



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΠΑΙΔΑΓΩΓΙΚΟ ΤΜΗΜΑ ΕΙΔΙΚΗΣ ΑΓΩΓΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

«Διερεύνηση της αποτελεσματικότητας  
χρήσης ανάγλυφων παραστάσεων από άτομα  
με αναπηρία όρασης».

Επιβλέποντες:

κ. Αργυρόπουλος Βασίλειος , κα. Νικολαραϊζή Μαγδαληνή

ΡΑΜΠΟΥ ΒΙΟΛΕΤΑ-ΝΙΚΗ

Βόλος 2014



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 12579/1  
Ημερ. Εισ.: 12-08-2014  
Δωρεά: Συγγραφέας  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΠΕΑ  
2014  
PAM

## Ευχαριστίες

Μετά την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους βοήθησαν στην εκπόνηση και τη συγγραφή της.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επικ. Καθηγητή Αργυρόπουλο Βασίλη για την καλή συνεργασία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα και για τις πολύτιμες συμβουλές και γνώσεις που μου παρείχε. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω την επικ. Καθηγήτρια Νικολαράϊζη Μαγδαληνή που δέχτηκε να αναλάβει την επίβλεψη της εργασίας. Επιπλέον, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στο σύλλογο ατόμων με αναπηρία όρασης, ο οποίος συνέβαλλε σημαντικά στην εκπόνηση της παρούσας εργασίας, αφενός με την ανεύρεση συμμετεχόντων και αφετέρου με την παραχώρηση χώρου διεξαγωγής συνεντεύξεων. Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους συμμετέχοντες, καθώς χωρίς την βοήθειά τους θα ήταν αδύνατη η διεκπεραίωση και ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

## Περίληψη

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί ποια μέθοδος αλλά και ποιο υλικό είναι πιο αποτελεσματικό ως προς την περιγραφή, την προτίμηση, τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση αλλά και τον χρόνο απτικής διερεύνησης δώδεκα βασικών γεωμετρικών σχημάτων. Το ερευνητικό σχέδιο περιλαμβάνει παραγωγή ανάγλυφου υλικού με δύο διαφορετικές μεθόδους και συγκριτική μελέτη της αποτελεσματικότητάς τους από τυφλούς χρήστες. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πιο αποτελεσματική είναι η στερεοαντιγραφική μέθοδος με τα σχήματα να έχουν τονισμένο το περίγραμμα. Τέλος, εξήχθησαν χρήσιμες προτάσεις τόσο για την παραγωγή ανάγλυφου υλικού, όσο και για την αποτελεσματικότερη χρήση τους στην εκπαίδευση των παιδιών που έχουν σοβαρά προβλήματα όρασης.

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	3
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή .....	9
1.1. Θέμα της έρευνας-στόχοι.....	9
1.2. Κίνητρα διεξαγωγής της έρευνας.....	9
1.3. Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας-Συλλογή δεδομένων .....	10
1.4. Σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας .....	10
1.5. Συνοπτική παρουσίαση των κεφαλαίων που ακολουθούν .....	11
Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο .....	12
2.1. Σοβαρά προβλήματα όρασης-τύφλωση .....	12
2.1.1. Ο πληθυσμός των ατόμων με τύφλωση και με προβλήματα όρασης.....	12
2.1.2. Αίτια τύφλωσης .....	12
2.1.3. Ο όρος νομικώς τυφλό άτομο .....	13
2.2. Απτική αντίληψη .....	13
2.2.1. Τι είναι η αφή;.....	13
2.2.2. Τι πληροφορίες δίνει η αίσθηση της αφής και με ποιον τρόπο; .....	14
2.2.3. Τι μεθόδους χρησιμοποιούν τα άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης για απτική διερεύνηση;.....	14
2.2.4. Υπάρχει αναγκαιότητα οπτικής εμπειρίας για την ερμηνεία απτικών αναπαραστάσεων; .....	15
2.3. Απτικές αναπαραστάσεις .....	15
2.3.1. Τι είναι οι απτικές αναπαραστάσεις - η συμβολή του συστήματος των αισθήσεων .....	16
2.3.2. Απτικές εικόνες.....	16
2.3.3. Ανάγλυφα διαγράμματα .....	17
2.3.4. Η μετάφραση της οπτικής εικόνας σε απτική μορφή.....	17

2.3.5. Χωρισμός ανάγλυφων διαγραμμάτων.....	17
2.3.6. Στάδια εκτίμησης κατανόησης απτικών διαγραμμάτων .....	18
2.3.7. Διαδικασία μετατροπής ψηφιακών γραφικών δύο διαστάσεων σε απτικά γραφικά- τρία βήματα.....	18
2.3.8. Τι κάνει αποτελεσματική μία απτική αναπαράσταση και γιατί; .....	19
2.3.9. Κατευθυντήριες γραμμές για την παραγωγή απτικών διαγραμμάτων με τη θερμοαντιγραφική και τη στερεοαντιγραφική μέθοδο.....	20
2.3.10. Τα σύμβολα των απτικών αναπαραστάσεων-η αναγνωσιμότητά τους.....	21
2.3.11. Γιατί να γίνεται χρήση απτικών αναπαραστάσεων; .....	22
2.4. Απτικό υλικό .....	22
2.4.1. Θερμοαντιγραφική μέθοδος.....	23
2.4.1.2. Η διαδικασία παραγωγής ανάγλυφου υλικού.....	23
2.4.1.3. Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	24
2.4.1.4. Μειονεκτήματα της μεθόδου .....	24
2.4.2. Το χαρτί με μικροκάψουλες –χαρακτηριστικά .....	25
2.4.2.1. Τύποι μικροκαψουλικού χαρτιού .....	26
2.4.2.2. Τι αναπαριστούν οι ανάγλυφες μικροκαψουλικές εικόνες ενστάσεις ως προς την αποτελεσματικότητά τους .....	26
2.4.2.3. Η διαδικασία παραγωγής και η προσθήκη κειμένου σε μορφή Braille .....	27
2.4.2.4. Η διόγκωση των μικροκάψουλων .....	27
2.4.2.5. Το μηχάνημα TIE: Tactile image enhancer (απτικός ενισχυτής εικόνας).....	28
2.4.2.6. Έλεγχος του ανάγλυφου επιπέδου πάνω στο μικροκαψουλικό χαρτί.....	28
2.4.2.7. Προσεκτικός έλεγχος της πηγής ζέστης .....	29
2.4.2.8. Πλεονεκτήματα της μεθόδου.....	29
2.4.2.9. Μειονεκτήματα της μεθόδου .....	30
2.4.3. Θέματα ασφαλείας .....	31
2.5. Άλλες μέθοδοι παραγωγής απτικού υλικού .....	31
2.5.1. Μέθοδοι βασιζόμενες σε μηχάνημα.....	31

2.5.1.1. Γραφικά σε μορφή Braille .....	31
2.5.1.2. Ο εκτυπωτής TIMP .....	32
2.5.2. Μέθοδοι βασιζόμενες στο χαρτί και στο κολάζ.....	32
2.5.2.1. Buildup Displays .....	32
2.5.2.2. Raised-linedrawing boards.....	32
2.5.2.3. Tactile experience pictures.....	33
2.5.2.4. Embossed paper displays .....	33
Κεφάλαιο 3 <sup>ο</sup> : Μεθοδολογία-Μέθοδος.....	34
3.1. Συμμετέχοντες.....	34
3.2. Υλικά .....	34
3.3. Πιλοτική Έρευνα .....	35
3.3.1. Υλικά .....	36
3.3.2. Ερευνητική Διαδικασία .....	36
3.3.3. Αποτελέσματα Πιλοτικής Έρευνας.....	36
3.3.4. Συμπεράσματα .....	36
3.4. Κύρια Έρευνα .....	37
Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα.....	38
4.1. Εισαγωγή .....	38
4.2. Τρίγωνα .....	38
4.2.1. Τρίγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.13, 19) .....	38
4.2.2. Τρίγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.1, 7).....	39
4.3. Τετράγωνα.....	41
4.3.1. Τετράγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.14,20).....	41
4.3.2. Τετράγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.2,8) .....	41
4.4. Κύκλοι.....	43
4.4.1. Κύκλοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.15,21).....	43
4.4.2. Κύκλοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.3,9). .....	43

