

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ  
« Η ΣΥΜΒΟΛΗ ΤΩΝ ΝΕΩΝ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΤΗΣ  
ΧΩΡΟΤΑΞΙΚΗΣ ΝΟΗΜΟΣΥΝΗΣ.  
ΜΕΛΕΤΗ ΠΕΡΙΠΤΩΣΗΣ: ΜΕΘΟΔΟΙ CAD»**



**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΗ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΙΩΑΝ. ΡΑΠΑΝΑΚΗΣ**

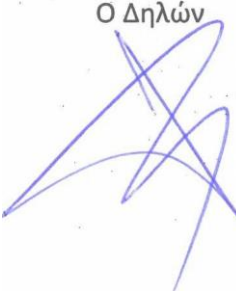
**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΜΙΧ. ΕΞΑΡΧΑΚΟΣ**

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ραπανάκης Κωνσταντίνος του Ιωάννη, με αριθμό μητρώου 44543909 φοιτητής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της πτυχιακής/διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



Η διπλωματική εργασία έγινε αποδεκτή και βαθμολογήθηκε από την εξής

τριμελή επιτροπή:

<u>Εξαρχάκος</u> <u>Γεώργιος</u>	<u>Μακρυγιάννης</u> <u>Παναγιώτης</u>	<u>Ατανάσοβα</u> <u>Γιάνα</u>
(Υπογραφή)	(Υπογραφή)	(Υπογραφή)

## Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά στην έρευνα που διεξήχθη σχετικά με τη χωρική ικανότητα και ανάπτυξή της στην ανώτατη εκπαίδευση και συγκεκριμένα στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Συγκεκριμένα, σε φοιτητές και φοιτήτριες που φοιτούν σε διαφορετικά εξάμηνα (2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο και πτυχίου) και παρακολουθούν το μάθημα «Μέθοδοι CAD σε Τεχνικά Έργα» (μάθημα 3<sup>ου</sup> εξαμήνου).

Σκοπός της έρευνας είναι να διαπιστωθεί εάν (καθώς και κατά πόσον) η σχεδίαση μέσω Η/Υ τόσο στο επίπεδο όσο και στον χώρο συμβάλει στην ανάπτυξη της χωρικής αντίληψης ενός ανθρώπου.

Η μέθοδος που επελέγη είναι η χρήση pre και post τεστ σε ομάδες, ώστε να διαπιστωθεί η αύξηση (η μη) των υπό εξέταση υποθέσεων. Οπότε και οι φοιτητές και φοιτήτριες αξιολογήθηκαν με χρήση ερωτηματολογίου πριν και μετά την παρακολούθηση του εν λόγω μαθήματος σε μια σειρά διαφορετικών κατηγοριών γεωμετρίας, ώστε να αξιολογηθεί η χωρική τους ικανότητα και η επίδραση που είχε η χρήση CAD σε αυτήν.

Μετά από στατιστική επεξεργασία προκύπτουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση των φοιτητών και φοιτητριών, με διακυμάνσεις στις μέσες τιμές.

Η έρευνα επιβεβαιώνει την θετική επίδραση που είχε η χρήση CAD στην ανάπτυξη της χωρικής τους ικανότητας.

Οι διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των φύλων είναι στατιστικά σημαντικές, αναδεικνύοντας τη σημασία του φύλου ως έναν από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή απόδοση.

Η εργασία αυτή αποτελείται από πέντε κεφάλαια.

Στο 1<sup>ο</sup> κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε έννοιες όπως η χωρική νοημοσύνη και ικανότητα. Γίνεται προσπάθεια να οριστούν αυτές οι έννοιες, βασικές για την παρούσα έρευνα. Περιγράφεται επίσης ο τρόπος εκμάθησης της Γεωμετρίας και τέλος ο σκοπός της έρευνας.

Στο 2<sup>ο</sup> αναλύεται ο σχεδιασμός της έρευνας, η επιλογή των συμμετεχόντων και η δομή των ερωτηματολογίων. Τέλος γίνεται αναφορά στην επιλογή μεθόδου ανάλυσης των αποτελεσμάτων.

Στο 3<sup>ο</sup> παρουσιάζεται η ανάλυση των αποτελεσμάτων, η κατηγοριοποίηση και η συσχέτισή τους με τις μεταβλητές που ορίσαμε ξεκινώντας την έρευνα.

Στο 4<sup>ο</sup> αναδεικνύονται οι διαφορές που παρατηρήθηκαν στα αποτελέσματα πρώτα ως προς το φύλο των συμμετεχόντων και μετά ως προς τα αποτελέσματα των δύο tests (πριν και μετά τη διδασκαλία των μεθόδων CAD)

Στο 5<sup>ο</sup> η εργασία κλείνει με τα συμπεράσματα. Υπογραμμίζεται το κατά πόσο τελικά συνέβαλε η διδασκαλία των μεθόδων CAD και προτείνονται ιδέες για συνέχεια της έρευνας.

Στο τέλος της εργασίας παρουσιάζονται δύο παραρτήματα με το ερωτηματολόγιο και τα αναλυτικά αποτελέσματα.

## **Abstract**

The present study refers to the research which was conducted to examine spatial ability and how it can be developed in higher education, specifically in the Department of Civil Engineering of the University of West Attica. In particular, 2nd, 3rd, 5th, 6th, 7th, 9th semester students, as well as graduants, who attend the course "CAD Methods in Technical Projects" (3rd semester course), participated to this research.

The research aims to ascertain whether and to what extent, computer assisted design, both on the plane and in space, contributes to the development of spatial perception. The method chosen is the use of pre-tests and post - tests in groups, in order to discover any increase of the cases under consideration. So, both male and female students were assessed using a questionnaire before and after attending the course in a series of different geometry categories, in order to assess their spatial ability and the effect that the use of CAD had on it.

After statistical processing of results, significant differences in performance between students emerge, with variations in the average values.

The research confirms the positive effect that the use of CAD had on the development of their spatial ability.

The differences in performance between genders are statistically significant, highlighting the importance of gender as one of the factors affecting academic performance.

This report consists of five chapters.

In the 1st chapter there is a reference to concepts such as **spatial intelligence** and **spatial ability**. An attempt is made to define these concepts which are essential for the present research. The way of learning Geometry is also described as well as the purpose of the research.

In the 2nd chapter, the design of the research, the selection of participants and the structure of the questionnaires are analyzed. Finally, reference is made to the choice of method of analysis of the results.

The 3rd chapter presents the analysis of the results, their categorization and

their association with the variables defined at the beginning of the research.

In the 4th chapter, the disparities observed in the results are highlighted, first in terms of the gender of the participants and then in terms of the results of the two tests (before and after the teaching of CAD methods)

In the 5th chapter, the report closes with the conclusions. The extent to which the teaching of CAD methods eventually contributed is highlighted and ideas for further research are suggested.

At the end of the paper, two appendices are presented with the questionnaire and the results in detail.

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστώ πολύ τον επιβλέποντα καθηγητή μου Γεώργιο Μιχαήλ Εξαρχάκο για την πολύτιμη βοήθεια και στήριξη του, μα πάνω από όλα για την υπομονή που έδειξε όλο αυτό το διάστημα.



## Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή .....	10
1.1 Χωρική νοημοσύνη .....	10
1.2 Χωρική ικανότητα.....	11
1.4 Ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων .....	13
1.5 Σχεδιασμός υποβοηθούμενος από υπολογιστή (CAD) στην Εκπαίδευση της Χωρικής Γεωμετρικής Γνώσης .....	16
1.6 Σκοπός της παρούσας έρευνας .....	17
Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία .....	19
2.1 Σχεδιασμός ερωτηματολογίων .....	21
2.2 Σχεδιασμός έρευνας.....	21
2.3 Περιγραφή συμμετεχόντων .....	23
2.4 Μέσα έρευνας και ερωτηματολογίων- συλλογή δεδομένων .....	23
2.5 Περιγραφή διαδικασίας συμμετοχής.....	23
2.6 Μέθοδοι ανάλυσης αποτελεσμάτων.....	24
Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα Έρευνας- Ανάλυση Δεδομένων .....	25
3.1 Συνολικά Αποτελέσματα.....	25
3.2 Κατηγοριοποίηση Αποτελεσμάτων Ανά Εξάμηνο .....	27
3.3 Κατηγοριοποίηση Αποτελεσμάτων Ανά Φύλο.....	30
3.4 Συσχέτιση Εξαμήνων και Φύλου.....	31
3.5 Προχωρημένη Στατιστική Ανάλυση- (one-way) ANOVA.....	32
Κεφάλαιο 4 Συζήτηση αποτελεσμάτων .....	38
4.1 Σημαντικές διαφορές στην απόδοση συμμετεχόντων ανά φύλο και εξάμηνο .....	39
4.2 Σημαντικές διαφορές στην απόδοση συμμετεχόντων πριν και μετά το μάθημα CAD.....	41
Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα και Προτάσεις.....	49
5.1 Συμπεράσματα .....	50
5.2 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα και Δράση.....	51
5.3 Επίλογος.....	53
Βιβλιογραφία.....	55
Παράρτημα 1 Δείγμα Ερωτηματολογίου.....	59
Παράρτημα 2 Αναλυτική Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου .....	78

## **Κεφάλαιο 1 Εισαγωγή**

Η χωρική νοημοσύνη, απαραίτητο κομμάτι της ανθρώπινης νοημοσύνης, αποτελεί τον πυλώνα για πολλούς τομείς της ζωής, από την επιστήμη και τη μηχανική έως την τεχνολογία και τα μαθηματικά. Το αντικείμενο μελέτης και έρευνας της χωρικής νοημοσύνης ξεδιπλώνεται στη δυνατότητα αντίληψης στερεών δομών όπως η γεωμετρία.

Στο πλαίσιο αυτού του κεφαλαίου εξερευνούμε την έννοια της χωρικής νοημοσύνης εστιάζοντας στον ορισμό της και τη σημασία της σε επιστημονικούς, μηχανικούς, τεχνολογικούς και μαθηματικούς κύκλους αλλά και στο πεδίο της γνωσιακής ψυχολογίας που έχει ασχοληθεί με αυτό το πεδίο έρευνας. Παράλληλα, αξιολογείται η έρευνα στην εκπαίδευση μαθηματικών σε διάφορους κύκλους σπουδών που προωθούν την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων, προετοιμάζοντας το έδαφος για καινοτόμες προσεγγίσεις στην εκμάθηση και την επαγγελματική απόδοση.

Μέσα από τον πολυδιάστατο κόσμο της χωρικής νοημοσύνης, εξερευνούμε την ποικιλομορφία των ορισμών, τις πολλαπλές διαστάσεις και τη σημασία της σε διάφορα πεδία. Στο τέλος, προσπαθούμε να απαντήσουμε στο ερώτημα: Πώς μπορούμε να διαμορφώσουμε την εκπαίδευση ώστε να ενισχύσουμε αποτελεσματικά τις χωρικές ικανότητες του ατόμου;

### **1.1 Χωρική νοημοσύνη**

Η χωρική νοημοσύνη και η οπτική χωρική επίγνωση χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλους τους τομείς της ζωής. Η κατανόηση των συμβολικών χωρικών εργαλείων, όπως τα γραφήματα, οι χάρτες και τα διαγράμματα, είναι μια πτυχή της χωρικής ικανότητας. Στα μαθηματικά, η χωρική ικανότητα χρησιμοποιείται πιο εμφανώς στη γεωμετρία, αλλά και στη γραφική και ποσοτική σύγκριση. Η πλοήγηση είναι μια άλλη μορφή χωρικής ικανότητας, που απαιτεί κατανόηση τόσο της γεωγραφικής θέσης όσο και του χωρικού προσανατολισμού.

Πολλά επαγγέλματα χρησιμοποιούν τη χωρική ικανότητα. Ένας μηχανικός ή αρχιτέκτονας πρέπει να συντάσσει δομικά άρθρα και οπτικά ελκυστικά σχέδια για τους οικοδόμους, οι οποίοι στη συνέχεια πρέπει να χρησιμοποιούν τη χωρική ικανότητα για να κατασκευάσουν ένα κτίριο με βάση αυτά τα σχέδια.

Υπάρχει έντονη προσπάθεια για την ανάπτυξη εκπαιδευτικών προγραμμάτων που δίνουν έμφαση στις χωρικές ικανότητες, καθώς αυτές είναι καθοριστικής σημασίας σε πολλά επαγγέλματα στην επιστήμη, στην τεχνολογία, στη μηχανική και στα μαθηματικά (STEM). Αυτό μας οδηγεί στο ερώτημα: Πώς μπορούμε να αξιοποιήσουμε την εκπαίδευση για τη βελτίωση των χωρικών ικανοτήτων;

## 1.2 Χωρική ικανότητα

Στη βιβλιογραφία υπάρχουν περισσότεροι από ένας γενικά αποδεκτοί ορισμοί του όρου «χωρική ικανότητα». Επειδή δεν υπάρχει ομοφωνία σχετικά με τη φύση της χωρικής ικανότητας, μπορούμε να χρησιμοποιούμε τον ορισμό του Lohman (1993):

«Η χωρική ικανότητα μπορεί να οριστεί ως η ικανότητα δημιουργίας, συγκράτησης, ανάκλησης και μετασχηματισμού καλά δομημένων οπτικών εικόνων. Δεν είναι ένα ενιαίο κατασκεύασμα. Υπάρχουν, στην ουσία, διάφορες χωρικές ικανότητες, καθεμία από τις οποίες δίνει έμφαση σε διαφορετικές πτυχές της διαδικασίας της δημιουργίας, συγκράτησης, ανάκλησης και μετασχηματισμού εικόνων».

Τόσο ο Mc Gee (1979) όσο και ο Lohman (1993) θεωρούν πως η χωρική ικανότητα δεν αφορά μόνο στην αποθήκευση και την ανάκτηση εικόνων στη μνήμη, αλλά και την ικανότητα ενεργούς επεξεργασίας αυτών των εικόνων.

Ακόμη ο Clements (1998) ορίζει ως χωρική ικανότητα αυτή της κατανόησης των σχέσεων μεταξύ διαφορετικών θέσεων στο χώρο ή των φανταστικών κινήσεων δισδιάστατων και τρισδιάστατων αντικειμένων.

Δεν έχουν όλοι έμφυτη τη χωρική ικανότητα, όπως ακριβώς δεν είναι όλοι δεξιότεχνες της μουσικής, γεννημένοι σκακιστές ή εμπνευσμένοι καλλιτέχνες.

Μερικοί άνθρωποι είναι εξαιρετικοί στα μαθηματικά αλλά δυσκολεύονται με τη γραφή ή το αντίστροφο. Κάθε εγκέφαλος είναι μοναδικός, με τις δικές του δυνατότητες και ανάγκες.

Όταν χρησιμοποιούνται χωρικά παραδείγματα στην εκπαίδευση για να διευκολυνθεί η αποτελεσματική μάθηση είναι σημαντικό να ληφθούν υπόψη οι διαφοροποιήσεις στη χωρική ικανότητα των ατόμων. Δεν κατανοούν όλοι οι μαθητές τις πληροφορίες με τον ίδιο τρόπο και η χρήση χωρικών παραδειγμάτων, όπως γραφήματα ή διαγράμματα, μπορεί να προκαλέσει σύγχυση σε όσους έχουν δυσκολία με τη χωρική τους δεξιότητα.

Η έρευνα της μαθηματικής εκπαίδευσης συνδέεται με ψυχολογικές προσεγγίσεις και θεωρίες που βλέπουν τη χωρική ικανότητα ως βασικό συστατικό της νοημοσύνης. Σύμφωνα με τον Maier (1994) η χωρική νοημοσύνη διακρίνεται στα εξής πέντε στοιχεία: τη χωρική αντίληψη, την οπτικοποίηση, τη νοητική περιστροφή, τη χωρική σχέση, και το χωρικό προσανατολισμό. Τα πέντε στοιχεία τα οποία αναπτύσσει είναι τα εξής:

1. Τα τεστ χωρικής αντίληψης απαιτούν τον εντοπισμό του οριζόντιου ή του κατακόρυφου σημείου, παρά τις διασπαστικές πληροφορίες.
2. Η οπτικοποίηση περιλαμβάνει την ικανότητα να οπτικοποιείται μια διάταξη στην οποία υπάρχει κίνηση ή μετατόπιση μεταξύ των (εσωτερικών) τμημάτων της διάταξης.
3. Η νοητική περιστροφή περιλαμβάνει την ικανότητα γρήγορης και ακριβούς περιστροφής ενός δισδιάστατου ή τρισδιάστατου σχήματος.
4. Χωρική σχέση εννοεί την ικανότητα κατανόησης της χωρικής διάταξης αντικειμένων ή τμημάτων ενός αντικειμένου και της μεταξύ τους σχέσης.
5. Χωρικός προσανατολισμός είναι η σωματική και νοητική ικανότητα να προσανατολίζεται κάποιος χωρικά.

Δεδομένου ότι υπάρχουν διαφορές στη χωρική ικανότητα μεταξύ των ανθρώπων, είναι ακόμη πιο σημαντικό να αναπτυχθούν εκπαιδευτικά προγράμματα για τη βελτίωση της χωρικής νοημοσύνης, ιδίως από νεαρή ηλικία. Η χωρική νοημοσύνη είναι σημαντική για πολλά έργα και σε διαφορετικές κλίμακες.

Στο σχολείο, οι χωρικές δεξιότητες μπορούν να χρησιμοποιηθούν με συγκεκριμένους τρόπους για πολλές μαθηματικές δραστηριότητες. Αλλά, προφανώς, χρησιμοποιούνται σε ένα ευρύτερο φάσμα πέρα από την επίλυση γεωμετρικών ασκήσεων.

#### **1.4 Ανάπτυξη χωρικών δεξιοτήτων**

Η υψηλή χωρική ικανότητα συνδέεται με την επιτυχία στα επαγγέλματα της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών (science technology, engineering, and mathematics, STEM) (Webb, 2007). Η χωρική ικανότητα είναι επίσης ζωτικής σημασίας για την καθημερινή επίλυση προβλημάτων (Hegarty, 2006). Επειδή η χωρική νοημοσύνη μπορεί να εφαρμοστεί σε πολλές, διαφορετικές κλίμακες και σε πολλούς, διαφορετικούς κλάδους, στη βιβλιογραφία προκύπτουν δύο κύριες κατηγορίες χωρικών ικανοτήτων: μικρής και μεγάλης κλίμακας (Jansen, 2009).

Οι άνθρωποι μπορεί να διαπιστώσουν ότι έχουν φυσική ικανότητα σε ορισμένα θέματα αλλά όχι σε άλλα. Αυτό δεν σημαίνει ότι η εκμάθηση είναι ακατόρθωτη (Willingham, 2009). Για παράδειγμα, τα μαθηματικά μπορεί να μην είναι έμφυτα σε όλους, αλλά η εντατική μελέτη μπορείτε να βοηθήσει στην κατανόηση τους. Η ίδια λογική ισχύει και για άλλες διανοητικές ικανότητες, συμπεριλαμβανομένης της χωρικής νοημοσύνης.

Ο Bishop (1980) υποστήριξε καταρχήν πως ο άνθρωπος δεν έχει μια χωρική ικανότητα αλλά πολλές, επομένως αναφέρεται σε χωρικές ικανότητες των ανθρώπων. Η κατεύθυνση με οδηγίες σε δοκιμασίες έπαιξε σημαντικό ρόλο στο να οπτικοποιήσουν οι χρήστες τα προβλήματα και τις λύσεις τους παρά του ότι δεν πέτυχαν σημαντικές διαφορές στη συνολική βαθμολογία σε σχέση με τους χρήστες που δεν είχαν οδηγίες

Αναφέρεται επίσης στη βιβλιογραφία πως οι δισδιάστατες (2D) και τρισδιάστατες (3D), αλλά και μεταξύ των τρισδιάστατων (αναλόγων του σχεδιασμού των δοκιμασιών, των μεθοδολογιών των δοκιμασιών και των μέσων που χρησιμοποιούνται σε αυτές), απεικονίσεις οπτικοποιήσεων, παρουσιάζουν διαφοροποιήσεις όσον αφορά στις ευεργετικά μαθησιακές επιδράσεις (Krüger ,2022). Μαθητές με χαμηλές χωρικές ικανότητες,

βοηθήθηκαν σημαντικά μέσω τρισδιάστατων οπτικοποιήσεων κάτι που δεν είναι συνθήκη για τους μαθητές με υψηλές χωρικές ικανότητες. Εν γένει, η αλληλοτροφοδότηση και σχέση μεταξύ χωρικής ικανότητας και μαθηματικών επιδόσεων στους τομείς STEM είναι εκτενώς γνωστές στη βιβλιογραφία (Pawlak-Jakubowska and Terczyńska, 2023) όπως και η σημαντικότητα των γνωστικών ικανοτήτων σε παιδαγωγικό επίπεδο αυτών των τομέων.

Οι επιδράσεις της εκμάθησης, συμπεριλαμβανομένων των κοινωνικών και εκπαιδευτικών παραγόντων, είναι ευρείες. Τόσο οι γνωστικοί ψυχολόγοι όσο και οι παιδαγωγοί μαθηματικών προσπάθησαν να προωθήσουν την κατανόηση των χωρο-μαθηματικών σχέσεων (Wai, 2009). Οι γνωστικοί ψυχολόγοι διερεύνησαν κυρίως τη συσχέτιση μεταξύ χωρικών και μαθηματικών δεξιοτήτων και τους σχετικούς μηχανισμούς, ενώ οι εκπαιδευτικοί των μαθηματικών ασχολήθηκαν περισσότερο με το κατά πόσον η χωρική μάθηση θα μπορούσε να αξιοποιηθεί για την προώθηση μιας πιο αποτελεσματικής μαθηματικής εκπαίδευσης (Lowrie, 2018). Παραμένει ασαφές πώς τα ευρήματα των ψυχολογικών ερευνών και των ερευνών απεικόνισης του εγκεφάλου θα μπορούσαν να ανταποκριθούν στις απαιτήσεις των εκπαιδευτικών πρακτικών (Hawes, 2020).

Τόσο οι γενετικοί όσο και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες μπορεί να συμβάλλουν άμεσα σε ορισμένες πτυχές της γνωστικής επεξεργασίας που σχετίζονται με τη χωρική ικανότητα (π.χ. οπτικοποίηση ή χειρισμός χωρικών πληροφοριών) (Tsigeman, 2023). Με τη σειρά τους, τα άτομα με μεγαλύτερη χωρική ικανότητα μπορεί να παρουσιάζουν μεγαλύτερες επιδόσεις και δέσμευση στον τομέα STEM, τις τέχνες ή τον αθλητισμό. Το φαινόμενο αυτό έχει συζητηθεί στο πλαίσιο της υπόθεσης των σχετικών δεξιοτήτων. Τα άτομα με χαμηλότερη χωρική ικανότητα ενδέχεται να αποφεύγουν συγκεκριμένες δραστηριότητες που απαιτούν χωρική ικανότητα σύμφωνα με την υπόθεση της προεπιλογής.

