της πιεσοδύναμης) προκειμένου να δώσει μια απλή απάντηση. Επομένως, κρίνεται αναγκαία μια συστηματική πειραματική διερεύνηση παραγόντων που επηρεάζουν ή όχι το μέγεθος της υδροστατικής πίεσης, ενώ οι δυσκολίες των παιδιών να κατανοήσουν εις βάθος την συγκεκριμένη έννοια μας υποχρεώνουν να ακολουθήσουμε μια καθαρά ποιοτική προσέγγιση στο θέμα έχοντας ως βάση απλές καθημερινές καταστάσεις.

Ως προς το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων βλέπουμε ότι όλοι/ες οι μαθητές/ριες καταφέρνουν να κάνουν τη διάκριση μεταξύ των σωμάτων που επιπλέουν και εκείνων που βυθίζονται στο νερό και να δώσουν σχετικά παραδείγματα. Επίσης, η πλειοψηφία των παιδιών (57%) θεωρεί το βάρος ως τον κυριότερο παράγοντα που παίζει ρόλο στην επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος. Επομένως, όλα τα παιδιά έχουν την εμπειρία του φαινομένου αυτού και έχουν διαμορφώσει αντίστοιχα κριτήρια για την πρόβλεψη και ερμηνεία του. Το γεγονός ότι τα περισσότερα παιδιά πιστεύουν ότι τα βαρύτερα σώματα είναι αυτά που βυθίζονται και τα ελαφρύτερα αυτά που επιπλέουν πρέπει να λαμβάνεται ιδιαίτερα υπόψη στο σχεδιασμό σχετικού διδακτικού υλικού, έτσι ώστε, όχι μόνο να μην ενδυναμώνονται τέτοιες αντιλήψεις, αλλά, επιπλέον, να προωθείται η σταδιακή αντικατάστασή τους από τις αντίστοιχες επιστημονικές.

Επιπλέον, άλλοι παράγοντες που θεωρούνται από τα παιδιά ότι επηρεάζουν το φαινόμενο της επίπλευσης ενός σώματος είναι ο όγκος του, η επιφάνεια επαφής του με το υγρό, το είδος του υλικού, η ύπαρξη μηχανής, η παρουσία ή απουσία αέρα στο εσωτερικό του, το βάρος του αντικειμένου σε σχέση με το μέγεθός του, η ποσότητα και το είδος του υγρού κ.ά. Η εμφάνιση ενός τέτοιου μεγάλου αριθμού αντιλήψεων υπογραμμίζει την ανάγκη να διερευνηθεί πειραματικά από τους/ις μαθητές/ριες το κατά πόσο αυτοί οι παράγοντες όντως επηρεάζουν την επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος.

Ως προς την έννοια του όγκου ενός υγρού που εκτοπίζεται από ένα σώμα κατά τη βύθισή του σε αυτό το 34,1% των μαθητών/ριών εμφανίζει σοβαρή αδυναμία κατανόησής της. Επίσης, η πλειοψηφία των παιδιών φαίνεται να συνδέει τον εκτοπιζόμενο όγκο με τη μάζα του σώματος (76,9%) και με το είδος του υγρού (71,9%) και όχι με τον όγκο που έχει το σώμα που βυθίζεται. Ακόμη, αν και υπάρχουν μαθητές/ριες που συσχετίζουν την ύπαρξη κάποιας δύναμης με την επίπλευση ενός σώματος, εντούτοις φαίνεται να μην κατανοούν τι είναι δύναμη με αποτέλεσμα να αποδίδονται τα χαρακτηριστικά της σε πλήθος μη σχετικών παραγόντων, ενώ κανένας/καμιά από αυτούς/ές δεν μπορεί να αντιληφθεί την επίπλευση ως ισορροπία δυνάμεων. Τα παραπάνω προβλήματα ίσως δείχνουν ότι είναι ένα ερμηνευτικό πλαίσιο φαινομένων επίπλευσης ή βύθισης σωμάτων που στηρίζεται στην έννοια της δύναμης μπορεί να δημιουργήσει δυσκολίες και παρανοήσεις περισσότερες από αυτές που θα κληθεί να λύσει.

Από την άλλη πλευρά, βλέπουμε ότι, αν και δεν υπήρξε σχετική διδασκαλία, υπήρξαν μεμονωμένες περιπτώσεις μαθητών/ριών που ερμήνευσαν το φαινόμενο της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων με βάση τη σύγκριση πυκνοτήτων, γεγονός που ίσως φανερώνει ότι μια τέτοια προσέγγιση είναι περισσότερο κοντά στην ηλικία των παιδιών και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά, αν υπάρξει η κατάλληλη εκπαίδευση.

Με βάση τις παραπάνω διαπιστώσεις οι κατευθύνσεις που προκύπτουν για το σχεδιασμό διδακτικού υλικού για την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων είναι οι εξής:

- Ενσωμάτωση δραστηριοτήτων που να αφορούν στη διδασκαλία – μάθηση των εννοιών του βάρους, της μάζας και του όγκου, όπως και των ιδιοτήτων των υλικών σωμάτων.
- Δυνατότητα χρήσης της πυκνότητας ως βασικής έννοιας στην κατανόηση των φαινομένων.
- Αξιοποίηση των καθημερινών εμπειριών των παιδιών.
- Συστηματική πειραματική διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν το μέγεθος της υδροστατικής πίεσης παίρνοντας υπόψη τις αντιλήψεις των παιδιών.

- Ποιοτική προσέγγιση του θέματος της υδροστατικής πίεσης.
- Πρόβλεψη δραστηριοτήτων που αποδυναμώνουν την αντίληψη ότι το βάρος είναι ο κύριος παράγοντας που επηρεάζει την επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος.
- Συστηματική πειραματική διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την επίπλευση και βύθιση των σωμάτων λαμβάνοντας υπόψη τις ιδέες των παιδιών.
- Υιοθέτηση ενός ερμηνευτικού πλαισίου για το φαινόμενο της επίπλευσης ή βύθισης σωμάτων που στηρίζεται στη σύγκριση πυκνοτήτων.

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5**

**Παρουσίαση του διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία – μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων**

### **5.1 Τα χαρακτηριστικά του διδακτικού υλικού**

Το διδακτικό υλικό που αναπτύχθηκε αποτελεί μια καινοτόμα προσέγγιση στη διδασκαλία – μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων επειδή διαμορφώνει ένα ενιαίο διδακτικό πλαίσιο για τα παραπάνω θέματα με τη βοήθεια της έννοιας της πυκνότητας. Το υλικό αυτό απευθύνεται σε παιδιά Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού σχολείου και περιλαμβάνει φυλλάδια εργασίας που προβλέπουν πειράματα με απλά υλικά και χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού για τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας. Το θεωρητικό πλαίσιο στο οποίο στηρίχθηκε, όπως ήδη έχουμε αναφέρει, είναι ο κοινωνικός εποικοδομητισμός και οι αρχές της συνεργατικής μάθησης. Επομένως, λαμβάνονται υπόψη οι προηγούμενες ιδέες των παιδιών, όπως αποτυπώνονται στη διεθνή βιβλιογραφία, αλλά και στα αποτελέσματα της δικής μας έρευνας, καθώς και η ατομική και κοινωνική διάσταση στην οικοδόμηση της γνώσης.

#### **5.1.1 Το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα**

Ο σχεδιασμός του διδακτικού υλικού που προτείνουμε στηρίχθηκε στη σύνταξη νέου Αναλυτικού Προγράμματος. Στο επίσημο Αναλυτικό Πρόγραμμα για τη διδασκαλία του μαθήματος «Ερευνώ το Φυσικό Κόσμο» της Ε΄ τάξης του δημοτικού σχολείου η διδασκαλία της έννοιας της πίεσης και του φαινομένου της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων αποτελεί μέρος της ενότητας «Δύναμη και πίεση» και περιλαμβάνει τις ειδικότερες θεματικές ενότητες: 1) Τι είναι πίεση, 2) Πίεση στα υγρά και τα αέρια, 3) Τα σώματα επιπλέουν ή βυθίζονται και 4) Πίεση και μόρια. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο Πρόγραμμα Σπουδών οι μαθητές/ριες πρώτα



διδάσκονται την έννοια της δύναμης και κατόπιν της πίεσης. Ακόμη, η διδασκαλία της πίεσης αρχικά γίνεται στο πλαίσιο των στερεών, στο οποίο τα παιδιά καλούνται να προσεγγίσουν ποιοτικά τη σχέση  $P=F/S$ , και έπειτα σε αυτό των ρευστών. Κάτι τέτοιο, όμως, μπορεί να αφήσει εννοιολογικά κενά και να δημιουργήσει παρανοήσεις ενδυναμώνοντας τη δυσκολία που οι μαθητές/ριες έχουν στη διαφοροποίηση της έννοιας της πίεσης από αυτή της δύναμης (Kariotoglou et al. 1990). Επίσης, στη διατύπωση των στόχων της διδασκαλίας εμφανίζονται ανακριβείς εκφράσεις στις οποίες η πίεση «ασκείται» προσδίδοντας στην έννοια αυτή τη σημασία της δύναμης (McClelland 1987). Για τους παραπάνω λόγους στο σχεδιασμό του νέου Αναλυτικού Προγράμματος υιοθετήθηκε η πρόταση των Καριώτογλου, Κουμαρά και Ψύλλου (Kariotoglou et al. 1993) στην οποία η πίεση εισάγεται ως κύρια έννοια, χωρίς τη χρήση της έννοιας της δύναμης, για την πρόβλεψη, περιγραφή και ερμηνεία των φαινομένων στα υγρά.

Όσον αφορά το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων το Αναλυτικό Πρόγραμμα θέτει ως στόχο να αναγνωρίσουν οι μαθητές/ριες τη δύναμη της άνωσης και να διατυπώνουν τη συνθήκη πλεύσης. Η ανασκόπηση, όμως, της διεθνούς βιβλιογραφίας, όπως και η παρούσα έρευνα, αποκαλύπτουν ότι η χρήση της έννοιας της δύναμης για την ερμηνεία και πρόβλεψη του συγκεκριμένου φαινομένου, λόγω της αφηρημένης φύσης της, αποτελεί μια συνεχή πηγή δυσκολιών για τους/ις μαθητές/ριες (Loverude et al. 2003, Hanu-Nuutinen 2005). Κατά τους Parker & Heywood (2000, Heywood & Parker 2001) το πρόβλημα είναι ότι τα παιδιά πρέπει να αναγνωρίσουν την ύπαρξη των δυνάμεων για τις οποίες δεν έχουν καμία απτή εμπειρία με αποτέλεσμα στις αντιλήψεις τους, οι οποίες παραμένουν ασαφείς, να κυριαρχεί ο διαισθητικός τρόπος σκέψης.

Εξαιτίας των παραπάνω προβλημάτων και έχοντας ως βάση τα συμπεράσματα που προέκυψαν κι από τη δική μας έρευνα και παρουσιάστηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο οδηγηθήκαμε στο σχεδιασμό νέου Αναλυτικού προγράμματος στο οποίο, πρώτα από όλα, επιλέχθηκε να διαμορφωθεί ένα ενιαίο διδακτικό πλαίσιο για τη διδασκαλία – μάθηση της υδροστατικής πίεσης, της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων, επειδή πιστεύουμε ότι με αυτό τον τρόπο θα υπάρξουν καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα. Το ενιαίο αυτό πλαίσιο υλοποιείται γύρω από τη διδασκαλία της έννοιας της πυκνότητας, η οποία χρησιμοποιείται ως κύρια έννοια. Η

επιλογή αυτή, ως προς το φαινόμενο της υδροστατικής πίεσης, υπαγορεύτηκε από την ανάγκη να κατανοηθεί από τους/ις μαθητές/ριες ότι τα υγρά δεν συμπίεζονται και επομένως δεν μεταβάλλεται η πυκνότητα και άρα η πίεσή τους, σε περιπτώσεις, για παράδειγμα, που αλλάζει το πλάτος του δοχείου ή η ποσότητα του υγρού. Κάτι τέτοιο στοχεύει στην αποδυνάμωση όλων των εναλλακτικών μοντέλων για την πίεση μια και πιστεύουμε ότι η διαμόρφωση από τους/ις μαθητές/ριες τέτοιων αντιλήψεων έχει τις ρίζες της σε μια ελλιπή κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας. Ως προς το φαινόμενο της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων, μια προσέγγιση που στηρίζεται στην έννοια της πυκνότητας φαίνεται να είναι καταλληλότερη επειδή α) βοηθάει τα παιδιά να απαλλαγούν από το ερμηνευτικό μοντέλο του βάρους σύμφωνα με το οποίο τα βαριά σώματα είναι αυτά που βυθίζονται και να κατανοήσουν τις έννοιες του όγκου και της πυκνότητας, β) ταιριάζει περισσότερο στις ηλικίες των μαθητών/ριών της Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του δημοτικού και γ) έχει καλύτερα μαθησιακά αποτελέσματα (Heron et al. 2003, Loverude et al. 2003, Havu-Nuutinen 2005).

Με βάση το νέο Αναλυτικό Πρόγραμμα πρώτα προβλέπεται η διδασκαλία της έννοιας της πυκνότητας, η οποία αποτελεί την έννοια-κλειδί στην οποία στηρίζεται όλο το διδακτικό πακέτο. Έπειτα, ακολουθεί η διαπραγμάτευση των ιδιοτήτων που έχουν τα υγρά σε σχέση με τα στερεά και τα αέρια, επιλογή η οποία θεωρείται η βάση για την κατανόηση της έννοιας της υδροστατικής πίεσης (Kariotoglou & Psillos 1993) η οποία παρουσιάζεται στη συνέχεια. Το τελευταίο μέρος αφορά στη διδασκαλία του φαινομένου της επίπλευσης και βύθισης των σωμάτων.

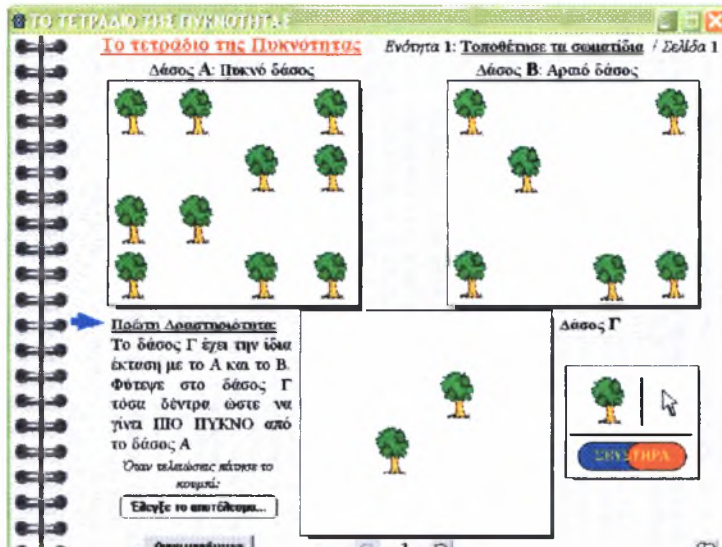
### **5.1.2 Παρουσίαση του διδακτικού υλικού για τη διδασκαλία – μάθηση εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και τη βύθιση των σωμάτων**

Το διδακτικό υλικό το οποίο αναπτύχθηκε περιλαμβάνει τα εξής μέρη: α) «Πυκνότητα», β) «Στερεά, υγρά και αέρια», γ) «Υδροστατική πίεση» και δ) «Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων». Το υλικό αυτό περιλαμβάνει φυλλάδια εργασίας για το/η μαθητή/ρια που προβλέπουν τα παρακάτω είδη δραστηριοτήτων: α) Ατομικές εργασίες, όπου κάθε μαθητής/ρια έχει τη δυνατότητα να εκφράσει τις προσωπικές του/ης απόψεις γραπτώς ή κάνοντας κάποιο σχήμα. β) Ομαδικές δραστηριότητες, στις οποίες οι μαθητές/ριες πραγματοποιούν πειράματα και

καταγράφουν τις παρατηρήσεις τους. γ) Συζητήσεις στην ομάδα, όπου ο/η κάθε μαθητής/τρια παρουσιάζει στα άλλα μέλη της ομάδας του τις απόψεις του τεκμηριώνοντας με επιχειρήματα τις επιλογές του/ης. δ) Συζητήσεις σε ολόκληρη την τάξη κατά τη διάρκεια των οποίων προβλέπεται η παρουσίαση των συμπερασμάτων της κάθε ομάδας και η διαπραγμάτευση των υπό διδασκαλία όρων και εννοιών. Η οργάνωση των δραστηριοτήτων στα φυλλάδια εργασίας είναι τέτοια που προωθείται, σύμφωνα και με το θεωρητικό πλαίσιο που έχουμε υιοθετήσει, ο ομαδοσυνεργατικός τρόπος εργασίας, ενώ ο προτεινόμενος ρόλος του δασκάλου είναι αυτός του συντονιστή και διευκολυντή της διδακτικής διαδικασίας.