4.5. Εξάγωνα.....	45
4.5.1. Εξάγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.16,22) .....	45
4.5.2. Εξάγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.4,10). .....	45
4.6. Παραλληλόγραμμα .....	47
4.6.1. Παραλληλόγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.23,17). .....	47
4.6.2. Παραλληλόγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.5,11). .....	47
4.7. Ρόμβοι .....	50
4.7.1. Ρόμβοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.18,24) .....	50
4.7.2. Ρόμβοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.6,12).....	50
4.8. Σπίτια .....	52
4.8.1. Σπίτι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.41) .....	52
4.8.2. Σπίτι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.30).....	52
4.9. Ανθρώπινες φιγούρες .....	54
4.9.1. Ανθρώπινες φιγούρες σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.36, 42) .....	54
4.9.2. Ανθρώπινες φιγούρες σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.25,31)....	54
4.10. Αστέρια.....	57
4.10.1. Αστέρια σε εκτυπωτικό χαρτί.....	57
4.10.2. Αστέρια σε μικροκαψουλικό χαρτί .....	57
4.11. Σταυροί.....	59
4.11.2. Σταυροί σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.27,33) .....	59
4.12. Καρδιές.....	62
4.12.1. Καρδιές σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.39,45).....	62
4.12.2. Καρδιές σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.28,34) .....	62
4.13. Ημισέληνοι .....	64
4.13.1. Ημισέληνοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.40,46). .....	64
4.13.2. Ημισέληνοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.29,35).....	64
4.14. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ .....	66



4.14.1. Αποτελέσματα ως προς την περιγραφή: .....	66
4.14.2. Αποτελέσματα ως προς τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση:.....	68
4.14.3. Σχολιασμοί συμμετεχόντων ως προς την προτίμηση υλικού: .....	70
4.14.4. Αποτελέσματα ως προς τους χρόνους: .....	72
4.14.4.1. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα σε μικροκαψουλικά και σε εκτυπωτικό χαρτί: ....	72
4.14.4.2. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα στα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα σε μικροκαψουλικά χαρτί: .....	74
4.14.4.3. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα στα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί: .....	75
Κεφάλαιο 5: Συζήτηση – Προτάσεις.....	77
5.1. Εισαγωγή .....	77
5.2. Σκοποί-ερωτήματα .....	77
Βιβλιογραφία .....	82
Παράρτημα.....	84
1. Απλά σχήματα .....	84
1.1. Απλά σχήματα με γέμισμα σε μικροκαψουλικά χαρτί.....	84
1.2. Απλά σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικά χαρτί. ....	86
1.3. Απλά σχήματα με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί. ....	89
1.4. Απλά σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί. ....	91
2. Σύνθετα σχήματα. ....	94
2.1. Σύνθετα σχήματα με γέμισμα σε μικροκαψουλικά χαρτί.....	94
2.2. Σύνθετα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικά χαρτί .....	97
2.3. Σύνθετα σχήματα με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί. ....	101
2.4. Σύνθετα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί.....	104

## Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα γίνει μία παρουσίαση των όσων θα ακολουθήσουν στα επόμενα κεφάλαια καθώς και το περιεχόμενο της έρευνας. Αρχικά, θα παρουσιαστεί το θέμα της παρούσας έρευνας, οι σκοποί της, τα κίνητρα που ώθησαν στην επιλογή της, το πλαίσιο στο οποίο διεξήχθη καθώς και η σπουδαιότητά της. Τέλος, θα ακολουθήσει η παρουσίαση των επόμενων κεφαλαίων.

### 1.1. Θέμα της έρευνας-στόχοι

Η παρούσα έρευνα έχει ως θέμα τη διερεύνηση της αποτελεσματικότητας της χρήσης ανάγλυφων διαγραμμάτων ή/και παραστάσεων από άτομα με αναπηρία όρασης.

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί ποια μέθοδος άλλα και ποιο υλικό είναι πιο αποτελεσματικό ως προς την περιγραφή, την προτίμηση, τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση αλλά και τον χρόνο απτικής διερεύνησης δώδεκα βασικών γεωμετρικών σχημάτων.

Τα ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα εξής τέσσερα:

1. Ποια μέθοδος ενίσχυσε την αναγνωρισιμότητα των απτικών αναπαραστάσεων;
2. Ποια μορφή εκτύπωσης ήταν πιο αποτελεσματική στο μικροκαψουλικό χαρτί;
3. Ποια μορφή εκτύπωσης ήταν πιο αποτελεσματική στο εκτυπωτικό χαρτί;
4. Ποια μέθοδος προτιμήθηκε περισσότερο;

### 1.2. Κίνητρα διεξαγωγής της έρευνας

Τα κίνητρα της παρούσας έρευνας είναι κυρίως ερευνητικά αλλά και προσωπικά.

Σε ό,τι αφορά τα προσωπικά κίνητρα θα μπορούσε να επισημανθεί ότι το βασικό κίνητρο διεξαγωγής της έρευνας ήταν πρωτίστως η επιθυμία της ερευνήτριας/φοιτήτριας να διεξάγει μία πρωτότυπη έρευνα συγκρίνοντας δύο αρκετά κοινές μεθόδους (τη στερεοαντιγραφική μέθοδο και την εφαρμογή WinBraille) και

δευτερευόντως να επεκτείνει τις γνώσεις της όσον αφορά στους τρόπους παραγωγής απτικού υλικού.

Σε ό,τι αφορά τα ερευνητικά κίνητρα διεξαγωγής της παρούσας εργασίας είναι αναγκαίο να υπογραμμιστεί η ανάγκη διερεύνησης της απτικής αντίληψης τυφλών συμμετεχόντων προκειμένου να γίνει κατανοητό πώς αντιλαμβάνονται βασικά γεωμετρικά σχήματα δύο διαστάσεων. Η κατανόηση αυτή μπορεί να συμβάλει σημαντικά τόσο στην επιλογή κατάλληλων μεθόδων παραγωγής δυσδιάστατων γεωμετρικών σχημάτων όσο και στην επιλογή της μορφής εκτύπωσης των σχημάτων αυτών.

### **1.3. Πλαίσιο διεξαγωγής της έρευνας-Συλλογή δεδομένων**

Η έρευνα αυτή έλαβε χώρα σε σύλλογο ατόμων με προβλήματα όρασης και συμμετείχαν σε αυτήν δύο βλέποντες για την πιλοτική έρευνα και έξι συμμετέχοντες με προβλήματα όρασης για την κύρια έρευνα. Οι συμμετέχοντες μεθοδολογικά μελετήθηκαν ως μελέτες περίπτωσης. Ως μέσο συλλογής δεδομένων χρησιμοποιήθηκε η βιντεοσκόπηση των συμμετεχόντων κατά τη διάρκεια δοκιμασιών που ενείχαν πειραματική δομή (βλ. Κεφάλαιο 3).

### **1.4. Σπουδαιότητα της παρούσας έρευνας**

Οι έρευνες που έχουν γίνει πάνω στην ενεργητική αφή και στη σύγκριση μεταξύ της στερεοαντιγραφικής μεθόδου και της εφαρμογής WinBraille για την αποτύπωση βασικών γεωμετρικών σχημάτων είναι λίγες. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας, θα δώσει δύο σημαντικά ευρήματα. Πρώτον, ποια πραγματικά είναι η καταλληλότερη μέθοδος που θα βοηθήσει τα άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης να διακρίνουν τα χαρακτηριστικά των σχημάτων και να προβούν στην αναγνώρισή τους, και δεύτερον, ποια μορφή εκτύπωσης ενισχύει περισσότερο την απτική κατανόηση των τυφλών συμμετεχόντων κατά την απτική διερεύνηση των δοθέντων σχημάτων. Τα συγκεκριμένα ευρήματα θα είναι επίσης χρήσιμα τόσο σε ερευνητές όσο και σε εκπαιδευτικούς τμημάτων ένταξης ή ειδικών σχολείων για παιδιά με σοβαρά προβλήματα όρασης.