Ένας άλλος βασικός παράγοντας που συμβάλλει στις ατομικές διαφορές στην επίδοση και αξιολόγηση δοκιμασιών σε χωρικές ικανότητες είναι το φύλο (Voyer, 1995). Πληθώρα μελετών έδειξαν ότι οι άνδρες όλων των ηλικιών υπερτερούν κατά μέσο όρο των γυναικών στις περισσότερες πτυχές της

χωρικής ικανότητας μικρής κλίμακας, συμπεριλαμβανομένης της νοητικής περιστροφής, του διπλώματος χαρτιού και των διατομών.

Το επίπεδο χωρικών ικανοτήτων, η εξειδίκευση σε διάφορους τομείς, η ενασχόληση με δραστηριότητα που σχετίζεται με τη χωρική ικανότητα, το φύλο και η ηλικία μπορεί να αλληλεπιδρούν (Marunić and Glažar, 2014; Cherney., 2014). Για παράδειγμα, μια μελέτη με προπτυχιακούς φοιτητές εξέτασε τις επιδράσεις της εκπαίδευσης σε βιντεοπαιχνίδια στην ικανότητα νοητικής περιστροφής (Cherney, 2014). Οι άνδρες υπερείχαν έναντι των γυναικών πριν από την εκπαίδευση στα βιντεοπαιχνίδια, αλλά η διαφορά αυτή εξαφανίστηκε μετά την εκπαίδευση. Περαιτέρω αναλύσεις έδειξαν ότι η αύξηση της χωρικής ικανότητας ήταν μεγαλύτερη στις γυναίκες.

Ένας πρόσθετος ρυθμιστικός παράγοντας μπορεί να είναι ο νευρωτισμός και το άγχος, τα οποία είναι κατά μέσο όρο υψηλότερα στις γυναίκες (Likhanov, 2021) και έχει αποδειχθεί ότι επηρεάζουν την αυτεπάρκεια και την απόδοση (Schmitt, 2008). Αυτά τα συναισθηματικά χαρακτηριστικά μπορεί να υπεισέρχονται σε πολύπλοκες αμφίδρομες διαδικασίες. Για παράδειγμα, εάν κάποιος δυσκολεύεται με μια εργασία, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε αυξημένο άγχος, το οποίο με τη σειρά του μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την απόδοση. Ως εκ τούτου, η μικρότερη μέση χωρική ικανότητα στις γυναίκες μπορεί να επηρεαστεί επίσης από παράγοντες που προκαλούν άγχος. Εάν αυτό είναι ακριβές, τότε οι διαφορές φύλου στη χωρική ικανότητα θα πρέπει να είναι μικρότερες σε δείγματα με υψηλές επιδόσεις. Άλλωστε, ο νευρωτισμός είχε προηγουμένως αποδειχθεί ότι σχετίζεται αρνητικά με τις επιδόσεις σε χρονομετρημένες δοκιμασίες (Byrne, 2015). Καθώς τα τεστ χωρικών ικανοτήτων είναι συνήθως χρονομετρημένα, ο μεγαλύτερος νευρωτισμός που παρατηρείται στις γυναίκες μπορεί να συμβάλλει στις παρατηρούμενες διαφορές μεταξύ των δύο φύλων στις επιδόσεις τους. Η ηλικία μπορεί να είναι ένας πρόσθετος παράγοντας ως προς τα αποτελέσματα των μελετών σε δοκιμασίες που αφορούν χωρικές ικανότητες. Για παράδειγμα, μια μελέτη έδειξε ότι το άγχος αυξάνεται στις γυναίκες (αλλά όχι στους άνδρες) κατά τη μετάβαση από την παιδική ηλικία στην εφηβεία (Ohannessian, 2017).

Οι αποκλίσεις στην αποτελεσματικότητα της χωρικής ικανότητας μπορεί επίσης να σχετίζονται με τις διαφορές μεταξύ των φύλων στην αυτοαντίληψη της

ικανότητας, του ενδιαφέροντος και της απόλαυσης της δραστηριότητας που σχετίζεται με τη χωρική ικανότητα, οι οποίες με τη σειρά τους μπορεί να επηρεάσουν την αφοσίωση σε αυτές τις δραστηριότητες. Για παράδειγμα, σε μια μελέτη διαπιστώθηκε πως οι άνδρες αναφέρουν μεγαλύτερη αυτοαποτελεσματικότητα, ευχαρίστηση και προσήλωση σε χωρικές δραστηριότητες (Frenken, 2016). Σε μια άλλη μελέτη (Chan, 2007) οι γυναίκες ανέφεραν μεγαλύτερη ικανοποίηση οπτικο-καλλιτεχνικής εμπειρίας και λιγότερη δέσμευση σε δραστηριότητες χωρικού προσανατολισμού από ό,τι οι άνδρες, με αδύναμα αποτελέσματα. Και στις δύο μελέτες, η συσχέτιση μεταξύ δραστηριοτήτων και χωρικής ικανότητας ήταν αμελητέα.

Άλλοι ερευνητές παρατήρησαν πως οι γνωστικοί (ή γνωσιακοί) ψυχολόγοι εξετάζουν τη σχέση μεταξύ χωρικών και μαθηματικών δεξιοτήτων μέσω των μηχανισμών γνωσιακής ψυχολογίας, ενώ οι εκπαιδευτικοί των μαθηματικών επικεντρώνονται στην αξιοποίηση της χωρικής μάθησης για την αποτελεσματικότερη προώθηση αποτελεσματικότερης μαθηματικής εκπαίδευσης. Στην πρώτη περίπτωση, δεν έχει αποσαφηνιστεί πώς τα ευρήματα των γνωσιακών ψυχολόγων συμπεριλαμβανομένων των απεικονίσεων εγκεφάλου μπορούν να βοηθήσουν στις εκπαιδευτικές διαδικασίες και δραστηριότητες (Cui and Guo, 2022). Αυτό υποστηρίζεται πολύ νωρίτερα από τον Bishop (1980) και επιβεβαιώνεται από τους προαναφερθέντες μελετητές κατόπιν μεταγενέστερων ερευνών.

### **1.5 Σχεδιασμός υποβοηθούμενος από υπολογιστή (CAD) στην Εκπαίδευση της Χωρικής Γεωμετρικής Γνώσης**

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές αποτελούν ουσιαστικά μέσα στην έρευνα ακόμα περισσότερο σε οπτικό επίπεδο και συγκεκριμένα σε πειράματα εικονικών στερεών με χρήση λογισμικού δυναμικής χωρικής γεωμετρίας (DSGS) το οποίο δίνει τη δυνατότητα αλλαγών σε παραμέτρους ώστε οι διαφορετικές απεικονίσεις που προκύπτουν να συνδέονται με αυτές τις παραμέτρους και τις αλλαγές τους, συμβάλλοντας στην αξιολόγηση της χωρικής γεωμετρικής γνώσης και χωρικής ικανότητας (Vogler, 2021). Τα λογισμικά αυτής της



κατηγορίας βοηθούν την εκπαίδευση στη γεωμετρία, δίνοντας τη δυνατότητα δημιουργίας σύνθετων μαθηματικών δομών και προπάντως προσφέρουν δυναμικό περιβάλλον αλληλεπίδρασης με τους χρήστες επιδεικνύοντας τα αποτελέσματα των κινήσεων και των αλλαγών στις υφιστάμενες απεικονίσεις. Σε παλαιότερη μελέτη (Hattermannet, 2015 που αναφέρεται στον Vogler, 2021), μαθητές κλήθηκαν να συσχετίσουν τη χρήση λογισμικού CAD (computer aided design- σχεδιασμός υποβοηθούμενος από υπολογιστή) με την αντίληψη τους για τις διαστάσεις απεικονίσεων, τις οποίες χαρακτήρισαν ως *ελευθερία κινήσεων* και *χωρητικότητα «στέγασης»*. Άλλοι μελετητές (Leopold, 2001) απέδειξαν το όφελος μαθημάτων γραφικών μηχανικής στις χωρικές ικανότητες πρωτοετών φοιτητών μηχανικής, ενώ αργότερα η εξάσκηση χωρικών απεικονίσεων, πάλι σε φοιτητές μηχανικής, επηρέασε θετικά στην μαθηματική επίλυση σχετικών προβλημάτων (Alias, 2003).

## **1.6 Σκοπός της παρούσας έρευνας**

Στο πλαίσιο της παρούσας έρευνας, η βιβλιογραφική μελέτη αποτελεί το θεωρητικό έδαφος πάνω στο οποίο στηρίζεται η κατανόηση του ρόλου των χωρικών ικανοτήτων στην αντίληψη της γεωμετρίας. Κατά τη διάρκεια της βιβλιογραφικής ανασκόπησης, εξετάσαμε τις κυριότερες θεωρητικές προσεγγίσεις, τα ευρήματα προηγούμενων ερευνών και τις έννοιες που σχετίζονται με τη χωρική ικανότητα αλλά και σε σχέση με αυτή βάση της ηλικίας, του φύλου, του επιπέδου μόρφωσης, της εκμάθησης και λογισμικών που εφαρμόζονται κατά τις μελέτες αξιολόγησης χωρικών ικανοτήτων.

Από τη βιβλιογραφική ανασκόπηση προκύπτει η ανάγκη να διερευνηθούν αναλυτικότερα τα χαρακτηριστικά της χωρικής ικανότητας στο πλαίσιο της γεωμετρίας και οι επιπτώσεις που μπορεί να έχει η εκμάθησή της σε φοιτητές διαφορετικών εξαμήνων σπουδών.

Το επόμενο κεφάλαιο θα αναλύσει τη μεθοδολογία που υιοθετείται στην παρούσα μελέτη για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων, προκειμένου να αντιμετωπιστούν οι ερευνητικοί στόχοι και να επιτευχθεί μια εμβληματική κατανόηση της χωρικής ικανότητας των φοιτητών σε σχέση με τη γεωμετρία.

Συνεπώς, η ενδιάμεση αυτή ενότητα αποτελεί τη γέφυρα μεταξύ της θεωρητικής βάσης που προσφέρει η βιβλιογραφική μελέτη και της πρακτικής υλοποίησης της έρευνας, καθορίζοντας τον τρόπο με τον οποίο θα αποκτηθούν εμπειριστατωμένα δεδομένα για την κατανόηση της σχέσης μεταξύ χωρικής ικανότητας και γεωμετρίας στο πλαίσιο της ακαδημαϊκής εκπαίδευσης.

## Κεφάλαιο 2 Μεθοδολογία

Η χωρική ικανότητα αποτελεί ένα κρίσιμο στοιχείο της γεωμετρικής αντίληψης και αναπαράστασης των φοιτητών στον τομέα της εκπαίδευσης. Σε αυτό το κεφάλαιο μεθοδολογίας, παρουσιάζεται η δομή και ο σχεδιασμός της μελέτης που αφορά τη χωρική ικανότητα των φοιτητών της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με έμφαση στη χρήση μεθόδων CAD. Σκοπός αυτής της έρευνας είναι να αναλυθούν οι χωρικές ικανότητες των φοιτητών στον τομέα της γεωμετρίας, λαμβάνοντας υπόψη τις διαφορές ανάμεσα σε φοιτητές (άνδρες και γυναίκες), καθώς και το εξάμηνο φοίτησης τους.

Η μελέτη χρησιμοποίησε συνδυασμό μεθοδολογιών για τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων. Οι φοιτητές κλήθηκαν να συμπλήρουν ερωτηματολόγια που περιελάμβαναν ερωτήσεις πολλαπλών επιλογών, προκειμένου να προσδιοριστούν οι χωρικές τους ικανότητες σχετικά με τη γεωμετρία και πώς αυτές προσδιορίζουν/επηρεάζουν σχετικούς υπολογισμούς και εφαρμογή τους. Έτσι, εξυπηρετούνται οι παρακάτω παράμετροι αξιολόγησης:

1. *Χωρική Ικανότητα*: Τα ερωτηματολόγια θα αξιολογήσουν τις χωρικές ικανότητες των φοιτητών με βάση τις απαντήσεις τους σε γεωμετρικά προβλήματα.
2. *Σύγκριση Φύλου*: Θα αναλύσουμε τυχόν διαφορές στις απαντήσεις και τις προσεγγίσεις μεταξύ των ανδρών και των γυναικών φοιτητών.
3. *Επίπεδο Σπουδών*: Θα εξετάσουμε πώς διαφέρει η χωρική ικανότητα ανάμεσα σε φοιτητές σε διάφορα επίπεδα σπουδών (π.χ., πρώτο έτος έναντι τελευταίου έτους).

Με αυτή τη μεθοδολογία, η έρευνα αποσκοπεί στην κατανόηση των διαφορετικών παραμέτρων που επηρεάζουν τη χωρική ικανότητα των φοιτητών στην αντίληψη της γεωμετρίας, καθώς και στην αναγνώριση ενδεχόμενων προκλήσεων και προοπτικών για τη βελτίωση της διδασκαλίας σε αυτό τον τομέα.

Το ερωτηματολόγιο είναι χωρισμένο σε ενότητες:

**1) Διάκριση μεγεθών**

- α) Μήκος
- β) Εμβαδόν
- γ) Όγκος

Μελετάμε την ικανότητα σύγκρισης του μεγέθους των σχημάτων που δίνονται, σε σχέση με το μήκος, το εμβαδόν και τον όγκο τους.

**2) Ιδιότητες σχημάτων**

Μελετάμε την ικανότητα εξαγωγής συμπερασμάτων με βάση τις ιδιότητες του σχήματος που δίνονται και όχι από την αποτύπωση του σχήματος.

**3) Αναπτύγματα**

Μελετάμε την ικανότητα αντίληψης της σχέσης των σχημάτων όταν αυτά περιστρέφονται στο επίπεδο, στο χώρο. Επίσης την ικανότητα ανάγνωσης του αναπτύγματος ενός σχήματος.

**4) Καμπύλα σχήματα**

Μελετάμε την ικανότητα αντίληψης του αναπτύγματος ενός καμπύλου σχήματος καθώς και την αναγνώριση της τομής ενός τέτοιου σχήματος στο χώρο.

**5) Γεωγραφική-Τοπολογική αντίληψη**

Ικανότητα μελέτης χάρτη, την ικανότητα υπολογισμού του πληθυσμού μιας περιοχής σύμφωνα με τα δεδομένα που δίνονται από τον χάρτη.

Στην κάθε ενότητα υπάρχει διαβάθμιση από πιο εύκολη σε πιο δύσκολη ερώτηση. Αξιοποιώντας τις μεθόδους CAD που διδάσκονται ως μάθημα εξετάζεται αν μπορεί να αναπτυχθεί η χωρική ικανότητα, η οποία διαπιστώνεται μέσω του τεστ, συγκρίνοντας τα δυο αποτελέσματα, το ένα τεστ στην αρχή του εξαμήνου (1ο τεστ- τεστ πριν το μάθημα CAD) και το άλλο στο τέλος του εξαμήνου (2ο τεστ- τεστ μετά το μάθημα CAD). Το ερωτηματολόγιο έχει τις ίδιες ερωτήσεις ακριβώς για να διαπιστωθεί η βελτίωση ή όχι στις απαντήσεις, επομένως και της χωρικής ικανότητας των φοιτητών και φοιτητριών.

## 2.1 Σχεδιασμός ερωτηματολογίων

Τα ερωτηματολόγια που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη για τη χωρική ικανότητα των φοιτητών στην αντίληψη της γεωμετρίας σχεδιάστηκαν ώστε να ανταποκριθούν στους σκοπούς της έρευνας. Οι σκοποί που εξυπηρετούνται μέσω των ερωτηματολογίων περιλαμβάνουν:

1. **Αξιολόγηση των Χωρικών ικανοτήτων:** Τα ερωτηματολόγια περιλαμβάνουν ερωτήσεις που εστιάζουν στις χωρικές ικανότητες των φοιτητών, με στόχο την αξιολόγηση της ικανότητάς τους να αντιλαμβάνονται και να επιλύουν γεωμετρικά προβλήματα.
2. **Κατανόηση των Διαφορών μεταξύ των Φύλων:** Εάν οι σκοποί περιλαμβάνουν την ανίχνευση πιθανών διαφορών μεταξύ των χωρικών ικανοτήτων των φοιτητών: ανδρών και γυναικών. Τα ερωτηματολόγια σχεδιάστηκαν ώστε να επιτρέπουν τη σύγκριση ανά φύλο.
3. **Ανίχνευση Επιπτώσεων του Επιπέδου Σπουδών:** Οι ερωτήσεις εστιάζονται στο να ανιχνεύουν πιθανές επιδράσεις του επιπέδου σπουδών στις χωρικές ικανότητες. Ερωτήσεις που αντικατοπτρίζουν το επίπεδο δυσκολίας των γεωμετρικών προβλημάτων είναι χρήσιμες.

Τα ερωτηματολόγια αξιολογούν και αναλύουν αποτελεσματικά τις χωρικές ικανότητες των φοιτητών σε διάφορα επίπεδα σπουδών, επιτύγχάνοντας τους σκοπούς της παρούσας έρευνας.

## 2.2 Σχεδιασμός έρευνας

Σε αυτήν τη μελέτη χρησιμοποιήθηκε ένα πειραματικό σχέδιο, ώστε να εξετασθεί η αιτιώδης σχέση μεταξύ ανεξάρτητων και εξαρτημένων μεταβλητών. Η πειραματική ομάδα αποτελούταν από άνδρες και γυναίκες, φοιτητές και φοιτήτριες, της σχολής που διδάσκονται το μάθημα «Μέθοδοι CAD σε Τεχνικά Έργα». Η συμμετοχή τους δεν ήταν επιλεκτική, αλλά τυχαία, ενώ περιλαμβάνονταν φοιτητές και φοιτήτριες που είχαν παρακολουθήσει

μαθήματα σε CAD (υποχρεωτικά ή επιλεκτικά). Στους συμμετέχοντες δόθηκαν οδηγίες σχετικά με τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων.

Οι ανεξάρτητες μεταβλητές που εξετάζονται το φύλο (άντρας- φοιτητές, γυναίκα- φοιτήτριες) και το εξάμηνο σπουδών, ενώ η εξαρτημένη μεταβλητή είναι η χωρική ικανότητα των φοιτητών. Η παρακολούθηση μαθημάτων σε CAD αντιστοιχεί στη μεταβλητή-παρέμβαση, ενώ οι οδηγίες που δίνονται για τη συμπλήρωση ασκήσεων και ερωτηματολογίων αποτελούν το πλαίσιο εφαρμογής της παρέμβασης. Με αυτόν τον τρόπο, είναι δυνατόν αν αναλυθούν τυχόν αλλαγές στη χωρική ικανότητα που μπορεί να συνδέονται με τη συμμετοχή σε μαθήματα CAD, επιτρέποντας την εξαγωγή συμπεράσματος για την αιτιώδη σχέση μεταξύ των μεταβλητών.

Με αυτό τον τρόπο και πέρα από τα συλλεγόμενα δεδομένα, επιτυγχάνεται ο συσχετισμός και εντοπισμός της αιτίας, αλλά και το αποτέλεσμα, μεταξύ εξαρτημένων και ανεξάρτητων μεταβλητών (Creswell, 2012).

Σημαντικό ρόλο στον πειραματικό σχεδιασμό της εκπαιδευτικής έρευνας παίζουν η εσωτερική και εξωτερική εγκυρότητα αλλά και ο συσχετισμός τους (Fraenkel, 2012). Όταν παρατηρούνται αποκλίσεις στα αποτελέσματα μιας έρευνας σε σχέση με την εξαρτημένη μεταβλητή, τότε αυτή επηρεάζεται από την ανεξάρτητη μεταβλητή, οπότε αφορά σε εσωτερική εγκυρότητα. Αντίθετα, η εξωτερική εγκυρότητα αφορά στο κατά πόσο τα αποτελέσματα της έρευνας μπορούν να αφορούν σε ένα γενικότερο πεδίο, πέραν αυτού της συγκεκριμένης έρευνας. Σκοπός μιας έρευνας σε σχέση με την εσωτερική και εξωτερική εγκυρότητα είναι αυτές να περιοριστούν. Αυτό μπορεί να γίνει, π.χ. με τη συγκρότηση ομάδας συμμετεχόντων στην έρευνα με παρόμοια, ηλικία, πεδίο σπουδών στο οποίο αξιολογείται μια χωρική ικανότητα, η τυχαία και όχι επιλεγμένη συμμετοχή, οδηγίες για την εκτέλεση της έρευνας από τους συμμετέχοντες στα μέσα που συλλέγονται τα δεδομένα, περιεχόμενο σπουδών (παρόμοιο ή διαφορετικό) σε σχέση με τη χωρική ικανότητα στη γεωμετρία, η διάρκεια συμπλήρωσης των ερωτηματολογίων και το χρονικό διάστημα συλλογής των δεδομένων.

### **2.3 Περιγραφή συμμετεχόντων**

Κλήθηκαν προς συμμετοχή φοιτητές και φοιτήτριες που παρακολουθούν στο τρέχων εξάμηνο το μάθημα «Μέθοδοι CAD σε Τεχνικά Έργα» (3<sup>ου</sup> εξαμήνου). Επειδή, η συμμετοχή ήταν προαιρετική, η πειραματική ομάδα ανήλθε στους 165 συμμετέχοντες (97 άντρες, 68 γυναίκες).

### **2.4 Μέσα έρευνας και ερωτηματολογίων- συλλογή δεδομένων**

Το λογισμικό CAD χρησιμοποιήθηκε ως εργαλείο στη δημιουργία των ερωτηματολογίων ενώ οι συμμετέχοντες είχαν ήδη εκπαιδευτεί σε σχέση με τις δραστηριότητες των ερωτηματολογίων που βασίζονται στο CAD. Δόθηκαν οδηγίες στους συμμετέχοντες, σε σχέση με τη διαδικασία που έπρεπε να ακολουθηθεί σε σχέση με την παρούσα έρευνα, τη συμπλήρωση των ερωτηματολογίων και την επιστροφή τους. Τα ερωτηματολόγια περιελάμβαναν ερωτήσεις που εξέταζαν την κατανόηση και υπολογισμούς γεωμετρίας και την εκτέλεση των σύνθετων ερωτημάτων χωρικής ικανότητας. Ενώ το πρώτο μέρος του ερωτηματολογίου αφορούσε σε κατανόηση βασικών αρχών γεωμετρίας, το δεύτερο μέρος του ερωτηματολογίου αφορούσε σε πεδία εφαρμογής της γεωμετρίας, απαιτώντας εμβάθυνση κατανόησης των βασικών αρχών στις απαντήσεις τους. Ταυτόχρονα με τη συζήτηση των αποτελεσμάτων της έρευνας σε σχέση με τους σκοπούς της παρούσας μελέτης στο **Κεφάλαιο 4**, οι συμμετέχοντες μέσω του 2ου ερωτηματολογίου παρείχαν πιο ουσιαστική εικόνα στην κατανόηση των σκέψεών τους και τους προσεγγίσεων στα ερωτήματα και γενικότερα, στις χωρικές τους ικανότητες στη γεωμετρία.