Ακόμη, όσον αφορά τη διαπραγμάτευση της έννοιας της πυκνότητας προβλέπεται η χρήση κατάλληλου εκπαιδευτικού λογισμικού επειδή αποτελεί ένα μέσο διδασκαλίας που δίνει τη δυνατότητα στους/ις μαθητές/ριες: α) να εμπλακούν σε δραστηριότητες ή και πειράματα που αναφέρονται στο μικροσκοπικό επίπεδο, που δεν θα μπορούσαν να υλοποιηθούν διαφορετικά, για να προσεγγίσουν τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας και β) να συνδέουν αλλαγές στο μακροσκοπικό επίπεδο με αντίστοιχες αλλαγές στο μικροσκοπικό, για παράδειγμα η μείωση του όγκου ενός σώματος αντιστοιχεί στη μείωση των αποστάσεων των σωματιδίων (Γραμμένος 2003).

Αναλυτικότερα, όσον αφορά την «Πυκνότητα», που αποτελεί το πρώτο μέρος του διδακτικού υλικού, οι στόχοι για τους/ις μαθητές/ριες είναι: α) να κατανοήσουν, σε μικροσκοπικό επίπεδο, τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας κάνοντας χρήση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας» και ενός απλού σωματιδιακού μοντέλου και β) να συνδέσουν τις αναπαραστάσεις του εμπειρικού επιπέδου, σχετικά με αυτές τις έννοιες, με αναπαραστάσεις του μικροσκοπικού επιπέδου. Το συγκεκριμένο εκπαιδευτικό λογισμικό (εικόνα 1) είναι εποικοδομητικού τύπου, χρησιμοποιεί ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο της ύλης και εξασφαλίζει υψηλή αλληλεπιδραστικότητα με το χρήστη (Γραμμένος 2003). Από την εφαρμογή του λογισμικού έχει προκύψει ότι τα παιδιά των τελευταίων τάξεων του δημοτικού σχολείου μπορούν να κατανοήσουν, σε μεγάλο βαθμό, την έννοια της πυκνότητας με τη δημιουργία κατάλληλων αναπαραστάσεων σε μικροσκοπικό επίπεδο για τη δομή της ύλης (Γραμμένος & Σταυρίδου 2005).



**Εικόνα 1:** Εικόνα από το περιβάλλον του λογισμικού.

Σχετικά με το δεύτερο μέρος που έχει τίτλο «Στερεά, υγρά και αέρια» ο στόχος είναι να διαμορφώσουν οι μαθητές/ριες κριτήρια διάκρισης και ταξινόμησης των σωμάτων μεταξύ των τριών καταστάσεων της ύλης και ειδικότερα να κατανοήσουν ότι τα υγρά δεν μεταβάλλουν τον όγκο και, κατά συνέπεια, την πυκνότητά τους ακόμη κι όταν προσπαθήσουμε να τα συμπιέσουμε. Στη συνέχεια, όσον αφορά στην «Υδροστατική πίεση», επιδιώκεται να γίνει αντιληπτό ότι αυτή εξαρτάται, όχι μόνο από το βάθος, αλλά και από την πυκνότητά που έχει το υγρό η οποία είναι παντού η ίδια και δεν επηρεάζεται από την ποσότητά του ή το δοχείο στο οποίο βρίσκεται. Δραστηριότητες, όπως, το πείραμα της σύριγγας με το νερό, όπου τα παιδιά αντιλαμβάνονται ότι τα υγρά δεν συμπιέζονται, καθώς και μετρήσεις με μανόμετρα στον πυθμένα διαφορετικού πλάτους δοχείων με νερό ή δοχείων που περιέχουν υγρά διαφορετικής πυκνότητας κινούνται στην κατεύθυνση των παραπάνω στόχων. Τέλος, ως προς την «Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων» βασικός στόχος είναι να αντιληφθούν τα παιδιά ότι η σύγκριση πυκνοτήτων είναι ασφαλής τρόπος πρόβλεψης της επίπλευσης ή βύθισης ενός σώματος. Επειδή οι μαθητές/ριες συνδέουν την επίπλευση ενός σώματος με το βάρος του, τον όγκο του ή την επιφάνεια επαφής του με το υγρό, καθώς και με το είδος του υγρού και την ποσότητά του σχεδιάστηκαν εργαστηριακά πειράματα, έτσι ώστε τα παιδιά να παρατηρήσουν κατά πόσο αυτοί οι παράγοντες μπορούν να καθορίσουν τη συμπεριφορά του αντικειμένου όταν αφήνεται ελεύθερο μέσα σε ένα υγρό. Επίσης, εισήχθησαν πειράματα όπου μεταβάλλεται ο όγκος ενός σώματος, ενώ διατηρείται σταθερή η



μάζα (βάρος) του και αντίστροφα για να γίνει αντιληπτό ότι η διαφοροποίηση στην πυκνότητα ενός σώματος επηρεάζει την επίπλευσή του.

Προκειμένου να επιτευχθούν οι πιο πάνω κεντρικοί στόχοι έγινε εισαγωγή ενός μικροσκοπικού μοντέλου της πυκνότητας. Βάση αποτέλεσε από τη μία, το αντίστοιχο μοντέλο των Smith, Snir & Grosslight (1987), όπου το πλήθος των κουκίδων στο σχέδιο ενός σώματος παρουσιάζει σχηματικά την πυκνότητά του, δίνοντας πληροφορίες για τον όγκο και, κατά συνέπεια, το βάρος του και από την άλλη, η εργασία του Γραμμένου και της Σταυρίδου (2001) που αφορούσε στη μοντελοποίηση των εννοιών της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας με βάση ένα απλό σωματιδιακό μοντέλο και στην αξιοποίηση του εκπαιδευτικού λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας».

Η διδασκαλία εννοιών και φαινομένων που σχετίζονται με την υδροστατική πίεση, την επίπλευση και βύθιση των σωμάτων προβλέπεται να ολοκληρωθεί σε 15 διδακτικές ώρες, όσες κι ο αριθμός των ενοτήτων: 4 για το πρώτο μέρος, 3 για το δεύτερο και από 4 για το τρίτο και τέταρτο μέρος. Το πρώτο μέρος, που έχει τον τίτλο «Πυκνότητα» αποτελεί μέρος, με ελάχιστες τροποποιήσεις, της ερευνητικής εργασίας του Γραμμένου (2004) για την έννοια αυτή και έχει τους εξής στόχους για τους/τις μαθητές/ριες:

- Για την 1<sup>η</sup> ενότητα: α) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι η μάζα ενός αντικειμένου είναι το σύνολο των σωματιδίων από το οποίο αποτελείται το αντικείμενο και ότι, επίσης, η μάζα ενός αντικειμένου είναι συνάρτηση του αριθμού, αλλά και του είδους των σωματιδίων από τα οποία αποτελείται το αντικείμενο. β) Να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα ενός αντικειμένου είναι ανάλογη της μάζας του. γ) Να συνδυάσουν μικροσκοπικές και μακροσκοπικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με την έννοια της μάζας, τόσο στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όσο και σε πραγματικές καταστάσεις.
- Για τη 2<sup>η</sup> ενότητα: α) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι ο όγκος ενός αντικειμένου είναι ο χώρος τον οποίο καταλαμβάνουν τα σωματίδια από τα οποία αποτελείται το αντικείμενο. β) Να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα ενός αντικειμένου είναι αντιστρόφως ανάλογη του όγκου του. γ) Να συνδυάσουν μικροσκοπικές και μακροσκοπικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με την



έννοια του όγκου, τόσο στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όσο και σε πραγματικές καταστάσεις.

- Για την 3<sup>η</sup> ενότητα: α) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι η πυκνότητα ενός αντικειμένου είναι το σύνολο των σωματιδίων που βρίσκονται στη μονάδα του όγκου και εξαρτάται τόσο από τις αποστάσεις των σωματιδίων μεταξύ τους, όσο κι από το από το είδος τους. β) Να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα ενός αντικειμένου είναι ανάλογη της μάζας του κι αντιστρόφως ανάλογη του όγκου του. γ) Να συνδυάσουν μικροσκοπικές και μακροσκοπικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με την έννοια της πυκνότητας, τόσο στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όσο και σε πραγματικές καταστάσεις
- Τέλος, για την 4<sup>η</sup> ενότητα: α) Να συνδυάσουν μικροσκοπικές και μακροσκοπικές αναπαραστάσεις που σχετίζονται με τις έννοιες της μάζας, του όγκου και της πυκνότητας, τόσο στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όσο και σε πραγματικές καταστάσεις. β) Να κατανοήσουν ότι η πυκνότητα είναι εντατική ιδιότητα και σε ό,τι αφορά το μικροσκοπικό επίπεδο, να αντιληφθούν, αρχικά, ότι το είδος των σωματιδίων και οι αποστάσεις μεταξύ τους είναι ίδιες σε οποιοδήποτε σημείο ενός αντικειμένου και, κατόπιν, να συνδέσουν την ιδιότητα αυτή και με το μακροσκοπικό επίπεδο.

Το δεύτερο μέρος του διδακτικού υλικού με τίτλο «Στερεά, υγρά και αέρια» έχει τους εξής στόχους για τους/ις οι μαθητές/ριες:

- Για την 1<sup>η</sup> ενότητα: α) Να εκφράσουν τις ιδέες τους για τις ιδιότητες των στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων. β) Να παρουσιάσουν τις αντιλήψεις τους για τις διαφορές που έχουν, σε μικροσκοπικό επίπεδο, τα σώματα που βρίσκονται σε διαφορετική φυσική κατάσταση. γ) Να ταξινομήσουν σώματα που συναντούν στην καθημερινή τους ζωή στην αντίστοιχη φυσική τους κατάσταση. δ) Να αντιληφθούν ότι όλα τα σώματα καταλαμβάνουν χώρο, έχουν δηλαδή όγκο.
- Για τη 2<sup>η</sup> ενότητα: α) Να αντιληφθούν ότι τα στερεά σώματα έχουν σταθερό σχήμα και όγκο. β) Να διαπιστώσουν ότι τα υγρά έχουν σταθερό όγκο, αλλά παίρνουν το σχήμα του δοχείου που τα περιέχει. γ) Να κατανοήσουν ότι τα αέρια παίρνουν το σχήμα και το όγκο του χώρου στον οποίο βρίσκονται κάθε φορά. δ) Να παρατηρήσουν ότι τα στερεά και υγρά σώματα είναι ασυμπίεστα, ενώ τα αέρια μπορούν να συμπιεστούν.

- Τέλος, για την 3<sup>η</sup> ενότητα: α) Να οργανώσουν, με συστηματικό τρόπο, τις ιδιότητες των τριών καταστάσεων της ύλης ανακεφαλαιώνοντας τις παρατηρήσεις τους. β) Να διακρίνουν ομοιότητες και διαφορές των υγρών, αφενός με τα στερεά και αφετέρου με τα αέρια σώματα.

Στο τρίτο μέρος που έχει τίτλο «Υδροστατική πίεση» οι επιμέρους στόχοι για τους/ις μαθητές/ριες είναι οι ακόλουθοι:

- Για την 1<sup>η</sup> ενότητα: α) Να διατυπώσουν τις αντιλήψεις τους γενικά για την πίεση και ειδικότερα, για την υδροστατική πίεση. β) Να αντιληφθούν ότι η υδροστατική πίεση αυξάνεται με το βάθος. γ) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι δε μεταβάλλεται η πυκνότητα ενός υγρού με το βάθος.
- Για τη 2<sup>η</sup> ενότητα: α) Να παρατηρήσουν ότι η υδροστατική πίεση εξαρτάται από το είδος του υγρού. β) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι η πυκνότητα ενός υγρού επηρεάζει την υδροστατική πίεση.
- Για την 3<sup>η</sup> ενότητα: α) Να διαπιστώσουν ότι η ποσότητα του υγρού και το είδος του δοχείου δεν επηρεάζουν την υδροστατική πίεση. β) Να κατανοήσουν, στο μικροσκοπικό επίπεδο, ότι η ποσότητα ενός υγρού ή το είδος του δοχείου που το περιέχει δεν αλλάζουν την πυκνότητα που έχει αυτό το υγρό.
- Τέλος, για την 4<sup>η</sup> ενότητα: α) Να αντιληφθούν ότι η υδροστατική πίεση υπάρχει προς όλες τις κατευθύνσεις. β) Να οργανώσουν συστηματικά τους παράγοντες που επηρεάζουν ή όχι την υδροστατική πίεση, κάνοντας μια ανασκόπηση των συμπερασμάτων τους.

Τέλος, για το τέταρτο μέρος με τίτλο «Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων» οι στόχοι για τα παιδιά είναι οι εξής:

- Για την 1<sup>η</sup> ενότητα: α) Να εκφράσουν τις αντιλήψεις τους για τους παράγοντες που θεωρούν ότι επηρεάζουν την επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος σε ένα υγρό. β) Να αντιληφθούν ότι γνωρίζοντας μόνο το βάρος ή μόνο τον όγκο ενός αντικειμένου δεν μπορούν να προβλέψουν αν αυτό θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί σε ένα υγρό.
- Για τη 2<sup>η</sup> ενότητα: α) Να κατανοήσουν ότι το μήκος ενός αντικειμένου, η ύπαρξη τρυπών ή αέρα στο εσωτερικό του, όπως επίσης και η ποσότητα του υγρού στο οποίο θα αφηθεί δεν αποτελούν παράγοντες που καθορίζουν αν το συγκεκριμένο αντικείμενο θα επιπλεύσει ή όχι στο υγρό αυτό. β) Να διαπιστώσουν ότι η

πυκνότητα ενός σώματος και η αντίστοιχη πυκνότητα του υγρού στο οποίο αυτό θα αφεθεί είναι οι βασικοί παράγοντες που καθορίζουν αν το σώμα θα επιπλεύσει ή θα βυθιστεί.

- Για την 3<sup>η</sup> ενότητα: α) Να αντιληφθούν ότι η σύγκριση πυκνοτήτων είναι ένας ασφαλής τρόπος πρόβλεψης και ερμηνείας της επίπλευσης ή βύθισης ενός σώματος σε ένα υγρό. β) Να χρησιμοποιήσουν τον κανόνα αυτό για να ερμηνεύσουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής.
- Για την 4<sup>η</sup> και τελευταία ενότητα: α) Χρησιμοποιώντας μια εφαρμογή που υπάρχει στο διαδίκτυο και προσομοιώνει την επίπλευση ενός κορμού δέντρου να διαχωρίσουν τους παράγοντες που επηρεάζουν την επίπλευσή του, από αυτούς που δεν την επηρεάζουν. β) Να ερμηνεύσουν φαινόμενα της καθημερινής ζωής που εμπεριέχουν επίπλευση και βύθιση σωμάτων έχοντας ως βάση την έννοια της πυκνότητας.

## Βιβλιογραφία

### Ξενόγλωσση

- Adey P. & Shayer M. (1988). Strategies for meta-learning in physics. *Physics Education*, 23, 97-104.
- Ausubel D. (1963). *Educational Psychology. A Cognitive View*. New York, Holt, Rinehart and Winston.
- Biddulph F. & Osborne R. (1984). *Pupils' ideas about floating and sinking*. Paper presented to Australian Science Education Research Association Conference, May, Melbourne, Australia.
- Cohen E. (1994). Restructuring the classroom: conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*, 64(1), 1-35
- Dentici O.A., Grossi M.G., Borghi L., De Ambrosis A. & Massara C.I. (1984): Understanding floating: A study of children aged between six and eight years. *European journal of science education*, 6(3), 235-243.
- Dow W.M., Auld J. & Wilson D. (1978). *Pupils' conceptions of gases, liquids and solids*. Dundee College of Education.
- Driver R. & Oldham V. (1986). A Constructivist Approach to Curriculum Development. *Studies in Science Education*, 3
- Dunbar K. (1995). How scientists really reason: Scientific reasoning in real-world laboratories. R. J. Sternberg. & J. Davidson. (Eds.) *Mechanisms of insight*. Cambridge, MA: MIT Press, 365-395.
- Engel-Clough E. & Driver R. (1985). What do children understand about pressure in fluids? *Research in Science and Technological Education*, 3(2), 133-134.
- Gennaro E. (1981). Assessing Junior high students' understanding of density and solubility. *School Science and Mathematics*, 81, 399-404.
- Halford G.S., Brown C.A. & Thompson R.M. (1986). Children's concepts of volume and flotation. *Developmental Psychology*, 22, 218-222.
- Hatano G. & Inagaki K. (1991). Sharing cognition through collective comprehension activity. In L. B. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Eds.) *Perspectives on socially shared cognition*. Washington DC: American Psychological Association.