### **1.5. Συνοπτική παρουσίαση των κεφαλαίων που ακολουθούν**

Το κεφάλαιο 2 αποτελεί το θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας. Αρχικά, γίνεται μία αναφορά στον πληθυσμό των ατόμων με σοβαρά προβλήματα όρασης – τύφλωση, στα αίτια τύφλωσης και γίνεται παρουσίαση του όρου νομικώς τυφλό άτομο. Η ενότητα αυτή αποτελεί το εισαγωγικό μέρος το οποίο βοηθάει τον αναγνώστη να κατανοήσει τα χαρακτηριστικά του πληθυσμού των ατόμων με σοβαρά προβλήματα όρασης προκειμένου να συνεχίσει στις επόμενες ενότητες του θεωρητικού μέρους. Στην επόμενη ενότητα θα γίνει συζήτηση για την απτική αντίληψη και θα σχολιαστούν ο όρος αφή καθώς και τι πληροφορίες δίνει και με ποιον τρόπο. Επίσης, θα αναφερθούν και οι μέθοδοι που χρησιμοποιούν τα άτομα με προβλήματα όρασης κατά την απτική διερεύνηση και αν υπάρχει αναγκαιότητα οπτικής εμπειρίας για την ερμηνεία απτικών αναπαραστάσεων. Στη συνέχεια, θα γίνει λόγος γενικότερα για τις απτικές αναπαραστάσεις και τέλος θα γίνει λόγος για το απτικό υλικό και ειδικότερα για τις μεθόδους κατασκευής απτικού υλικού που χρησιμοποιούνται σήμερα.

Το τρίτο κεφάλαιο αναφέρεται στη μεθοδολογία της παρούσας έρευνας και ειδικότερα στους συμμετέχοντες, στα υλικά, στην πιλοτική και τέλος στην κύρια έρευνα.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, σχολιάζονται και αναλύονται τα αποτελέσματα της έρευνας με σχετικούς συγκεντρωτικούς πίνακες και τέλος ακολουθεί μία σύνοψη των αποτελεσμάτων.

Το πέμπτο και τελευταίο κεφάλαιο, επικεντρώνεται σε μία κριτική ανάλυση των αποτελεσμάτων και γίνεται συσχετισμός τους με τα διεθνή ερευνητικά δεδομένα και τους σκοπούς της παρούσας έρευνας. Το κεφάλαιο αυτό κλείνει με τη διεξαγωγή των γενικών συμπερασμάτων τα οποία ακολουθούνται από προτάσεις για περαιτέρω διερεύνηση των ερευνητικών δεδομένων αυτής της εργασίας.

## **Κεφάλαιο 2: Θεωρητικό υπόβαθρο**

### **2.1. Σοβαρά προβλήματα όρασης-τύφλωση**

Στη συγκεκριμένη ενότητα θα γίνει μία σύντομη αναφορά στα χαρακτηριστικά του πληθυσμού των ατόμων με τύφλωση - προβλήματα όρασης καθώς και στα αίτια της τύφλωσης ενώ στη συνέχεια, θα αναλυθεί ο όρος νομικώς τυφλό άτομο.

#### **2.1.1. Ο πληθυσμός των ατόμων με τύφλωση και με προβλήματα όρασης**

Υπάρχουν περίπου 45 εκατομμύρια άνθρωποι με τύφλωση σε όλο τον κόσμο, ο πληθυσμός τους ο οποίος αυξάνεται ένα με δύο εκατομμύρια το χρόνο. Για παράδειγμα, κάθε επτά λεπτά ένα άτομο αποκτά πρόβλημα όρασης ή τυφλώνεται (West & Sommer, 2001).

Το Αμερικανικό Ίδρυμα για τα άτομα με Τύφλωση προτείνει ότι τα άτομα με προβλήματα όρασης/μερικώς βλέποντες/με χαμηλή όραση είναι εκείνα τα οποία έχουν κάποιο ποσοστό αξιοποιήσιμης όρασης. Ειδικότερα, είναι εκείνα όπου ύστερα από διορθωτική ιατρική παρέμβαση έχουν οπτική οξύτητα μεγαλύτερη από 1/10 χωρίς όμως να υπερβαίνει τα 2/7 στο καλύτερο μάτι (Λιοδάκης, 2000).

Αντιθέτως, υποστηρίζει ότι ο όρος τύφλωση πρέπει να απευθύνεται σε άτομα τα οποία δεν έχουν κάποιο αξιοποιήσιμο ποσοστό όρασης. Με την παραπάνω διάκριση συμφωνούν και οι ιατρικές διαγνωστικές κατευθυντήριες γραμμές που διαιρούν τα προβλήματα όρασης σε δύο μεγάλες κατηγορίες: άτομα χωρίς αντίληψη φωτός και άτομα με αντίληψη φωτός (Way & Barner, 1997).

#### **2.1.2. Αίτια τύφλωσης**

Η τύφλωση μπορεί να οφείλεται είτε σε κληρονομικούς παράγοντες, είτε σε κάποιο ατύχημα, είτε σε κάποια μεγάλου βαθμού διαθλαστική πάθηση. Αν η χρονολογική απώλεια όρασης ενός ατόμου είναι μικρότερη των πέντε ετών, τότε σύμφωνα με σχετική βιβλιογραφία δεν θα έχει αυτό το άτομο, κατά πάσα πιθανότητα, οπτική μνήμη. Αν η απώλεια της όρασης συμβεί μετά την ηλικία των πέντε ετών τότε είναι πιθανότερο το άτομο να έχει οπτική μνήμη, δηλαδή να μπορεί να ταξινομεί και να θυμάται αντικείμενα που γίνονται αντιληπτά με βάση τα οπτικά τους χαρακτηριστικά

όπως το σχήμα, το μέγεθος, το χρώμα, τη θέση και τέλος την προοπτική (Way & Barner, 1997).

### **2.1.3. Ο όρος νομικώς τυφλό άτομο**

Ο όρος νομικώς τυφλό άτομο αναφέρεται σε άτομο όπου η οπτική οξύτητα του καλύτερου οφθαλμού με την καλύτερη οπτική διόρθωση δεν μπορεί να ξεπεράσει το 20/200 ή αν το οπτικό πεδίο είναι περιορισμένο σε τόξο μικρότερο των 20 μοιρών (Way & Barner, 1997· Λιοδάκης, 2000).

Ειδικότερα, ο πληθυσμός των ατόμων που χαρακτηρίζονται ως «νομικώς τυφλά άτομα» χωρίζεται σε δύο κατηγορίες. Η πρώτη κατηγορία αφορά στα άτομα με κάποια υπολειπόμενη όραση. Η δεύτερη απευθύνεται στα άτομα με αντίληψη φωτός. Στην δεύτερη κατηγορία το 50% έχει ολική τύφλωση. Συγκεκριμένα, μόνο ένα στα δέκα άτομα είναι εντελώς τυφλό και η πλειοψηφία αυτών συγκρατεί κάποια υπολειπόμενη όραση (Kim, Smith-Jackson, & Nam, 2013).

## **2.2. Απτική αντίληψη**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα συζητηθεί ο όρος αφή καθώς και η συμβολή της στην καθημερινότητα των ατόμων. Έπειτα, θα ακολουθήσουν οι μέθοδοι της απτικής διερεύνησης, η ενεργητική και η παθητική και τέλος ο ρόλος που παίζει η οπτική εμπειρία στα άτομα με τύφλωση στην ερμηνεία απτικών αναπαραστάσεων.

### **2.2.1. Τί είναι η αφή;**

Όταν χρησιμοποιείται ο όρος αφή συνήθως εννοείται η επαφή με άλλα σώματα όπου ως αποτέλεσμα έχουμε τη διέγερση του δέρματος. Η αίσθηση αυτή χαρακτηρίζεται ως ενεργητική, όταν για παράδειγμα κάποιος αγγίζει με τη βούληση του κάποιον αλλά μπορεί να χαρακτηριστεί και ως παθητική όταν κάποιος αγγίζεται από κάποιον άλλον. Στην καθημερινότητα δεν φαίνεται να υπάρχει κάποια διάκριση ανάμεσα στις δύο αυτές ενέργειες. Ωστόσο, ο όρος αφή διακρίνεται σε δύο κατηγορίες, την ενεργητική, όταν το ίδιο το άτομο είναι ο υπεύθυνος της κίνησης, και την παθητική, όταν το άτομο είναι ο αποδέκτης της κίνησης (Roberts & Wing, 2001).