### **2.5 Περιγραφή διαδικασίας συμμετοχής**

Αρχικά, οι φοιτητές και οι φοιτήτριες ενημερώθηκαν προφορικά πριν δώσουν τις απαντήσεις τους για τους σκοπούς της έρευνας στο πλαίσιο της Διπλωματικής Εργασίας, για την μυστικότητα των προσωπικών τους δεδομένων όπως και το ότι δεν θα ληφθούν υπόψη οι απαντήσεις τους στην αξιολόγηση τους στο μάθημα «Μέθοδοι CAD σε Τεχνικά Έργα». Όλοι οι συμμετέχοντες καταρτίστηκαν στη χρήση λογισμικού CAD κατά τη διάρκεια του

εξαμήνου τους και έπειτα καλέστηκαν να απαντήσουν εκ νέου τα ερωτηματολόγια.

## 2.6 Μέθοδοι ανάλυσης αποτελεσμάτων

Οι τιμές της εξαρτημένης μεταβλητής (χωρική νοημοσύνη και ικανότητα), ορίζουν και τα κατάλληλα στατιστικά τεστ για την ανάλυση αποτελεσμάτων της έρευνας με Διερευνητική Στατιστική. Τα Παραμετρικά τεστ για παράδειγμα είναι κατάλληλα για ανάλυση αποτελεσμάτων έρευνας στην οποία υπάρχει εξαρτημένη μεταβλητή με κλίμακα.

Αν η ανεξάρτητη μεταβλητή έχει μόνο δύο τιμές (π.χ.το φύλο: άντρας ή γυναίκα), τότε το κατάλληλο στατιστικό τεστ είναι το T-τεστ. Έτσι, αν θέλουμε να ελέγξουμε αν τα δύο φύλα, στο εξάμηνο φοίτησης που βρίσκονται, διδαχθούν της μεθόδου CAD κατά πόσο θα βελτιώσουν τη χωρική τους νοημοσύνη κι ικανότητα, θα χρησιμοποιήσουμε T-τεστ. Αν η ανεξάρτητη μεταβλητή έχει τρεις ή παραπάνω τιμές (διδασκαλία μεθόδων CAD σε γυναίκες, σε άντρες, σε γυναίκες του 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup>, 5<sup>ου</sup>, 6<sup>ου</sup> και 7<sup>ου</sup>, σε άντρες 2<sup>ου</sup>, 3<sup>ου</sup>, 5<sup>ου</sup>, 6<sup>ου</sup> και 7<sup>ου</sup>), τότε το κατάλληλο στατιστικό τεστ είναι η Ανάλυση Διακύμανσης (ANOVA-τεστ).

Για να ολοκληρωθεί η στατιστική ανάλυση επιλέγουμε επίσης και τα post tests. Τέστ τα οποία θα μας βοηθήσουν να καταλάβουμε αλλαγές που πιθανά να υπάρξουν στην εξαρτημένη μεταβλητή.

Σε περίπτωση που η εξαρτημένη μεταβλητή κλίμακας μεταβάλλεται ανάλογα την τιμή παραπάνω από μίας ανεξάρτητης μεταβλητής και θέλουμε να δούμε σε ποιο βαθμό συμβαίνει αυτό, τότε εκτελούμε ανάλυση και άναμεσα στις ομάδες (φύλο και εξάμηνο). Αν λοιπόν θέλουμε να ελέγξουμε κατά πόσο το επίπεδο χωρικής αντίληψης των φοιτητών εξαρτάται από την διδασκαλία Γεωμετρίας, το φύλο και το εξάμηνό τους θα πρέπει να κατηγοριοποιήσουμε την ανάλυση σε τόσες κατηγορίες όσα τα εξάμηνα των συμμετεχόντων ανά φύλο.



## Κεφάλαιο 3 Αποτελέσματα Έρευνας- Ανάλυση Δεδομένων

### 3.1 Συνολικά Αποτελέσματα

Η συμμετοχή των φοιτητών και των φοιτητριών στα ερωτηματολόγια που αξιολογούν τη χωρική ικανότητα και τις δεξιότητες υπολογισμών, κατά τη διάρκεια διαφορετικών εξαμήνων σπουδών, αποτελεί σημαντικό στοιχείο για την κατανόηση της εξέλιξης των φοιτητών και των φοιτητριών στον τομέα αυτό. Οι πληροφορίες που προκύπτουν από αυτά τα ερωτηματολόγια παρέχουν ένα πλαίσιο για την αξιολόγηση της προόδου τους και των ενδεχόμενων αναγκών που προκύπτουν κατά τη διάρκεια των σπουδών τους.

Στην έρευνα συμμετείχαν 97 φοιτητές και 63 φοιτήτριες στη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πριν και μετά το μάθημα CAD. Αναλυτικά η συμμετοχή ανα εξάμηνο σπουδών στο τμήμα των πολιτικών μηχανικών, και η διαφοροποίηση στη συμμετοχή των φοιτητών και φοιτητριών πριν το μάθημα CAD και μετά το μάθημα CAD συμπληρώνοντας το ίδιο ερωτηματολόγιο διαμορφώθηκε όπως περιγράφεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 3.1):

**Πίνακας 3.1 Συγκεντρωτική συμμετοχή στη συμπλήρωση ερωτηματολογίων πριν και μετά το μάθημα CAD, ανα φύλο και εξάμηνο**

Εξάμηνο	Φύλο	Απάντηση Ερωτηματολογίου (πριν το μάθημα CAD)- τέστ 1	Απάντηση Ερωτηματολογίου (μετά το μάθημα CAD)- τέστ 2
2ο	Άντρας	1	1
	Γυναίκα	1	1
3ο	Άντρας	69	69
	Γυναίκα	46	46
5ο	Άντρας	12	12
	Γυναίκα	9	9
6ο	Άντρας	1	1
	Γυναίκα	0	0
7ο	Άντρας	4	4
	Γυναίκα	3	3
9ο	Άντρας	3	3
	Γυναίκα	1	1
Πτυχίο	Άντρας	7	7
	Γυναίκα	3	3
Σύνολο	Άντρας	97	97
	Γυναίκα	63	63

Ο συνοπτικός σχολιασμός των συνολικών αποτελεσμάτων της χωρικής νοημοσύνης στο σύνολο των συμμετεχόντων φοιτητών των Πολιτικών

Μηχανικών, πριν και μετά το μάθημα CAD, θα γίνει με βάση τα ποσοστά επιτυχίας στις διάφορες ερωτήσεις (ανα κατηγορία ερωτήσεων) πριν και μετά από μαθήματα CAD (Πίνακας 3.2).

**Πίνακας 3.2 Ποσοστά επιτυχόντων απαντήσεων επί του συνόλου των συμμετεχόντων (άντρας- Α, γυναίκα- Γ) σε όλα τα εξεταζόμενα εξάμηνα ( 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο, πτυχίου), τόσο πριν, όσο μετά το μάθημα CAD.**

		Άντρας		Γυναίκα	
		πριν CAD-Α (%)	μετά CAD-Α (%)	πριν CAD-Γ (%)	μετά CAD-Γ (%)
<b>Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας</b>	1	79.38	97.94	63.49	88.89
	2	85.57	94.85	71.43	85.71
	3	42.27	48.45	19.05	38.10
	6	70.10	84.54	80.95	87.30
<b>Υπολογισμοί Γενικότερης Γεωμετρίας</b>	4	83.51	80.41	76.19	90.48
	5	86.60	88.66	80.95	88.89
	7	55.67	65.98	50.79	77.78
<b>Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων</b>	8	71.13	92.78	63.49	92.06
	9	54.64	77.32	49.21	65.08
	10	40.21	53.61	50.79	65.08
	11	84.54	88.66	92.06	96.83
	12	84.54	93.81	68.25	95.24
	13	19.59	25.77	19.05	26.98
	14	45.36	60.82	46.03	61.90
<b>Χωρική Ικανότητα Όγκων</b>	15	54.64	68.04	73.02	77.78
	16	22.68	27.84	33.33	33.33
	17	19.59	22.68	12.70	15.87
	18	1.03	1.03	4.76	3.17
	19	0.00	0.00	0.00	0.00
	20	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας</b>	21	27.84	43.30	49.21	52.38
	22	31.96	41.24	26.98	46.03
	23	31.96	41.24	33.33	46.03
<b>Υπολογισμοί Σύνθετης Γεωμετρίας</b>	24	39.18	44.33	41.27	49.21
	25	43.30	46.39	39.68	39.68
	26	52.58	54.64	50.79	58.73
	27	1.03	1.03	0.00	0.00
<b>Χάρτης</b>					

Συγκεκριμένα, διαπιστώνεται πως σε σχέση με:

### 1. Τη Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας:

- Οι άντρες φαίνεται να έχουν βελτιωμένη επίδοση μετά από το μάθημα, ενώ οι γυναίκες έχουν σε γενικές γραμμές μεσαία με υψηλά ποσοστά επιτυχίας και πριν και μετά.

### 2. Τους Υπολογισμούς Γενικότερης Γεωμετρίας:

- Και οι άντρες και οι γυναίκες φαίνεται να έχουν αυξημένη επίδοση μετά από το μάθημα, με τα ποσοστά επιτυχίας να παραμένουν υψηλά.

### 3. Τη Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων:

- Σε αυτή την κατηγορία, φαίνεται ότι και οι άντρες και οι γυναίκες έχουν βελτιωμένη επίδοση μετά από το μάθημα.

#### 4. Τη Χωρική Ικανότητα Όγκων:

- Η επίδοση φαίνεται να είναι ποικίλη, με ορισμένα άτομα να έχουν αυξημένη επίδοση μετά από το μάθημα, ενώ άλλα δεν φαίνεται να έχουν αλλαγή, πλην εξαιρέσεως σε μια ερώτηση να έχουν μείωση.

#### 5. Τη Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας:

- Η επίδοση εδώ φαίνεται να έχει ποικίλες μεταβολές αλλά στις περισσότερες περιπτώσεις να σημαντική δείχνει σημαντική μεταβολή μετά από το μάθημα.

#### 6. Τους Υπολογισμούς Σύνθετης Γεωμετρίας:

- Η επίδοση διαφέρει ανάμεσα στα άτομα, με ορισμένα να έχουν αυξημένη επίδοση και άλλα να έχουν σταθερή επίδοση.

#### 7. Το Χάρτη:

- Σε αυτήν την κατηγορία, η επίδοση φαίνεται να παραμένει χαμηλή ή σταθερή.

Γενικά, οι ατομικές διαφορές στην απόδοση φαίνεται να υπάρχουν, αλλά η επίδραση του μαθήματος CAD στο σύνολο των φοιτητών (CAD-A) και των φοιτητριών (CAD-Γ) διαφέρει ανάλογα με την ενότητα. Για λεπτομερέστερη ανάλυση, χρησιμοποιείται κατάλληλη στατιστική μεθόδους, αυτή της μονόδρομης ανάλυση διακύμανσης (one-way ANOVA- **Παράγραφος 3.6**), που θα επιτρέψει να εκτιμηθεί με μεγαλύτερη ακρίβεια η συνεισφορά του μαθήματος CAD στην πολυεπίπεδη (λόγω ποικιλίας κατηγοριών ερωτήσεων γεωμετρίας) ανάπτυξη και βελτίωση της χωρικής ικανότητας ανα εξάμηνο σπουδών και σε φύλο σπουδαστών.

### 3.2 Κατηγοριοποίηση Αποτελεσμάτων Ανά Εξάμηνο

Κάνοντας συγκριτική ανάλυση μεταξύ εξαμήνων σπουδών (**Εικόνα 3.1 α)- ζ**), ειδικά για τα εξάμηνα 2 και 6 είναι δύσκολο να εξαχθούν βάσιμα συμπεράσματα εξαιτίας της χαμηλής συμμετοχής. Παρόλα αυτά, στα συγκεκριμένα εξάμηνα

παρατηρείται μια μεγαλύτερη αυτοπεποίθηση και άνεση στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας και υπολογισμών γενικότερης γεωμετρίας, λιγότερο στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας αναπτυγμάτων, με μειωμένη επίδοση στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας όγκων. Παρά το ότι φάνηκε διστακτική συμμετοχή των σπουδαστών και σπουδαστριών στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας σύνθετης γεωμετρίας, υπήρξε ικανοποιητική επίδοση στις ερωτήσεις υπολογισμών σύνθετης γεωμετρίας.

α)

**Εικόνα 3.1 Αποτελέσματα σωστών απαντήσεων ανα ερώτηση στα τέστ πριν και μετά το μάθημα CAD, ανα φύλο (άντρας- Α, γυναίκα-Γ) και εξάμηνο: α) 2ο, β) 3ο, γ) 5ο, δ) 6ο, ε) 7ο, στ) 9ο, ζ) πτυχίου**

Κοινός παρονομαστής στις απαντήσεις όλων των εξαμήνων ήταν η χαμηλότερη επίδοση στην ερώτηση χάρτη όπου χρειαζόταν συνδυασμός χωρικής ικανότητας και υπολογισμών γεωμετρίας.

Σε σχέση με τα πιο πολυπληθή αποτελέσματα, από πλευράς συμμετεχόντων, αυτά δηλαδή των εξαμήνων 3 και 5, παρατηρείται μεγαλύτερη άνεση στην προσπάθεια απάντησεων στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας και υπολογισμών γενικότερης γεωμετρίας. Στα εξάμηνα μεσαίας συμμετοχής (7ο και 9ο), παρατηρείται αντιστροφή στην επιτυχή προσπάθεια απάντησης των ερωτήσεων χωρικής ικανότητας γενικότερης γεωμετρίας και υπολογισμών γενικότερης γεωμετρίας, με καλύτερη επίδοση των συμμετεχόντων του 7ου εξαμήνου στην απάντηση ερωτήσεων υπολογισμών γενικότερης γεωμετρίας. Οι συμμετέχοντες του εξαμήνου πτυχίου, παρουσίασαν πιο ομοιογενή αποτελεσματικότητα στην απάντηση των ερωτήσεων χωρικής ικανότητας και υπολογισμών γενικότερης γεωμετρίας. Τέλος σε όλα τα εξάμηνα, παρατηρείται σχετικά μεγαλύτερη ευχέρεια στην επιτυχή απάντηση των ερωτήσεων χωρικής ικανότητας και υπολογισμών γενικότερης και μερικώς στην αποτελεσματικότητα των συμμετεχόντων σε ερωτήσεις χωρικής ικανότητας αναπτυγμάτων.

Πέραν της ανάλυσης των αποτελεσμάτων όπως αναπαριστώνται στα γραφήματα της **εικόνας 3.1**, ο μέσος όρος, η τυπική απόκλιση και η εκτέλεση του t-test για τα ποσοστά επιτυχίας των αποτελεσμάτων των συμμετεχόντων (αντρών και γυναικών) ανα εξάμηνο και του μέσου όρου και του F-test για την

τυπική απόκλιση μεταξύ του 1ου και 2ου τέστ, μπορούν να δώσουν σημαντικές πληροφορίες σχετικά με την κεντρική τάση και τη διακύμανση των δεδομένων, αντίστοιχα, και συμβάλλουν στην ενδυνάμωση της ερμηνείας των αποτελεσμάτων.

Ο μέσος όρος είναι ένα κεντρικό μέτρο της τοποθέτησης των δεδομένων, και υπολογίζεται ως ο αριθμητικός μέσος όρος όλων των παρατηρήσεων. Αναπαριστά την "τυπική" τιμή της μεταβλητότητας και παρέχει μια συνοπτική εικόνα της μέσης απόδοσης των παρατηρήσεων. Αν και είναι ευαίσθητος σε ακραίες τιμές, ο μέσος όρος συχνά χρησιμοποιείται για τη σύγκριση της συνολικής απόδοσης διαφόρων συνόλων δεδομένων.

Η τυπική απόκλιση είναι ένα μέτρο της διακύμανσης των δεδομένων από το μέσο όρο τους. Αναδεικνύει το εύρος και την ομοιομορφία των παρατηρήσεων, και η μείωσή της σημαίνει πιο συγκεντρωμένα δεδομένα γύρω από το μέσο όρο. Με την τυπική απόκλιση, μπορούμε να εκτιμηθεί ο βαθμός ποσοτικής διαφοροποίησης και να αναγνωριστούν τυχόν περαιτέρω προτεραιότητες στην ανάλυση.

Το t-test είναι ένα στατιστικό τεστ που χρησιμοποιείται για τη σύγκριση των μέσων των δύο ομάδων και εξετάζει εάν οι διαφορές που παρατηρούνται είναι στατιστικά σημαντικές. Αν η τιμή p είναι κάτω από ένα καθορισμένο επίπεδο σημασίας (συνήθως 0.05), τότε θεωρείται ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Αν και το δείγμα των συμμετεχόντων και αποτελεσμάτων είναι περιορισμένα και δεν μπορεί να υπάρξει ουσιαστική στατιστική ερμηνεία τάσεων και διακυμάνσεων για τα εξάμηνα 1 και 6 και λιγότερο για τα εξάμηνα 5, 7, 9 και πτυχίου, τα αποτελέσματα του μέσου όρου και τυπικής απόκλισης παρουσιάζονται στον **Πίνακα 3.3**.

**Πίνακας 3.3 Εκτέλεση του t-test για τα ποσοστά επιτυχίας των αποτελεσμάτων των συμμετεχόντων ανα εξάμηνο και του μέσου όρου, και του F-test για την τυπική απόκλιση, μεταξύ του 1ου και 2ου τέστ**

	τιμή p (t-test)							τιμή p (F-test)	τιμή p (t-test)
	Εξάμηνο 2	Εξάμηνο 3	Εξάμηνο 5	Εξάμηνο 6	Εξάμηνο 7	Εξάμηνο 9	Εξάμηνο Πτυχίου	Τυπική απόκλιση	Μέσος Όρος
Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας	1.00	0.75	0.95	-	0.43	0.82	0.23	0.64	0.71
Υπολογισμοί Γενικότερης Γεωμετρίας	1.00	0.10	1.00	-	0.72	0.52	0.59	0.05	0.03
Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων	0.56	0.05	0.50	-	0.62	0.53	0.09	0.06	0.53
Χωρική Ικανότητα Ογκων	0.72	0.79	0.94	-	1.00	0.84	1.00	0.82	0.95
Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.48	0.80	-	-	-	0.12	0.42	0.21
Υπολογισμοί Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.75	0.87	-	-	-	0.12	0.66	0.29
Χάρτης	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Όπως φαίνεται υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο 3ο εξάμηνο για τους συμμετέχοντες στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας αναπτυγμάτων, όπου η τιμή  $p < 0.05$ .

### 3.3 Κατηγοριοποίηση Αποτελεσμάτων Ανά Φύλο

Στον πίνακα 3.4 περιγράφονται στατιστικά σημαντικές διαφορές (τιμή  $p < 0.05$ ) στο σύνολο και στο ποσοστό (%) του συνόλου των φοιτητών (ανδρών) για όλα τα εξάμηνα που εξετάστηκαν και απάντησαν επιτυχώς στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας σύνθετης γεωμετρίας.

**Πίνακας 3.4 Εκτέλεση του t-test για τα ποσοστά επιτυχίας των αποτελεσμάτων των φοιτητών και φοιτητριών σε όλα τα εξάμηνα (2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο, πτυχίο) στο σύνολο τους και ως % συνόλου τους, μεταξύ του 1ου και 2ου τέστ**

	τιμή p (t-test)			
	Άντρας		Γυναίκα	
	Σύνολο	% Συνόλου	Σύνολο	% Συνόλου
Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας	0.45	0.45	0.41	0.41
Υπολογισμοί Γενικότερης Γεωμετρίας	0.81	0.85	0.18	0.21
Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων	0.34	0.34	0.22	0.22
Χωρική Ικανότητα Όγκων	0.39	0.80	0.69	0.95
Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας	0.00	0.00	0.17	0.17
Υπολογισμοί Σύνθετης Γεωμετρίας	0.53	0.53	0.46	0.46
Χάρτης	-	-	-	-

Στην επίδοση των φοιτητριών δεν παρατηρούνται σημαντικές στατιστικά διαφορές (τιμή  $p < 0.05$ ) για όλες τις κατηγορίες ερωτήσεων που απαντήθηκαν σωστά στο σύνολο τους ως συμμετέχουσες και ως % του συνόλου των συμμετεχουσών.

**Σημείωση:** το ποσοστό (%) του συνόλου των επιτυχών απαντήσεων εδώ παρουσιάζεται ανα κατηγορία ερωτήσεων που χρησιμοποιήθηκαν τα τεστ, αλλά στο Excel, αξιολογήθηκαν μια προς μια οι απαντήσεις σε κάθε μια ερώτηση αυτών των κατηγοριών.

### 3.4 Συσχέτιση Εξαμήνων και Φύλου

Όπως φαίνεται στον **πίνακα 3.5** υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ του 1ου και 2ου τεστ για τους φοιτητές (άντρες) του 3ου εξαμήνου που απάντησαν στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας σύνθετης γεωμετρίας και του εξαμήνου πτυχίου στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας αναπτυγμάτων, όπου η τιμή  $p < 0.05$ . Στις φοιτήτριες (γυναίκες) όλων των εξαμήνων δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ του 1ου και 2ου τεστ για όλες τις κατηγορίες ερωτήσεων.

**Πίνακας 3.5 Εκτέλεση του t-test για τα ποσοστά (%) επιτυχίας των αποτελεσμάτων των φοιτητών και φοιτητριών, ανα εξάμηνο και του μέσου όρου, και του F-test για την τυπική απόκλιση, μεταξύ του 1ου και 2ου τεστ**

Αντρας	τιμή p (t-test)							τιμή p (F-test) Τυπική απόκλιση	τιμή p (t-test) Μέσος Όρος
	Εξάμηνο 2	Εξάμηνο 3	Εξάμηνο 5	Εξάμηνο 6	Εξάμηνο 7	Εξάμηνο 9	Εξάμηνο Πτυχίου		
Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας	0.79	0.36	0.32	0.38	0.57	0.10	0.29	0.73	0.62
Υπολογισμοί Γενικότερης Γεωμετρίας	1.00	0.36	0.34	0.38	0.60	0.08	0.35	0.85	0.92
Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων	0.32	0.42	0.28	0.61	0.42	0.40	0.73	0.99	0.34
Χωρική Ικανότητα Όγκων	1.00	0.77	0.69	1.00	1.00	0.90	1.00	0.59	0.79
Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.00	0.68	-	-	-	-	0.38	0.03
Υπολογισμοί Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.76	0.12	-	-	-	0.37	0.73	0.07
Χάρτης	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Γυναίκα	τιμή p (t-test)							τιμή p (F-test) Τυπική απόκλιση	τιμή p (t-test) Μέσος Όρος
	Εξάμηνο 2	Εξάμηνο 3	Εξάμηνο 5	Εξάμηνο 6	Εξάμηνο 7	Εξάμηνο 9	Εξάμηνο Πτυχίου		
Χωρική Ικανότητα Γενικότερης Γεωμετρίας	1.00	0.38	1.00	-	0.48	1.00	0.07	0.77	0.32
Υπολογισμοί Γενικότερης Γεωμετρίας	1.00	0.13	0.89	-	0.68	-	0.12	0.20	0.18
Χωρική Ικανότητα Αναπτυγμάτων	1.00	0.18	0.30	-	1.00	1.00	0.47	0.77	0.22
Χωρική Ικανότητα Όγκων	0.79	1.00	0.85	-	0.82	0.17	1.00	0.98	0.97
Χωρική Ικανότητα Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.23	0.52	-	-	-	0.12	0.22	0.17
Υπολογισμοί Σύνθετης Γεωμετρίας	-	0.32	1.00	-	-	-	0.23	0.24	0.46
Χάρτης	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Στην περίπτωση των τιμών  $p < 0.05$  για τα t-test των μέσων όρων υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων όρων που αφορά στην επιτυχία των φοιτητών, στο σύνολο των εξαμήνων, στις ερωτήσεις χωρικής ικανότητας σύνθετης γεωμετρίας (t-test των μέσων όρων). Σημειώνεται πως οι μέσοι όροι μπορεί να δείχνουν μια γενική τάση ή διαφορές στην επίδοση ενώ οι τυπικές αποκλίσεις μπορεί να εκφράζουν το βαθμό διασποράς στις απαντήσεις. Όντως, οι φοιτητές του 3ου εξαμήνου είχαν μεγαλύτερες διαφορές στο μέσο όρο επιτυχούς απάντησης των διαφορετικών ερωτήσεων της κατηγορίας χωρικής ικανότητας σύνθετης γεωμετρίας.