- Havu-Nuutinen S. (2005). Examining young children's conceptual change process in floating and sinking from a social constructivist perspective. *International Journal of Science Education*, 27(3), 259-279.
- Heron P. R. L., Loverude M. E., Shaffer P. S., and McDermott L. C. (2003): Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. II. Development of research-based instructional materials. *American Journal of Physics* 71 (11).
- Heron P.R.L., Loverude M.E., Shaffer P.S., & McDermott L.C. (2003): Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. II. Development of research-based instructional materials. *American Journal of Physics*, 71 (11), 1188-1195.
- Hewson M. (1986). The acquisition of scientific knowledge: Analysis and representation of student conceptions concerning density. *Science Education* 70, 159-170.
- Hewson M.G. & Hewson P.W. (1983). Effect of instruction using students' prior knowledge and conceptual change strategies on science learning, *Journal of Research in Science Teaching*, 20 (8), 731-743.
- Heywood D. & Parker J. (2001). Describing the cognitive landscape in learning and teaching about forces. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1177-1199.
- Howe C., Tolmie A. & Rodgers C. (1990). Physics in the Primary School: Peer Interaction and the Understanding of Floating and Sinking. *European Journal of Psychology of Education*, 5(4), 459-475.
- Hsiao-Ching S. (2002). Concepts of a higher hierarchical level require more dual situated learning events for conceptual change: a study of air pressure and buoyancy. *International Journal of Science Education*, 24 (9), 981-996.
- Hutchins E. (1995). *Cognition in the wild*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Inhelder B. & Piaget J. (1958). *The growth of logical thinking from childhood to adolescence*. Routledge & Kegan Paul, London.
- Jain S.C. (1982). A study of conservation of mass, weight and volume ability in VI to IX grade students. *Indian Psychology Review*, 22, 7-17.
- Kariotoglou P., Koumaras P. & Psillos D. (1993). A constructivist approach for teaching fluid phenomena. *Physics Education*, 28, 164-169.
- Kariotoglou, P. & Psillos, D. (1993) Pupils' pressure models and their implications for instruction. *Research in Science and Technological Education*, 11 (1)



- Kariotoglou, P., Psillos, D. & Valassiades, O. (1990). Understanding pressure: didactical transpositions and pupils' conceptions. *Physics Education*, 25 (2), 92-96.
- Kawasaki K. & Herrenkohl L.R. (2004). Theory building and modelling in a sinking and floating unit: a case study of third and fourth grade students' developing epistemologies of science. *International Journal of Science Education*, 26(11), 1299-1324.
- Klopfer L., Champagne A. & Chaiklin S. (1992). The Ubiquitous Quantities: Explorations That Inform the Design of Instruction of the Physical Properties of Matter. *Science Education*, 76, 597-614.
- Koliopoulos D., Kariotoglou P. & Psillos D (1986). La force dans le contexte des liquides; une première approche des conceptions des élèves sur la statique des liquides au collège an Grèce. *Feuilles d'Epistemologie Appliquée et de la didactique de sciences*, 59-65.
- Loverude M. E., Kautz C. H. and Heron P. R. L. (2003): Helping students develop an understanding of Archimedes' principle. I. Research on student understanding. *American Journal of Physics*, 71 (11), 1178-1187.
- Mayer M. (1987). Common-sense knowledge versus scientific knowledge: the case of pressure, weight and gravity. *Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Seminar*, Ithaca, NY, Cornell. 298-310.
- McClelland J.A.J. (1987). Pressure points. *Physics Education*, 22, 107-109.
- McClelland J.A.J. (1987). Pressure points. *Physics Education*, 22, 107-109.
- Mugny G. & Doise W. (1978). Socio-cognitive conflict and structure of individual and collective performances. *European Journal of Social Psychology*, 8, 181-192.
- Mullet E. & Montcouquiol A. (1988). Archimedes' effect, information integration and individual differences. *International Journal of Science Education*, 10 (3), 285-301.
- Parker J. & Heywood D. (2000): Exploring the relationship between subject knowledge and pedagogic content knowledge in primary teachers' learning about forces. *International Journal of Science Education*, 22(1), 89-111.
- Piaget J. (1973). *The child's conception pf the world*. Paladin, London.
- Piaget J. (1980). *The Constructivist approach*. Geneva: Foundation Archives Jean Piaget.

- Psillos D. & Kariotoglou P. (1999). Teaching fluids: intended knowledge and students' actual conceptual evolution. *International Journal of Science Education*, 21(1), 17-38.
- Psillos D., Tselfes V. & Kariotoglou P. (2004). An epistemological analysis of the evolution of didactical activities in teaching-learning sequences: the case of fluids. *International Journal of Science Education*, 26 (5), 555-578.
- Raghavan K. & Glaser R. (1995). Model-based analysis and reasoning in science: The MARS curriculum. *Science Education*, 79(1), 37-61.
- Raghavan K., Santoris M.L. & Glaser R. (1997). The impact of Model-Centered Instruction on Student Learning: The Area and Volume Units. *The Journal of Computers in Mathematics and Science*, 16(2-3), 363-404.
- Raghavan K., Santoris M.L. & Glaser R. (1998 $\alpha$ ). Impact of the MARS Curriculum: The Mass Unit. *International Journal of Science Education*, 82, 53-91.
- Raghavan K., Sartoris M.L. & Glaser R. (1998 $\beta$ ). Why does it go up? The impact of the MARS curriculum as revealed through changes in student explanations of a helium balloon. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(5), 547-567.
- Rowell A. J. & Dawson J. C. (1977 $\alpha$ ). Teaching about floating and sinking: An attempt to link Cognitive Psychology with classroom practice. *Science Education*, 61 (2), 245-253.
- Rowell A. J. & Dawson J. C. (1977 $\beta$ ). Teaching about floating and sinking: Further studies toward closing the gap between Cognitive Psychology and classroom practice. *Science Education*, 61 (4), 527-540.
- Scott P.H. (1993). Overtures and obstacles: teaching and learning about air pressure in a high school classroo. In: D. J. Novak (Ed.), *Third Misconceptions Seminar Proceedings*.
- Sere M.G. (1982). A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. *Science Education*, 2, 229-309 .
- Sere M.G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *European Journal of Science Education*, 8 (4), 413-425.
- Slavin R E. (1995). *Research on Cooperative Learning and Achievement: What We Know, What We Need to Know*, <http://www.successforall.com/Resource/research/cooplearn.htm>
- Smith C., Carey S. & Wisner M. (1985). On Differentiation: A case study of the development of the concepts of size, weight, and density. *Cognition* 21, 177-237

- Smith C., Snir J. & Grosslight L. (1987). Teaching for conceptual change using a computer based modeling approach: the case of weight/density differentiation. *Technical, report*. Cambridge, Mass: Educational Technology Center.
- Smith C., Snir J. & Grosslight L. (1992). Using conceptual models to facilitate conceptual change: The case of weight-density differentiation. *Cognition and instruction*, 9(3), 221-283.
- Snir J., Smith C. & Grosslight L. (1993). Conceptually enhanced simulations: a computer tool science teaching. *Journal of Science Education and Technology*, 2, 373-388.
- Solomon J. (1987). The social construction of pupils' understanding of science. *Studies in Science Education*, 14, 63-82.
- Strauss S., Globeson T. & Mintz R. (1983). The influence of training for the atomistic schema on the development of density concept among gifted and nongifted children. *Journal of Applied Developmental Psychology*, 4, 125-147.

## Ελληνική

- Γραμμένος Σ. & Σταυρίδου Ε. (2001). “Μια νέα προσέγγιση της έννοια της πυκνότητας με τη βοήθεια του λογισμικού: «Το τετράδιο της πυκνότητας»”. Στο: *Πρακτικά του Συνεδρίου Νέες τεχνολογίες στην εκπαίδευση και στην Εκπαίδευση από απόσταση*, Ρέθυμνο, σελ.617-629.
- Γραμμένος Σ. & Σταυρίδου Ε. (2005). “Κατανόηση της έννοιας της πυκνότητας με χρήση εκπαιδευτικού λογισμικού: ποιοτικά και ποσοτικά δεδομένα”. Στο: *Πρακτικά 2ου Συνεδρίου Ένωσης για τη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών (Ε.ΔΙ.Φ.Ε.) και 2ου Συμποσίου Ι.Ο.Σ.Τ.Ε. στη Νότια Ευρώπη με θέμα “Διδακτική Φυσικών Επιστημών και Τεχνολογίας: Οι προκλήσεις του 21ου αιώνα*», Καλαμάτα 18-20 Μαρτίου, 81-90.
- Γραμμένος Σ. (2004). *Σχεδιασμός και ανάπτυξη αλληλεπιδραστικού εποικοδομητικού λογισμικού, για μια καινοτόμο διδακτική προσέγγιση της έννοιας της πυκνότητας και αξιολόγηση των μαθησιακών αποτελεσμάτων*. Διδακτορική διατριβή, Βόλος: Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Καρανίκας Γ., Κόκκοτας Π. & Καριώτογλου Π. (1996). Συγκριτική μελέτη των αντιλήψεων 4ετών φοιτητών του Π.Τ.Δ.Ε. και μαθητών Ε΄ και ΣΤ΄ τάξης του

- Δημοτικού σχετικά με την έννοια της Άνωσης στα υγρά. Παιδαγωγική Επιθεώρηση, 24, 239-259.
- Κόκκοτας Π. (2001). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Κόκκοτας Π. (2002). *Διδακτική των Φυσικών Επιστημών: Μέρος II. Σύγχρονες προσεγγίσεις στη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών*. Αθήνα.
- Κώτσης Κ. (2004). Εναλλακτικές ιδέες μαθητών του δημοτικού σχολείου για απλά φαινόμενα που σχετίζονται με την άνωση των υγρών. *Επιστημονική επετηρίδα Παιδαγωγικού Τμήματος Π.Ι.*, 17, 117-131.
- Σολομωνίδου Χ. (2001). Εκπαιδευτικό λογισμικό Φυσικών Επιστημών: από τη σχεδίαση στη διδασκαλία στην τάξη, στο Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (επιμ.), *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Σολομωνίδου Χ. (2001). *Σύγχρονη εκπαιδευτική τεχνολογία: Υπολογιστές και μάθηση στην κοινωνία της γνώσης*. Κώδικας, Θεσσαλονίκη.
- Σταυρίδου Ε. (2000). *Συνεργατική μάθηση στις Φυσικές Επιστήμες: Μια εφαρμογή στο Δημοτικό σχολείο*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.
- Σταυρίδου Ε. (2001). Συνεργατική μάθηση στην τάξη: μια πρόκληση για τη διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών, στο Κόκκοτας, Π. & Βλάχος, Ι. (επιμ.), *Η διδασκαλία των Φυσικών Επιστημών στις αρχές του 21<sup>ου</sup> αιώνα. Προβλήματα και προοπτικές*. Εκδόσεις Γρηγόρη, Αθήνα.
- Vygotsky L.S. (1978). *Σκέψη και Γλώσσα*. Γνώση, Αθήνα.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

Το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου που αφορούσε  
στην έννοια της υδροστατικής πίεσης



## Ερωτηματολόγιο για τα υγρά (α)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Τμήμα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2005

Αγαπητέ φίλε μαθητή/ αγαπητή φίλη μαθήτρια, σε παρακαλούμε να συμπληρώσεις αυτό το ερωτηματολόγιο, με το οποίο δεν επιθυμούμε να αξιολογήσουμε τις γνώσεις σου, ούτε να βαθμολογήσουμε το πόσο καλά απάντησες στις ερωτήσεις. Μας ενδιαφέρει, απλώς, να δούμε τις απόψεις που εσύ έχεις για κάποια θέματα της Φυσικής που σχετίζονται με τα υγρά, με σκοπό να κάνουμε το μάθημα καλύτερο και πιο ευχάριστο για σένα.

**Οδηγίες:** Στις παρακάτω ερωτήσεις, όπου χρειάζεται, υπογράμμισε την απάντηση που ανταποκρίνεται περισσότερο σε αυτό που πιστεύεις.

1. Όταν το καλοκαίρι πας στη θάλασσα για μπάνιο και κάνεις βουτιά σε κάποιο βάθος τι θα αισθανθείς: α) στο σώμα σου; \_\_\_\_\_



β) στ' αυτιά σου; \_\_\_\_\_

Μπορείς να δώσεις κάποια εξήγηση γι' αυτό;

α) \_\_\_\_\_

β) \_\_\_\_\_

2. Έχεις ακούσει τη λέξη πίεση;

- Ναι
- Όχι

Τι νομίζεις ότι σημαίνει; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

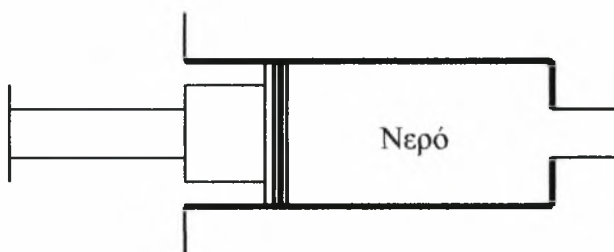
\_\_\_\_\_

Αν την έχεις ξανακούσει δώσε παραδείγματα στα οποία νομίζεις ότι υπάρχει πίεση. \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

3. Η παρακάτω σύριγγα περιέχει νερό. Αν κλείσουμε την έξοδο με το χέρι μας και πιάσουμε το έμβολο τι νομίζεις ότι θα αλλάξει στο νερό;



- Ο όγκος του
- Η μάζα του
- Η πίεση
- Κανένα από τα παραπάνω

Μπορείς με συντομία να αιτιολογήσεις την απάντησή σου; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Αν μεταφέρουμε το νερό από το δοχείο Α στο Β, τι πιστεύεις ότι θα συμβεί;

I. Στον όγκο του νερού:

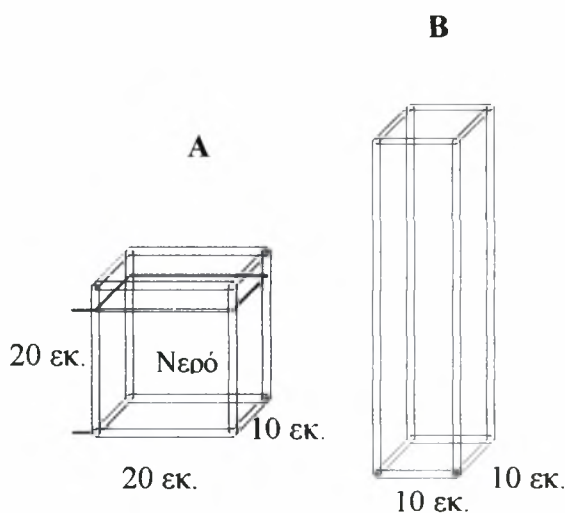
- Θα αυξηθεί
- Θα μειωθεί
- Θα παραμείνει ο ίδιος

Γιατί; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_



II. Στη μάζα του νερού:

- Θα αυξηθεί
- Θα μειωθεί
- Θα παραμείνει η ίδια

Γιατί; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

III. Στο βάρος του νερού

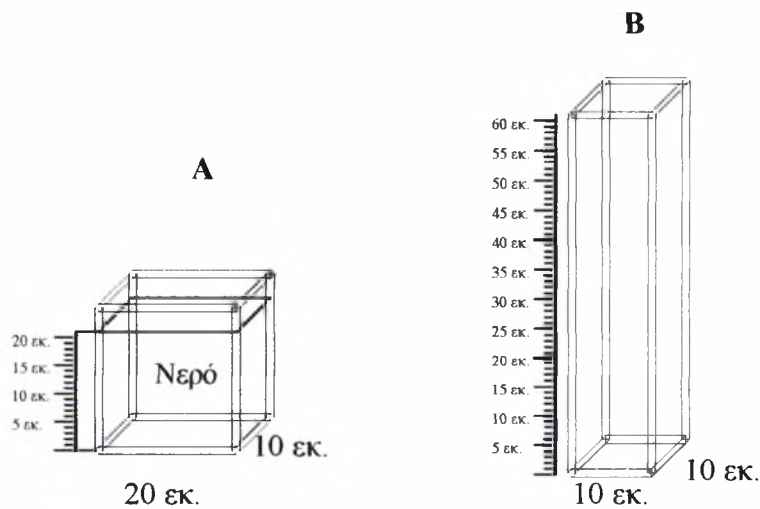
- Θα αυξηθεί
- Θα μειωθεί
- Θα παραμείνει το ίδιο

Γιατί; \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

5. Μπορείς να σημειώσεις τη στάθμη του νερού στο δοχείο B, αν μεταφερθεί σε αυτό το νερό του δοχείου A;



6. Δύο δύτες που εξερευνούν το βυθό βρίσκονται σε διαφορετικό βάθος. Η πίεση από το νερό που αισθάνονται είναι ίδια ή διαφορετική; Δικαιολόγησε την απάντησή σου. \_\_\_\_\_



---

---

---

---

---

---

---

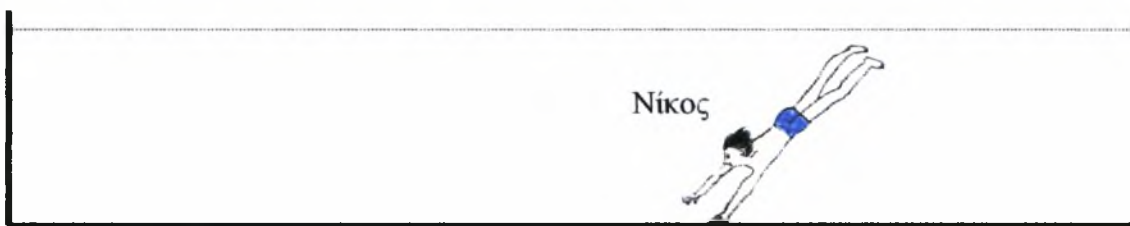
7. Δύο φίλοι, ο Νίκος και ο Γιώργος, κάνουν τις βουτιές τους σε πισίνα και αγγίζουν τον πυθμένα που έχει βάθος 3 μέτρα. Ο Νίκος βρίσκεται σε μια πισίνα ολυμπιακών διαστάσεων μήκους 100 μέτρων, ενώ ο Γιώργος σε μια μικρότερη μήκους 50 μέτρων. Αισθάνονται την ίδια πίεση από το νερό; Δικαιολόγησε την άποψή σου. \_\_\_\_\_