### **2.2.2. Τί πληροφορίες δίνει η αίσθηση της αφής και με ποιον τρόπο;**

Η αίσθηση της αφής μπορεί να δώσει πολλές πληροφορίες σε ό,τι αφορά τα αντικείμενα γύρω μας όπως το μέγεθος, το σχήμα, την υφή της επιφάνειας αλλά και τον προσανατολισμό (Roberts & Wing, 2001). Επίσης, δίνει αρκετές πληροφορίες για τις ιδιότητες των πραγμάτων όπως η υφή της επιφάνειας, η τραχύτητα, η σκληρότητα, η θερμοκρασία, η ολισθηρότητα, το πόσο κολλώδες είναι κάτι, ή το πόσο λιπαρό είναι (Lederman & Taylor, 1972; Way & Barner, 1997).

Αυτό συμβαίνει λόγω των μηχανοϋποδοχέων (δερματικοί) που βρίσκονται ακριβώς κάτω από την εξωτερική επιφάνεια του δέρματος. Αυτοί οι μηχανοϋποδοχείς δεν είναι παρά ένα δίκτυο από μικρούς υποδοχείς οι οποίοι νιώθουν την παραμόρφωση του δέρματος σε απόσταση μερικών χιλιοστών. Κατά αυτόν τον τρόπο, νιώθουμε ότι μας έχουν αγγίξει αλλά και σε ποιο σημείο. Ωστόσο, δεν έχουμε την ίδια αντίληψη της αφής σε όλα τα μέρη του σώματος και αυτό γιατί οι μηχανοϋποδοχείς δεν είναι εξίσου μοιρασμένοι. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η λειτουργία τους να είναι καλύτερη στα χέρια, και ειδικότερα στις άκρες των δαχτύλων, εφόσον εκεί έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση (Roberts & Wing, 2001· Ramloll et al., 2000). Βέβαια, υπάρχουν και οι κιναισθητικοί υποδοχείς οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στους μύες, στους τένοντες και στις αρθρώσεις, και αντιστοιχούν στη θέση των άκρων και την κίνησή τους στο χώρο (Klatzky & Lederman, 1999). Τέλος, χάρη στην καλή συνεργασία των δύο αυτών συστημάτων ο άνθρωπος μπορεί να εκτελέσει ενέργειες όπως το να γυρίσει το χερούλι της πόρτας ή να πιάσει ένα φλιτζάνι με τσάι (Ramloll et al., 2000).

### **2.2.3. Τί μεθόδους χρησιμοποιούν τα άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης για απτική διερεύνηση;**

Στην απτική διερεύνηση τα άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης χρησιμοποιούν την αφή με δύο διαφορετικούς τρόπους, την ενεργητική και την παθητική αφή (Smith, 1997).

Σε ό,τι αφορά την ενεργητική αφή, το ίδιο το άτομο ελέγχει τις κινήσεις του. Ωστόσο, όταν το άτομο χρησιμοποιεί την ενεργητική αφή συχνά γίνονται λάθη όπως στην περίπτωση όπου το υλικό είναι δύο διαστάσεων το άτομο χάνει χρόνο έξω από το περίγραμμα και χρειάζεται μεγάλη προσπάθεια να καταφέρει να μείνει μέσα στο περίγραμμα (Smith, 1997).

Αντίθετα, σε ό,τι αφορά την παθητική αφή το χέρι ή το δάχτυλο του ατόμου καθοδηγείται από άλλο άτομο. Όταν το άτομο καθοδηγείται αφοσιώνει όλη την προσοχή του στην ανακάλυψη του αντικειμένου προς διερεύνηση (Smith, 1997).

Ειδικότερα, όταν ένα άτομο με τύφλωση εξερευνά μία απτική αναπαράσταση συνήθως πρώτα διερευνά ολόκληρη την εικόνα ως σύνολο και στη συνέχεια διερευνά τις λεπτομέρειές της (Way & Barner, 1997).

#### **2.2.4. Υπάρχει αναγκαιότητα οπτικής εμπειρίας για την ερμηνεία απτικών αναπαραστάσεων;**

Η οπτική εμπειρία δεν είναι απαραίτητη για την εικονική αντίληψη. Ίσα ίσα που τα άτομα με τύφλωση είναι ικανά να κατανοούν αλλά και να παράγουν απτικές εικόνες. Βέβαια, δεν υπάρχει αμφιβολία ότι υπάρχει κάποια δυσκολία για τα άτομα με προβλήματα όρασης να ερμηνεύσουν ανάγλυφες εικόνες όταν καλούνται να εργαστούν σε κάτι καινούργιο.

Επιπροσθέτως, έρευνες έχουν δείξει ότι τα εκ γενετής τυφλά άτομα μπορούν να έχουν υψηλές επιδόσεις σε εργασίες εικονικής αντίληψης συγκριτικά με βλέποντες που έχουν δεμένα τα μάτια τους.

Ωστόσο, έχει παρατηρηθεί ότι η λιγιστή αντίληψη φωτός μπορεί να ενισχύσει σημαντικά στην ανάπτυξη της κατανόησης του οριζόντιου και του κάθετου σε συστήματα χωρικής αναφοράς. Αυτό συμβαίνει διότι η αντίληψη φωτός βοηθάει το άτομο να διατηρείται σε όρθια στάση η οποία στη συνέχεια συμβάλλει στην ερμηνεία ενός χωρικού περιβάλλοντος και ίσως και σε πολύπλοκες εργασίες αντίληψης.

Στις μέρες μας, ωστόσο, δεν είναι γνωστό αν η έλλειψη οπτικής εμπειρίας θα θέσει έμφυτα εμπόδια ως προς την ερμηνεία των απτικών αναπαραστάσεων. Σίγουρα, πάντως, η οπτική εμπειρία βοηθάει στην ερμηνεία τους (Heller, 2002).

### **2.3. Απτικές αναπαραστάσεις**

Σε αυτήν την ενότητα της εργασίας θα γίνει λόγος για τις απτικές αναπαραστάσεις, ποια στοιχεία συμβάλουν στην αποτελεσματική ερμηνεία τους καθώς και στον ρόλο που παίζουν στη ζωή των ατόμων με σοβαρά προβλήματα όρασης.



### **2.3.1. Τι είναι οι απτικές αναπαραστάσεις - η συμβολή του συστήματος των αισθήσεων**

Οι απτικές αναπαραστάσεις προσφέρουν είσοδο σε κανονικά μη προσβάσιμη πληροφορία (Fritz, Way, & Barner, 1996), προσφέρουν ένα μέσο επικοινωνίας της χωρικής πληροφορίας σε άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης και τύφλωση. Οι μορφές τους μπορεί να είναι εικόνες, διαγράμματα, γραφήματα και χάρτες (Thompson & Chronicle, 2006).

Είναι το αποτέλεσμα της διαδικασίας μετατροπής ενός οπτικού αντικειμένου όπως μίας εικόνας που μετατρέπεται σε ανάγλυφη. Τυπικά, υπάρχουν και κειμενικά στοιχεία σε συνδυασμό με τα εικονικά στοιχεία (Fritz et al., 1996).

Ωστόσο, για την μετατροπή της οπτικής πληροφορίας σε ουσιώδη απτική μορφή χρειάζεται να ληφθεί υπόψιν πώς ο άνθρωπος μέσα από τις αισθήσεις κατανοεί το περιβάλλον του με αυτό εννοώντας την συλλογή και την κατανόηση της πληροφορίας αλλά και τα εμπόδια στον τύπο και στην ποσότητα των πληροφοριών που οι αισθήσεις μπορούν να επεξεργαστούν (Way & Barner, 1997).

### **2.3.2. Απτικές εικόνες**

Η προσφορά των απτικών εικόνων για την κοινότητα των τυφλών είναι πολύ μεγάλη. Ακόμη, και στην χρήση του υπολογιστή οι απτικές αναπαραστάσεις είναι ιδιαίτερα χρήσιμες εφόσον τα περισσότερα λειτουργικά συστήματα ηλεκτρονικών υπολογιστών χρειάζονται γραφικά (Heller, 2002).

Ωστόσο, χρειάζεται να ληφθεί ιδιαίτερη προσοχή στην παραγωγή τους καθώς απαιτείται μία προσεκτική ισορροπία ανάλυσης, μεγέθους, σχήματος και λεπτομέρειας (Way & Barner, 1997).