### 3.5 Προχωρημένη Στατιστική Ανάλυση- (one-way) ANOVA

Σε μια μονόδρομη (one-way) ανάλυση της διακύμανσης ANOVA, η μεταβλητή που μετράται ονομάζεται εξαρτημένη μεταβλητή και ο παράγοντας που χρησιμοποιείται για να κατηγοριοποιηθούν ή να ομαδοποιηθούν τα δεδομένα (σωστές απαντήσεις) ονομάζεται ανεξάρτητη μεταβλητή (ή παράγοντας). Έτσι, εξετάστηκαν με βάση την παραπάνω κατηγοριοποίηση αποτελεσμάτων (αποτελέσματα ανα εξάμηνο και ανα φύλο και για τα δυο τέστ του ίδιου ερωτηματολογίου, η επίδραση του μαθήματος CAD), ως:

- Εξαρτημένη μεταβλητή (Dependent Variable, DV): η ορθότητα των απαντήσεων στο ερωτηματολόγιο (τέστ 1 και 2), ως μονάδες απαντήσεων,
- Ανεξάρτητη μεταβλητή (Independent Variable, IV): ο παράγοντας ομαδοποίησης των σωστών απαντήσεων (τα δεδομένα):
  - ανά εξάμηνο,
  - με βάση το φύλο (άντρας, γυναίκα),
  - πριν και μετά την παρακολούθηση του μαθήματος CAD, δηλαδή όταν το ερωτηματολόγιο (τέστ 1) συμπληρώθηκε πριν από το μάθημα CAD και όταν το ερωτηματολόγιο (τέστ 2) συμπληρώθηκε μετά από το μάθημα CAD.

Δυστυχώς, δεν υπήρχε πρόσβαση σε δωρεάν έκδοση για την πραγματοποίηση two-way ANOVA (ανάλυση διακύμανσης διπλής κατεύθυνσης) που θα ήταν καταλληλότερη για την στατιστική ανάλυση με βάση τις ανεξάρτητες μεταβλητές που περιγράφονται παραπάνω. Οπότε πραγματοποιήθηκε η πιο χρονοβόρα μονόδρομη (one-way) ανάλυση ANOVA με το λογισμικό StatPlus (Analyst Soft Inc.) όπου εξετάζεται αν η τιμή  $p$  ( $p$ -value) είναι μικρότερη από το επιλεγμένο επίπεδο σημαντικότητας (εν προκειμένω  $<0.05$ ), συμπεράνεται ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τουλάχιστον ορισμένων μέσων όρων των ομάδων. Με αυτό τον τρόπο προσδιορίζονται ποιες συγκεκριμένες ομάδες διαφέρουν (ανα εξάμηνο και φύλο και για τα δυο τέστ του ίδιου ερωτηματολογίου και η επίδραση του μαθήματος CAD).

Η ANOVA είναι στατιστικά σημαντική, γιατί παρέχει ένα ενιαίο αποτέλεσμα τιμής  $p$  ( $p$ -value) που δείχνει εάν υπάρχει σημαντική διαφορά κάπου μεταξύ



των ομάδων. Επίσης με την ANOVA μπορεί να εκτελεστούν περαιτέρω αναλύσεις, όπως post-hoc τεστ, για να εντοπιστεί ποιες ομάδες διαφέρουν μεταξύ τους. Το t-test είναι κατάλληλο μόνο για τη σύγκριση δύο ομάδων. Προηγουμένως, δηλαδή στη συσχέτιση των αποτελεσμάτων ανα εξάμηνο (**παράγραφος 3.2**), ανα φύλο (**παράγραφος 3.3**) και εξαμήνων και φύλου (**παράγραφος 3.4**), δημιουργήθηκαν δυο ομάδες δεδομένων ώστε να εκτελεστεί το t-test: το σύνολο των επιτυχών απαντήσεων στο 1ο και το 2ο τεστ και το ποσοστό (%) του συνόλου των επιτυχών απαντήσεων στους φοιτητές και τις φοιτήτριες. Στη μονόδρομη (one-way) ανάλυση της διακύμανσης ANOVA, χρησιμοποιήθηκε α) τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων ανα φύλο και εξάμηνο για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και στο 2ο τεστ, δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές, β) παρομοίως για φοιτήτριες, γ) τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 1ο τεστ , δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές και φοιτήτριες στο 1ο τεστ και δ) τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 1ο τεστ , δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές και φοιτήτριες στο 2ο τεστ.

Έτσι, για τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων ανα φύλο και εξάμηνο (2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο, πτυχίου) για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και στο 2ο τεστ για φοιτητές (**πίνακας 3.6**), η ανάλυση διακύμανσης (ANOVA) που πραγματοποιήθηκε είχε ως στόχο να εξετάσει εάν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φοιτητών για όλες τις ομάδες (εξάμηνα στο 1ο και 2ο τεστ και ανα ερώτηση σε αυτά). Ας ερμηνεύσουμε τα κύρια αποτελέσματα:

#### 1. Μεταξύ των Ομάδων (Between Groups):

- Το F-statistic είναι υψηλό (61.70), και το p-value είναι πολύ χαμηλό (0.00). Αυτό υποδεικνύει ότι οι μέσες τιμές μεταξύ των ομάδων είναι στατιστικά διαφορετικές.
- Επειδή το p-value είναι κάτω από το επίπεδο σημαντικότητας (0.05), απορρίπτουμε τη μηδενική υπόθεση ότι οι μέσες τιμές

είναι ίσες- επομένως υπάρχουν σημαντικές στατιστικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.

## 2. Εντός των Ομάδων (Within Groups):

- Η διακύμανση εντός των ομάδων είναι μικρότερη σε σχέση με τη διακύμανση μεταξύ των ομάδων, προσφέροντας υποστήριξη στην υπόθεση της ANOVA. Αυτό υποδεικνύεται από το F-κριτήριο (F crit, **πίνακας 3.6**) ως ο λόγος της διακύμανσης μεταξύ των ομάδων προς τη διακύμανση εντός των ομάδων.

## 3. Το τετράγωνο ωμέγα ( $\Omega^2$ , Omega Sqr.):

- Το Omega Squared είναι υψηλό (0.68), υποδεικνύοντας ότι η διακύμανση μεταξύ των ομάδων εξηγεί ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης.

Συνολικά, τα αποτελέσματα στον **πίνακα 3.6** υποδεικνύουν ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (εξάμηνα στο 1ο και 2ο τέστ και ανα ερώτηση σε αυτά) για τους φοιτητές. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους λόγους, όπως διαφορές στην εκπαίδευση, στο χρόνο προετοιμασίας ή άλλους παράγοντες. Το τετράγωνο ωμέγα υπογραμμίζει τη σημαντική επίδραση αυτών των διαφορών στη συνολική διακύμανση.

**Πίνακας 3.6 One-way ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων από φοιτητές και ανα εξάμηνο για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και στο 2ο τεστ, δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές**

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p-value	F crit	Omega Sqr.
Between Groups	13	51777.22	3982.86	61.70	0.00	1.75	0.68
Within Groups	364	23495.63	64.55				
Total	377	75272.85					

Συνολικά, με βάση τα αποτελέσματα στη μονόδρομη (one-way) ανάλυση της διακύμανσης ANOVA για τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων ανα φυλο (φοιτήτριες) και εξάμηνο (2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο, πτυχίου) για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και στο 2ο τεστ για φοιτήτριες (**πίνακας 3.7**), συμπεράνεται ότι οι ομάδες (εξάμηνα στο 1ο και 2ο τέστ και ανα ερώτηση σε αυτά) διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους ως προς τη μετρούμενη μεταβλητή.

### 1. Μεταξύ των Ομάδων (Between Groups):

- Βαθμοί ελευθερίας (Degrees of Freedom, d.f.): 11
- Άθροισμα τετραγώνων (Sum of Squares, SS): 22761.65
- Μέσο τετράγωνο (Mean Square, MS): 2069.24
- F- στατιστικό (F-statistic, F): 60.42
- Τιμή  $p$  (p-value): 0.00 (μικρότερο από τυπικά επίπεδα σημαντικότητας, όπως 0.05)
- Κρίσιμη Τιμή F -κριτηρίου (Critical F-value, F crit): 1.82
- Τετράγωνο ωμέγα ( $\Omega^2$ , Omega Squared, Omega Sqr.): 0.67

### 2. Εντός των Ομάδων (Within Groups):

- Degrees of Freedom (d.f.): 312
- Sum of Squares (SS): 10686.07
- Mean Square (MS): 34.25

### 3. Total (Συνολικά):

- Degrees of Freedom (d.f.): 323
- Sum of Squares (SS): 33447.73

Παρατηρείται πως:

- Η διακύμανση μεταξύ των ομάδων (**Between Groups** Variation) αντιπροσωπεύει τις διακυμάνσεις μεταξύ των ομάδων. Το F-statistic είναι υψηλό (60.42) και το p-value είναι πολύ χαμηλό (0.00), υποδεικνύοντας ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.
- Η διακύμανση εντός των ομάδων (**Within Groups** Variation) αντιπροσωπεύει τις διακυμάνσεις εντός κάθε ομάδας. Αυτή η τιμή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του F-statistic και του μέσου τετραγώνου (Mean Square, **MS**).
- Η υψηλή τιμή του **τετράγωνου ωμέγα ( $\Omega^2$ , Omega Sqr.)** (0.67) υποδεικνύει ότι η μεταβλητή ανάμεσα στις ομάδες (**Between Groups**) εξηγεί ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης.

Συνολικά, τα αποτελέσματα υποδεικνύουν ότι οι μέσες τιμές μεταξύ των ομάδων (εξάμηνα στο 1ο και 2ο τέστ και ανα ερώτηση σε αυτά) για τις

φοιτήτριες διαφέρουν στατιστικά σημαντικά, καθώς η τιμή  $p$  είναι πολύ χαμηλή. Αυτό είναι σημαντικό για την ερμηνεία της ανάλυσης.

**Πίνακας 3.7 One-way ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων από φοιτήτριες και ανα εξάμηνο για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και στο 2ο τεστ, δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτήτριες**

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p-value	F crit	Omega Sqr.
Between Groups	11	22761.65	2069.24	60.42	0.00	1.82	0.67
Within Groups	312	10686.07	34.25				
Total	323	33447.73					

Η μονόδρομη (one-way) ανάλυση της διακύμανσης ANOVA για τα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων από φοιτήτριες και ανα εξάμηνο (2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο, πτυχίο) για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ και 2ο τεστ (**πίνακας 3.7**), καταδεικνύει:

- στην πρώτη γραμμή πως **Μεταξύ των Ομάδων** (Between Groups) το F-στατιστικό (60.42) είναι υψηλό και η τιμή  $p$  είναι πολύ χαμηλή (0.00), υποδεικνύοντας ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (ανα φύλο στα εξάμηνα στο 1ο και 2ο τεστ και ανα ερώτηση σε αυτά).
- στη δεύτερη γραμμή **Εντός των Ομάδων** (Within Groups) παρέχονται πληροφορίες για τις διακυμάνσεις εντός των ομάδων.
- στη τρίτη γραμμή (Σύνολο-Total) περιγράφεται το συνολικό άθροισμα τετραγώνων (SS)
- την τιμή Omega Squared ( $\Omega^2$ ) που υποδεικνύει ότι περίπου το 67% της συνολικής διακύμανσης μπορεί να εξηγηθεί από τις διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Ο **πίνακας 3.7** υποδεικνύει ότι οι μέσες τιμές μεταξύ των ομάδων είναι στατιστικά σημαντικά διαφορετικές, με το 67% της διακύμανσης να εξηγείται από αυτές τις διαφορές.

**Πίνακας 3.8 One-way ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 1ο τεστ , δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές και φοιτήτριες στο 1ο τεστ (πριν το μάθημα CAD)**

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p-value	F crit	Omega Sqr.
Between Groups	11	30918.51	2810.77	58.29	0.00	1.82	0.66
Within Groups	312	15044.59	48.22				
Total	323	45963.10					

Ο **πίνακας 3.8** περιγράφει τα αποτελέσματα της μονόδρομης (one-way) ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 1ο τεστ (πριν το μάθημα CAD), για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου, τα οποία συνοψίζονται ως εξής:

- Το F-στατιστικό είναι υψηλό (58.29), υποδεικνύοντας ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων.
- Η τιμή p είναι πολύ μικρή (0.00), υποδεικνύοντας ότι αυτές οι διαφορές δεν οφείλονται στην τύχη.
- Το  $\Omega^2$  είναι 0.66, προτείνοντας ότι το 66% της συνολικής παραλλαγής εξηγείται από τις μεταξύ των ομάδων διαφορές.

Επομένως, συμπεράνεται ότι οι ομάδες (φύλο, εξάμηνο σπουδών, απαντήσεις σε ερωτήσεις στο 1ο τεστ) είναι στατιστικά διαφορετικές μεταξύ τους.

**Πίνακας 3.9 One-way ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 1ο τεστ , δηλαδή για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου για φοιτητές και φοιτήτριες στο 2ο τεστ (μετά το μάθημα CAD)**

Source of Variation	d.f.	SS	MS	F	p-value	F crit	Omega Sqr.
Between Groups	12	43662.25	3638.52	64.72	0.00	1.78	0.69
Within Groups	338	19003.04	56.22				
Total	350	62665.29					

Τέλος, ο **πίνακας 3.8** περιγράφει τα αποτελέσματα της μονόδρομης (one-way) ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο

φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 2ο τεστ (μετά το μάθημα CAD), για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου.

Συνοψίζοντας, παρατηρείται πως:

- η **Μεταξύ των Ομάδων** (Between Groups) παραλλαγή αναφέρεται στις διαφορές μεταξύ των ομάδων. Το **F-statistic** είναι 64.72 και η σημαντικότητα (p-value) είναι 0.00, που είναι πολύ χαμηλό. Αυτό υποδεικνύει ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (φοιτητές και φοιτήτριες, επίπεδο σπουδών ανα εξάμηνο, απαντήσεις σε ερωτήσεις του 2ου τεστ) μετά το μάθημα CAD.
- Το  $\Omega^2$  ως δείκτης του μεγέθους της επίδρασης και η τιμή του (0.69) υποδεικνύει ότι ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Στο σύνολο τους, τα αποτελέσματα της μονόδρομης (one-way) ANOVA στα αναλυτικά αποτελέσματα επιτυχών απαντήσεων και για τα δυο φύλα μαζί (φοιτητές και φοιτήτριες) στο 2ο τεστ (μετά το μάθημα CAD), για το 2ο, 3ο, 5ο, 6ο, 7ο, 9ο εξάμηνο και αυτό του πτυχίου υποδεικνύουν ότι οι ομάδες διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, καθώς η τιμή p είναι πολύ χαμηλή.

#### **Κεφάλαιο 4 Συζήτηση αποτελεσμάτων**

Σε αυτό το κεφάλαιο συζητούνται τα αποτελέσματα με επίκεντρο κυρία θέματα που προκύπτουν από τη συνολική ανάλυση των δεδομένων, βασιζόμενη στα αποτελέσματα του **κεφαλαίου 3**. Αρχικά, δίνεται έμφαση στη σημασία της συμμετοχής των φοιτητών και των φοιτητριών στα ερωτηματολόγια που αξιολογούν τη χωρική ικανότητα και τις δεξιότητες υπολογισμών κατά τη διάρκεια διαφορετικών εξαμήνων σπουδών. Η παρακολούθηση της εξέλιξης αυτών των δεξιοτήτων αναδεικνύεται ως σημαντική για την κατανόηση της απόδοσης των φοιτητών και φοιτητριών και την επίδραση στη χωρική τους ικανότητα. Στο **κεφάλαιο 3** επισημάνθηκε η σημασία της προσεκτικής προσέγγισης και επακριβούς ερμηνείας των στατιστικών αναλύσεων, καθώς και την ανάγκη ευαισθησίας στις γενικεύσεις περιορισμένου δείγματος λόγω του μικρού αριθμού συμμετεχόντων όπου αυτό παρατηρήθηκε. Σε αυτό το

κεφάλαιο δίνεται έμφαση στην ερμηνεία των αποτελεσμάτων σε σχέση με την επίδοση των φοιτητών και των φοιτητριών αναλόγως του εξαμήνου σπουδών τους και την επίδραση του μαθήματος CAD σε κάθε μια από αυτές τις κατηγορίες για την ανάλυση και την εξαγωγή συμπερασμάτων.

#### 4.1 Σημαντικές διαφορές στην απόδοση συμμετεχόντων ανά φύλο και εξάμηνο

Από τη μονόδρομη (one-way) ANOVA μεταξύ των ομάδων (εξάμηνα στο 1ο και 2ο τέστ και ανα ερώτηση σε αυτά) για τους φοιτητές πριν και μετά το μάθημα CAD, αναφέρεται σημαντική διαφοροποίηση των μέσων τιμών και των τυπικών αποκλίσεων μεταξύ των ομάδων, και το τετράγωνο ωμέγα ( $\Omega^2$ ) καταδεικνύει ότι το 68% της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ των φοιτητών. Το F-στατιστικό και η τιμή p απορρίπτουν τη μηδενική υπόθεση, υποδεικνύοντας σημαντικές διαφορές (**πίνακας 3.6**). Τα στατιστικά σημαντικά αποτελέσματα, όπως προκύπτουν από τα t-test και F-test χρησιμοποιώντας το μέσο όρο και τις τυπικές αποκλίσεις αντίστοιχα, των ποσοστών επιτυχίας φοιτητών και φοιτητριών σε κάθε ερώτηση μεταξύ του 1ου και 2ου τεστ για όλα τα εξεταζόμενα εξάμηνα σπουδών (**πίνακας 3.5**), υποδεικνύουν διαφορές στις μέσες τιμές των ομάδων αλλά όχι στις τυπικές αποκλίσεις, προσφέροντας κατανόηση των παρατηρούμενων διακυμάνσεων.

Αντίστοιχα, οι παράμετροι της μονόδρομης ανάλυσης της διακύμανσης (ANOVA) για τις φοιτήτριες όλων των εξαμήνων σπουδών πριν και μετά το μάθημα CAD (**πίνακας 3.7**) παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (εξάμηνα, σωστές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση στο 1ο και 2ο τέστ), όπως φαίνεται από τα υψηλά F-στατιστικά και τα χαμηλά p-values. Η διακύμανση μεταξύ των ομάδων (**Between Groups Variation**) είναι υψηλή, υποδεικνύοντας σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των εξεταζόμενων ομάδων (εξάμηνα, σωστές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση στο 1ο και 2ο τέστ). Αυτό αντιστοιχεί σε υψηλό  $\Omega^2$  (Omega Squared), που υποδεικνύει ότι ένα μεγάλο ποσοστό της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ

των ομάδων (εξάμηνα, σωστές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση στο 1ο και 2ο τέστ).

Αξίζει να επισημανθεί επίσης η σημασία των τιμών  $p$ , που είναι πολύ χαμηλές, υποδεικνύοντας στατιστική σημαντικότητα (**πίνακας 3.5**). Η χρήση των  $t$ -tests εντός των ομάδων (εξάμηνα, σωστές απαντήσεις σε κάθε ερώτηση στο 1ο και 2ο τέστ) για τους φοιτητές, επισημαίνει τις στατιστικά σημαντικές επιδόσεις πριν και μετά το μάθημα CAD σε συγκεκριμένες κατηγορίες ερωτήσεων (και των μέσων όρων) και σε αυτές των εξαμήνων που εμφανίζουν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις των φοιτητών.

Πιθανοί παράγοντες που μπορεί να επηρεάζουν τις επιδόσεις και διαφέρουν μεταξύ των φύλων, καθώς εξετάζονται στα εξεταζόμενα τεστ με έμφαση στο μάθημα CAD και τη χωρική ικανότητα, περιλαμβάνουν:

### 1. Προετοιμασία:

- *Προηγούμενες Γνώσεις*: Φοιτητές που έχουν προηγούμενες γνώσεις στον τομέα του CAD ενδέχεται να έχουν πλεονέκτημα σε σχέση με τους υπόλοιπους.
- *Προετοιμασία Σχολής*: Οι φοιτητές που προέρχονται από σχολές ή κατευθύνσεις που προσφέρουν εκτεταμένη εκπαίδευση στον τομέα του CAD και της γεωμετρίας μπορεί να έχουν επιπλέον γνώσεις και εμπειρία.

### 2. Εκπαίδευση:

- *Ποιότητα Διδασκαλίας*: Η ποιότητα των διαλέξεων και των εκπαιδευτικών προγραμμάτων σχετίζεται με την κατανόηση των μαθητών και ενδέχεται να επηρεάσει τις επιδόσεις.
- *Διαθέσιμο Εκπαιδευτικό Υλικό*: Η πρόσβαση σε κατάλληλο εκπαιδευτικό υλικό, βιβλία, ή διαδικτυακούς πόρους μπορεί να παίξει ρόλο στην εμβάθυνση των γνώσεων.

### 3. Άλλες Παράμετροι που Διαφέρουν μεταξύ των Φύλων:

- *Κοινωνικοοικονομικό Υπόβαθρο*: Ενδεχομένως, η οικονομική κατάσταση ή άλλοι κοινωνικοί παράγοντες να επηρεάζουν τη δυνατότητα πρόσβασης σε εκπαίδευση και επιπλέον υλικό.