---

---

---

---



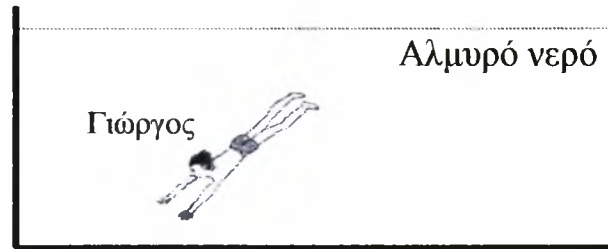
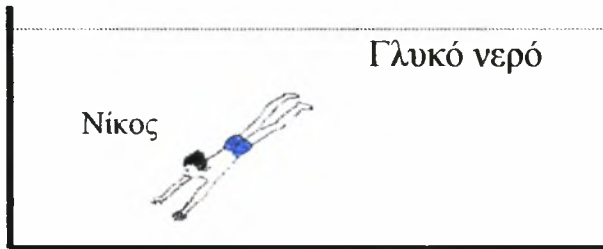
8. Οι ίδιοι φίλοι βουτούν, στο ίδιο βάθος, σε δύο ίδιες πισίνες, όμως η μία έχει νερό από τη βρύση (γλυκό νερό) και η άλλη από τη θάλασσα (αλμυρό νερό). Θα αισθανθούν την ίδια πίεση; Γιατί πιστεύεις κάτι τέτοιο; \_\_\_\_\_

---

---

---

---



9. Το νερό που υπήρχε στη γυάλα διαμοιράστηκε εξίσου σε τρία δοχεία και το χρυσόψαρο μεταφέρθηκε στο πρώτο δοχείο προκειμένου να καθαριστεί το εσωτερικό της γυάλας. Η τελική στάθμη του νερού στα δοχεία είναι ίδια με αυτή που είχε το νερό στη γυάλα πριν και το ψάρι κινείται στο ίδιο βάθος. Το ψάρι θα αισθάνεται στη ράχη του, και στις δύο περιπτώσεις, την ίδια πίεση από το νερό;

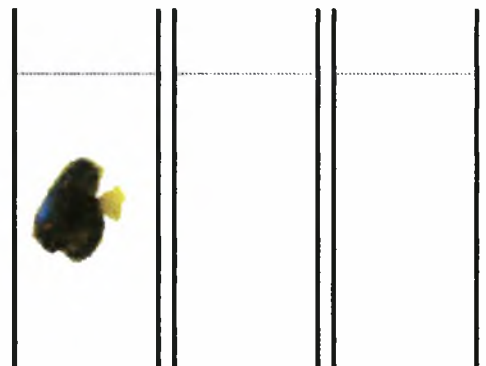
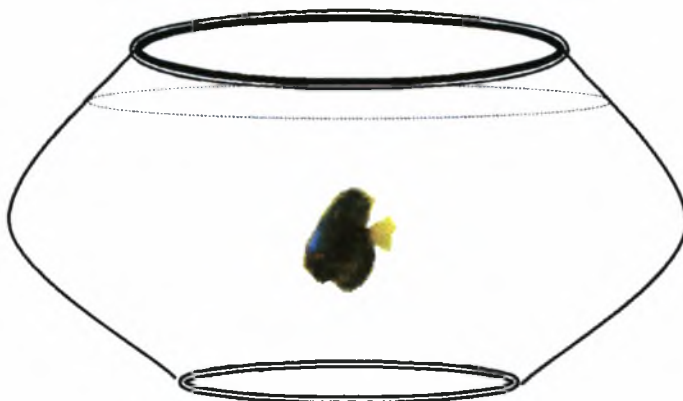
- Ναι
- Όχι

Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου; \_\_\_\_\_

---

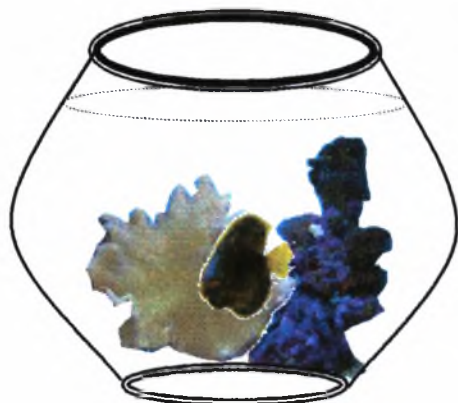
---

---





10. Στον πυθμένα της γυάλας υπάρχει μια πέτρα, ένα κοχύλι και φύκια. Νομίζεις ότι υπάρχει πίεση από το νερό στο κοχύλι, στην πέτρα και στα φύκια, όπως υπάρχει για το ψάρι που κινείται δίπλα τους; Δικαιολόγησε την απάντησή σου.



---

---

---

---

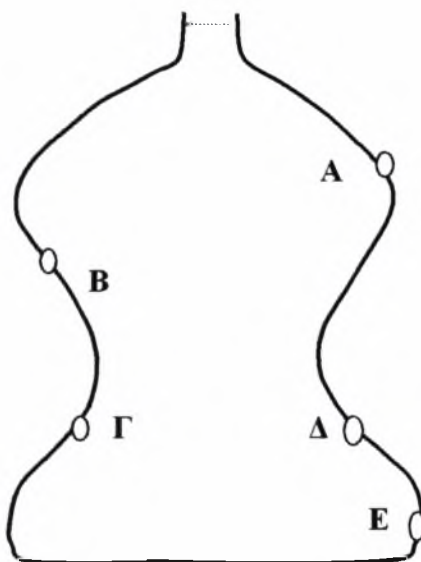
---

---

---

---

11. Το παρακάτω δοχείο το γεμίζουμε νερό και ανοίγουμε τρύπες στα σημεία Α, Β, Γ, Δ και Ε. Μπορείς να μας σχεδιάσεις πώς θα τρέξει το νερό από τις τρύπες αυτές;



12. Η παρακάτω εικόνα είναι ενός ενυδρείου.



Σημείωσε με  $\Delta$  2 σημεία με τη μικρότερη πίεση. Δικαιολόγησε την επιλογή σου.

---

---

Σημείωσε με  $\circ$  2 σημεία με τη μεγαλύτερη πίεση. Δικαιολόγησε την επιλογή σου.

---

---

Σημείωσε με  $\times$  2 σημεία με μεσαία πίεση. Δικαιολόγησε την επιλογή σου.

---

---

13. Ξέρεις τι είναι η *υδροστατική πίεση*; \_\_\_\_\_

---

---

Αν ξέρεις, μπορείς να δώσεις κάποιο παράδειγμα; \_\_\_\_\_

---

---

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

Το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου  
που αφορούσε στο φαινόμενο  
της επίπλευσης και της βύθισης των σωμάτων

## Ερωτηματολόγιο για τα υγρά (β)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Τμήμα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_ / \_\_ /2005

Αγαπητέ φίλε μαθητή/ αγαπητή φίλη μαθήτρια, σε παρακαλούμε να συμπληρώσεις αυτό το ερωτηματολόγιο, με το οποίο δεν επιθυμούμε να αξιολογήσουμε τις γνώσεις σου, ούτε να βαθμολογήσουμε το πόσο καλά απάντησες στις ερωτήσεις. Μας ενδιαφέρει, απλώς, να δούμε τις απόψεις που εσύ έχεις για κάποια θέματα της Φυσικής που σχετίζονται με τα υγρά, με σκοπό να κάνουμε το μάθημα καλύτερο και πιο ευχάριστο για σένα.

**Οδηγίες:** Στις παρακάτω ερωτήσεις, όπου χρειάζεται, υπογράμμισε την απάντηση που ανταποκρίνεται περισσότερο σε αυτό που πιστεύεις.

1. Μπορείς να αναφέρεις κάποια πράγματα που επιπλέουν στο νερό και κάποια που βυθίζονται; \_\_\_\_\_

---

---

---

---

2. Γιατί νομίζεις ότι κάποια σώματα επιπλέουν και κάποια άλλα βυθίζονται; \_\_\_\_\_

---

---

---

---

3. Γιατί ένα μεγάλο και βαρύ πλοίο επιπλέει, ενώ ένα ελαφρύ νόμισμα βυθίζεται; Μπορείς να δώσεις κάποια εξήγηση; \_\_\_\_\_

---

---

---

4. Γιατί το καλοκαίρι κάποια παιδιά φορούν σωσίβιο ή μπρατσάκια για να κάνουν μπάνιο στη θάλασσα; \_\_\_\_\_

---

---

Μπορείς να εξηγήσεις τι ακριβώς γίνεται με τα μπρατσάκια ή το σωσίβιο;

---

---

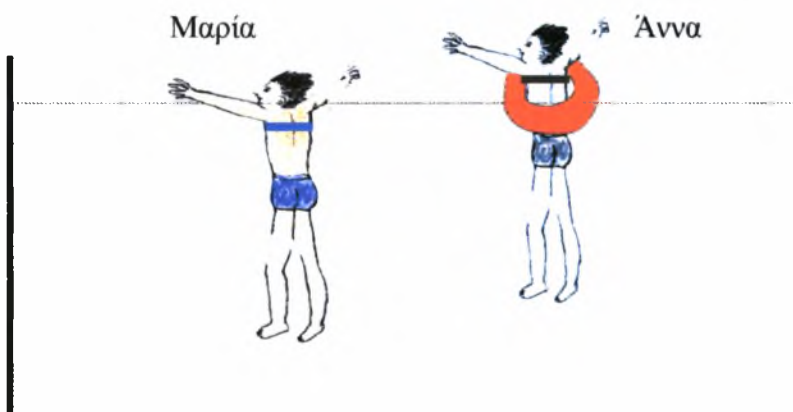
---

5. Δύο φίλες, η Μαρία και η Άννα, κάνουν μπάνιο σε πισίνα. Η Άννα που δεν ξέρει καλό κολύμπι φόρεσε ένα σωσίβιο και επιπλέει σε ένα υψηλότερο επίπεδο από την Μαρία. Γιατί συμβαίνει αυτό; \_\_\_\_\_

---

---

---





6. Στην παραπάνω εικόνα τι νομίζεις ότι άλλαξε στην Άννα;

- Το βάρος της
- Η μάζα της
- Ο όγκος της
- Το σχήμα του σώματός της
- Κάτι άλλο \_\_\_\_\_

7. Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνεται ένας φελλός που επιπλέει στο νερό. Τι θα μπορούσες να κάνεις για να βυθιστεί; \_\_\_\_\_



Γιατί νομίζεις ότι θα βυθιστεί; \_\_\_\_\_

Μπορείς να το δείξεις με ένα σχήμα;



8. Μια μεταλλική ξύστρα είναι βυθισμένη σε ένα δοχείο με νερό. Τι μπορείς να κάνεις για να επιπλεύσει; \_\_\_\_\_

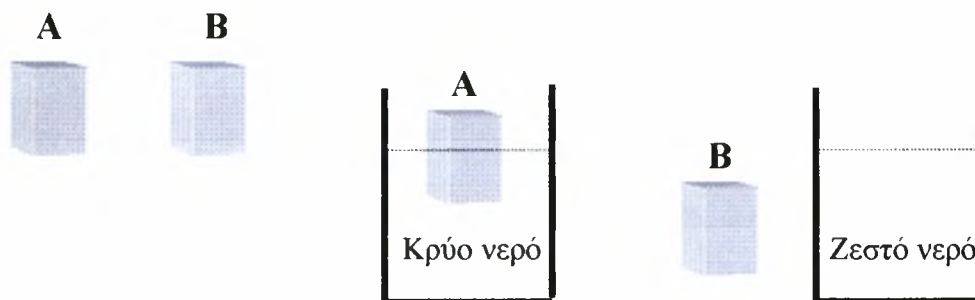


Γιατί πιστεύεις ότι θα επιπλεύσει; \_\_\_\_\_

Μπορείς να το δείξεις με ένα σχήμα;



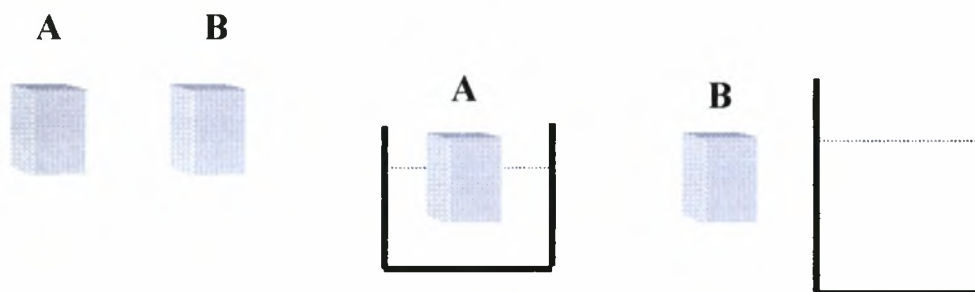
9. Τα αντικείμενα A και B είναι πανομοιότυπα: έχουν ίδιο σχήμα, μάζα και όγκο. Στο σχήμα φαίνεται το επίπεδο στο οποίο επιπλέει το αντικείμενο A σε ένα δοχείο με κρύο νερό, ενώ το B θα αφηθεί σε ένα δοχείο που περιέχει ζεστό νερό. Μπορείς να σχεδιάσεις πώς θα επιπλέει το αντικείμενο B;



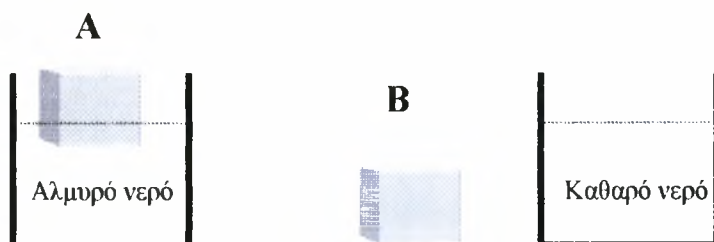
10. Τα αντικείμενα A και B είναι πανομοιότυπα: έχουν ίδιο σχήμα, μάζα και όγκο. Στο σχήμα φαίνεται το επίπεδο στο οποίο επιπλέει το A σε ένα δοχείο με νερό, ενώ το B θα αφηθεί σε ένα δοχείο που περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα νερού. Θα επηρεάσει η ποσότητα του νερού τον τρόπο με τον οποίο θα επιπλεύσουν τα αντικείμενα αυτά;

- Ναι
- Όχι

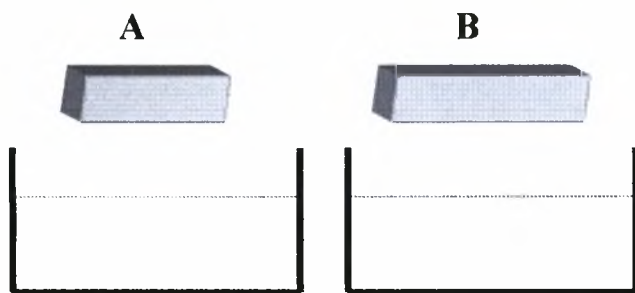
Πώς πιστεύεις ότι θα επιπλεύσει ο κύβος B; Μπορείς να το σχεδιάσεις;



11. Τα παρακάτω αντικείμενα, A και B, είναι πανομοιότυπα: έχουν ίδιο σχήμα, μάζα και όγκο. Το πρώτο τοποθετείται σε ένα δοχείο που περιέχει αλμυρό νερό και το δεύτερο σε ένα δοχείο με καθαρό νερό. Με βάση τον τρόπο που επιπλέει το αντικείμενο A μπορείς να σχεδιάσεις πώς θα επιπλέει το B;

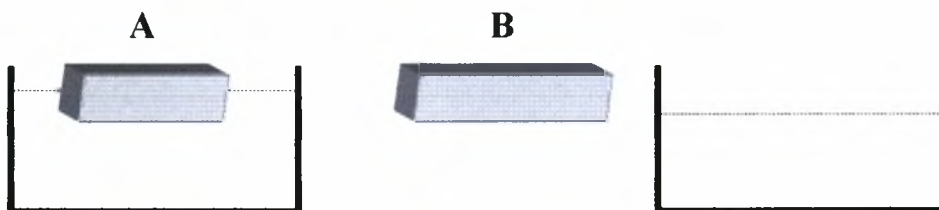


12. Τα αντικείμενα A και B έχουν το ίδιο σχήμα και είναι από το ίδιο υλικό. Το B, όμως, είναι πιο μακρύ από το A. Πιστεύεις ότι η διαφορά στο μήκος τους θα επηρεάσει τον τρόπο με τον οποίο θα επιπλεύσουν ή θα βυθιστούν ;



- Ναι
- Όχι

Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος με τον οποίο επιπλέει το αντικείμενο A σε ένα δοχείο που περιέχει νερό. Τι μπορείς να πεις για το B αν αφηθεί σε ένα ίδιο δοχείο που περιέχει την ίδια ποσότητα νερού;



- Το B θα επιπλεύσει σε υψηλότερο επίπεδο από το A
- Το B θα επιπλεύσει σε χαμηλότερο επίπεδο από το A
- Το B θα βυθιστεί
- Τα αντικείμενα A και B θα επιπλέουν με τον ίδιο τρόπο

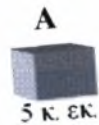
Δικαιολόγησε την επιλογή σου. \_\_\_\_\_

---

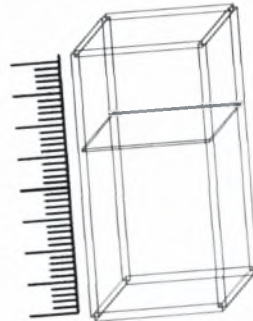
---

---

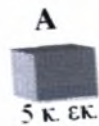
13. Ένα μεταλλικό αντικείμενο **A** 5 κυβικών εκατοστών βυθίζεται σε ένα ογκομετρικό δοχείο που περιέχει νερό όγκου 25 κυβικών εκατοστών. Μετά την βύθισή του μπορείς να προβλέψεις αν θα αυξηθεί, θα μειωθεί ή θα παραμείνει στα ίδια η στάθμη του νερού; \_\_\_\_\_



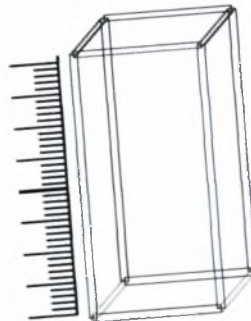
40 κ. εκ.  
35 κ. εκ.  
30 κ. εκ.  
25 κ. εκ.  
20 κ. εκ.  
15 κ. εκ.  
10 κ. εκ.  
5 κ. εκ.