Σε μία απτική εικόνα δεν είναι δυνατόν να αναπαρασταθούν όλα τα στοιχεία των οπτικών εικόνων. Συγκεκριμένα, είναι δύσκολο έως και αδύνατον να αναπαρασταθεί το βάθος και η προοπτική χρησιμοποιώντας μέσο αναπαράστασης δύο διαστάσεων. Επιπλέον, τα άτομα που έχουν εκ γενετής τύφλωση στερούνται ένα οπτικό πλαίσιο αναφοράς για την ερμηνεία πληροφορίας τριών διαστάσεων όταν χαρτογραφείται σε πληροφορία δύο διαστάσεων (Way & Barner, 1997).

### **2.3.3. Ανάγλυφα διαγράμματα**

Τα ανάγλυφα διαγράμματα είναι ανασηκωμένες εικόνες που φέρουν χωρικές πληροφορίες (Jehoel, Sowden, Ungar, & Stert, 2009). Δεδομένου ότι στις μέρες μας η γραφική πληροφορία αποκτά όλο και πιο κεντρικό ρόλο, τα απτικά διαγράμματα έχουν όλο και περισσότερη σημασία στη ζωή των ατόμων με τύφλωση και με σοβαρά προβλήματα όρασης όπως στο χώρο της εκπαίδευσης, στην εργασία τους αλλά και στον ελεύθερο χρόνο τους. Για την παραγωγή τους υπάρχουν διάφορες μέθοδοι και μέσα (στερεοαντιγραφική μέθοδος, εκτυπωτής Tiger), ωστόσο, αυτό που χρειάζεται να υπογραμμιστεί είναι ότι το διάγραμμα είναι τόσο καλό όσο το αρχικό σχέδιο (Jehoel, McCallum, Rowell, & Ungar, 2006). Τέλος, τα ανάγλυφα διαγράμματα είναι αρκετά ευαίσθητα και χρειάζονται ιδιαίτερη προσεκτική αποθήκευση προκειμένου να μην καταστραφούν οι ανάγλυφες επιφάνειές τους (Κουρουπέτρογλου & Φλωριάς, 2003).

### **2.3.4. Η μετάφραση της οπτικής εικόνας σε απτική μορφή.**

Προκειμένου να επιτευχθεί ένα καλό αποτέλεσμα και ο χρήστης να ερμηνεύσει με επιτυχία το απτικό διάγραμμα χρειάζεται να προσεχθεί ο τρόπος με τον οποίο θα κατανεμηθούν τα απτικά μέρη της εικόνας. Αυτό προϋποθέτει ειδική διάταξη και πληροφορία περιεχομένου του διαγράμματος. Αντίθετα, αν γίνει απευθείας μετάφραση της οπτικής εικόνας σε ανάγλυφη μορφή το αποτέλεσμα θα είναι ανεπαρκές (Jehoel et al., 2006).

### **2.3.5. Χωρισμός ανάγλυφων διαγραμμάτων**

Η Kirkwood στην έρευνά της (1986) ταξινομεί τα απτικά διαγράμματα σε δύο μεγάλες κατηγορίες: σε εκείνα που μπορούν να αναπαραχθούν και σε εκείνα που δεν είναι δυνατόν να αναπαραχθούν.

Τα απτικά διαγράμματα που δεν αναπαράγονται μπορούν να παραχθούν είτε με τη χρήση ενός οδοντωτού τροχού είτε απευθείας πάνω σε ένα λεπτό πλαστικό φύλλο το οποίο κρατείται σταθερό στη θέση του από μία μεμβράνη από νερό πάνω σε έναν ελαστικό τάπητα.

Αντίθετα, για την παραγωγή απτικών διαγραμμάτων που αναπαράγονται απαιτούνται αντίγραφα των προτύπων (μήτρες).

### **2.3.6. Στάδια εκτίμησης κατανόησης απτικών διαγραμμάτων**

Σύμφωνα με την έρευνα των Hinton & Ayres (1986) προκειμένου οι ερευνητές να εκτιμήσουν εάν οι χρήστες κατανοούν τα διαγράμματα συνέλεξαν στοιχεία από τους χρήστες και τους δασκάλους μέσω ενός ερωτηματολογίου και τα συγκέντρωσαν σε μία έκθεση. Η έκθεση αφορούσε την εμπειρία της πρώτης επαφής του χρήστη με το διάγραμμα.

Ύστερα, ένας δεύτερος τρόπος εκτίμησης της κατανόησης είναι οι χρήστες να κατανοήσουν διαγράμματα που έχουν ήδη συναντήσει μαζί με τα στοιχεία που τα διέπουν χωρίς να τους δοθεί κάποιο στοιχείο. Αυτό το στάδιο μπορεί να δώσει πληροφορίες στην ικανότητα των χρηστών να αντιλαμβάνονται, να απομνημονεύουν και να ανασύρουν ορισμένα στοιχεία των διαγραμμάτων. Επίσης, με αυτόν τον τρόπο μπορούν να αναδειχθούν στρατηγικές ή στυλ απτικής διερεύνησης.

Τέλος, στο τρίτο κομμάτι-στάδιο της εκτίμησης δόθηκαν περαιτέρω ερωτήσεις σχετικά με την διάκριση των διαφορετικών υφών και στοιχείων των δοθέντων διαγραμμάτων.

### **2.3.7. Διαδικασία μετατροπής ψηφιακών γραφικών δύο διαστάσεων σε απτικά γραφικά- τρία βήματα**

Ψηφιακά γραφικά δύο διαστάσεων μπορούν να είναι σχέδια με μολύβι, σχέδια με μελάνι, γραφικά, διαγράμματα, εικονογραφημένες ή εκτυπωμένες εικόνες.

Η μετατροπή ψηφιακών γραφικών σε απτικά γραφικά μπορεί να είναι μία χρονοβόρα διαδικασία. Τα βήματα αυτής της διαδικασίας είναι τρία και είναι τα παρακάτω 1. Τροποποίηση 2. Μεταβίβαση 3. Παραγωγή.

Στο πρώτο βήμα, την τροποποίηση, γίνεται απλοποίηση των σύνθετων εικόνων με το να κρατείται το λιγότερο δυνατό μέγεθος πληροφορίας για να μεταδοθεί με επιτυχία το περιεχόμενο της εικόνας. Επίσης, σε αυτό το βήμα σημαντικό είναι να προσεχθεί και το μέγεθος της ανάγλυφης εικόνας το οποίο πρέπει να είναι περίπου όσο μία σπιθαμή χεριού ή περίπου 3-5 ίντσες σε μία πλευρά.

Στο δεύτερο βήμα, την μεταβίβαση, η εικόνα τοποθετείται σε κάποιο απτικό μέσο εξόδου. Στην αρχή η εικόνα χαράσσεται σε ένα χαρτί αντιγραφής και μετά

μεταβιβάζεται στο απτικό υλικό αναπαράστασης χρησιμοποιώντας χαρτί αντιγραφής και ξαναχαράσσεται.

Στο τρίτο βήμα, την παραγωγή, παράγεται το φυσικό απτικό γραφικό. Υπάρχουν πάρα πολλές μέθοδοι, που ωστόσο, χρειάζονται την ανάμειξη ενός βλέποντα ατόμου στη μετάφραση της οπτικής εικόνας σε απτική (Way & Barner, 1997).

### **2.3.8. Τι κάνει αποτελεσματική μία απτική αναπαράσταση και γιατί;**

Μερικές φορές μία εικόνα από μόνη της δεν μπορεί να δώσει αρκετές πληροφορίες στον αναγνώστη. Ένα παράδειγμα αποτελεί το γεγονός ότι στις εφημερίδες, στα πανεπιστημιακά βιβλία αλλά και αλλού οι εικόνες συνοδεύονται από ένα σύντομο κείμενο σε μορφή λεζάντας. Αυτό συμβαίνει καθώς το ουσιώδες δεν είναι πάντα εμφανές και συχνά χρειάζεται μία μικρή επεξήγηση (Way & Barner, 1997· Fritz et al., 1996· Hinton & Ayres, 1986).

Επομένως, οι απτικές εικόνες που συνοδεύονται από μία κειμενική περιγραφή έχουν περισσότερες πιθανότητες να ερμηνευτούν σωστά από τους χρήστες (Fritz et al., 1996).