- ο *Κοινωνικές Προσδοκίες*: Οι κοινωνικές προσδοκίες για τον ρόλο των φύλων στο ακαδημαϊκό πεδίο και μεταγενέστερα στους επαγγελματικούς τομείς σταδιοδρομίας, μπορεί να επηρεάσουν τη συμμετοχή και την προσήλωση στις εκπαιδευτικές δραστηριότητες.

#### **4.2 Σημαντικές διαφορές στην απόδοση συμμετεχόντων πριν και μετά το μάθημα CAD**

Το υψηλό F-στατιστικό (58.29) και το πολύ μικρό p-value (0.00) υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (φοιτητές- φοιτήτριες για κάθε εξάμηνο και για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ) πριν το μάθημα CAD (**πίνακας 3.8**). Η τιμή του  $\Omega^2$  (0.66) επιβεβαιώνει ότι το 66% της συνολικής διακύμανση εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ των ομάδων.

Στη συνέχεια, η ανάλυση επαναλαμβάνεται για το δεύτερο τεστ (μετά το μάθημα CAD, **πίνακας 3.9**), όπου το F-statistic είναι 64.72 και το p-value είναι 0.00, υποδεικνύοντας και πάλι σημαντικές διαφορές μεταξύ των ομάδων (φοιτητές-φοιτήτριες στο σύνολο των εξαμήνων). Το  $\Omega^2$  (0.69) αποκαλύπτει ότι ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ των ομάδων.

**Σημείωση:** Η συνολική διακύμανση (total variance) αναφέρεται στο σύνολο της διακύμανσης που παρατηρείται στα δεδομένα. Συμβολίζεται συνήθως με τον όρο "συνολική διακύμανση". Σε μια ανάλυση δεδομένων, η συνολική διακύμανση χωρίζεται σε διάφορα μέρη ή συνιστώσες, και η ανάλυση αυτών των συνιστωσών μπορεί να προσφέρει πληροφορίες σχετικά με τις πηγές της διακύμανσης.

Όταν παραπάνω αναφέρεται ότι το  $\Omega^2$  (Omega squared) είναι 0.66 ή 0.69, αυτό υποδεικνύει το ποσοστό της συνολικής διακύμανσης που εξηγείται από τις μεταξύ των ομάδων διαφορές. Συνολικά, αυτοί οι δείκτες εκφράζουν το πόσο μεγάλο μέρος της διακύμανσης στα δεδομένα μπορεί να αποδοθεί στις μεταξύ των ομάδων διαφορές που εξετάζονται στη μελέτη.

Η ανάλυση των παραπάνω διαφοροποιήσεων μπορεί να συνοψισθεί ως εξής:

### 1. Επίδραση του Φύλου:

- Αρχικά, εκτιμώνται οι επιδόσεις πριν από το μάθημα CAD. Το υψηλό F-στατιστικό (64.72) και το πολύ μικρό p-value (0.00) υποδεικνύουν σημαντικές διαφορές μεταξύ των φύλων. Η τιμή του  $\Omega^2$  (0.69) επιβεβαιώνει ότι το 69% της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές μεταξύ των φύλων.

### 2. Εξέλιξη κατά Εξάμηνο:

- Η ανάλυση της εξέλιξης κατά εξάμηνο δείχνει ότι οι ομάδες εξελίσσονται διαφορετικά κατά τη διάρκεια των σπουδών τους. Τονίζονται εξαιρετικές αποκλίσεις σε συγκεκριμένα εξάμηνα, οπότε χρησιμοποιήθηκε προηγμένη ανάλυση για περαιτέρω εξήγηση.

Συγκεκριμένα, στην μονόδρομη (one-way) ANOVA μεταξύ των ομάδων (φοιτητές- φοιτήτριες για κάθε εξάμηνο και για κάθε ερώτηση στο 1ο τεστ) πριν το μάθημα CAD) χρησιμοποιήθηκε η ανάλυση Scheffe ως μια δοκιμασία στατιστικής σημαντικότητας που χρησιμοποιείται στο πλαίσιο της ανάλυσης διακυμάνσεων (ANOVA) για να αξιολογήσει τις διαφορές μεταξύ των ομάδων, ειδικότερα όταν υπάρχουν περισσότερες από δύο ομάδες.

**Σημείωση:** Συγκεκριμένα, η ανάλυση Scheffe επιτρέπει τη σύγκριση όλων των δυνατών συνδυασμών ζευγών ομάδων όταν η αρχική ανάλυση δείχνει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τουλάχιστον δύο ομάδων. Είναι ιδιαίτερα χρήσιμη όταν ο αρχικός έλεγχος ANOVA αποκαλύπτει σημαντικές διαφορές, αλλά δεν μπορούμε να προβούμε σε συγκεκριμένες συγκρίσεις μεταξύ των ομάδων χωρίς να υιοθετήσουμε ειδικές διορθώσεις για τον πολλαπλό έλεγχο.

Η ανάλυση Scheffe είναι γνωστή για το ότι είναι συντηρητική, προστατεύοντας από ψευδείς ανακαλύψεις σε σύγκριση με άλλες μεθόδους πολλαπλού συγκριτικού ελέγχου. Αυτό σημαίνει ότι η ανάλυση Scheffe είναι λιγότερο πιθανό να καταλήξει σε ανακάλυψη ψευδών θετικών, αλλά επίσης ενδέχεται να είναι λιγότερο ευαίσθητη στον εντοπισμό πραγματικών διαφορών ανάμεσα στις

ομάδες. Δηλαδή, η ανάλυση Scheffe έχει μικρότερη πιθανότητα να δηλώσει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ ομάδων, όταν στην πραγματικότητα δεν υπάρχουν αλλά μπορεί να μην είναι τόσο αποτελεσματική στον εντοπισμό πραγματικών διαφορών ανάμεσα στις ομάδες. Αυτή η ισορροπία ανάμεσα στη μείωση του κινδύνου ψευδών ανακαλύψεων και τη μείωση της ικανότητας ανίχνευσης πραγματικών διαφορών είναι κοινή σε πολλές στατιστικές μεθόδους,

Ο παρακάτω πίνακας δείχνει τις σημαντικές στατιστικές διαφορές (σε 95% Διάστημα Εμπιστοσύνης, 95% Confidence Interval, δηλαδή το διάστημα εμπιστοσύνης για τη διαφορά μεταξύ των ομάδων) μεταξύ διαφορετικών ομάδων για διάφορα εξάμηνα και τεστ. Κάθε γραμμή του πίνακα παρουσιάζει τη σύγκριση μεταξύ δύο ομάδων (εξάμηνα σπουδών φοιτητών ή φοιτητριών για το 1ο τεστ- πριν το μάθημα CAD), καθώς και τη διαφορά, το διάστημα εμπιστοσύνης 95%, το στατιστικό τεστ ή ο στατιστικός δείκτης (Test Statistic), και την τιμή  $p$ . Πιο αναλυτικά:

1. **Difference (Διαφορά):** Αυτή είναι η βασική ποσότητα που υπολογίζεται και αναφέρει το μέγεθος της διαφοράς μεταξύ των μέσων των δύο ομάδων. Είναι η αριθμητική εκδήλωση της στατιστικής σημαντικότητας.
2. **95% Confidence Interval (Διάστημα Εμπιστοσύνης 95%):** Παρέχει ένα εύρος τιμών στο οποίο, με πιθανότητα 95%, βρίσκεται η πραγματική διαφορά μεταξύ των πληθυσμιακών μέσων. Αν το 0 βρίσκεται εντός αυτού του εύρους, η διαφορά δεν θεωρείται στατιστικά σημαντική.
3. **Test Statistic (Στατιστικό Δείκτης του Τεστ):** Είναι ένας αριθμητικός δείκτης που υπολογίζεται από τα δεδομένα και χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση του αν η διαφορά μεταξύ των ομάδων είναι στατιστικά σημαντική.
4. **p-value (Τιμή p):** Αναπαριστά την πιθανότητα να παρατηρηθεί η στατιστική διαφορά (ή μεγαλύτερη) μεταξύ των ομάδων, υποθέτοντας ότι η πραγματική διαφορά είναι μηδενική (δεν υπάρχει πραγματική διαφορά). Μικρότερες τιμές υποδηλώνουν μεγαλύτερη σημαντικότητα.

**Πίνακας 4.1 Σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις στο 1ο τέστ (πριν από το μάθημα CAD)- όπου Α: άντρας, φοιτητές, Γ- γυναίκα, φοιτήτριες (ανάλυση σύγκρισης με τη μέθοδο Scheffe, μονόδρομη (one-way) ANOVA)**

Scheffe					
Group vs. Group (Contrast)	Difference	95% Confidence Interval		Test Statistic	p-value
2ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	-32.00	-40.45	-23.55	16.93	0.00
2ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	-20.63	-29.08	-12.17	10.92	0.00
2ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	-32.04	-40.49	-23.58	16.95	0.00
2ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	-20.67	-29.12	-12.21	10.94	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	11.37	2.92	19.83	6.02	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 5ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	26.52	18.06	34.97	14.03	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 5ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	29.26	20.80	37.71	15.48	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 6ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	32.11	23.66	40.57	16.99	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 7ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	31.00	22.55	39.45	16.40	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 7ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	30.81	22.36	39.27	16.30	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 9ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	31.48	23.03	39.94	16.66	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs 9ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	31.78	23.32	40.23	16.81	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α vs Εξάμηνο Πτυχίο- 1ο τεστ- Γ	31.26	22.80	39.71	16.54	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 5ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	15.15	6.69	23.60	8.02	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 5ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	17.89	9.43	26.34	9.47	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 6ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	20.74	12.29	29.20	10.97	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 7ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	19.63	11.17	28.08	10.39	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 7ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	19.44	10.99	27.90	10.29	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 9ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Α	20.11	11.66	28.57	10.64	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs 9ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ	20.41	11.95	28.86	10.80	0.00
3ο εξάμηνο- 1ο τεστ- Γ vs Εξάμηνο Πτυχίο- 1ο τεστ- Γ	19.89	11.43	28.34	10.52	0.00

Βάσει του πίνακα 4.1 συμπεραίνονται τα ακόλουθα:

- **Διαφορές Μεταξύ Εξαμήνων:**

- Εφόσον όλες οι τιμές  $p$  είναι 0, υποδηλώνουν στατιστικά σημαντικές διαφορές σε κάθε σύγκριση.
- Οι διαφορές (Difference) μεταξύ των μέσων των ομάδων προς τα πάνω (θετικές τιμές) υποδεικνύουν ότι οι μετρήσεις αυξήθηκαν, ενώ οι διαφορές προς τα κάτω (αρνητικές τιμές) υποδεικνύουν μείωση. Στην περίπτωση που οι μετρήσεις (ή μέσες τιμές) της ομάδας που βρίσκεται στο πάνω μέρος της σύγκρισης έχουν αυξηθεί σε σχέση με την άλλη ομάδα., δηλαδή αυτή η θετική διαφορά υποδεικνύει αύξηση ή βελτίωση στην απόδοση.
- Επιπλέον, τα 95% διαστήματα εμπιστοσύνης (95% Confidence Interval) δεν περιλαμβάνουν το μηδέν, επικυρώνοντας τη σημαντικότητα των διαφορών.

- **Σημασία Των Συγκρίσεων:**

- Οι συγκρίσεις που περιλαμβάνουν το 3ο εξάμηνο φαίνονται να έχουν τις μεγαλύτερες αποκλίσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι οι διαφορές στις μέσες τιμές μεταξύ των ομάδων είναι περισσότερο

εκτεταμένες και ότι το 3ο εξάμηνο διαφέρει σημαντικά από τα υπόλοιπα εξάμηνα.

- ο Οι συγκρίσεις μεταξύ 2ου και 3ου εξαμήνου φαίνονται να έχουν τις υψηλότερες αποκλίσεις. Αυτό υποδηλώνει ότι οι διαφορές στις μέσες τιμές μεταξύ του 2ου και 3ου εξαμήνου είναι πιο σημαντικές σε σχέση με άλλες συγκρίσεις μεταξύ διαφορετικών εξαμήνων (που δεν περιλαμβάνονται στον παραπάνω πίνακα εφόσον για αυτές η τιμή  $p > 0.05$ ). Συνεπώς υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ του 2ου και 3ου εξαμήνου, τόσο για τους φοιτητές όσο για τις φοιτήτριες.

Μερικές δυναμικές εξηγήσεις βάσει των συμπερασμάτων της παραπάνω ανάλυσης μπορεί να είναι:

1. **Ακαδημαϊκή Εξέλιξη:** Οι σημαντικές αποκλίσεις μεταξύ εξαμήνων μπορεί να αντικατοπτρίζουν την ακαδημαϊκή εξέλιξη των φοιτητών. Ίσως το 3ο εξάμηνο είναι σημαντικό στην πορεία τους και επηρεάζει σημαντικά τις επιδόσεις τους.
2. **Επίδραση Μαθημάτων:** Μπορεί να υπάρχουν ιδιαίτερα μαθήματα ή μαθήματα που δίνονται κατά το 3ο εξάμηνο και επηρεάζουν σημαντικά τις επιδόσεις των φοιτητών.
3. **Διαφορετικές Ομάδες Φοιτητών:** Υπάρχει πιθανότητα οι φοιτητές που παρακολουθούν το 3ο εξάμηνο να ανήκουν σε διαφορετικές ομάδες με ιδιαίτερα χαρακτηριστικά που επηρεάζουν τις επιδόσεις τους.
4. **Προσωπικά Χαρακτηριστικά:** Προσωπικά χαρακτηριστικά των φοιτητών, όπως κίνητρα (motivation), ενδιαφέροντα ή εμπειρίες, ενδέχεται να διαφέρουν σημαντικά μεταξύ των εξαμήνων.

Σχετικά με τα αποτελέσματα του 2ου τεστ (μετά το μάθημα CAD), παρουσιάστηκαν σημαντικές πτυχές για την κατανόηση των διαφορών μεταξύ των ομάδων φοιτητών και φοιτητριών, ανά εξάμηνο και επίπεδο σπουδών (πίνακας 3.9). Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε η μεταξύ των ομάδων (Between Groups) διακύμανση να είναι σημαντική, υποδεικνύοντας διαφορές μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών, καθώς και μεταξύ των επιπέδων σπουδών και εξαμήνων. Το F-statistic, με τιμή 64.72 και τιμή  $p < 0.00$ , υποστηρίζει την ύπαρξη

σημαντικών διαφορών, ενισχυόμενο από το υψηλό Ωμέγα τετράγωνο ( $\Omega^2$ ) της τάξης του 0.69, υποδηλώνοντας ότι ένα σημαντικό ποσοστό της συνολικής διακύμανσης εξηγείται από τις διαφορές αυτές. Η συνολική επίδραση του μαθήματος CAD είναι προφανής μέσα από τα αποτελέσματα, που αναδεικνύουν τις σημαντικές μεταβολές στις επιδόσεις μετά το μάθημα. Η ανάλυση Scheffe στην μονόδρομη (one-way) ANOVA μεταξύ των ομάδων (φοιτητές- φοιτήτριες για κάθε εξάμηνο και για κάθε ερώτηση στο 2ο τεστ) μετά το μάθημα CAD), ενίσχυσε και συγκεκριμενοποίησε τα αποτελέσματα του **πίνακα 3.9**.

**Πίνακας 4.2 Σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις στο 2ο τέστ (μετά το μάθημα CAD)- όπου Α: άντρας, φοιτητές, Γ- γυναίκα, φοιτήτριες (ανάλυση σύγκρισης με τη μέθοδο Scheffe, μονόδρομη (one-way) ANOVA)**

Scheffe					
Group vs. Group (Contrast)	Difference	95% Confidence Interval		Test Statistic	p-value
2ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	-37.15	-46.58	-27.71	18.20	0.00
2ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	-25.81	-35.25	-16.38	12.65	0.00
2ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	-37.22	-46.66	-27.79	18.24	0.00
2ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	-25.89	-35.32	-16.45	12.69	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 5ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	30.70	21.27	40.14	15.05	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 5ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	33.96	24.53	43.40	16.64	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 6ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	37.15	27.71	46.58	18.20	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 7ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	36.00	26.57	45.43	17.64	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 7ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	35.78	26.34	45.21	17.53	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 9ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	36.37	26.94	45.80	17.82	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs 9ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	36.96	27.53	46.40	18.11	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs Εξάμηνο Πτυχίο- 2ο τεστ- Α	34.11	24.68	43.55	16.72	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α vs Εξάμηνο Πτυχίο- 2ο τεστ- Γ	35.93	26.49	45.36	17.60	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 5ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	19.37	9.94	28.80	9.49	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 5ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	22.63	13.20	32.06	11.09	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 6ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	25.81	16.38	35.25	12.65	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 7ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	24.67	15.23	34.10	12.09	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 7ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	24.44	15.01	33.88	11.98	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 9ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Α	25.04	15.60	34.47	12.27	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs 9ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ	25.63	16.20	35.06	12.56	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs Εξάμηνο Πτυχίο- 2ο τεστ- Α	22.78	13.34	32.21	11.16	0.00
3ο εξάμηνο- 2ο τεστ- Γ vs Εξάμηνο Πτυχίο- 2ο τεστ- Γ	24.59	15.16	34.03	12.05	0.00

Οι παρατηρήσεις που προκύπτουν από την ανάλυση Scheffe (**πίνακας 4.2**) και στις στατιστικά σημαντικές διαφορές (τιμή  $p < 0.05$ ) που προέκυψαν από αυτή, αφορούν:

- **Διαφορές Μεταξύ Ομάδων:** Όλα τα ζεύγη ερωτήσεων ανα εξάμηνο και φύλο μετά το μάθημα CAD έχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, καθώς οι τιμές p-value είναι 0. Αυτό υποδεικνύει ότι οι ομάδες είναι στατιστικά διαφορετικές ως προς τη μεταβλητή που εξετάζεται.

- **Διαφορές Ανάμεσα σε Σημεία Μέτρησης:** Για κάθε εξάμηνο και ερώτηση του τεστ, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές (Difference) ανάμεσα στα διάφορα σημεία μέτρησης. Για παράδειγμα, η διαφορά μεταξύ του 2ου εξαμήνου (2ο τεστ) και του 3ου εξαμήνου (2ο τεστ) σε σχέση με τους φοιτητές (άντρες) είναι -32.15, με σημαντικότητα τιμής  $p$  ίσης με 0. Αυτό υποδεικνύει πώς οι μέσες τιμές μεταβάλλονται σημαντικά ανάμεσα στα δύο εξάμηνα σπουδών.
- **Διάστημα Εμπιστοσύνης (Confidence Interval):** Τα εύρη του διαστήματος εμπιστοσύνης για κάθε διάστημα διαφοράς δείχνουν την επιβεβαίωση των διαφορών (Difference). Για παράδειγμα, η διαφορά μεταξύ μεταξύ 2ου και 3ου εξαμήνου, η πραγματική διαφορά των μέσων των ομάδων με πιθανότητα 95% βρίσκεται μεταξύ -46.58 και -27.71. Αν η πραγματική διαφορά βρίσκεται εκτός αυτού του εύρους, τότε η διαφορά θεωρείται στατιστικά σημαντική. Καθώς η πραγματική διαφορά των μέσων (-37.15) βρίσκεται μεταξύ αυτών των ορίων, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική. Συνεπώς, υπάρχει σημαντική διαφορά μεταξύ των μέσων των δύο ομάδων (2ο και 3ο εξάμηνο για φοιτητές- άντρες) για το συγκεκριμένο τεστ (μετά το μάθημα CAD).
- Βάσει των συμπερασμάτων από την παραπάνω ανάλυση, υπάρχουν διάφορες πιθανές εξηγήσεις για τις παρατηρούμενες διαφορές:
  1. **Διαφορές Μεταξύ Φύλων και Επιπέδων Σπουδών:**
    - Η στατιστικά σημαντική διακύμανση μεταξύ των ομάδων (φοιτητές και φοιτήτριες, διάφορα επίπεδα σπουδών) στο 2ο τεστ (μετά το μάθημα CAD) υποδηλώνει πιθανές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ τους. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε ποικίλους παράγοντες, όπως διαφορές στην προετοιμασία, το ενδιαφέρον, ή ακόμα και στις απαιτήσεις του μαθήματος.
  2. **Επίδραση του Μαθήματος CAD:**
    - Η εμφανής επίδραση του μαθήματος CAD φαίνεται από τις στατιστικά σημαντικές μεταβολές στις επιδόσεις μετά την ολοκλήρωσή του. Αυτό ενδεχομένως να υποδηλώνει ότι το

μάθημα έχει σημαντική επίδραση στις γνώσεις και τις ικανότητες των φοιτητών.

### 3. Διαφορές μεταξύ Εξαμήνων:

- Οι στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στα εξάμηνα (διαφορετικά επίπεδα σπουδών) για φοιτητές και φοιτήτριες στο 2ο τέστ (μετά το μάθημα CAD) υποδεικνύουν ότι οι επιδόσεις μεταβάλλονται σημαντικά κατά τη διάρκεια των σπουδών. Αυτό μπορεί να οφείλεται σε διάφορους παράγοντες, όπως η αύξηση της δυσκολίας των μαθημάτων ή η απόκτηση περαιτέρω γνώσεων κατά την πρόοδο των σπουδών.

### 4. Αναλύσεις Scheffe:

- Οι αναλύσεις Scheffe ενισχύουν τα προηγούμενα συμπεράσματα, αναδεικνύοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα σε ομάδες και σημεία μέτρησης\*. Η εμπειρική επιβεβαίωση των διαφορών από διάφορες γωνίες ενισχύει την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων.

Συνολικά, οι διαφορές στις επιδόσεις φαίνεται να εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες, συμπεριλαμβανομένου του φύλου, του εξαμήνου και της επίδρασης του συγκεκριμένου μαθήματος.

**\*Σημείωση:** ως σημεία μέτρησης αναφέρονται στιγμές ή συνθήκες ως οι συγκεκριμένες συνθήκες εκπαίδευσης (εξάμηνα, τεστ) και σε συγκεκριμένες ομάδες (Α, Γ) που επιλέγονται για σύγκριση. Αυτά τα σημεία μέτρησης ή αυτές οι συγκεκριμένες στιγμές ή συνθήκες αναδεικνύονται στα "Group vs. Group (Contrast)" και αντιστοιχούν στα διάφορα εξάμηνα και τα διάφορα τεστ που εξετάζονται.



## Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα και Προτάσεις

Το παρόν κεφάλαιο αποτελεί αφηγηρία για την κατανόηση των συγκεντρωτικών συμπερασμάτων που προκύπτουν από την παρούσα έρευνα, προσφέροντας μια ανασκόπηση των κύριων ευρημάτων. Η διερεύνηση της σχέσης μεταξύ χωρικών ικανοτήτων και του μαθήματος Computer-Aided Design (CAD) αναδεικνύει την ουσιαστική σημασία των χωρικών ικανοτήτων στον εκπαιδευτικό χώρο.

Προκύπτει, πρώτον, η αναγνώριση στατιστικά σημαντικών διαφορών στην απόδοση μεταξύ των φοιτητών και των φοιτητριών. Οι αναλύσεις αποκαλύπτουν όχι μόνο την ύπαρξη αυτών των διαφορών, αλλά και τις ποικίλες τάσεις και διακυμάνσεις στις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις.