Μπορείς να υπολογίσεις και να σχεδιάσεις την τελική ένδειξη της στάθμης του νερού; \_\_\_\_\_

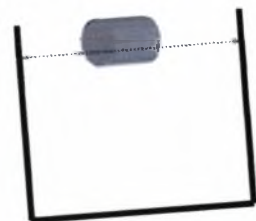


40 κ. εκ.  
35 κ. εκ.  
30 κ. εκ.  
25 κ. εκ.  
20 κ. εκ.  
15 κ. εκ.  
10 κ. εκ.  
5 κ. εκ.



14. Το παρακάτω σχήμα μας παρουσιάζει τον τρόπο που επιπλέει ένα φελλός σε ένα δοχείο με νερό. Γιατί πιστεύεις ότι συμβαίνει αυτό; \_\_\_\_\_

Πιστεύεις ότι υπάρχει κάποια δύναμη που κάνει το φελλό να επιπλέει; \_\_\_\_\_



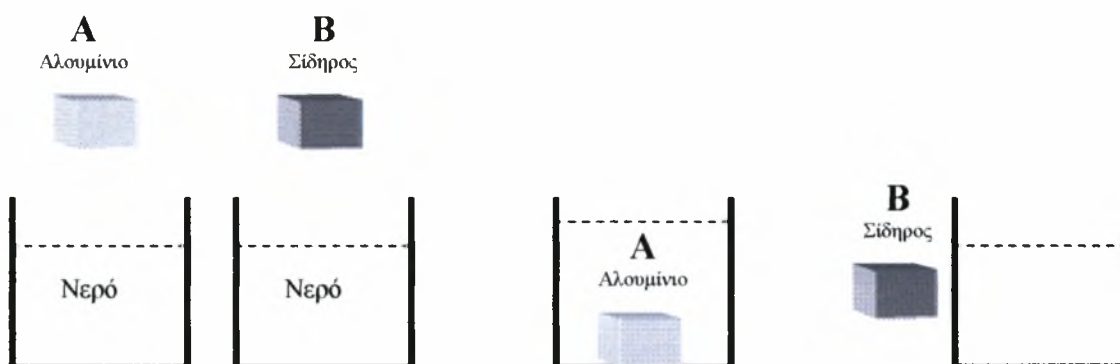
15. Υπάρχουν κάποιες δυνάμεις στο φελλό;

- Ναι
- Όχι

Αν πιστεύεις ότι υπάρχουν μπορείς να τις σχεδιάσεις και να σημειώσεις δίπλα ποιες είναι;



16. Δύο αντικείμενα, A και B, που έχουν ίδιο σχήμα και όγκο, αλλά διαφορετική μάζα (το A έχει μικρότερη μάζα και βάρος από το B) βυθίζονται και κάθονται στον πυθμένα σε δύο ίδια δοχεία που περιέχουν την ίδια ποσότητα νερού. Στο παρακάτω σχήμα δίνεται η τελική στάθμη του νερού στο πρώτο δοχείο, αφού βυθιστεί μέσα σε αυτό το αντικείμενο A. Μπορείς να προβλέψεις τι θα γίνει με τη στάθμη του νερού στο δεύτερο δοχείο μετά τη βύθιση του αντικειμένου B;

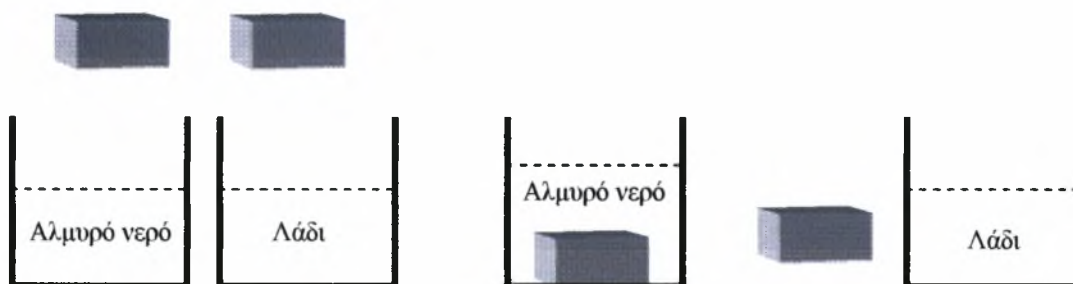


- Η στάθμη του νερού στο 2<sup>ο</sup> δοχείο θα ανέβει περισσότερο από το 1<sup>ο</sup> δοχείο
- Η στάθμη του νερού στο 2<sup>ο</sup> δοχείο θα ανέβει λιγότερο από το 1<sup>ο</sup> δοχείο
- Η στάθμη και στα δύο δοχεία θα είναι η ίδια

Γιατί, \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_



17. Δύο αντικείμενα ίδιου σχήματος, μάζας και όγκου βυθίζονται σε ίδια δοχεία που περιέχουν τον ίδιο όγκο υγρού. Το πρώτο δοχείο περιέχει αλμυρό νερό και το δεύτερο λάδι. Η τελική στάθμη στο δοχείο με το αλμυρό νερό παρουσιάζεται παρακάτω. Μπορείς να προβλέψεις τη στάθμη στο δοχείο με το λάδι μετά τη βύθιση του αντικειμένου μέσα σε αυτό;



- Η στάθμη του αλμυρού νερού θα είναι υψηλότερη από αυτή του λαδιού
- Η στάθμη του λαδιού θα είναι υψηλότερη από αυτή του αλμυρού νερού
- Η στάθμη και στα δύο δοχεία θα είναι η ίδια

Γιατί; \_\_\_\_\_

---

---

18. Έχεις ξανακούσει τον όρο «άνωση»;

- Ναι
- Όχι

Αν έχεις ξανακούσει για την «άνωση», τι νομίζεις ότι είναι; \_\_\_\_\_

---

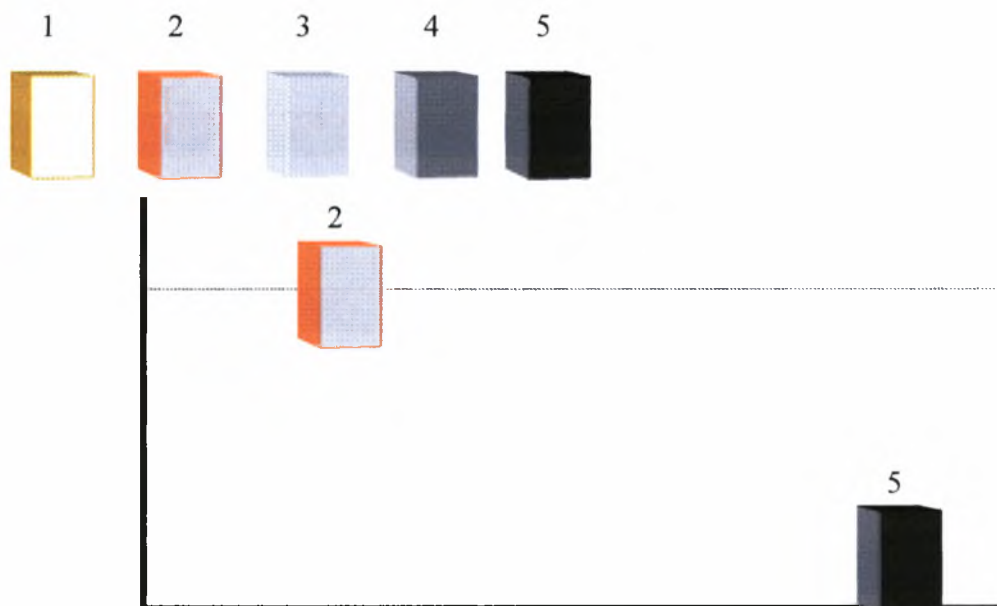
---

Μπορείς να αναφέρεις κάποια παραδείγματα στα οποία φαίνεται η ύπαρξή της; \_\_\_\_\_

---

---

19. Παρακάτω έχουμε πέντε αντικείμενα ίδιου σχήματος και όγκου, από διαφορετικό υλικό το καθένα. Τα αντικείμενα είναι ταξινομημένα με βάση τη μάζα τους (ή το βάρος τους) ξεκινώντας από αυτό που έχει τη μικρότερη μάζα (ή βάρος), δηλ. το (1) προς αυτό που έχει τη μεγαλύτερη (5). Τα αντικείμενα (2) και (5) αφήνονται σε ένα δοχείο που περιέχει νερό και βλέπουμε την τελική τους θέση. Αν αφήσουμε και τα υπόλοιπα τρία αντικείμενα, μπορείς να προβλέψεις την τελική τους θέση. Σχεδίασε τη θέση των αντικειμένων (1), (3) και (4) στο ακόλουθο σχήμα.



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

### Εισαγωγή στο σωματιδιακό μοντέλο<sup>\*</sup>

---

<sup>\*</sup> Το σωματιδιακό μοντέλο προέρχεται από την διδακτορική διατριβή του Γραμμένου (2004).

## Ένα φανταστικό ταξίδι στο κόσμο των σωματιδίων

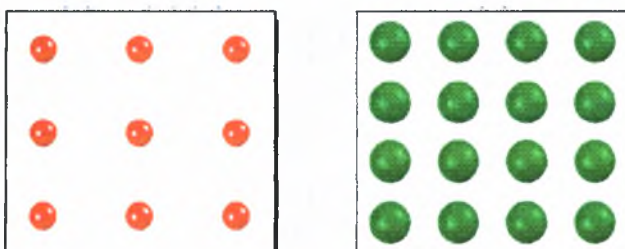
Μπορούμε να φανταστούμε ότι όλα τα υλικά αντικείμενα είναι φτιαγμένα από πολύ μικρά σωματίδια που είναι σαν μπάλες.

Υπάρχουν μικρότερα και μεγαλύτερα σωματίδια και τα συμβολίζουμε με μικρότερους ή μεγαλύτερους κύκλους. Τα μεγαλύτερα σωματίδια έχουν πολλή ύλη και τα μικρότερα λίγη (εικόνα 1).

Τα σωματίδια σε άλλα αντικείμενα είναι πιο κοντά και σε άλλα πιο μακριά.

Τα σωματίδια δεν κόβονται, δεν αλλάζουν ούτε σχήμα, ούτε μέγεθος.

Μεταξύ των σωματιδίων δεν υπάρχει τίποτε.



**Εικόνα 1:** Συμβολισμός των σωματιδίων δύο διαφορετικών αντικειμένων. Στα αντικείμενα αυτά το είδος των σωματιδίων και οι αποστάσεις μεταξύ τους διαφέρουν.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

Φυλλάδια Εργασίας μαθητών/ριών  
για τη διδασκαλία  
της ενότητας  
«Πυκνότητα»\*

---

\* Οι ερωτήσεις των φυλλαδίων εργασίας της ενότητας «Πυκνότητα» προέρχονται από τη διδακτορική διατριβή του Γραμμένου (2004)



## Πυκνότητα (1)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Δύο κύβοι, ένας σιδερένιος κι ένας ξύλινος, έχουν τον ίδιο όγκο. Με τη βοήθεια του ζυγού βλέπουμε ότι ο σιδερένιος κύβος είναι βαρύτερος από τον ξύλινο. Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;.....

Κάνε μια ζωγραφιά για να εξηγήσεις γιατί ο κύβος από σίδηρο ζυγίζει περισσότερο.

Κύβος από σίδηρο

Κύβος από ξύλο

### Ατομική εργασία 2

Πήγαινε στην πρώτη ενότητα του λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας και κάνε τη δραστηριότητα στην σελίδα 1.

### Ατομική εργασία 3

Πήγαινε στην πρώτη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες που προτείνονται στη σελίδα 2.

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Συζητήστε στην ομάδα σας γιατί οι κύβοι, στην ατομική δραστηριότητα 1, ενώ έχουν τον ίδιο όγκο, ο κύβος από σίδηρο ζυγίζει περισσότερο από τον ξύλινο κύβο. Έπειτα γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 2**

Συζητήστε στην ομάδα σας αν ο σιδερένιος κύβος έχει την ίδια πυκνότητα με τον ξύλινο και γράψτε το συμπέρασμα που καταλήξατε:.....  
.....

### **Ατομική εργασία 4**

Κάνε ένα σχήμα για να δείξεις την πυκνότητα των δύο κύβων χρησιμοποιώντας σωματίδια.

Κύβος από σίδηρο

Κύβος από ξύλο

### **Ομαδική δραστηριότητα 3**

Συζητήστε στην ομάδα σας πώς μπορούμε να δείξουμε ότι ο κύβος από σίδηρο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον ξύλινο κύβο και κατόπιν γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ατομική εργασία 5**

Πήγαινε στην πρώτη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 3,4, 5 και 6.

### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Συζητήστε στη τάξη τα παρακάτω θέματα:

- Δύο σώματα, Α και Β έχουν τον ίδιο όγκο. Τι πρέπει να κάνουμε για να δούμε αν έχουν και την ίδια πυκνότητα;
- Αν τα σώματα αυτά έχουν διαφορετική πυκνότητα, πώς μπορούμε να βρούμε ποιο έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το άλλο;

## Πυκνότητα (2)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

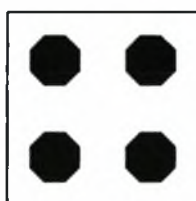
Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Πήγαινε στην δεύτερη ενότητα του λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας» και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 1,2 και 3.

### Ατομική εργασία 2

Στο σχήμα που ακολουθεί βλέπουμε 4 σωματίδια να βρίσκονται σε μια μονάδα όγκου:

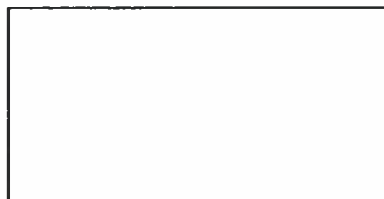


Αντικείμενο  
A

Στους παρακάτω όγκους βάλε όσα σωματίδια απαιτούνται για να κάνεις ένα σχήμα με τη μισή πυκνότητα από το αντικείμενο A.



Μισή μονάδα όγκου



Δύο μονάδες όγκου

### Ατομική εργασία 3

Πήγαινε στην δεύτερη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 4 και 5.

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Συζητήστε στην ομάδα σας ποια είναι η σχέση ανάμεσα στην πυκνότητα ενός σώματος και στην απόσταση των σωματιδίων του μεταξύ τους. Έπειτα γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Έχετε ένα κομμάτι ψίχας και το πιέζετε δυνατά με τα χέρια σας. Συζητήστε στην ομάδα σας τι έχει συμβεί στην ψίχα και συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

	Μεγαλώνει	Μένει ίδιος/α	Μικραίνει
Ο όγκος της ψίχας			
Η μάζα της ψίχας			
Η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων της ψίχας			
Ο αριθμός των σωματιδίων της ψίχας			
Η πυκνότητά της			

### Ατομική εργασία 4

Μπορείς να δείξεις με ένα σχήμα πώς είναι δυνατό δύο κύβοι, Α και Β, να έχουν ίδια μάζα, αλλά ο Α να έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από το Β;

Κύβος Α

Κύβος Β

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Συζητήστε στην ομάδα σας πώς μπορούμε να δείξουμε ότι δύο σώματα με την ίδια μάζα έχουν διαφορετική πυκνότητα και κατόπιν γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ατομική εργασία 3**

Πήγαινε στην δεύτερη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 6 και 7.

### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Συζητήστε στην τάξη σας ποια σχέση συνδέει τον όγκο με την πυκνότητα.

## Πυκνότητα (3)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Πήγαινε στην τρίτη ενότητα του λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας» και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 1 και 2.

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Συζητήστε με την ομάδα σας και γράψτε παρακάτω αντικείμενα από την καθημερινή σου ζωή που έχουν:

μεγάλο όγκο και μικρή μάζα:.....

.....