Επίσης, σε συνδυασμό με μία απλοποίηση της εικόνας μπορεί να ενισχυθεί το δυναμικό αναγνώρισης (Fritz et al., 1996· Way & Barner, 1997· Kirkwood, 1986). Έχοντας πολλές πληροφορίες σε μία ανάγλυφη εικόνα θα έχει σαν αποτέλεσμα να χαθεί το μεγαλύτερο μέρος του περιεχομένου μαζί με την καθαρότητα και τη χρησιμότητα λόγω της υπερβολικής σε ποσότητα πληροφορίας. Αυτή η υπερφόρτωση προκύπτει από τους περιορισμούς της απτικής αντίληψης με την έννοια ότι το ανθρώπινο δάχτυλο έχει χαμηλότερες δυνατότητες ανάλυσης από το ανθρώπινο μάτι. Από την άλλη μεριά, αν έχει πολύ λίγες πληροφορίες θα μοιάζει με ένα απλό σχήμα χωρίς να αναπαριστά επαρκώς την αρχική εικόνα (Klatzky, Lederman, & Metzger, 1985).

Αυτή η ασάφεια προκύπτει από τον τρόπο με τον οποίο ο εγκέφαλος κατηγοριοποιεί αυτό που αντιλαμβάνεται. Στην συγκεκριμένη περίπτωση ταξινομεί δυσδιάκριτα απτικά αντικείμενα σαν ίδια ακόμη και αν τα ανεπεξέργαστα οπτικά πρωτότυπα μπορεί να ήταν αρκετά διαφορετικά (Way & Barner, 1997).

Επιπροσθέτως, μία ανάγλυφη εικόνα θα πρέπει να έχει διαφορετικές υφές έτσι ώστε το άτομο να μπορεί να ξεχωρίσει και να διακρίνει τα διαφορετικά σχήματα και

χρώματα που υπάρχουν σε μία εικόνα (Schiff & Foulke, 1982). Έτσι, η ύπαρξη διαφορετικών υφών βοηθάει την αναγνώριση διάφορων περιοχών κατά την απτική διερεύνηση (Nayak & Barner, 2004· Jehoel et al., 2009). Ακόμη, συνοδευτικά με την ποικιλία υφών θα μπορούσαν να προστεθούν και σύνθετες απεικονίσεις όπως φυσικές αντιθέσεις όπως άλλες επιφάνειες να είναι λείες, άλλες πιο αιχμηρές, άλλα σημεία να είναι υψηλότερα, άλλα χαμηλότερα (Hinton & Ayres, 1986). Ωστόσο, ο αριθμός των διαφορετικών υφών θα πρέπει να είναι μικρός, η περιοχή της κάθε υφής να είναι σχετικά μεγάλη και καλά οριοθετημένη από τις άλλες. Φυσικά, η αποτελεσματικότητα των διαφορετικών υφών θα πρέπει να ελέγχεται ρωτώντας τον χρήστη (Kirkwood, 1986).

Τέλος, είναι σημαντικό το άτομο που θα κατασκευάσει το απτικό υλικό να μην επαναπαυθεί στα οπτικά κριτήρια καθώς αυτά είναι συνήθως παραπλανητικά (Kirkwood, 1986).

### **2.3.9. Κατευθυντήριες γραμμές για την παραγωγή απτικών διαγραμμάτων με τη θερμοαντιγραφική και τη στερεοαντιγραφική μέθοδο.**

Σύμφωνα με την έρευνα της Kirkwood (1986) οι κατευθυντήριες γραμμές για την παραγωγή απτικών διαγραμμάτων με τις δύο γνωστές μεθόδους είναι τέσσερις.

Πρώτον, ο κατασκευαστής των απτικών διαγραμμάτων να μην επαναπαύεται στα οπτικά κριτήρια καθώς συνήθως είναι παραπλανητικά σε ό,τι αφορά την απτική διακρίσιμότητα.

Δεύτερον, όσο πιο απλά τα διαγράμματα τόσο πιο κατανοητά θα είναι για τον χρήστη. Σύμφωνα με την παραπάνω πρόταση τρία σημεία θα πρέπει να υπογραμμιστούν:

α) τα διαγράμματα θα πρέπει να έχουν όσο τον δυνατόν λιγότερες κατευθυντήριες γραμμές προκειμένου να κατατοπίζεται ο χρήστης. Οι χρήστες μπορούν να βάζουν οι ίδιοι ταμπέλες με τη μορφή Braille και να βάζουν τις δικές τους κατευθυντήριες γραμμές εάν χρειάζεται.

β) τα διαγράμματα θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλα για άνετη διάκριση διαφορετικών στοιχείων.

γ) τα υλικά με διαφορετική υφή να τοποθετούνται δίπλα δίπλα και να τονίζονται οι άκρες τους με σκοινί ή καλώδιο αν αυτό βοηθάει την διακριτότητα στη θερμοαντιγραφική μέθοδο.

Τρίτον, οι μήτρες της θερμοαντιγραφική μεθόδου να κατασκευάζονται σε διαφορετικά επίπεδα για να δίνεται ένα καλύτερο αποτέλεσμα αποτύπωσης των τριών διαστάσεων.

Τέταρτον, θα πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψιν σε ποιον απευθύνεται το απτικό διάγραμμα, δηλαδή την ηλικία του χρήστη αλλά και την οικειότητα που έχει τα απτικά διαγράμματα καθώς και την ικανότητά του για ερμηνεία.

### **2.3.10. Τα σύμβολα των απτικών αναπαραστάσεων-η αναγνωσιμότητά τους**

Σύμφωνα με την έρευνα των Jehoel et al. (2009) η ανύψωση των συμβόλων επηρεάζει την ταχύτητα και την ακρίβεια αναγνώρισης. Το ίδιο και η υφή τους καθώς τα τραχειά σύμβολα αναγνωρίζονται πιο γρήγορα από τα λεία. Το παραπάνω συμβαίνει καθώς οι αιχμηρές άκρες προκαλούν μεγαλύτερη νευροφυσιολογική απόκριση από τις λείες άκρες. Ειδικότερα, βρέθηκε ότι μία ανύψωση των συμβόλων οδηγεί σε καλύτερη ερμηνεία τους. Συγκεκριμένα για τις τραχειές γραμμές το ιδανικό ύψος είναι μέχρι 40  $\mu\text{m}$ , ενώ για τις λείες και τις αιχμηρές είναι μέχρι 80  $\mu\text{m}$  (τουλάχιστον 22 $\mu\text{m}$ =επαρκής ανύψωση). Όμως παρατηρήθηκε ότι η εκτεταμένη έκθεση σε τραχιές επιφάνειες ταλαιπωρεί τα δάχτυλα των χρηστών. Επομένως, το σχήμα της άκρης είναι σημαντικό για την ανίχνευση του απτικού στοιχείου (LaMotte & Srinivasan, 1987).

Ωστόσο, τα χαρακτηριστικά του ανάγλυφου επηρεάζονται από τη μέθοδο και το υλικό με το οποίο έχουν παραχθεί. Ειδικότερα, η θερμοαντιγραφική μέθοδος παράγει υλικό συνήθως πάνω από 1 mm ενώ το μικροκαψουλικό χαρτί δίνει περίπου 0.5mm και οι κουκίδες Braille από 0,25mm έως 1,0mm.

Σε ό,τι αφορά το μέγεθος δεν ισχύει το ίδιο καθώς η αύξησή του δεν βοηθάει ιδιαίτερα στην γρήγορα και ακριβή αναγνώριση. Για τα γεωμετρικά σχήματα ένα καλό όριο είναι 6,4mm για τα τρίγωνα, 5,0mm για τα τετράγωνα και 5,5mm διάμετρος για τους κύκλους.

### **2.3.11. Γιατί να γίνεται χρήση απτικών αναπαραστάσεων;**

Οι άνθρωποι χρησιμοποιούν την όρασή τους για να συγκεντρώσουν έναν μεγάλο όγκο πληροφοριών. Όμως, στις περιπτώσεις όπου η όραση έχει χαθεί ή παρεμποδίζεται, η κατανόηση των εικόνων σε συνδυασμό με την ανάγνωση κειμένου είναι μία σημαντική εναλλακτική πηγή πληροφοριών. (Nayak & Barner, 2004). Οπότε, οι απτικές αναπαραστάσεις, σαν τρόπος παρουσίασης πληροφοριών, αποτελούν ένα μέσο πρόσβασης στην πληροφορία καθώς συνεισφέρουν σε πολλές λειτουργίες όπως η ανάγνωση αλλά και στην εργασία προσφέροντας ταυτόχρονα ανεξαρτησία (Jehoel et al., 2009).