Επιπλέον, η συσχέτιση των χωρικών ικανοτήτων και του μαθήματος CAD αναδεικνύει την ουσιαστική σύνδεση μεταξύ αυτών των δύο παραγόντων. Τα συμπεράσματα δείχνουν όχι μόνο τον τρόπο με τον οποίο οι φοιτητές και φοιτήτριες με διαφορετικά επίπεδα χωρικών ικανοτήτων προοδεύουν σε αυτή τους την ικανότητα, αλλά και τη σημασία της χωρικής κατανόησης σε εκπαιδευτικά περιβάλλοντα που απαιτούν CAD.

Στο επίπεδο των φύλων, η έρευνα αποδεικνύει την ύπαρξη σημαντικών διαφορών στις επιδόσεις, με υψηλά στατιστικά σημεία και χαμηλές τιμές  $p$ , υπογραμμίζοντας τη σημασία του φύλου ως ενός από τους παράγοντες που επηρεάζουν την ακαδημαϊκή απόδοση.

Παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις όπως η προετοιμασία σχολής, η ποιότητα διδασκαλίας και το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό αποτελούν βασικές πτυχές που πρέπει να ληφθούν υπόψη για τη βελτίωση της διδασκαλίας και της εκπαιδευτικής διαδικασίας σε σχέση με τις χωρικές ικανότητες.

Τέλος, διακρίνεται η ανάγκη για περαιτέρω έρευνα σχετικά με την ανάπτυξη και βελτίωση των μεθόδων διδασκαλίας που ενισχύουν τις χωρικές ικανότητες, καθώς και την ανάγκη για πρωτοβουλίες που θα στοχεύουν στη μείωση των ανισοτήτων στον τομέα της ακαδημαϊκής απόδοσης μεταξύ των φύλων.

Επιπλέον, η ενίσχυση της εκπαίδευσης στον τομέα των χωρικών ικανοτήτων μπορεί να αποτελέσει βασικό στοιχείο για την προετοιμασία των φοιτητών για μελλοντικές σπουδές και επαγγελματική τους σταδιοδρομία, ενισχύοντας παράλληλα την αξιοποίηση των νέων τεχνολογιών στον εκπαιδευτικό χώρο.

## **5.1 Συμπεράσματα**

Από την παρούσα έρευνα μπορούν να εξαχθούν τα εξής σημαντικά συμπεράσματα και με πιθανές εφαρμογές στην ακαδημαϊκή και γενικότερη ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων των ατόμων στην και με ανώτατη εκπαίδευση:

### **1. Στατιστικά Συμπεράσματα:**

- Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ των φοιτητών και των φοιτητριών, προκύπτοντας από σημαντικές διακυμάνσεις στις μέσες τιμές και τις τυπικές αποκλίσεις.

### **2. Χωρικές Ικανότητες και Μάθημα CAD:**

- Οι χωρικές ικανότητες φαίνεται να συσχετίζονται με την απόδοση στο μάθημα CAD.
- Η διακύμανση στις επιδόσεις μεταξύ των εξεταζομένων εξαμήνων αντανακλά την εξέλιξη της χωρικής ικανότητας κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης.

### **3. Παράγοντες που Επηρεάζουν τις Επιδόσεις:**

- Προηγούμενες γνώσεις, προετοιμασία σχολής, ποιότητα διδασκαλίας και διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό αναδεικνύονται ως παράγοντες που επηρεάζουν τις επιδόσεις.

### **4. Διαφορές μεταξύ των Φύλων:**

- Υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ ανδρών και γυναικών, με χαμηλές τιμές  $p$ , υποδεικνύοντας στατιστική σημαντικότητα.

### **5. Πιθανοί Παράγοντες Φύλου:**

- ο Οι πιθανοί παράγοντες που διαφέρουν μεταξύ των φύλων περιλαμβάνουν προετοιμασία, ποιότητα διδασκαλίας, διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο και κοινωνικές προσδοκίες.

#### **6. Σημασία των Τιμών p:**

- ο Οι χαμηλές τιμές p υποδεικνύουν στατιστική σημαντικότητα των διαφορών, ενισχύοντας την αξιοπιστία των συμπερασμάτων.

#### **7. Εφαρμογές στην Ακαδημαϊκή Κοινότητα:**

- ο Η κατανόηση αυτών των παραγόντων μπορεί να βοηθήσει στη βελτίωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων, της προετοιμασίας των φοιτητών και της υποστήριξης της χωρικής ικανότητας.

Αναδύονται σημαντικά συμπεράσματα με πολυδιάστατες εφαρμογές στην ακαδημαϊκή και γενικότερη ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων στο πλαίσιο της ανώτατης εκπαίδευσης. Τα στατιστικά συμπεράσματα αποκαλύπτουν σημαντικές διαφορές μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών, ενώ οι χωρικές ικανότητες φαίνεται να επηρεάζονται θετικά από το μάθημα CAD. Παράγοντες όπως οι προηγούμενες γνώσεις, η προετοιμασία σχολής και η ποιότητα διδασκαλίας είναι πιθανοί παράγοντες που μπορεί να προάγουν τις εκπαιδευτικές επιδόσεις. Οι διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των φύλων επιβεβαιώνονται στατιστικά, ενώ πιθανοί παράγοντες όπως προετοιμασία, ποιότητα διδασκαλίας και κοινωνικοοικονομικό υπόβαθρο μπορεί να είναι σημαντικοί παράγοντες φύλου. Η κατανόηση αυτών των παραγόντων αποτελεί κρίσιμο βήμα για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών προγραμμάτων και την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων των ατόμων σε όλα τα επίπεδα της εκπαίδευσης.

### **5.2 Προτάσεις για Μελλοντική Έρευνα και Δράση**

Η εξέταση προτάσεων για μελλοντική έρευνα και δράση έχουν ως στόχο τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων και την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων στο πλαίσιο της ανώτατης εκπαίδευσης. Οι παρακάτω προτάσεις

αναλύονται, επισημαίνοντας τη σημασία της εξατομικευμένης προσέγγισης, της συνεχούς αξιολόγησης των χωρικών ικανοτήτων, της ενίσχυσης των μαθημάτων με χωρικό περιεχόμενο, της προσαρμογής διδακτικών προσεγγίσεων, καθώς και της σημασίας της επιστημονικής κοινότητας σε αυτό το πλαίσιο.

### **1. Ανάγκη Εξατομικευμένης Προσέγγισης:**

- Η παρατηρούμενη διαφορά μεταξύ των εξαμήνων υπογραμμίζει την ανάγκη για μια εξατομικευμένη προσέγγιση στην εκπαίδευση, λαμβάνοντας υπόψη τις ειδικές ανάγκες κάθε εξαμήνου. Η εξατομίκευση της εκπαίδευσης μπορεί να προσφέρει στους φοιτητές την υποστήριξη που χρειάζονται για την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων τους.

### **2. Συνεχής Αξιολόγηση Χωρικών Ικανοτήτων:**

- Η πρακτική αξιολόγηση των χωρικών ικανοτήτων κατά τη διάρκεια των σπουδών μπορεί να βοηθήσει στην προσαρμογή των εκπαιδευτικών προγραμμάτων. Η συνεχής παρακολούθηση επιτρέπει την έγκαιρη αντιμετώπιση τυχόν προβλημάτων και την προσαρμογή της διδασκαλίας σύμφωνα με τις ανάγκες των φοιτητών.

### **3. Ενίσχυση Μαθημάτων με Χωρικό Περιεχόμενο:**

- Ενδεχομένως, η δημιουργία μαθημάτων που ενισχύουν τις χωρικές ικανότητες των φοιτητών στο 3ο εξάμηνο μπορεί να είναι επιτυχής και να οδηγήσει σε βελτίωση των επιδόσεων
- αποτελεσμάτων, λαμβάνοντας υπόψη τις ευρύτερες επιστημονικές διαστάσεις του θέματος.
- Συνολικά, η τους.

### **4. Προσαρμογή Διδακτικών Προσεγγίσεων:**

- Οι διαφορετικές αποκλίσεις μεταξύ των εξαμήνων μπορεί να υποδεικνύουν την ανάγκη για προσαρμογή των διδακτικών προσεγγίσεων για να ενισχυθούν οι χωρικές ικανότητες.

## **5. Σημασία της Επιστημονικής Κοινότητας:**

Τα αποτελέσματα της έρευνας υπογραμμίζουν τη σημασία της επιστημονικής κοινότητας στην κατανόηση και ερμηνεία των διαφορών στις χωρικές ικανότητες μεταξύ των εξαμήνων. Η συνεργασία μεταξύ επιστημόνων, εκπαιδευτικού προσωπικού και φοιτητών μπορεί να συμβάλει στην ανάπτυξη πιο εξειδικευμένων προγραμμάτων και πολιτικών για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών διαφοροποίηση των προσεγγίσεων και η εφαρμογή προσαρμοσμένων προγραμμάτων εκπαίδευσης μπορούν να οδηγήσουν σε ολοκληρωμένες λύσεις που θα υποστηρίξουν την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων και τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων.

### **5.3 Επίλογος**

Μέσα από τη σφαιρική ανάλυση της παρούσας έρευνας, προκύπτουν σημαντικά συμπεράσματα που αποτελούν βάση για περαιτέρω εξέλιξη στην ακαδημαϊκή κοινότητα και πέραν αυτής. Η εξέταση των στατιστικών δεδομένων κατέδειξε σημαντικές διαφορές στην απόδοση μεταξύ φοιτητών και φοιτητριών, επισημαίνοντας παράλληλα την σημασία της διακύμανσης των χωρικών ικανοτήτων κατά τη διάρκεια της εκπαίδευσης.

Τα ευρήματα δείχνουν πως το μάθημα CAD επιδρά στην απόδοση των χωρικών ικανοτήτων. Παράγοντες όπως οι προηγούμενες γνώσεις, η προετοιμασία σχολής, η ποιότητα διδασκαλίας και το διαθέσιμο εκπαιδευτικό υλικό, πιθανόν επηρεάζουν σημαντικά τις επιδόσεις.

Επιπλέον, οι διακυμάνσεις στις επιδόσεις μεταξύ των φύλων αναδεικνύουν την ανάγκη εξέτασης πιθανών παραγόντων που διαφέρουν μεταξύ ανδρών και γυναικών. Οι προτεινόμενες προσεγγίσεις εξατομίκευσης της διδασκαλίας, ενίσχυσης μαθημάτων και συνεχούς αξιολόγησης χωρικών ικανοτήτων αποτελούν καίρια βήματα προς την κατεύθυνση της βελτίωσης.

Τέλος, η παρουσίαση προτάσεων για μελλοντική έρευνα και δράση επισημαίνει τη σημασία της επιστημονικής κοινότητας, της εξατομικευμένης προσέγγισης και της συνεχούς παρακολούθησης για τη βελτίωση των εκπαιδευτικών αποτελεσμάτων και την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων στο πλαίσιο της

ανώτατης εκπαίδευσης. Η προώθηση της συνεργασίας μεταξύ επιστημόνων, εκπαιδευτικού προσωπικού και φοιτητών αναδεικνύεται ως βασική πτυχή για τη δημιουργία εξειδικευμένων προγραμμάτων και πολιτικών που θα προωθήσουν την ανάπτυξη των χωρικών ικανοτήτων σε πολυδιάστατο επίπεδο. Με την υιοθέτηση αυτών των προσεγγίσεων, αναμένεται όχι μόνο τη συνέχιση της έρευνας αλλά και την πρακτική εφαρμογή προτάσεων που θα ενισχύσουν την εκπαίδευση και την ακαδημαϊκή επίδοση στον τομέα των χωρικών ικανοτήτων.

## Βιβλιογραφία

1. Lohman, D. (1993). Spatial ability and G. Paper presented at the first Spearman seminar. University of Plymouth, UK. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.111.7385&rep=rep1&type=pdf>
2. McGee, M. (1979). Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological Bulletin*, 86(5), 889–918. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0033-2909.86.5.889>
3. Clements, D. H. (1998). Geometric and spatial thinking in young children. Retrieved from <https://eric.ed.gov/?id=ED436232>
4. Maier, P. H. (1999). Raumgeometrie mit Raumvorstellung: Thesen zur Neustrukturierung des Geometrieunterrichts. *Der Mathematikunterricht*, 45(3), 4–18. <https://www.fachportal-paedagogik.de/literatur/vollanzeige.html?FId=2422529>
5. Webb, R. M., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2007). Spatial ability: A neglected dimension in talent searches for intellectually precocious youth. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 397–420. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.2.397>
6. Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T., Lovelace, K. (2006). Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. *Intelligence*, 34(2), 151-176. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2005.09.005>
7. Jansen, P. (2009). The dissociation of small- and large-scale spatial abilities in school-age children. *Percept Mot Skills*, 109(2), 357-361. <https://doi.org/10.2466/PMS.109.2.357-361>
8. Wang, L., Cohen, A. S., Carr, M. (2014). Spatial ability at two scales of representation: A meta-analysis. *Learning and Individual Differences*, 36, 140-144. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2014.10.006>

9. Burkhardt, M., Bergelt, J., Gönner, L., Dinkelbach, H. Ü., Beuth, F., Schwarz, A., Bicanski, A., Burgess, N., Hamker, F. H. (2023). A large-scale neurocomputational model of spatial cognition integrating memory with vision. *Neural Networks*, 167, 473-488. <https://doi.org/10.1016/j.neunet.2023.08.034>
10. Willingham, D. T. (2009). Ask the Cognitive Scientist: Is It True That Some People Just Can't Do Math? *American Educator*, 33, 14-19. <https://www.aft.org/sites/default/files/willingham.pdf>
11. Ferguson, A. M., Maloney, E. A., Fugelsang, J., Risko, E. F. (2015). On the relation between math and spatial ability: The case of math anxiety. *Learning and Individual Differences*, 39, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2015.02.007>
12. Bishop, A. (1980). Spatial Abilities and Mathematics Education – A Review. *Educational Studies in Mathematics*, 11(3), 257-269. <http://www.jstor.org/stable/3481801>
13. Krüger, J. M., Palzer, K., Bodemer, D. (2022). Learning with augmented reality: Impact of dimensionality and spatial abilities. *Computers and Education Open*, 3, 100065. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100065>
14. Pawlak-Jakubowska, A., Terczyńska, E. (2023). Evaluation of STEM students' spatial abilities based on a novel net cube imagination test. *Sci Rep*, 13, 17296. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44371-5>
15. Wai, J., Lubinski, D., & Benbow, C. P. (2009). Spatial ability for STEM domains: Aligning over 50 years of cumulative psychological knowledge solidifies its importance. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 817–835. <https://doi.org/10.1037/a0016127>
16. Lowrie, T., Logan, T., Harris, D., Hegarty M. (2018). The impact of an intervention program on students' spatial reasoning: student engagement through mathematics-enhanced learning activities. *Cogn. Research*, 3, 50. <https://doi.org/10.1186/s41235-018-0147-y>
17. Hawes, Z., Ansari, D. (2020). What explains the relationship between spatial and mathematical skills? A review of evidence from brain and



- behavior. *Psychon Bull Rev*, 27(3), 465-482.  
<https://doi.org/10.3758/s13423-019-01694-7>
18. Tsigeman, E. S., Likhanov, M. V., Budakova, A. V., et al. (2023). Persistent gender differences in spatial ability, even in STEM experts. *Heliyon*, 9(4), e15247. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15247>
19. Voyer, D., Voyer, S., & Bryden, M. P. (1995). Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta-analysis and consideration of critical variables. *Psychological Bulletin*, 117(2), 250–270.  
<https://doi.org/10.1037/0033-2909.117.2.250>
20. Cherney, I. D., Bersted, K., Smetter, J. (2014). Training spatial skills in men and women. *Percept. Mot. Skills*, 119, 82-99.  
<https://doi.org/10.2466/23.25.PMS.119c12z0>
21. Likhanov, M. V., Tsigeman, E. S., Papageorgiou, K. A., et al. (2020). Ordinary extraordinary: elusive group differences in personality and psychological difficulties between STEM-gifted adolescents and their peers. *British Journal of Educational Psychology*, 91, 78-100.  
<https://doi.org/10.1111/bjep.12349>
22. Schmitt, N. (2008). The interaction of neuroticism and gender and its impact on self-efficacy and performance. *Human Performance*, 21(1), 49-61. <https://doi.org/10.1080/08959280701522197>
23. Byrne, K. A., Silasi-Mansat, C. D., Worthy, D. A. (2015). Who chokes under pressure? The Big Five personality traits and decision-making under pressure. *Personality and Individual Differences*, 74, 22-28.  
<https://doi.org/10.1016/j.paid.2014.10.009>
24. Ohannessian, C. M., Milan, S., Vannucci, A. (2017). Gender differences in anxiety trajectories from middle to late adolescence. *Journal of Youth and Adolescence*, 46, 826-839. <https://doi.org/10.1007/s10964-016-0619-7>
25. Frenken, H., Papageorgiou, K. A., Tikhomirova, T., Malykh, S., Tosto, M. G., Kovas, Y. (2016). Siblings' sex is linked to mental rotation

- performance in males but not females. *Intelligence*, 55, 38-43.  
<https://doi.org/10.1016/j.intell.2016.01.005>
26. Chan, D. W. (2007). Gender differences in spatial ability: Relationship to spatial experience among Chinese gifted students in Hong Kong. *Roeper Review*, 29, 277-282.  
<https://doi.org/10.1080/02783190709554423>
27. Cui, X., Guo, K. (2022). Supporting mathematics learning: a review of spatial abilities from research to practice. *Current Opinion in Behavioral Sciences*, 46, 101176. <https://doi.org/10.1016/j.cobeha.2022.101176>
28. Leopold, C., Gorska, R. A., Sorby, S. A. (2001). International Experiences in Developing the Spatial Visualization Abilities of Engineering Students. *Journal for Geometry and Graphics*, 5(1), 81–91.
29. Alias, M., Black, T. R., Gray, D. E. (2003). The Relationship between Spatial Visualization Ability and Problem Solving in Structural Design. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 2(2), 273–276.
30. Dilling, F., Vogler, A. (2021). Fostering Spatial Ability Through Computer-Aided Design: a Case Study. *Digit Exp Math Educ*, 7, 323–336. <https://doi.org/10.1007/s40751-021-00084-w>
31. Marunić, G., Glažar, V. (2014). Improvement and assessment of spatial ability in engineering education. *Engineering Review*, 34(2), 139-150.  
<https://hrcak.srce.hr/122363>
35. Creswell, J. W. (2012). *Educational Research: Planning, Conducting, and Evaluating Quantitative and Qualitative Research*. 4th Ed. Boston, MA: Pearson. <http://repository.unmas.ac.id/medias/journal/EBK-00121.pdf>
36. Fraenkel, J. R., N. E. Wallen, and H. H. Hyun. (2012). *How to Design and Evaluate Research in Education*. 8th ed. New York: McGraw-Hill. ISBN-0-07-557212-5

Η συμβολή των νέων τεχνολογιών στην  
ανάπτυξη της Χωροταξικής νοημοσύνης.  
Μελέτη περίπτωσης: Μέθοδοι CAD.

\* Υποδεικνύει απαιτούμενη ερώτηση

---

1. Ονοματεπώνυμο \*

---

2. Φύλο \*

*Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.*

Άντρας

Γυναίκα

3. Εξάμηνο \*

---

Γενικότερα ερωτήματα χωρικής αντίληψης-Ερωτήσεις γεωμετρίας

4. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα είναι περιστροφή του σχήματος Α;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Κανένα

5. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα εάν ενωθεί με το σχήμα Α, κατασκευάζει το τετράγωνο;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Σχήμα 4
- Κανένα

6. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα δεν θα μπορούσε να είναι τρίγωνο;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3

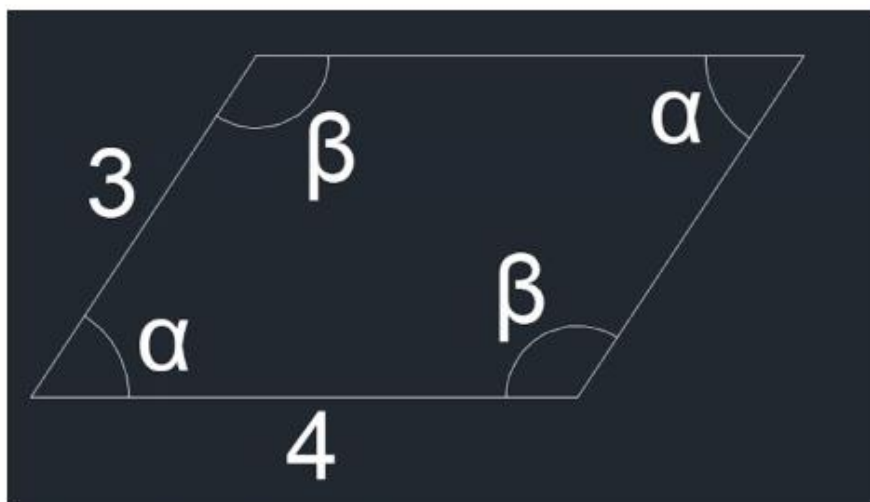
7. Υπολογίστε την περίμετρο του τριγώνου.



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- 8m
- 10m
- 6m
- 12m

8. Υπολογίστε την περίμετρο του σχήματος.