μικρό όγκο και μεγάλη μάζα:.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Συζητήστε με την ομάδα σας και κατόπιν γράψτε παρακάτω τι νομίζετε ότι μας δείχνει η πυκνότητα.....

.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Συζητήστε στην τάξη τα παραπάνω συμπεράσματά σας.

### Ομαδική δραστηριότητα 4

Συζητήστε στην τάξη σας πότε η πυκνότητα ενός αντικειμένου είναι μεγάλη.

### Ατομική εργασία 2

Πήγαινε στην τρίτη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 3 και 4.



### **Ατομική εργασία 3**

Πήγαινε στην τρίτη ενότητα του λογισμικού στις σελίδες 5 – 7 και κάνε τις δραστηριότητες που προτείνονται.

### **Ομαδική δραστηριότητα 5**

Συζητήστε στην ομάδα σας πώς μπορούμε να δείξουμε ότι δύο κύβοι με διαφορετική μάζα και διαφορετικό όγκο έχουν και διαφορετική πυκνότητα.

### **Ατομική εργασία 4**

Χρησιμοποιώντας σωματίδια ζωγράφισε δύο κύβους, Α και Β, που να έχουν διαφορετική μάζα, διαφορετικό όγκο και ο κύβος Α να έχει μεγαλύτερη πυκνότητα από τον κύβο Β.

Κύβος Α

Κύβος Β

### **Ατομική εργασία 5**

Κάνε την δραστηριότητα που προτείνεται στη σελίδα 9 της τρίτης ενότητας του λογισμικού.

### **Ομαδική δραστηριότητα 6**

Ποιο από τα παρακάτω σώματα έχει τη μεγαλύτερη πυκνότητα;

Το Α έχει 24 μονάδες μάζας σε 4 μονάδες όγκου

Το Β έχει 10 μονάδες μάζας σε 2 μονάδες όγκου

Το Γ έχει 21 μονάδες μάζας σε 7 μονάδες όγκου

Το Δ έχει 15 μονάδες μάζας σε 3 μονάδες όγκου

Συζητήστε με την ομάδα σας πώς μπορούμε να βρούμε το σώμα αυτό.

## Πυκνότητα (4)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_ / \_\_ /2006

### Ατομική εργασία 1

Πήγαινε στην τέταρτη ενότητα του λογισμικού «Το τετράδιο της πυκνότητας» και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 1, 2 και 3.

### Ατομική εργασία 2

Γράψε τις πυκνότητες των αντικειμένων που βρήκες στη σελίδα 3.

Φελιζολ: \_\_\_\_\_ ξύλο: \_\_\_\_\_ μάρμαρο: \_\_\_\_\_ σίδηρος: \_\_\_\_\_

### Ατομική εργασία 3

Πήγαινε στην τέταρτη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 4 και 5.

### Ατομική εργασία 5

Σύγκρισε τις πυκνότητες των κύβων της σελίδας 5 του λογισμικού με τις πυκνότητες των παραπάνω αντικειμένων που έχεις καταγράψει. Τι παρατηρείς ως προς την πυκνότητα των αντικειμένων και των κύβων που είναι φτιαγμένοι από το ίδιο υλικό;

.....  
.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Συζητήστε στην ομάδα σας αν αντικείμενα από σίδηρο, όπως ένα καρφί ή μια τανάλια, έχουν την ίδια ή διαφορετική πυκνότητα και κατόπιν γράψτε το συμπέρασμά σας:.....

.....  
.....

Γιατί συμβαίνει αυτό;.....  
.....  
.....

#### Ατομική εργασία 4

Πήγαινε στην τέταρτη ενότητα του λογισμικού και κάνε τις δραστηριότητες στις σελίδες 6 και 7.

#### Ομαδική δραστηριότητα 2

Συζητήστε στην ομάδα σας τι παρατηρείτε στην 7<sup>η</sup> σελίδα κάνοντας κλικ σε διαφορετικά σημεία ενός αντικειμένου. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Ίδιος/α	Διαφορετικός/η
Ο αριθμός των σωματιδίων είναι:		
Η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων είναι:		
Το είδος των σωματιδίων είναι:		
Η πυκνότητα σε κάθε σημείο του αντικειμένου είναι:		

#### Ομαδική δραστηριότητα 3

Παίρνετε στα χέρια σας ένα κομμάτι πλαστελίνης και στη συνέχεια κολλάτε ένα άλλο κομμάτι πλαστελίνης. Συζητήστε στην ομάδα σας τι μένει ίδιο και τι αλλάζει. Κατόπιν συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Δεν αλλάζει	Μεγαλώνει	Μικραίνει
Μάζα			
Όγκος			
Πυκνότητα			
Αριθμός σωματιδίων			

#### Ομαδική δραστηριότητα 4

Παίρνετε δύο κομμάτια ψίχας από ένα ψωμί. Συζητήστε στην ομάδα σας αν τα δύο αυτά κομμάτια έχουν ίδια ή διαφορετική πυκνότητα και έπειτα γράψτε το συμπέρασμά σας:.....

.....  
.....

### Ομαδική δραστηριότητα 5

Στη συνέχεια πιέστε με δύναμη το ένα κομμάτι ψίχας. Συζητήστε στην ομάδα σας τι έχουν ίδιο και τι διαφορετικό τώρα τα παραπάνω κομμάτια ψίχας και συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

	Είναι ίδιος/α	Είναι διαφορετικός/η
Η μάζα τους		
Ο όγκος τους		
Η απόσταση μεταξύ των σωματιδίων		
Ο αριθμός των σωματιδίων		
Η πυκνότητά τους		

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

Φυλλάδια Εργασίας μαθητών/ριών  
για τη διδασκαλία  
της ενότητας  
«Στερεά, υγρά και αέρια»

## Στερεά, υγρά και αέρια (1)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_ / \_\_ /2006

### Ατομική εργασία 1

A) Μπορείς να αναφέρεις κάποια στερεά, υγρά και αέρια σώματα;

Στερεά:.....

Υγρά:.....

Αέρια:.....

B) Τι είναι για σένα ένα στερεό σώμα; .....

.....

Γ) Ποιο σώμα θεωρείς εσύ υγρό;.....

.....

Δ) Τι είναι για σένα τα αέρια;.....

.....

E) Από τι νομίζεις ότι αποτελείται ένα στερεό σώμα, ένα υγρό και ένα αέριο; Κάνε μια ζωγραφιά στην πίσω σελίδα για να δείξεις πώς φαντάζεσαι ένα στερεό, ένα υγρό κι ένα αέριο σώμα.

Στ) Σε τι πιστεύεις ότι διαφέρει ένα υγρό από ένα στερεό σώμα;.....

.....

.....

Ζ) Τι διαφορές θεωρείς ότι έχει ένα υγρό από ένα αέριο;.....

.....

.....



### Ομαδική δραστηριότητα 1

Α) Έχετε στη διάθεσή σας τα παρακάτω υλικά. Μπορείτε να τα ταξινομήσετε στην κατηγορία που ανήκουν; Βάλτε (v) στο κατάλληλο κουτάκι.

Υλικά	Στερεό	Υγρό	Αέριο
Μικρή πέτρα			
Μεταλλική ξύστρα			
Νερό			
Πορτοκαλάδα			

Β) Γεμίστε ένα γυάλινο ποτήρι με νερό μέχρι τη μέση και σημειώστε με μαρκαδόρο τη στάθμη του. Στη συνέχεια ρίξτε την πέτρα ή την ξύστρα μέσα. Τι παρατηρείτε;

.....  
.....  
.....

Γ) Γιατί πιστεύετε ότι συμβαίνει αυτό;.....

.....  
.....

Δ) Επαναλάβετε το προηγούμενο πείραμα ρίχνοντας, όμως, μέσα πορτοκαλάδα. Τι παρατηρείτε;.....

.....  
.....

Ε) Πώς το εξηγείτε;.....

.....  
.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Πάνω στο θρανίο σας έχετε μια λεκάνη με νερό κι ένα μπουκάλι που έχετε προηγουμένως αδειάσει το περιεχόμενό του.

A) Τι πιστεύετε ότι περιέχει μέσα το μπουκάλι; Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε την άποψή σας.....

.....

B) Βυθίστε το μπουκάλι πλάγια στη λεκάνη. Τι παρατηρείτε;.....

.....

.....

Γ) Γιατί πιστεύεις ότι γίνεται αυτό; Τι υπήρχε μέσα στο μπουκάλι;.....

.....

.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 3**

Έχετε στη διάθεσή σας μια λεκάνη με νερό, ένα διαφανές ποτήρι, και ένα κομμάτι βαμβάκι. Κολλήστε το βαμβάκι στον πυθμένα του ποτηριού, αναποδογυρίστε το ποτήρι και βυθίστε το, κάθετα, στη λεκάνη.

A) Τι παρατηρείτε;.....

.....

B) Γιατί πιστεύετε ότι συνέβη αυτό;.....

.....

.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Συζητείστε στην τάξη ποια είναι η κοινή ιδιότητα των στερεών, υγρών και αερίων σωμάτων και στη συνέχεια γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....

.....

.....

## Στερεά, υγρά και αέρια (2)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_ / \_\_ /2006

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Βάλτε μέσα σε μια σύριγγα μια μικρή πέτρα κι έπειτα πιέστε τη με το έμβολο. Τι παρατηρείτε ως προς το σχήμα της;.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Έχετε στη διάθεσή σας ένα ποτήρι νερό, ένα ογκομετρικό δοχείο κι έναν ογκομετρικό κύλινδρο. Αδειάστε το νερό από το ποτήρι, πρώτα στο δοχείο κι έπειτα στον ογκομετρικό κύλινδρο. Σημειώστε τις ενδείξεις και στις δύο περιπτώσεις.

Τι παραμένει σταθερό και τι αλλάζει στο πείραμα που εκτελέσατε; Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε τις παρατηρήσεις σας:.....

.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Έχετε στη διάθεσή σας δύο μπαλόνια διαφορετικού μεγέθους και σχήματος. Φουσκώστε το ένα μπαλόνι και στη συνέχεια δοκιμάστε να μεταφέρετε τον αέρα από το ένα μπαλόνι στο άλλο. Συζητήστε στην ομάδα σας για το σχήμα που παίρνει ο αέρας και γράψτε τις παρατηρήσεις σας: .....

.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 4

Συζητήστε στην τάξη για το σχήμα των στερεών, υγρών κι αερίων σωμάτων και γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 5**

A) Βάλτε σε μία σύριγγα μια μικρή πέτρα και πιέστε το έμβολο. Τι παρατηρείτε ως προς τον όγκο της πέτρας;.....  
.....  
.....

B) Γεμίστε τη σύριγγα με νερό, κλείστε με το δάχτυλό σας το ανοιχτό άκρο της και πιέστε το έμβολο. Τι παρατηρείτε;.....  
.....  
.....

Γ) Επαναλάβετε την προηγούμενη διαδικασία γεμίζοντας την σύριγγα με αέρα. Τι παρατηρείτε;.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 6**

Συζητήστε στην ομάδα σας πού οφείλονται οι πιο πάνω διαφορές. Κατόπιν γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ατομική εργασία 1**

Για να εξηγήσεις τις διαφορές αυτές κάνε ένα σχήμα που να δείχνει πώς φαντάζεσαι την πέτρα, το νερό και τον αέρα στη σύριγγα, ΠΡΙΝ και ΜΕΤΑ την άσκηση πίεσης με τα δάχτυλά σου στο έμβολο. Συμβόλισε τα μόρια του στερεού, του υγρού και του αερίου σαν μικρές σφαίρες. (Η ύλη αποτελείται από μικροσκοπικά σωματίδια, που ονομάζονται μόρια και τα παριστάνουμε σαν μικρές σφαίρες).

Στερεό πριν την πίεση

Στερεό μετά την πίεση

Υγρό πριν την πίεση

Υγρό μετά την πίεση

Αέριο πριν την πίεση

Αέριο μετά την πίεση

### **Ομαδική δραστηριότητα 7**

Συζητήστε στην ομάδα σας αν στις παραπάνω περιπτώσεις η πυκνότητα έχει αλλάξει ή όχι και κατόπιν γράψτε το συμπέρασμά σας: .....

.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 8**

Συζητήστε στην ομάδα σας, γιατί νομίζεται ότι τα υγρά δεν συμπιέζονται, ενώ τα αέρια συμπιέζονται. Γράψτε τα συμπεράσματά σας.

Συμπέρασμα:.....

.....  
.....

### Στερεά, υγρά και αέρια (3)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_\_ / \_\_\_ /2006

#### Ατομική εργασία 1

Συμπλήρωσε τον παρακάτω πίνακα που αφορά στις ιδιότητες των σωμάτων βάζοντας (v) στο κατάλληλο κουτάκι.

Σώματα	Καταλαμβάνουν χώρο	Έχουν σταθερό όγκο	Έχουν σταθερό σχήμα	Δεν έχουν σταθερό σχήμα	Παίρνουν τον όγκο του χώρου που βρίσκονται κάθε φορά
Στερεά					
Υγρά					
Αέρια					

#### Ομαδική δραστηριότητα 1

Συζητήστε στην τάξη σας τα ακόλουθα θέματα:

- Ομοιότητες και διαφορές των υγρών με τα στερεά.
- Ομοιότητες και διαφορές των υγρών με τα αέρια.

#### Ατομική εργασία 2

Με βάση τα συμπεράσματα της πιο πάνω συζήτησης στην τάξη απάντησε στα παρακάτω θέματα:

A) Ποιες είναι οι ιδιότητες των υγρών σωμάτων;.....

.....

B) Ποιες είναι οι κοινές ιδιότητες ενός υγρού κι ενός στερεού σώματος;

.....

.....

Γ) Σε τι διαφέρει ένα υγρό από ένα στερεό σώμα;.....

.....



Δ) Ποιες είναι οι κοινές ιδιότητες ενός υγρού κι ενός αερίου σώματος;

.....  
.....

Ε) Σε τι διαφέρει ένα υγρό από ένα αέριο;.....

.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 2**

Τα λάστιχα των αυτοκινήτων γεμίζουν με αέρα. Τι θέλουμε να πετύχουμε με αυτό;

.....  
.....

Σε ποια ιδιότητα των αερίων στηρίζεται κάτι τέτοιο;.....

.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 3**

Στο μπουκάλι πολλών αποσμητικών χώρου υπάρχουν κάποια αέρια που βγαίνουν, κατά τον ψεκασμό, μαζί με το άρωμα. Για ποιο λόγο γίνεται αυτό;.....

.....

Σε ποια ιδιότητα των αερίων στηρίζεται;.....

.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Γιατί πρέπει να ενδιαφερόμαστε όλοι αν ένα εργοστάσιο με τα φουγάρα του μολύνει την ατμόσφαιρα κι όχι μόνο οι κατοίκους της περιοχής στην οποία βρίσκεται;

.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 5**

Προκειμένου το κεριά να πάρει ένα συγκεκριμένο σχήμα, πρώτα θερμαίνεται μέχρι να γίνει υγρό κι έπειτα ρίχνεται σε καλούπια για να κρυώσει και να ξαναγίνει στερεό.

Ποια ιδιότητα των υγρών εκμεταλλευόμαστε σε αυτή την περίπτωση;.....

.....  
.....

Μπορείς να αναφέρεις και κάποιες άλλες τέτοιες περιπτώσεις;.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 6**

Αν βάλουμε ένα γυάλινο μπουκάλι με νερό στην κατάψυξη για κάποια ώρα θα δούμε ότι το μπουκάλι σπάζει όταν το νερό γίνει πάγος. Ποια διαφορά στις ιδιότητες των υγρών με τα στερεά σώματα βρίσκεται πίσω από αυτό το φαινόμενο;.....  
.....  
.....

### **Ομαδική δραστηριότητα 7**

Η φιάλη από το γκαζάκι που έχουμε στην κουζίνα μας γράφει στη βάση της «αέριο υπό πίεση». Τι προσπαθούμε να πετύχουμε με αυτόν τον τρόπο;.....  
.....

Ποια ιδιότητα των αερίων εκμεταλλευόμαστε;.....  
.....

Μπορείς να αναφέρεις παρόμοια παραδείγματα;.....  
.....  
.....

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VI

Φυλλάδια Εργασίας μαθητών/ριών  
για τη διδασκαλία  
της ενότητας  
«Υδροστατική πίεση»

## Υδροστατική πίεση (1)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

A) Όταν το καλοκαίρι κάνεις βουτιά στη θάλασσα σε κάποιο βάθος, τι αισθάνεσαι στα αυτιά σου;.....

.....

Μπορείς να δώσεις κάποια εξήγηση γι' αυτό;.....

.....

B) Τι νομίζεις ότι σημαίνει η λέξη **πίεση**;.....

.....

Μπορείς να δώσεις κάποια παραδείγματα στα οποία νομίζεις ότι υπάρχει **πίεση**;.....

.....

.....

Γ) Ξέρεις τι είναι η υδροστατική πίεση; Βάλε (v) στο κατάλληλο κουτάκι.

Ναι  Όχι

Αν η επιλογή σου είναι **Ναι** απάντησε στα παρακάτω:

Τι πιστεύεις ότι είναι;.....

.....

Μπορείς να αναφέρεις μερικά παραδείγματα;.....