Κατά αυτόν τον τρόπο, παρά τις δυσκολίες παραγωγής απτικών αναπαραστάσεων, του φόρτου εργασίας, του χρόνου που απαιτείται, οι απτικές αναπαραστάσεις αποτελούν ένα απαραίτητο βοήθημα για την κοινότητα των ατόμων με σοβαρά προβλήματα όρασης (Mason & Arter, 2010).

Ειδικότερα, σε ό,τι αφορά τον μαθητικό πληθυσμό, οι μαθητές με προβλήματα όρασης έχουν δικαίωμα στην πλήρη πρόσβαση στο πρόγραμμα σπουδών με τους βλέποντες συνομηλίκους τους. Επίσης, κατά την διερεύνηση και επεξεργασία του απτικού υλικού αναπτύσσονται απτικές δεξιότητες οι οποίες μπορούν να αξιοποιηθούν σε άλλους τομείς σπουδών. Τέλος, οι μαθητές θα μπορούν να εργάζονται με μεγαλύτερη αυτονομία όπως και οι συμμαθητές τους (Mason & Arter, 2010).

### **2.4. Απτικό υλικό**

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο, θα αναφερθούν τρόποι, μέσα για την παραγωγή ανάγλυφου υλικού και συγκεκριμένα θα αναλυθεί η θερμοαντιγραφική μέθοδος και η χρήση του χαρτιού με μικροκάψουλες (Perkins, 2001). Ειδικότερα, θα συζητηθούν τα χαρακτηριστικά τους, η διαδικασία παραγωγής που απαιτείται σε κάθε περίπτωση καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες μέθοδοι παραγωγής που θα αναφερθούν σε άλλο κεφάλαιο.

#### **2.4.1. Θερμοαντιγραφική μέθοδος**

Η θερμοαντιγραφική μέθοδος διαμορφώνει πλαστικά φύλλα με τεχνικές οι οποίες χρησιμοποιούν μειωμένη πίεση αέρα για να σχεδιάσουν ένα θερμικά μαλακωμένο φύλλο σε ή πάνω από ένα καλούπι (Perkins, 2001). Αυτή η μέθοδος υπερέχει ανάμεσα στις άλλες μεθόδους δημιουργίας απτικού υλικού καθώς επιτρέπει την παραγωγή πολλαπλών αντιγράφων ενός απτικού γραφικού σε μία πολύ ανθεκτική μορφή (Way & Barner, 1997). Συγκεκριμένα, δίνει σαν απτικό αποτέλεσμα φορμαρισμένα πλαστικά φύλλα τα οποία αντανακλούν το περίγραμμα ή τις γραμμές ενός αληθινού αντικειμένου, γραφήματος, οπτικής εικόνας κ.α. (Thompson & Chronicle, 2006).

Για την χρήση της απαιτείται ένα ανάγλυφο πρότυπο (μήτρα) το οποίο είναι φτιαγμένο από ένα άκαμπτο και σταθερό υλικό (Way & Barner, 1997). Το πρότυπο αυτό δεν είναι τίποτα άλλο πέρα από ένα χειροποίητο κολάζ φτιαγμένο από διάφορα υλικά όπως γυαλόχαρτο, χαρτόνι ή μπορεί να είναι αποτέλεσμα επεξεργασίας μεταλλικού φύλλου ή ακόμη και ξύλου (McCallum & Ungar, 2003).

##### **2.4.1.2. Η διαδικασία παραγωγής ανάγλυφου υλικού**

Το χειροποίητο αυτό πρότυπο τοποθετείται σε ένα διάτρητο δίσκο στο θερμοαντιγραφικό μηχάνημα (Thermoform) ακριβώς κάτω από τη θερμαινόμενη σχάρα με την καλή επιφάνεια προς τα πάνω (Mason & Arter, 2010· Way & Barner, 1997). Πάνω του τοποθετείται ένα λεπτό πλαστικό φύλλο PVC (ονομασία brailion) το οποίο είναι ομοιόμορφου χρώματος άσπρου ή μπεζ και πάχους από 0,1mm και 1,0 mm. Ωστόσο, το πάχος μικραίνει λόγω του κενού πίεσης της θερμοαντιγραφικής μηχανής (McCallum & Ungar, 2003· Wild & Hinton, 1996). Μετά, πάνω από αυτό το πλαστικό φύλλο τοποθετείται και στερεώνεται ένα πλαίσιο που το κάνει αεροστεγές και τοποθετείται κάτω από τη θερμαινόμενη σχάρα του ειδικού αυτού μηχανήματος (Mason & Arter, 2010). Στη συνέχεια, καθώς το πλαστικό φύλλο θερμαίνεται αρχίζει να μαλακώνει και μία αναρροφητική αντλία παίρνει τον αέρα που είναι ανάμεσα στο φύλλο και στο πρότυπο ωθώντας το προς το πρότυπο με αποτέλεσμα τον σχηματισμό ενός ανάγλυφου πλαστικού προτύπου. Τα ίδια αυτά πρότυπα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ξανά για την κατασκευή και άλλων αντιγράφων.



Τέλος, μόλις κρυώσει, το πλαστικό φύλλο είναι ένα ανθεκτικό πανομοιότυπο του αρχικού προτύπου. Αυτή η διαδικασία παίρνει περίπου ένα λεπτό το οποίο είναι αποδεκτό για την παραγωγή πολλαπλών αντιγράφων (Way & Barner, 1997).

#### **2.4.1.3. Πλεονεκτήματα της μεθόδου**

Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα αυτής της μεθόδου είναι ότι τα πρότυπα μπορούν να ξαναχρησιμοποιηθούν για την κατασκευή πολλών αντιγράφων (McCallum & Ungar, 2003). Τα αντίγραφα έχουν σχετικά χαμηλό κόστος και είναι ανθεκτικά, γεγονός που τα καθιστά κατάλληλα και για εξωτερική χρήση (Mason & Arter, 2010· Perkins, 2001). Ακόμη, επιτρέπει ενσωμάτωση πληροφοριών για βλέποντες κάτω από την επιφάνεια με τη χρήση του διάφανου υλικού PVC (Perkins, 2001).

Επίσης, το ανάγλυφό τους δεν έχει συγκεκριμένο ύψος παντού αλλά μπορεί να είναι διαφορετικό και να φθάνει τα 10mm με αποτέλεσμα να είναι αρκετά υψηλό (McCallum & Ungar, 2003). Ακόμη, με αυτήν την μέθοδο το ανάγλυφο αποτέλεσμα μπορεί να έχει διαφορετικές υφές γεγονός που διευκολύνει τον χρήστη σε απτικές διερευνητικές διαδικασίες (Wild & Hinton, 1996). Τέλος, τα σύμβολα που είναι πάνω στην απτική αναπαράσταση, όπως σύμβολα χαρτών, έχουν καλό περίγραμμα και ευκρινείς άκρες. (Mason & Arter, 2010· Perkins, 2001)

#### **2.4.1.4. Μειονεκτήματα της μεθόδου**

Ωστόσο, υπάρχουν και κάποια μειονεκτήματα σε ό,τι αφορά τη θερμοαντιγραφική μέθοδο.

Ειδικότερα, ένα από αυτά είναι ότι τα κύρια πρότυπα τελικά φθείρονται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τα αντίγραφα του φθαρμένου προτύπου να μην είναι ίδια με το αρχικό και έτσι και τα καινούργια αντίγραφα που είναι βασισμένα στο νέο, αλλά όχι πανομοιότυπο πρότυπο, να χαρακτηρίζονται από ανακρίβειες (McCallum & Ungar, 2003).