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- 12m
- 10m
- 14m
- 20m

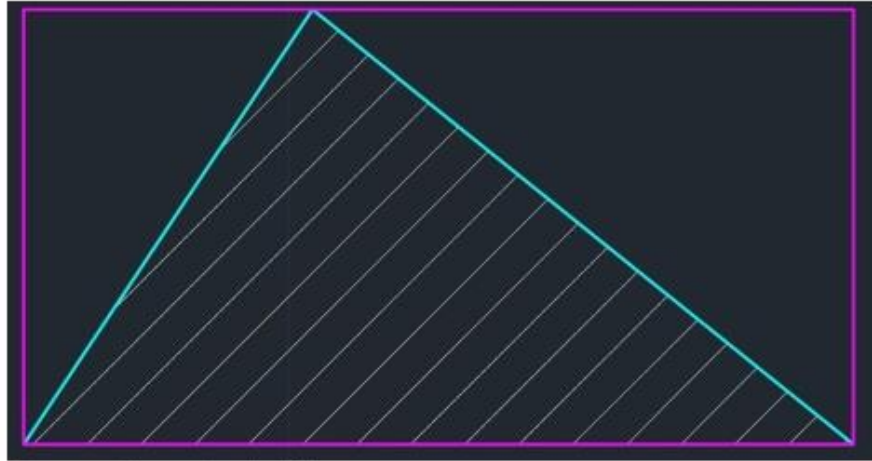
9. Ποια τρίγωνα είναι ισοσκελή;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Σχήμα 4

10. Τι σχέση έχει το εμβαδόν του γραμμοσκιασμένου με το εμβαδόν του ορθογωνίου;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- 1/4  
 1/2  
 1/3  
 ίσο

Αναπτύγματα

Αναδίπλωση αναπτύγματος για την κατασκευή σχήματος



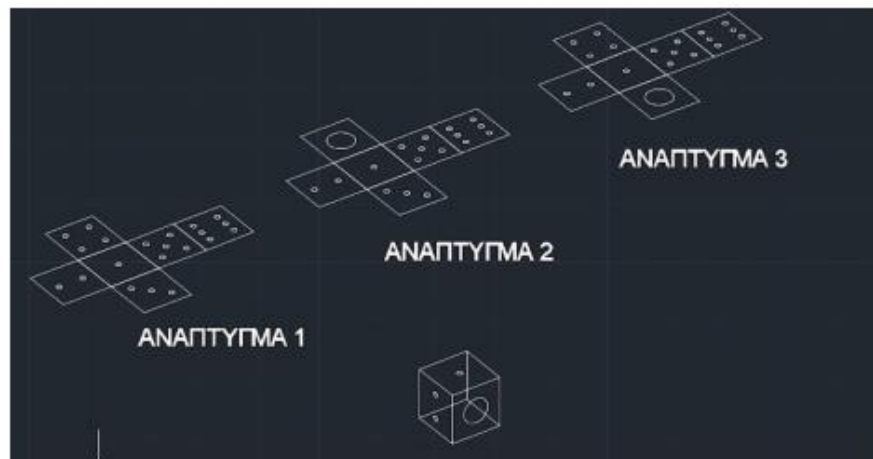
11. Ποιανού σχήματος είναι το παρακάτω ανάπτυγμα;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Σχήμα 4
- Κανένα

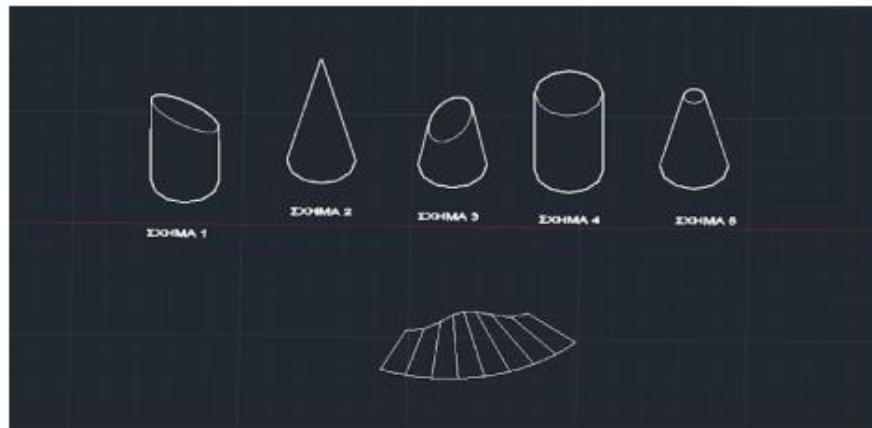
12. Ποιο είναι το ανάπτυγμα του παρακάτω σχήματος;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ανάπτυγμα 1
- Ανάπτυγμα 2
- Ανάπτυγμα 3

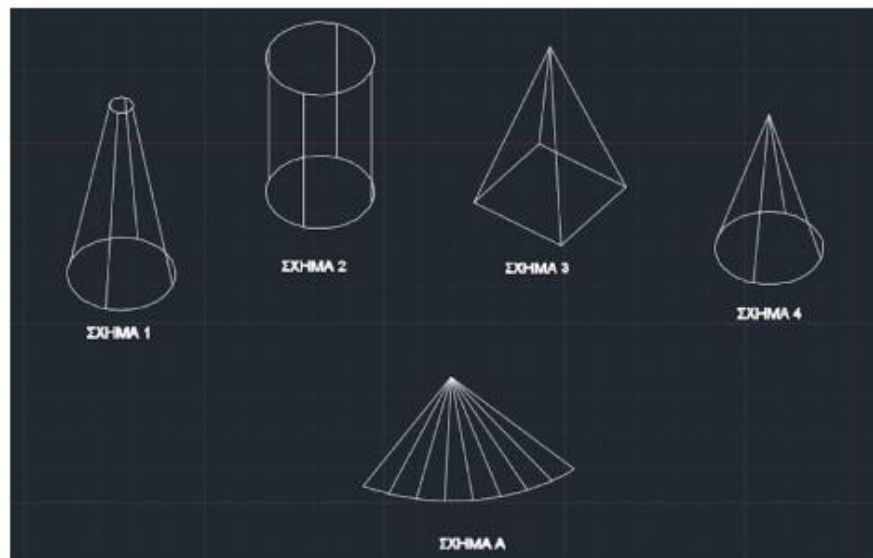
13. Ποιανού σχήματος είναι το παρακάτω ανάπτυσμα;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Σχήμα 4
- Σχήμα 5
- Κανενός

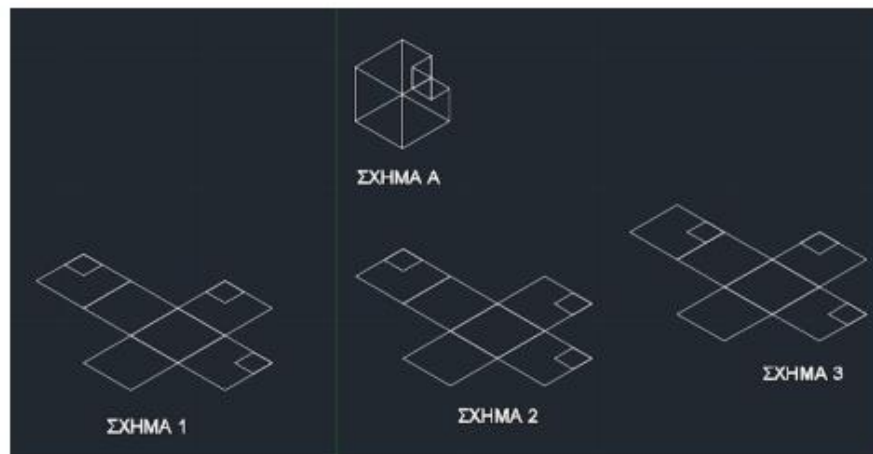
14. Ποιανού σχήματος είναι το ανάπτυγμα που φαίνεται στο σχήμα Α;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Σχήμα 4

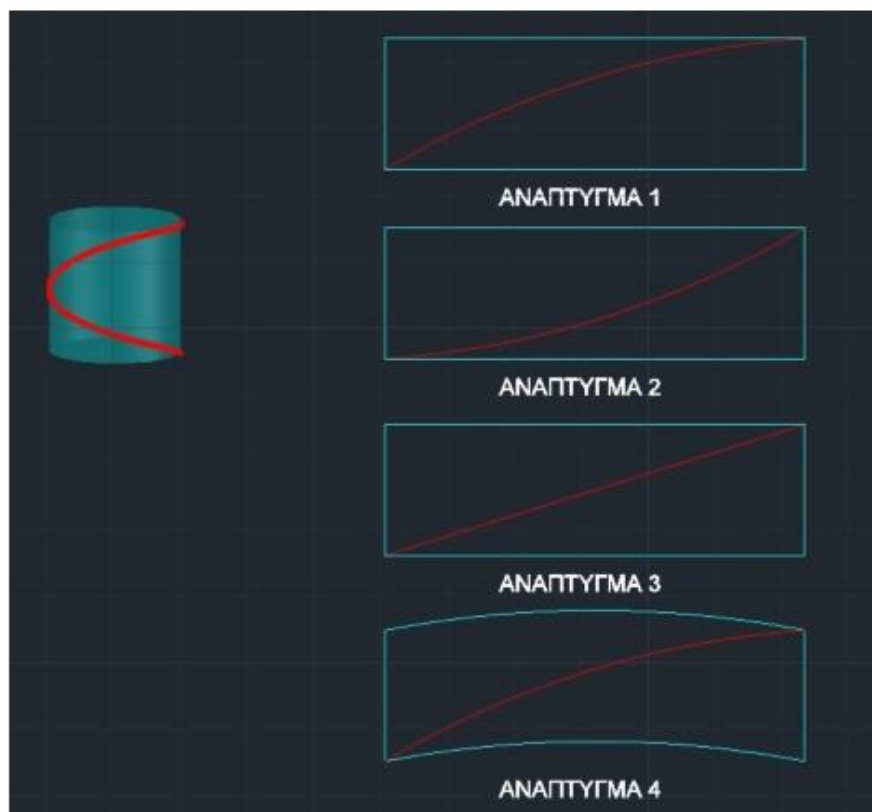
15. Ποιο είναι το ανάπτωμα του σχήματος Α;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3

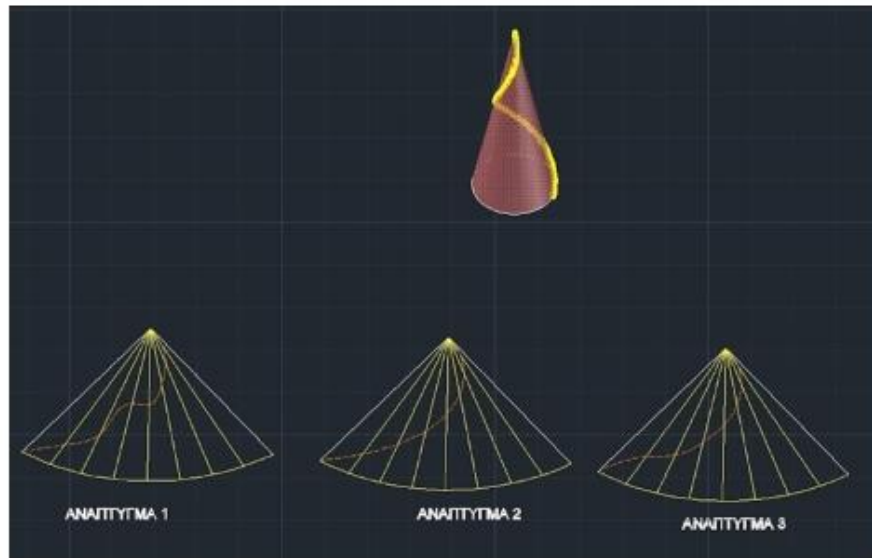
16. Επιλέξτε το σωστό ανάπτυγμα που κατασκευάζει την κόκκινη έλικα που βρίσκεται μέσα στον κύλινδρο.



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ανάπτυγμα 1
- Ανάπτυγμα 2
- Ανάπτυγμα 3
- Ανάπτυγμα 4

17. Επιλέξτε το σωστό ανάπτυγμα που κατασκευάζει την κίτρινη έλικα που βρίσκεται μέσα στον κώνο.



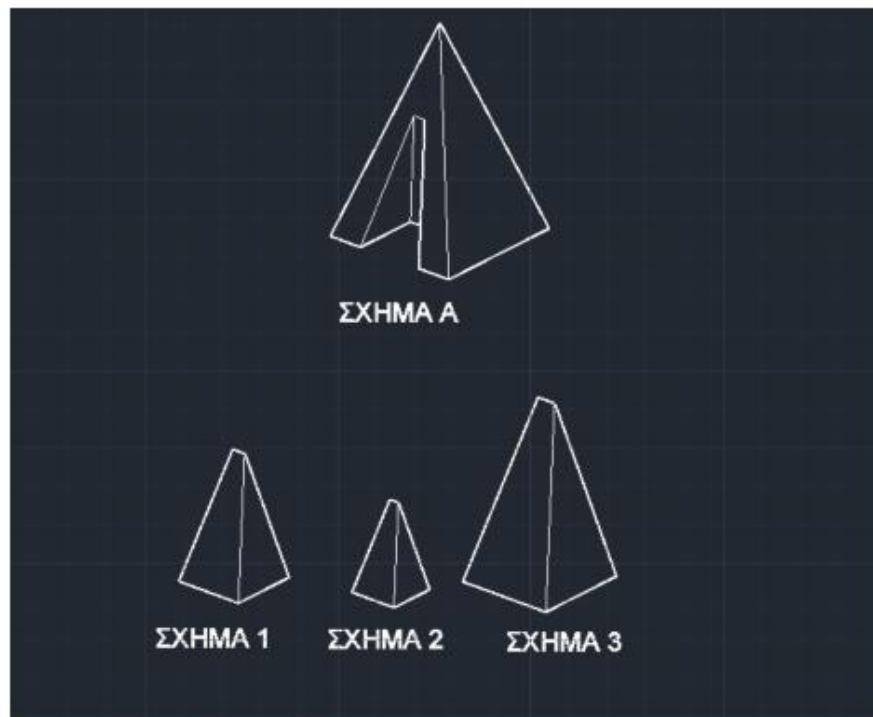
Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Ανάπτυγμα 1
- Ανάπτυγμα 2
- Ανάπτυγμα 3

#### Όγκος

Αφαίρεση ή πρόσθεση όγκων ώστε να συνθέσουμε σωστά το σχήμα

18. Ποιο από τα παρακάτω σχήματα αφαιρείται από το σχήμα Α;

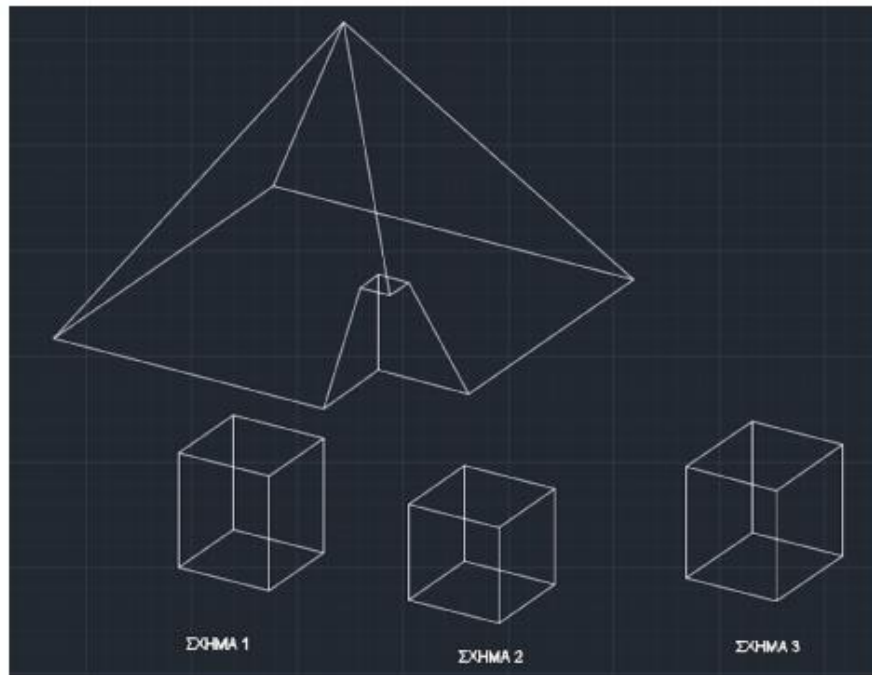


Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3
- Κανένα



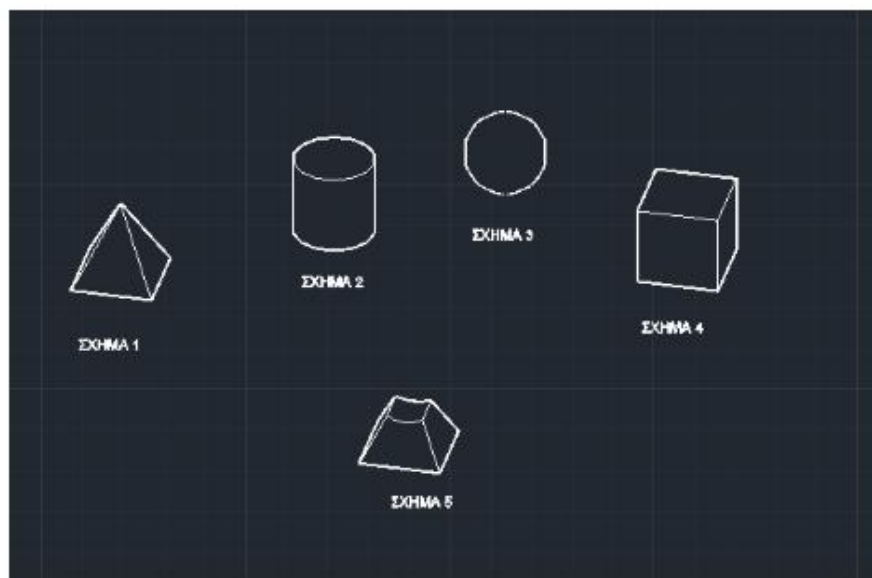
19. Ποιο σχήμα αφαιρείται από το αρχικό;



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη.

- Σχήμα 1
- Σχήμα 2
- Σχήμα 3

20. Ποιανών σχημάτων αποτελεί αφαίρεση το σχήμα 5;

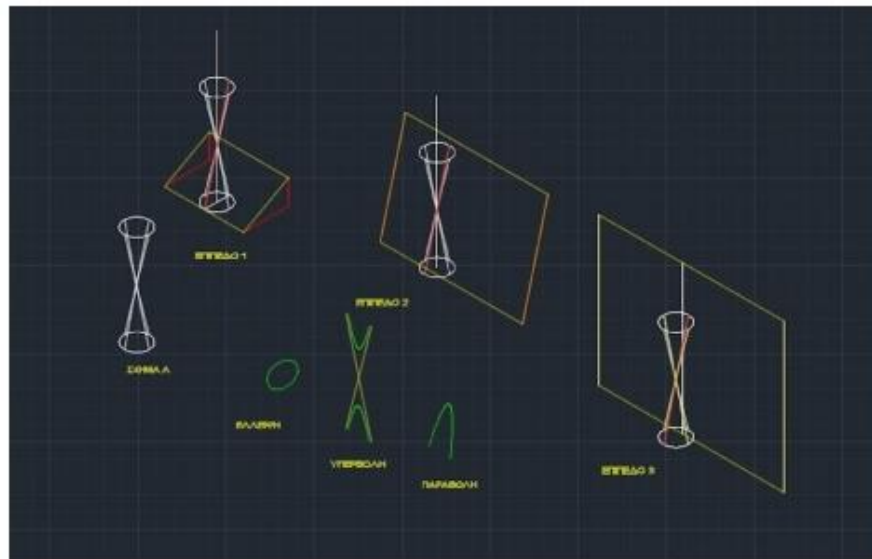


Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	ΣΧΗΜΑ 1	ΣΧΗΜΑ 2	ΣΧΗΜΑ 3	ΣΧΗΜΑ 4
ΣΧΗΜΑ 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΣΧΗΜΑ 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΣΧΗΜΑ 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΣΧΗΜΑ 4	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Σύνθετα ερωτήματα γεωμετρίας

21. Ταιριάξτε τα παρακάτω τρία επίπεδα με τις τρεις τομές του κώνου που σας δίνονται.



Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	ΕΛΛΙΨΗ	ΥΠΕΡΒΟΛΗ	ΠΑΡΑΒΟΛΗ
ΕΠΙΠΕΔΟ 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΕΠΙΠΕΔΟ 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΕΠΙΠΕΔΟ 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. Ταιριάξτε τις σχέσεις που σας δίνονται με τα σχήματα.

ΣΧΗΜΑ 1

ΣΧΗΜΑ 2

ΣΧΗΜΑ 3

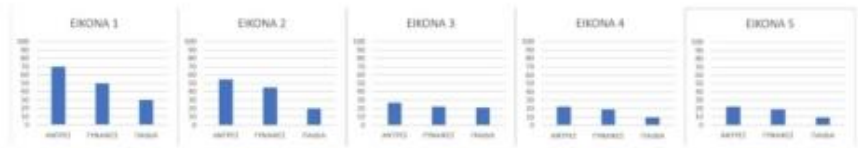
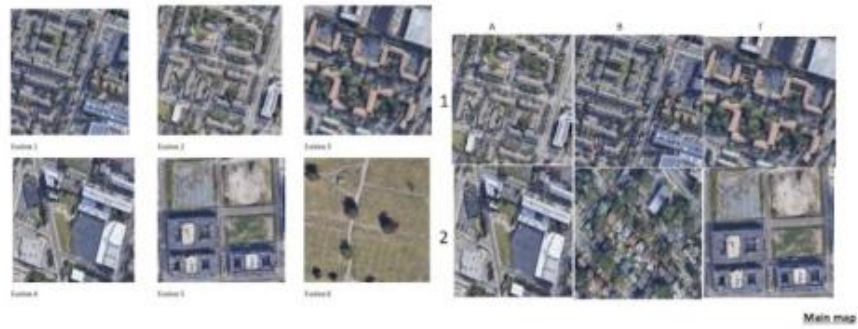
1.  $a^2 + \beta^2$
2.  $a^2 - \beta^2$
3.  $a - \beta$
4.  $a^3 - \beta^3$
5.  $a^3 + \beta^3$

Να επισημαίνεται μόνο μία έλλειψη ανά σειρά.

	ΣΧΕΣΗ 1	ΣΧΕΣΗ 2	ΣΧΕΣΗ 3	ΣΧΕΣΗ 4	ΣΧΕΣΗ 5
ΣΧΗΜΑ 1	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΣΧΗΜΑ 2	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ΣΧΗΜΑ 3	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Χάρτης

23. Σας δίνεται επιμέρους πληθυσμός τμημάτων της πόλεως που φαίνεται δεξιά στα γραφήματα αριστερά. Ζητείται να υπολογίσετε τον συνολικό πληθυσμό του τμήματος της πόλεως (που φαίνεται δεξιά).




---



---



---



---



---

Αυτό το περιεχόμενο δεν έχει δημιουργηθεί και δεν έχει εγκριθεί από την Google.