.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Τον 17<sup>ο</sup> αιώνα ο Πασκάλ πραγματοποίησε ένα πείραμα στο οποίο πήρε ένα βαρέλι που περιείχε νερό, άνοιξε μια μικρή τρύπα στην πάνω επιφάνεια και προσάρμοσε ένα μικρό σωλήνα που είχε ύψος μερικά μέτρα. Προσθέτοντας μια μικρή ποσότητα νερού ο σωλήνας γέμισε και τότε με μεγάλη έκπληξη οι παραβρισκόμενοι είδαν τα τοιχώματα του βαρελιού να σπάζουν και το νερό να χύνεται έξω.

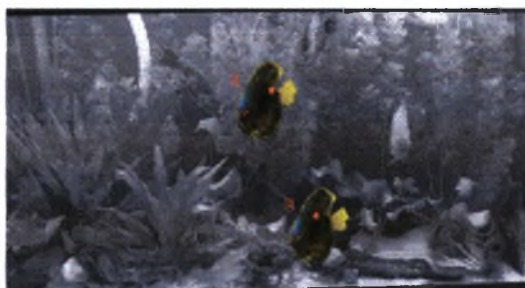


Συζητήστε στην τάξη τα ακόλουθα θέματα:

- Τι προκάλεσε το σπάσιμο του βαρελιού.
- Τι ρόλο έπαιξε ο μικρός σωλήνας με νερό στο συγκεκριμένο συμβάν.

### Ατομική εργασία 2

Σε ένα ενυδρείο δύο ίδια ψάρια, Α και Β, κολυμπούν σε διαφορετικό βάθος. Πιστεύεις ότι αισθάνονται την ίδια πίεση από το νερό σε κάποιο σημείο στη ράχη τους; Δικαιολόγησε την απάντησή σου:.....



.....  
 .....  
 .....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Έχετε στη διάθεσή σας ένα μανόμετρο (είναι το όργανο με το οποίο μετράμε την πίεση σε ένα υγρό) κι ένα διαφανές δοχείο ύψους 30 εκατοστών το οποίο είναι γεμάτο με νερό. Με ένα μαρκαδόρο και με τη βοήθεια ενός χάρακα χωρίστε το δοχείο σε τρία ίσα μέρη των 10 εκατοστών. Βυθίστε το μανόμετρο στο νερό σε βάθος 10 εκατοστών στην αρχή, 20 εκατοστών έπειτα και τέλος σε βάθος 30 εκατοστών, σύμφωνα με τα σημάδια που ήδη έχετε βάλει, και σημειώστε τις ενδείξεις του. Τι παρατηρείτε;.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Έχετε στη διάθεσή σας μία λεκάνη κι ένα άδειο πλαστικό μπουκάλι νερού 1 ½ λίτρου. Ανοίξτε με ένα μικρό καρφί 3 τρύπες στο μπουκάλι, σε διαφορετικό ύψος, την μια κάτω από την άλλη, και κλείστε τες με πλαστελίνη. Βάλτε το μπουκάλι μέσα στη λεκάνη, γεμίστε το με νερό και αφαιρέστε την πλαστελίνη ταυτόχρονα.

A) Τι παρατηρείτε για τον τρόπο που το νερό τρέχει από τις τρύπες αυτές;.....

.....

B) Γιατί συμβαίνει αυτό; Συζητήστε το στην ομάδα σας κι απαντήστε παρακάτω.

.....

.....

Επομένως, με βάση τις παραπάνω δραστηριότητες ποιος παράγοντας επηρεάζει την

πίεση σε ένα υγρό (**υδροστατική πίεση**); Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε το συμπέρασμά σας:

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

### **Ατομική εργασία 3**

Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις πώς φαντάζεσαι, στο πείραμα που εκτελέσατε, τα μόρια του νερού μέσα στο μπουκάλι; (Συμβόλισέ τα σαν μικρές σφαίρες).

### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Με βάση το σχήμα που έκανες συζητήσε στην ομάδα σου αν αλλάζει η πυκνότητα του νερού με το βάθος. Κατόπιν επιλέξτε αυτό που θεωρείτε σωστό πιο κάτω:

Η πυκνότητα του νερού σε σχέση με το βάθος: Αλλάζει  Δεν αλλάζει

Αν επιλέξατε ότι **αλλάζει** τότε συζητήστε το παρακάτω θέμα:

Αν η πυκνότητα του νερού άλλαζε με το βάθος, τότε τι θα συνέβαινε στο νερό όταν το πιέζατε με το έμβολο μέσα στη σύριγγα; .....

Συνέβη κάτι τέτοιο; .....

Επομένως σε τι συμπέρασμα καταλήγετε;.....  
.....

### **Ατομική εργασία 4**

Διάβασε ξανά την πιο πάνω ερώτηση σχετικά με την πίεση που αισθάνονται δύο ψάρια που κινούνται σε διαφορετικό βάθος σε ένα ενυδρείο. Με βάση το συμπέρασμα που καταλήξατε για τον παράγοντα που επηρεάζει την πίεση στο νερό, ποιο ψάρι, το Α ή το Β, αισθάνεται περισσότερη πίεση και γιατί;.....  
.....

Β) Έλεγξε την απάντηση που είχες δώσει. Πιστεύεις και τώρα το ίδιο ή έχει αλλάξει κάτι;.....  
.....



## Υδροστατική πίεση (2)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

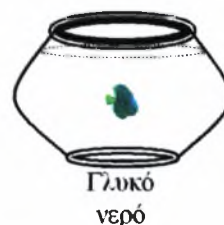
Σε δύο όμοιες γυάλες κολυμπούν δύο ψάρια στο ίδιο βάθος. Η μία γυάλα, όμως περιέχει αλμυρό νερό, ενώ η άλλη νερό από τη βρύση (γλυκό νερό).

A) Αισθάνονται τα δύο ψάρια την ίδια πίεση από το νερό (υδροστατική πίεση); Βάλτε (v) σε αυτό που θεωρείς σωστό.

- Και τα δύο ψάρια αισθάνονται την ίδια πίεση.

- Το ψάρι στο αλμυρό νερό αισθάνεται περισσότερη πίεση.

- Το ψάρι στο γλυκό νερό αισθάνεται περισσότερη πίεση.



B) Μπορείς να δικαιολογήσεις την απάντησή σου;.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας δύο όμοια δοχεία γεμάτα νερό που η στάθμη τους είναι στο ίδιο ύψος και ένα μανόμετρο. Ρίξτε αρκετό αλάτι στο ένα από αυτά και ανακατέψτε καλά.

A) Πιστεύετε ότι η πίεση του νερού στον πυθμένα των δύο αυτών δοχείων θα είναι ίδια ή διαφορετική; Συζητήστε το στην ομάδα σας κι απαντήστε πιο κάτω:.....

.....

B) Με τη βοήθεια του μανομέτρου μετρήστε την πίεση στον πυθμένα των δύο αυτών δοχείων. Τι παρατηρείτε;.....

.....

Γ) Με βάση το πείραμα που μόλις εκτελέσατε, ποιον άλλο παράγοντα βρήκατε να επηρεάζει την πίεση σε ένα υγρό. Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε το συμπέρασμά σας.....

.....

.....

### **Ατομική εργασία 2**

Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις πώς φαντάζεσαι, στο πείραμα που εκτελέσατε, τα μόρια του καθαρού νερού και τα μόρια του αλατόνερου, μέσα στα δύο δοχεία; (Συμβόλισέ τα σαν μικρές σφαίρες).

### **Ομαδική δραστηριότητα 2**

Με βάση το σχέδιο που έχεις κάνει συζήτησε στην ομάδα σου σε τι διαφέρουν τα δύο αυτά υγρά και έπειτα γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω:.....

.....

.....

### **Ατομική εργασία 4**

Διάβασε ξανά την *1<sup>η</sup> ατομική εργασία* σχετικά με την πίεση που αισθάνονται δύο ψάρια που κινούνται, στο ίδιο βάθος, σε γυάλες που η μία περιέχει αλμυρό και η άλλη γλυκό νερό.

A) Με βάση το συμπέρασμα που καταλήξατε για τον παράγοντα που επηρεάζει την πίεση στο νερό, ποιο ψάρι, του αλμυρού ή του γλυκού νερού, αισθάνεται περισσότερη πίεση και γιατί;

.....

.....

B) Έλεγξε την απάντησή που είχες δώσει. Πιστεύεις και τώρα το ίδιο ή έχει αλλάξει κάτι;.....

.....

.....

### Υδροστατική πίεση (3)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

#### Ατομική εργασία 1

Δύο όμοια ψάρια κολυμπούν στο ίδιο βάθος σε δύο, διαφορετικού μεγέθους, γυάλες.



A) Αισθάνονται, σε κάποιο σημείο στη ράχη τους, την ίδια πίεση από το νερό; Υπογράμμισε αυτό που θεωρείς σωστό.

- Και τα δυο ψάρια αισθάνονται την ίδια πίεση από το νερό.
- Το ψάρι στη μικρότερη γυάλα αισθάνεται την περισσότερη πίεση.
- Το ψάρι στη μεγαλύτερη γυάλα αισθάνεται την περισσότερη πίεση

B) Μπορείς να γράψεις λίγα λόγια για να δικαιολογήσεις την επιλογή σου;

.....  
.....

#### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας δύο διαφορετικού μεγέθους δοχεία κι ένα μανόμετρο. Βάλτε τα δοχεία το ένα δίπλα από το άλλο και γεμίστε τα με νερό, έτσι, ώστε η στάθμη τους να βρίσκεται στο ίδιο ύψος.

A) Αν μετρούσαμε την πίεση του νερού στον πυθμένα των δύο αυτών δοχείων θα βρίσκαμε ότι είναι ίδια ή διαφορετική; Συζητήστε το στην ομάδα σας κι απαντήστε πιο κάτω:.....  
.....

B) Με τη βοήθεια του μανομέτρου μετρήστε την πίεση στον πυθμένα των δύο αυτών δοχείων. Τι παρατηρείτε;.....  
.....  
.....

## Ατομική εργασία 2

Μπορείς να κάνεις μια ζωγραφιά για να δείξεις πώς φαντάζεσαι, στο πείραμα που εκτελέσατε, τα μόρια του νερού μέσα στα δυο, διαφορετικού μεγέθους, δοχεία;

## Ομαδική δραστηριότητα 2

Με βάση το σχήμα που έκανες συζητήσε στην ομάδα σου αν το νερό μέσα στα δύο, διαφορετικού μεγέθους, δοχεία έχει την ίδια ή διαφορετική πυκνότητα. Κατόπιν επιλέξτε αυτό που θεωρείτε σωστό πιο κάτω.

Η πυκνότητα του νερού στα δύο δοχεία: Είναι η ίδια  Είναι διαφορετική

Αν επιλέξατε ότι είναι διαφορετική τότε συζητήστε το παρακάτω θέμα:

Αν η πυκνότητα του νερού αλλάζει όταν βρεθεί σε διαφορετικό δοχείο, τότε τι θα συνέβαινε στο νερό όταν το πιέζατε με το έμβολο μέσα στη σύριγγα; .....

.....

Επομένως σε τι συμπέρασμα καταλήγεται;.....

.....

## Ομαδική δραστηριότητα 3

Έχετε στη διάθεσή σας δύο άδεια πλαστικά μπουκάλια νερού, το ένα ½ λίτρου και το άλλο 1 ½ λίτρου, μία κανάτα νερό και μία λεκάνη. Βάλτε τα μπουκάλια μέσα στη λεκάνη, ανοίξτε στο καθένα με ένα μικρό καρφί μία τρύπα, 5 εκ. από τον πυθμένα τους, και κλείστε τη με πλαστελίνη. Γεμίστε τα με νερό, έτσι, ώστε η στάθμη του στα δύο μπουκάλια να είναι στο ίδιο ύψος.

A) Αν αφαιρέσετε την πλαστελίνη, ταυτόχρονα και από τα δύο μπουκάλια, πώς πιστεύετε ότι θα τρέξει το νερό από τις τρύπες των μπουκαλιών; Μπορείτε να δείξετε στο παρακάτω σχήμα;



B) Αφαιρέστε ταυτόχρονα την πλαστελίνη από τις τρύπες και, προσθέτοντας νερό με την κανάτα, προσπαθήστε να κρατήσετε την στάθμη, και στα δύο μπουκάλια, στο αρχικό τους επίπεδο. Τι παρατηρείτε για τον τρόπο που το νερό τρέχει από τις τρύπες των μπουκαλιών;.....

Γ) Γιατί συμβαίνει αυτό; Συζητήστε το στην ομάδα σας κι απαντήστε παρακάτω.

#### **Ομαδική δραστηριότητα 4**

Με βάση τα πειράματα που μόλις εκτελέσατε, ποιους παράγοντες βρήκατε να μην επηρεάζουν την πίεση σε ένα υγρό. Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε το συμπέρασμά σας.

Συμπέρασμα:.....

#### **Ατομική εργασία 3**

Διάβασε ξανά την *1<sup>η</sup> ατομική εργασία* σχετικά με την πίεση που αισθάνονται δύο ψάρια που κινούνται, στο ίδιο βάθος, σε δύο, διαφορετικού μεγέθους, γυάλες.

A) Με βάση τα συμπεράσματα που έχετε καταλήξει για τους παράγοντες που επηρεάζουν ή όχι την υδροστατική πίεση, αισθάνονται τα δύο ψάρια ίδια ή διαφορετική πίεση; Δικαιολόγησε την απάντησή σου. ....

B) Έλεγξε την απάντηση που είχες δώσει. Πιστεύεις και τώρα το ίδιο ή έχει αλλάξει κάτι;.....

## Υδροστατική πίεση (4)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Έχουμε ανοίξει τρεις τρύπες, σε διαφορετικό ύψος, στο παρακάτω μπουκάλι και στη συνέχεια το γεμίζουμε με νερό. Μπορείς να σχεδιάσεις πώς θα τρέξει το νερό από τις τρύπες αυτές;



### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας ένα μπουκάλι αναψυκτικού  $\frac{1}{2}$  λίτρου (π.χ. κόκα-κόλα), μία κανάτα με νερό και μία λεκάνη. Βάλτε το μπουκάλι μέσα στη λεκάνη και ανοίξτε του μερικές τρύπες, με ένα μικρό καρφί, σε διάφορα σημεία του. Γεμίστε το με νερό και με την κανάτα προσπαθήστε να διατηρήσετε σταθερή τη στάθμη του.

A) Τι παρατηρείτε ως προς τον τρόπο που το νερό τρέχει έξω από τις τρύπες που ανοίξατε;.....

.....



Β) Μπορείτε να κάμετε ένα σχήμα που να δείχνει πώς το νερό βγαίνει από τις τρύπες αυτές;

Γ) Έχει διαφορές το πιο πάνω σχέδιο με αυτό της ατομικής εργασίας 1 και αν ναι σε ποια σημεία;.....

Δ) Γιατί πιστεύεται ότι συμβαίνει κάτι τέτοιο; Συζητήστε με την ομάδα σας και γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω.

Συμπέρασμα:.....

### Ατομική εργασία 2

Μπορείς να θυμηθείς και να σημειώσεις, στον παρακάτω πίνακα, τους παράγοντες που διαπίστωσες ότι επηρεάζουν την υδροστατική πίεση, καθώς κι αυτούς που είδες ότι δεν την επηρεάζουν;

Παράγοντες που <u>επηρεάζουν</u> την υδροστατική πίεση		
Παράγοντες που <u>δεν επηρεάζουν</u> την υδροστατική πίεση		

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ VII

Φυλλάδια Εργασίας μαθητών/ριών  
για τη διδασκαλία  
της ενότητας  
«Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων»

## Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων (1)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Μπορείς να αναφέρεις κάποια αντικείμενα που επιπλέουν στο νερό και κάποια άλλα που βυθίζονται;

Αντικείμενα που επιπλέουν:.....

.....

Αντικείμενα που βυθίζονται:.....

.....

### Ατομική εργασία 2

Γιατί πιστεύεις ότι κάποια σώματα επιπλέουν και κάποια άλλα βυθίζονται;.....

.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας μια μεγάλη λεκάνη με νερό, καθώς και τα παρακάτω αντικείμενα: 1 μπάλα του μπάσκετ, 1 μπαλάκι του ring-pong, 1 μπαλάκι του golf, 1 γυάλινο βόλο, 1 βόλο από πλαστελίνη, 1 ξύλινο κύβο, 1 άδειο γυάλινο μπουκάλι και 1 φελλό.

A) Μπορείτε να προβλέψετε ποια από τα παραπάνω αντικείμενα θα επιπλεύσουν και ποια θα βυθιστούν; Συζητείστε το στην ομάδα σας και δώστε την απάντησή σας παρακάτω.

Αντικείμενα που θα επιπλεύσουν:.....

.....

Αντικείμενα που θα βυθιστούν:.....

.....

B) Βάλτε καθένα από τα παραπάνω αντικείμενα στη λεκάνη με το νερό για να ελέγξετε αν επιπλέουν ή όχι και στη συνέχεια συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα:

Επιπλέουν	Βυθίζονται

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Ο Γιάννης ένας συμμαθητής σας στην Ε΄ τάξη, πιστεύει ότι τα βαρύτερα σώματα βυθίζονται και τα ελαφρύτερα επιπλέουν. Θεωρείτε σωστή την άποψή του ή όχι; Συζητήστε το στην ομάδα σας κι απαντήστε παρακάτω:.....