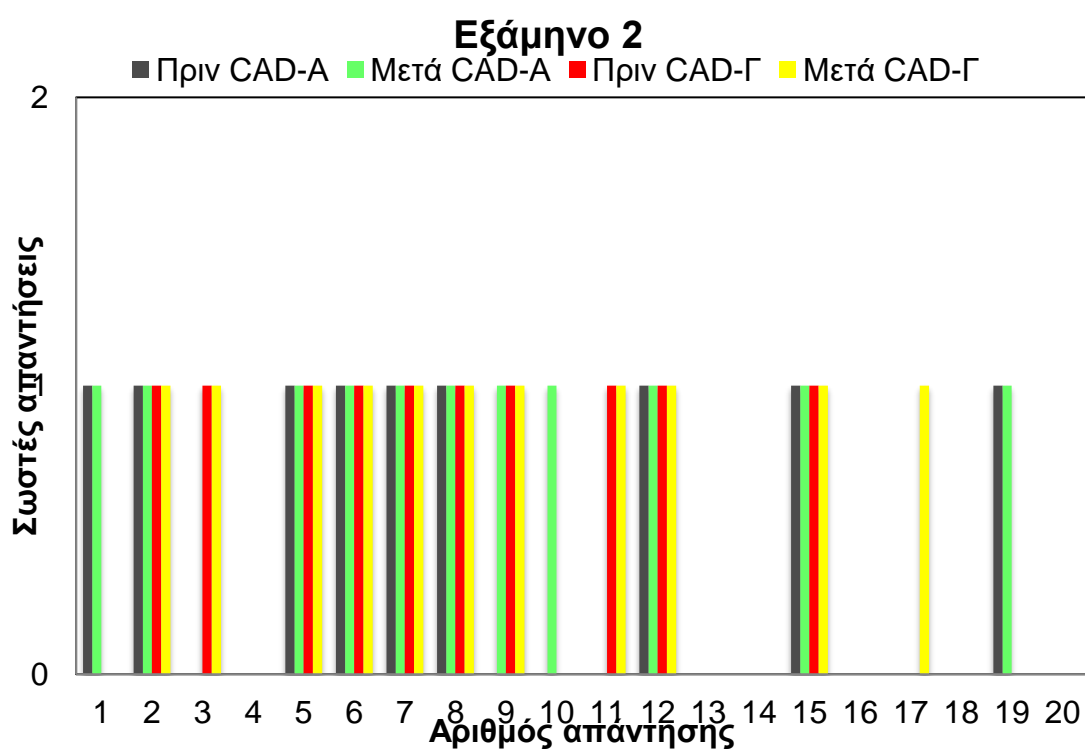
Google Φόρμες

**Παράρτημα 2 Αναλυτική Παρουσίαση Αποτελεσμάτων Ερωτηματολογίου**

<b>Εξάμηνο</b>	<b>Φύλο</b>	<b>Απάντηση Ερωτηματολογίου (πριν το μάθημα CAD)- τέστ 1</b>	<b>Απάντηση Ερωτηματολογίου (μετά το μάθημα CAD)- τέστ 2</b>
<b>2<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	1	1
	<b>Γυναίκα</b>	1	1
<b>3<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	69	69
	<b>Γυναίκα</b>	46	46
<b>5<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	12	12
	<b>Γυναίκα</b>	9	9
<b>6<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	1	1
	<b>Γυναίκα</b>	0	0
<b>7<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	4	4
	<b>Γυναίκα</b>	3	3
<b>9<sup>ο</sup></b>	<b>Άντρας</b>	3	3
	<b>Γυναίκα</b>	1	1
<b>Πτυχίο</b>	<b>Άντρας</b>	7	7
	<b>Γυναίκα</b>	3	3
<b>Σύνολο</b>	<b>Άντρας</b>	97	86
	<b>Γυναίκα</b>	101	54

Πίνακες με το πλήθος των σωστών απαντήσεων σε κάθε ερώτηση ανά εξάμηνο σπουδών.

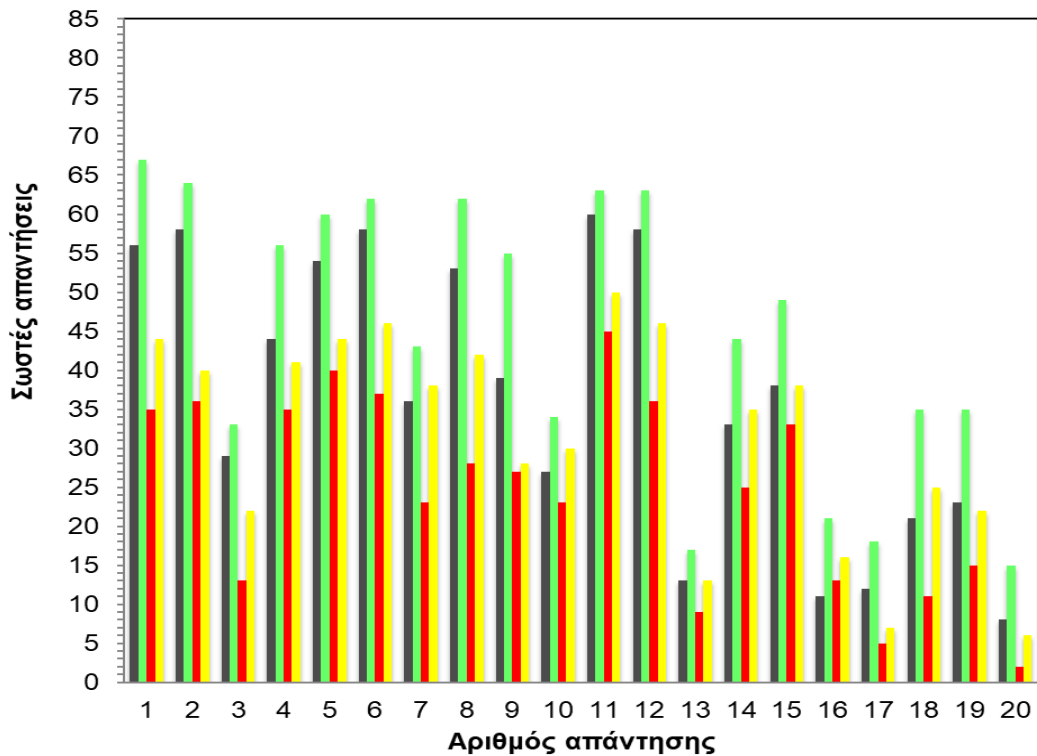
2ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	1	1	0	0	1	1
2	1	1	1	1	2	2
3	0	0	1	1	1	1
4	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	2	2
6	1	1	1	1	2	2
7	1	1	1	1	2	2
8	1	1	1	1	2	2
9	0	1	1	1	1	2
10	0	1	0	0	0	1
11	0	0	1	1	1	1
12	1	1	1	1	2	2
13	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0
15	1	1	1	1	2	2
16	0	0	0	0	0	0
17	0	0	-	1	0	1
18	-	0	-	-	-	0
19	1	1	-	-	-	0
20	0	0	0	0	0	0



3ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
Ερώτηση	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	56	67	35	44	91	111
2	58	64	36	40	94	104
3	29	33	13	22	42	55
4	44	56	35	41	79	97
5	54	60	40	44	94	104
6	58	62	37	46	95	108
7	36	43	23	38	59	81
8	53	62	28	42	81	104
9	39	55	27	28	66	83
10	27	34	23	30	50	64
11	60	63	45	50	105	113
12	58	63	36	46	94	109
13	13	17	9	13	22	30
14	33	44	25	35	58	79
15	38	49	33	38	71	87
16	11	21	13	16	24	37
17	12	18	5	7	17	25
18	21	35	11	25	32	60
19	23	35	15	22	38	57
20	0	15	0	6	0	21

### Εξάμηνο 3

■ Πριν CAD-A    ■ Μετά CAD-A    ■ Πριν CAD-Γ    ■ Μετά CAD-Γ

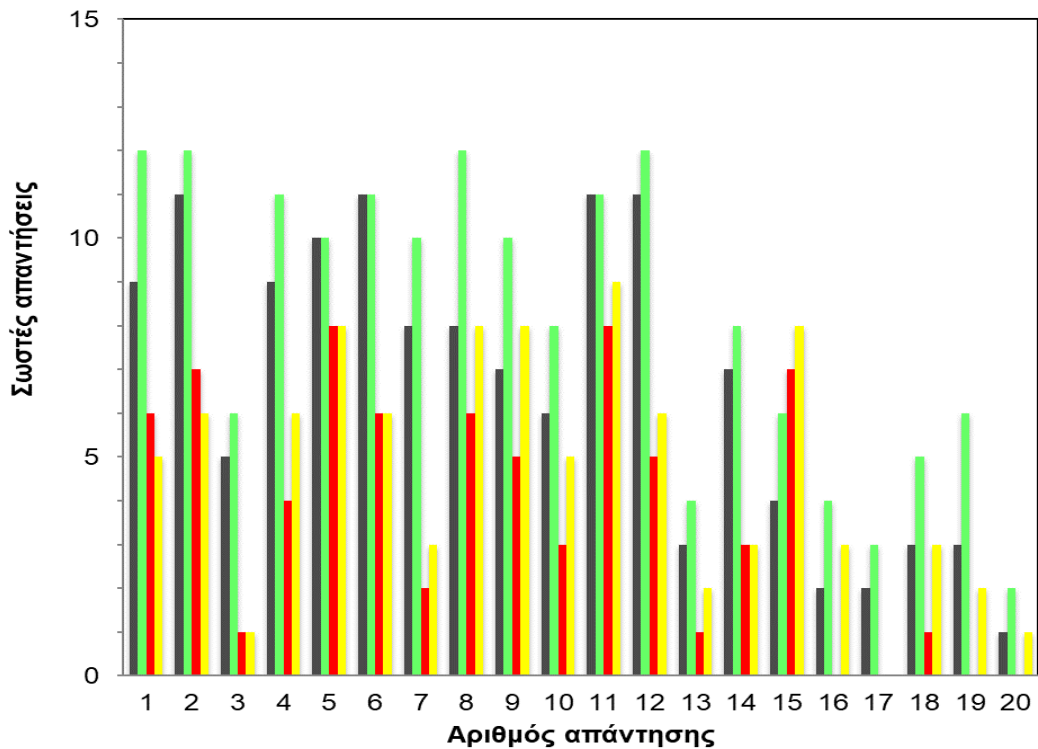




5ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	9	12	6	5	15	17
2	11	12	7	6	18	18
3	5	6	1	1	6	7
4	9	11	4	6	13	17
5	10	10	8	8	18	18
6	11	11	6	6	17	17
7	8	10	2	3	10	13
8	8	12	6	8	14	20
9	7	10	5	8	12	18
10	6	8	3	5	9	13
11	11	11	8	9	19	20
12	11	12	5	6	16	18
13	3	4	1	2	4	6
14	7	8	3	3	10	11
15	4	6	7	8	11	14
16	2	4	0	3	2	7
17	2	3	0	0	2	3
18	3	5	1	3	4	8
19	3	6	0	2	3	8
20	1	2	0	1	1	3

### Εξάμηνο 5

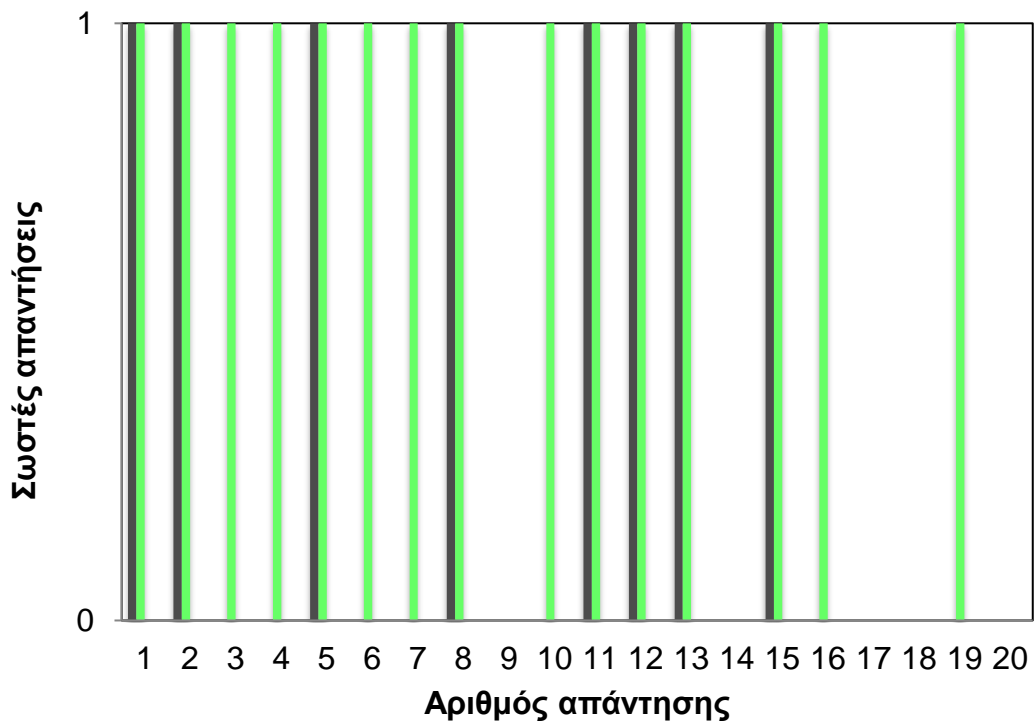
■ Πριν CAD-A    ■ Μετά CAD-A    ■ Πριν CAD-Γ    ■ Μετά CAD-Γ



6ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	1	1	-	-	1	1
2	1	1	-	-	1	1
3	-	1	-	-	-	1
4	-	1	-	-	-	1
5	1	1	-	-	1	1
6	-	1	-	-	-	1
7	-	1	-	-	-	1
8	1	1	-	-	1	1
9	0	0	-	-	0	-
10	0	1	-	-	1	-
11	1	1	-	-	1	-
12	1	1	-	-	1	-
13	1	1	-	-	1	-
14	0	0	-	-	0	-
15	1	1	-	-	1	-
16	-	1	-	-	-	-
17	0	0	-	-	0	-
18	-	-	-	-	-	-
19	-	1	-	-	-	-
20	0	0	-	-	0	-

### Εξάμηνο 6

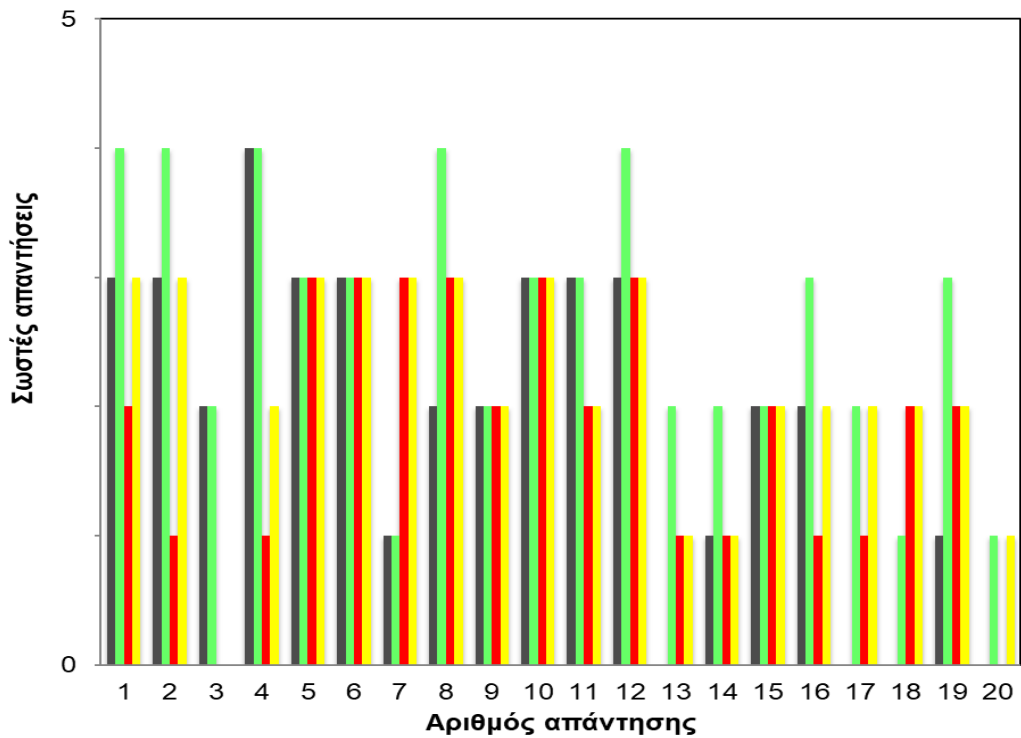
■ Πριν CAD-A ■ Μετά CAD-A ■ Πριν CAD-Γ ■ Μετά CAD-Γ



7ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	3	4	2	3	5	7
2	3	4	1	3	4	7
3	2	2	0	0	2	2
4	4	4	1	2	5	6
5	3	3	3	3	6	6
6	3	3	3	3	6	6
7	1	1	3	3	4	4
8	2	4	3	3	5	7
9	2	2	2	2	4	4
10	3	3	3	3	6	6
11	3	3	2	2	5	5
12	3	4	3	3	6	7
13	0	2	1	1	1	3
14	1	2	1	1	2	3
15	2	2	2	2	4	4
16	2	3	1	2	-	-
17	0	2	1	2	1	4
18	0	1	2	2	2	3
19	1	3	2	2	3	0
20	0	1	-	1	0	2

### Εξάμηνο 7

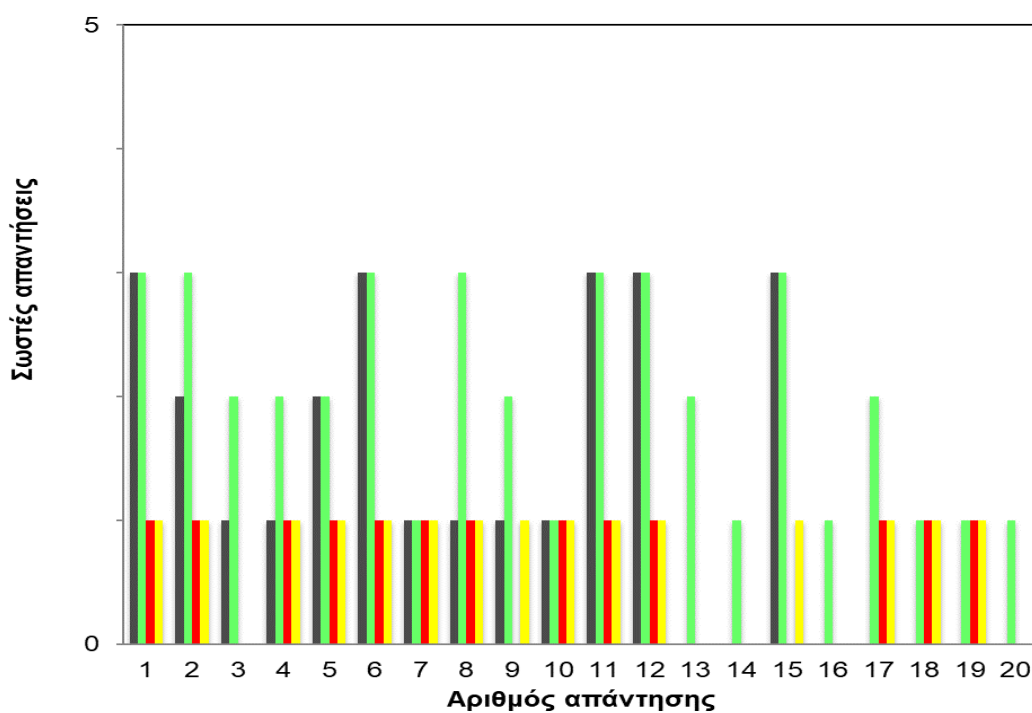
■ Πριν CAD-A    ■ Μετά CAD-A    ■ Πριν CAD-Γ    ■ Μετά CAD-Γ



9ο εξάμηνο	Άντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	3	3	1	1	4	4
2	2	3	1	1	3	4
3	1	2	0	0	1	2
4	1	2	1	1	2	3
5	2	2	1	1	3	3
6	3	3	1	1	4	4
7	1	1	1	1	2	2
8	1	3	1	1	2	4
9	1	2	0	1	1	3
10	1	1	1	1	2	2
11	3	3	1	1	4	4
12	3	3	1	1	4	4
13	0	2	0	0	0	2
14	0	1	0	0	0	1
15	3	3	0	1	3	4
16	0	1	0	0	-	-
17	0	2	1	1	1	3
18	0	1	1	1	1	0
19	0	1	1	1	1	0
20	0	1	0	0	0	0

### Εξάμηνο 9

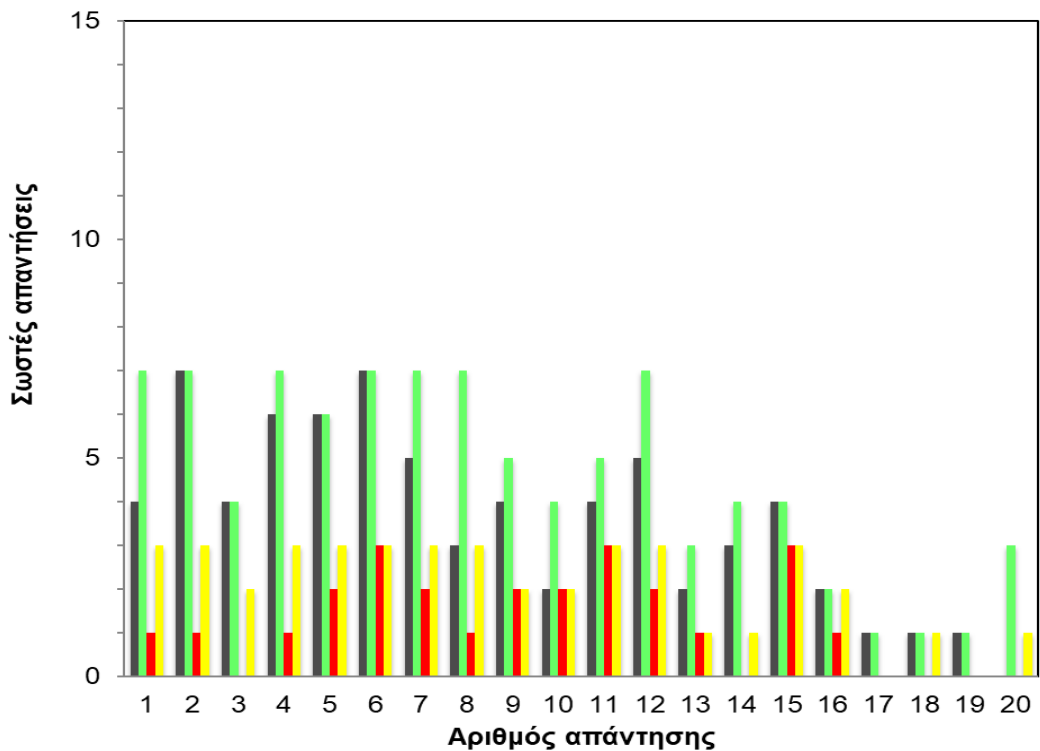
■ Πριν CAD-A    ■ Μετά CAD-A    ■ Πριν CAD-Γ    ■ Μετά CAD-Γ



Εξάμηνο πτυχίου	Αντρες		Γυναίκες		Σύνολο	
	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2	Τεστ 1	Τεστ 2
1	4	7	1	3	5	10
2	7	7	1	3	8	10
3	4	4	0	2	4	6
4	6	7	1	3	7	10
5	6	6	2	3	8	9
6	7	7	3	3	10	10
7	5	7	2	3	7	10
8	3	7	1	3	4	10
9	4	5	2	2	6	7
10	2	4	2	2	4	6
11	4	5	3	3	7	8
12	5	7	2	3	7	10
13	2	3	1	1	3	4
14	3	4	0	1	3	5
15	4	4	3	3	7	7
16	2	2	1	2	-	-
17	1	1	0	0	1	1
18	1	1	-	1	0	0
19	1	1	0	0	1	0
20	-	3	0	1	0	0

### Εξάμηνο Πτυχίου

■ Πριν CAD-A   ■ Μετά CAD-A   ■ Πριν CAD-Γ   ■ Μετά CAD-Γ



### Συνολικά Αποτελέσματα