.....  
 .....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Με τη βοήθεια της ζυγαριάς βρείτε το βάρος των αντικειμένων που έχετε στη διάθεσή σας και κατόπιν συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Σώματα που επιπλέουν	Βάρος

Βάρος	Σώματα που βυθίζονται

Ισχύει πάντα ότι τα βαρύτερα αντικείμενα βυθίζονται και τα ελαφρύτερα επιπλέουν;

.....

Γνωρίζοντας μόνο το βάρος ενός αντικειμένου μπορούμε να προβλέψουμε με σιγουριά αν αυτό επιπλέει ή βυθίζεται στο νερό;

.....

.....

.....

#### Ομαδική δραστηριότητα 4

Η Μελίνα, μια συμμαθήτρια του Γιάννη, δεν συμφωνεί μαζί του και υποστηρίζει ότι τα σώματα με μικρό όγκο βυθίζονται και με μεγάλο επιπλέουν. Συμφωνείτε με αυτή την άποψη; Συζητείστε το στην ομάδα σας και δώστε την απάντησή σας παρακάτω.....

.....

.....

#### Ομαδική δραστηριότητα 4

Συζητείστε στην ομάδα σας και έχοντας ως βάση τον πίνακα που έχετε συμπληρώσει απαντήστε παρακάτω.

- Τα αντικείμενα με το μεγαλύτερο όγκο επιπλέουν, ενώ αυτά με το μικρότερο βυθίζονται. Σωστό  Λάθος

- Τα αντικείμενα με το μικρότερο όγκο επιπλέουν, ενώ αυτά με το μεγαλύτερο βυθίζονται. Σωστό  Λάθος

Γνωρίζοντας μόνο τον όγκο ενός αντικειμένου μπορούμε να βγάλουμε συμπεράσματα για το αν αυτό επιπλέει ή βυθίζεται στο νερό;

.....

.....

.....

#### Ομαδική δραστηριότητα 5

Συζητείστε στην τάξη σας το παρακάτω θέμα:

- Γνωρίζοντας μόνο το βάρος ή μόνο τον όγκο ενός αντικειμένου μπορούμε να προβλέψουμε αν το αντικείμενο αυτό θα επιπλέει ή όχι στο νερό;

## Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων (2)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Ο Χρήστος, μαθητής κι αυτός της Ε΄ τάξης, πιστεύει ότι ο αέρας που έχει ένα σώμα μέσα του το κάνει να επιπλέει. Συμφωνείς μαζί του;.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας μια λεκάνη με νερό και ένα μπαλάκι του golf.

Επιπλέει το μπαλάκι στο νερό; Ναι  Όχι

Βυθίζουμε το μπαλάκι στο νερό και με τη βοήθεια του δασκάλου ή της δασκάλας μας του ανοίγεται μια μικρή τρύπα με ένα μικρό καρφί. Τι παρατηρείτε.....

.....

Επομένως, τα σώματα που περιέχουν αέρα επιπλέουν πάντοτε στο νερό;.....

.....

### Ατομική εργασία 2

Ο Χρήστος πάλι θεωρεί ότι αν σε ένα σώμα που επιπλέει του ανοίξουμε τρύπες αυτό θα βυθιστεί. Εσύ τι πιστεύεις;.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Έχετε στη διάθεσή σας μια λεκάνη με νερό και ένα κομμάτι φελιζόλ.

Επιπλέει το φελιζόλ στο νερό; Ναι  Όχι

Ανοίγεται τρύπες στο φελιζόλ και στη συνέχεια το αφήνετε στη λεκάνη με το νερό. Τι παρατηρείτε.....

.....

Επομένως, αν ένα σώμα έχει τρύπες, αυτό σημαίνει ότι βυθίζεται στο νερό;

.....

.....



### Ατομική εργασία 3

Ο Ελένη που άκουσε τη συζήτηση των παιδιών υποστηρίζει ότι αν ένα αντικείμενο θα επιπλεύσει στο νερό ή θα βυθιστεί καθορίζεται από το αν είναι μακρύ ή όχι. Κάτι τέτοιο ισχύει, τι πιστεύεις; .....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Έχετε στη διάθεσή σας μια λεκάνη με νερό και δύο κομμάτια ξύλου διαφορετικού μήκους. Αφήνετε τα δύο αυτά κομμάτια στο νερό, τι παρατηρείτε.....

Επομένως, το μήκος των σωμάτων επηρεάζει την επίπλευσή τους;.....

### Ομαδική δραστηριότητα 4

Έχετε στη διάθεσή σας δύο ξύλινους κύβους διαφορετικού μεγέθους και τους αφήνετε σε ένα δοχείο με νερό.

Τι παρατηρείτε ως προς τον τρόπο που επιπλέουν;.....

Τι έχουν κοινό και σε τι διαφέρουν οι κύβοι αυτοί.

	Ίδιος/α	Διαφορετικός/ή
Όγκος		
Μάζα / βάρος		
Αριθμός σωματιδίων		
Απόσταση μεταξύ των σωματιδίων		
Πυκνότητα		

Επομένως, για ποιο λόγο οι δύο κύβοι επιπλέουν με τον ίδιο τρόπο; Συζητήστε το στην ομάδα σας, γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω και κατόπιν ανακοινώστε το στην τάξη:.....

### Ατομική εργασία 4

Έχετε στη διάθεσή σας έναν κύβο από ξύλο και δύο δοχεία που περιέχουν διαφορετική ποσότητα νερού. Πιστεύεις ότι ο ξύλινος κύβος θα επιπλεύσει με διαφορετικό τρόπο στο περισσότερο νερό σε σχέση με το λιγότερο;.....

.....  
.....  
**Ομαδική δραστηριότητα 5**

Αφήνετε τον ξύλινο κύβο να επιπλεύσει στο δοχείο με το λιγότερο νερό και στη συνέχεια τον μεταφέρετε στο δοχείο που περιέχει μεγαλύτερη ποσότητα νερού. Τι παρατηρείτε ως προς τον τρόπο που επιπλέει ο κύβος στα δύο δοχεία;.....  
.....

Επηρεάζει η ποσότητα του νερού τον τρόπο που επιπλέει ή βυθίζεται ένα αντικείμενο σε αυτό; Συζητήστε το στην ομάδα σας και γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω.

Συμπέρασμα:.....  
.....  
.....

**Ομαδική δραστηριότητα 5**

Έχετε ένα αυγό και δύο δοχεία που περιέχουν οινόπνευμα το ένα και αλμυρό νερό το άλλο σε ίσες ποσότητες. Πιστεύετε ότι υπάρχει διαφορά στον τρόπο που επιπλέει ή βυθίζεται το αυγό στα δύο υγρά;.....  
.....

Ρίχνουμε το αυγό, πρώτα στο οινόπνευμα και έπειτα στο αλμυρό νερό. Τι παρατηρείτε;.....  
.....

Σε τι διαφέρουν τα δύο αυτά υγρά;

	Ίδιος/α	Διαφορετικός/ή
Όγκος		
Μάζα / βάρος		
Αριθμός σωματιδίων		
Απόσταση μεταξύ των σωματιδίων		
Πυκνότητα		

Επομένως, ποιος άλλος παράγοντας επηρεάζει την επίπλευση ή βύθιση ενός σώματος; Συζητήστε το στην ομάδα σας, γράψτε το συμπέρασμά σας παρακάτω και κατόπιν ανακοινώστε το στην τάξη:.....  
.....  
.....

### Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων (3)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

#### Ατομική εργασία 1

Μέχρι στιγμής, ποιους παράγοντες έχεις δει να μην επηρεάζουν τον τρόπο που επιπλέει ή βυθίζεται ένα σώμα;.....

Ποιοι παράγοντες διαπίστωσες ότι επιδρούν στην επίπλευση ή βύθιση ενός αντικειμένου;.....

Πώς μπορεί κάποιος να προβλέψει με σιγουριά αν θα επιπλεύσει ή όχι ένα σώμα, αν δεν γνωρίζει από τι υλικό είναι φτιαγμένο; Τι πιστεύεις ότι πρέπει να γνωρίζει;.....

#### Ομαδική δραστηριότητα 1

Έχετε στη διάθεσή σας 4 κύβους διαφορετικών διαστάσεων (1 πλαστικό, 1 ξύλινο, 1 από αλουμίνιο και 1 από σίδηρο), ένα ζυγό, ένα χάρακα, ένα ογκομετρικό κύλινδρο κι ένα δοχείο γεμάτο νερό. Αρχικά, υπολογίστε την πυκνότητα των κύβων αυτών.

Ο τύπος που μας δίνει την πυκνότητα είναι: **Πυκνότητα= μάζα/όγκο**. Για την εύρεση της μάζας χρησιμοποιείτε το ζυγό. Ο όγκος ενός κύβου είναι: **Όγκος= α·α·α**, όπου α είναι το μήκος της μιας ακμής του. Για να βρείτε το μήκος της ακμής μπορείτε να κάνετε χρήση του χάρακα.

Έπειτα, βρείτε την πυκνότητα του νερού: Βάλτε μια ποσότητα νερού (π.χ. 10κυβ.εκ.) στον ογκομετρικό κύλινδρο και ζυγίστε τη. Η μάζα του νερού θα είναι η μάζα που βρήκατε, αν αφαιρέσετε τη μάζα που έχει ο ογκομετρικός κύλινδρος άδειος. Ο όγκος του νερού θα είναι η ένδειξη που θα πάρετε από τον ογκομετρικό κύλινδρο.

Στη συνέχεια συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα. Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε κομπιουτεράκι για να κάνετε πιο γρήγορα τις πράξεις.

	Μάζα (γρ.)	Όγκος (κυβ.εκ.)	Πυκνότητα (μάζα/όγκο)	Επιπλέει	Βυθίζεται
Πλαστικός κύβος					
Ξύλινος κύβος					
Σιδερένιος κύβος					
Κύβος από αλουμίνιο					
Νερό					

Συγκρίνετε την πυκνότητα των κύβων που επιπλέουν με αυτή του νερού. Κάντε το ίδιο με την πυκνότητα αυτών που βυθίζονται. Τι παρατηρείτε;.....

.....

Πότε ένα σώμα επιπλέει και πότε βυθίζεται; Συζητήστε το στην ομάδα σας, γράψτε το συμπέρασμά σας και κατόπιν ανακοινώστε το στην τάξη.

Συμπέρασμα:.....

.....

## Ομαδική δραστηριότητα 2

Έχετε στη διάθεσή σας δύο κύβους οι οποίοι είναι βαμμένοι για να μη μπορείτε να καταλάβετε το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένοι, ένα ζυγό, ένα χάρακα, έναν ογκομετρικό κύλινδρο κι ένα δοχείο που περιέχει ένα υγρό που είναι χρωματισμένο.

Τι θα πρέπει να γνωρίζετε για να μπορείτε να προβλέψετε αν ο κύβος αυτός θα επιπλεύσει ή όχι στο χρωματιστό υγρό;.....

.....

Χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της προηγούμενης ομαδικής δραστηριότητας συμπληρώστε τον πίνακα που ακολουθεί.

	Μάζα (γρ.)	Όγκος (κυβ.εκ.)	Πυκνότητα (μάζα/όγκο)
Κύβος			
Υγρό			

Συγκρίνοντας τις πιο πάνω πυκνότητες, θα επιπλεύσει ή όχι ο κύβος στο υγρό;.....

.....

Αφήστε τον κύβο στο υγρό. Επαληθεύτηκε η πρόβλεψή σας;.....

.....

### **Ατομική εργασία 2**

Έχοντας στο νου σου το συμπέρασμα στο οποίο έχετε καταλήξει και αφορά στη συμπεριφορά ενός σώματος όταν αφεθεί μέσα σε ένα υγρό, μπορείς να εξηγήσεις γιατί ένα μεγάλο και βαρύ πλοίο επιπλέει, ενώ ένα μικρό κι ελαφρύ νόμισμα βυθίζεται;.....

.....

.....

## Επίπλευση και βύθιση των σωμάτων (4)

Όνοματεπώνυμο: \_\_\_\_\_ Σχολείο: \_\_\_\_\_

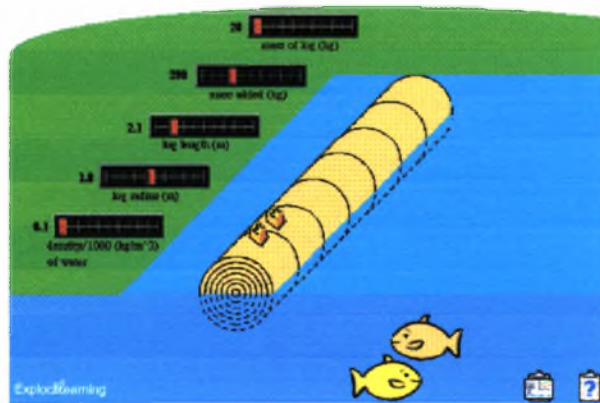
Τάξη: \_\_\_\_\_ Ομάδα: \_\_\_\_\_ Ημερομηνία: Βόλος, \_\_/\_\_/2006

### Ατομική εργασία 1

Άνοιξε τον internet explorer και πήγαινε στη διεύθυνση:

<http://www.explorellearning.com/index.cfm?method=cResource.dspResourcesForCourse&CourseID=331>

Επέλεξε την εφαρμογή «floating log». Στην εφαρμογή αυτή προσομοιώνεται πώς ένας κορμός δέντρου επιπλέει στο νερό (εικόνα 1). Μέσα στο περιβάλλον της εφαρμογής δίνεται η δυνατότητα της αλλαγής αρκετών χαρακτηριστικών του ξύλινου κορμού, αλλά και του υγρού στο οποίο επιπλέει.



Εικόνα 1: Το περιβάλλον της εφαρμογής «floating log»

A) Τι πιστεύεις ότι θα συμβεί αν αλλάξει το μήκος του κορμού; Θα επηρεαστεί το επίπεδο στο οποίο επιπλέει;.....

B) Κάνε μεγαλύτερο ή μικρότερο το μήκος του ξύλου (log length). Τι παρατηρείς;

Γ) Αν γινόταν ο κορμός χοντρότερος θα βλέπαμε διαφορά στην επίπλευσή του;.....



Δ) Μίκρυνε ή μεγάλωσε την ακτίνα του ξύλινου κορμού (log radius). Σε τι συμπέρασμα καταλήγεις;.....

Ε) Η μείωση ή η αύξηση της μάζας του ξύλου, χωρίς αλλαγές στον όγκο του θα επηρέαζε την επίπλευσή του;.....

ΣΤ) Αν δώσεις τιμές μεγαλύτερες ή μικρότερες στη μάζα του ξύλου (mass of log) τι παρατηρείς;.....

Γιατί πιστεύεις ότι συμβαίνει αυτό;.....

Ζ) Αν προσθέσουμε μάζα στο ξύλο τι θα συμβεί;.....

Η) Πρόσθεσε επιπλέον μάζα στον κορμό (mass added). Τι βλέπεις να γίνεται;.....

Γιατί γίνεται κάτι τέτοιο;.....

Θ) Αν μεγαλώσει ή μειωθεί η πυκνότητα του υγρού, νομίζεις ότι θα υπάρξει διαφορά στον τρόπο που επιπλέει το ξύλο;.....

Ι) Άλλαξε τις τιμές της πυκνότητας του νερού (density of water). Συμφωνεί αυτό που βλέπεις με την προηγούμενη πρόβλεψή σου;.....

Γιατί νομίζεις ότι συμβαίνει αυτό;.....

### Ομαδική δραστηριότητα 1

Με βάση την εφαρμογή «density laboratory» ποιους παράγοντες είδατε να μην επηρεάζουν την επίπλευση του ξύλινου κορμού και ποιους να την επηρεάζουν. Συζητήστε το στην ομάδα σας και κατόπιν συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

Παράγοντες που δεν επηρεάζουν την επίπλευση του κορμού	Παράγοντες που επηρεάζουν την επίπλευση του κορμού

### Ομαδική δραστηριότητα 2

Γιατί το καλοκαίρι κάποια παιδιά που δεν ξέρουν κολύμπι φοράνε σωσίβιο για να μην πνιγούν; Τι αλλάζει με το σωσίβιο; Συζητήστε το στην ομάδα σας και απαντήστε παρακάτω:.....

.....

### Ομαδική δραστηριότητα 3

Έχετε στη διάθεσή σας ένα βόλο από πλαστελίνη κι ένα δοχείο με νερό. Αφήστε το βόλο μέσα στο νερό. Τι παρατηρείτε;.....

.....

Δώστε στην πλαστελίνη το σχήμα της βάρκας και αφήστε τη πάλι στο νερό. Τι βλέπετε;.....

.....

Τι αλλάζει και τι μένει ίδιο στην πλαστελίνη. Συμπληρώστε τον παρακάτω πίνακα.

	Ίδιος/α	Διαφορετικός/ή
Αριθμός σωματιδίων		
Μάζα / βάρος		
Απόσταση μεταξύ των σωματιδίων		
Όγκος		
Πυκνότητα		

Επομένως, για ποιο λόγο η πλαστελίνη επιπλέει όταν παίρνει το σχήμα της βάρκας;

.....



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085054