Επίσης, η κατασκευή του προτύπου είναι μία αρκετά χρονοβόρα διαδικασία. Ακόμη, και ένας έμπειρος κατασκευαστής προτύπων χρειάζεται αρκετό χρόνο για να συλλέξει το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί στο κολάζ προκειμένου να εξασφαλίσει ότι η αντιπαράθεση των υφών αποσαφηνίζει παρά μπερδεύει τον χρήστη. (Kirkwood,

1986· Mason & Arter, 2010). Πάνω σε αυτό αξίζει να προστεθεί ότι για την κατασκευή του προτύπου απαιτούνται και ειδικά εξαρτήματα όπως κόλλες κ.α. και οι κατασκευαστές αντιγράφων χρειάζεται να εκπαιδευτούν πάνω στη θερμοαντιγραφική μέθοδο προκειμένου να βελτιωθούν (Mason & Arter, 2010)

Επιπροσθέτως, τα πρότυπα είναι κατασκευασμένα μόνο για το ειδικό θερμοαντιγραφικό μηχάνημα (Thermoform) με αποτέλεσμα να μην μπορούν να παραχθούν σε άλλα κέντρα και φυσικά ούτε να φωτοτυπηθούν. Ακόμη, τα πρότυπα δεν γίνεται να ανανεωθούν εύκολα και να διορθωθούν και χρειάζεται αρκετός χώρος για την αποθήκευση των προτύπων και των πλαστικών αντιγράφων (Mason & Arter, 2010).

Τέλος, ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι ένα παιδί με μειωμένη όραση δεν μπορεί να προσλάβει εύκολα την πληροφορία που φέρνουν αυτά τα πλαστικά αντίγραφα προκειμένου να συμπληρώσει την απτική πληροφορία (Mason & Arter, 2010).

#### **2.4.2. Το χαρτί με μικροκάψουλες –χαρακτηριστικά**

Απτικό υλικό μπορεί επίσης να παραχθεί με χαρτί με μικροκάψουλες και θερμότητα. Το χαρτί αυτό είναι ένα σχετικά καινούργιο προϊόν που αναπτύχθηκε στην Ιαπωνία το 1980 (Aldrich & Parkin, 1987) και αναφέρεται ποικιλοτρόπως ως «καψουλικό χαρτί», «χαρτί από φούσκες» ή «διογκωμένο χαρτί». Πρόκειται για ένα οικονομικό αλλά και γρήγορο μέσο παραγωγής απτικών γραφικών. Ειδικότερα, είναι ένα χαρτί το οποίο είναι εμποτισμένο με μικροσκοπικές κάψουλες που περιέχουν οινόπνευμα (Thompson & Chronicle, 2006· Mason & Arter, 2010), χρώματος κρεμ (Wild & Hinton, 1996) και που η κάθε μία έχει διάμετρο περίπου 100μm (Way & Barner, 1997). Το πάχος του είναι 0,2 χιλιοστά πιο παχύ από το κοινό χαρτί και βγαίνει σε μέγεθος A4 και B4, 285 από 210 χιλιοστά και 364 από 257 χιλιοστά αντίστοιχα (Clark & Clark, 1994).

Δεδομένου ότι οι κάψουλες αυτές έχουν χαμηλό σημείο βρασμού και είναι ευαίσθητες στη θερμότητα, όταν εκτίθενται σε μία πηγή ζέστης διογκώνονται με αποτέλεσμα να ανυψώνονται από την επιφάνεια του χαρτιού μέχρι 1mm (Kirkwood, 1986· Thompson & Chronicle, 2006· Perkins, 2001).

#### **2.4.2.1. Τύποι μικροκαψουλικού χαρτιού**

Στη διεθνή αγορά υπάρχουν δύο διαθέσιμοι τύποι μικροκαψουλικού χαρτιού.

Ο πρώτος τύπος ονομάζεται Flexi-paper το οποίο παρασκευάζεται από την εταιρεία Repro-Tronics στην Αμερική. Πρόκειται, για ένα χαρτί με βάση το πολυαιθυλένιο. Είναι χρώματος μαύρου και σχετικά ανθεκτικό σε συνθήκες διπλώματος ακόμη και τσαλακώματος.

Σε αντίθεση με τον πρώτο τύπο ο δεύτερος τύπος χαρτιού είναι χρώματος άσπρου και κατασκευάζεται από την εταιρεία Matsumoto στην Οσάκα, στην Ιαπωνία. Πρόκειται για μία εκδοχή με βάση το χαρτί. Το συγκεκριμένο είναι λιγότερο ανθεκτικό στις επιδράσεις του διπλώματος από το Flexi-paper, ωστόσο, δίνει στο χρήστη μία οικεία άκαμπτη αίσθηση παρόμοια με το βαρύ Braille ανάγλυφο χαρτί (Way & Barner, 1997).

#### **2.4.2.2. Τι αναπαριστούν οι ανάγλυφες μικροκαψουλικές εικόνες ενστάσεις ως προς την αποτελεσματικότητά τους**

Οι εικόνες από μικροκαψουλικό χαρτί παρουσιάζουν μία πρόκληση διότι αναπαριστούν πληροφορίες τριών διαστάσεων σε πληροφορίες δύο διαστάσεων. Αυτό συνήθως επιτυγχάνεται με την χρήση της προοπτικής και οπτικών σχεδιαστικών συνηθειών. Η μέθοδος αυτή ενδείκνυται για αναπαράσταση απλών γραφημάτων, ηλεκτρικά και ηλεκτρονικά κυκλώματα, περίγραμμα αντικειμένων, μαθηματικές κατασκευές, απλοί χάρτες, απλά διαγράμματα και διαγράμματα απλών συσκευών (Mason & Arter, 2010).

Η κυριότερη ένσταση είναι ότι αυτή η μέθοδος ίσως δεν είναι κατάλληλη για μερικά άτομα με τύφλωση που έχουν λίγη ή και καθόλου οπτική εμπειρία. Όλο και πιο συχνά, δεν υπολογίζονται οι ανάγκες και οι ικανότητες των χρηστών στη μετατροπή οπτικών εικόνων σε ανάγλυφες μορφές. Παρόλα αυτά, έγιναν προσπάθειες ώστε τα απτικά μέσα να ανταποκρίνονται στις ικανότητες και στις εμπειρίες των ατόμων με τύφλωση με τρόπο που να έχει σημασία για αυτά.

Ωστόσο, σε αυτό το σημείο υπάρχει μία διαφωνία καθώς υπάρχει μία ομάδα που υποστηρίζει ότι τα άτομα με τύφλωση μπορούν να βγάλουν νόημα από ρεαλιστικές απτικές ανάγλυφες εικόνες δύο διαστάσεων (D'Angiulli, Kennedy, & Helle, 1998)

ενώ η άλλη ομάδα υποστηρίζει ότι με την αίσθηση της αφής είναι εξαιρετικά δύσκολο να γίνει αναγνώριση εικόνων δύο διαστάσεων (Lederman & Klatzky, 1987).

#### **2.4.2.3. Η διαδικασία παραγωγής και η προσθήκη κειμένου σε μορφή Braille**

Στην αρχή, τα γραφικά, που στην πορεία θα γίνουν ανάγλυφα, φωτοτυπούνται πάνω σε μικροκαψουλικό χαρτί με μαύρο μελάνι, χρησιμοποιώντας ένα τυπικό φωτοτυπικό μηχάνημα γραφείου. Όμως, προκειμένου να έχουμε μία καλή αρχική απόδοση της εικόνας για διόγκωση θα πρέπει ο εκτυπωτής να έχει ανάλυση τουλάχιστον 127 κουκίδες ανά ίντσα. Επομένως, ένας εκτυπωτής λέιζερ με ανάλυση 300 κουκίδες ανά ίντσα είναι εντελώς επαρκής (Way & Barner, 1997). Ωστόσο, δεν είναι απαραίτητο να φωτοτυπηθούν καθώς υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιαστούν τα γραφικά απευθείας πάνω στο μικροκαψουλικό χαρτί χρησιμοποιώντας στυλό με μελάνι, μαρκαδόρους καθώς και άλλα σχεδιαστικά εργαλεία. Μόλις τελειώσει η μεταφορά των γραφικών πάνω στο χαρτί τότε το φύλλο εισάγεται σε μία πηγή θερμότητας με την εικόνα προς τα πάνω (Way & Barner, 1997· Wild & Hinton, 1996). Εάν είναι πολλές οι σελίδες τότε κάθε φύλλο χαρτιού με μικροκάψουλες πρέπει να εισάγεται ατομικά (Way & Barner, 1997· Clark & Clark, 1994).

Προκειμένου να ανασηκωθούν τα γραφικά από την επιφάνεια του χαρτιού απαιτείται μία πηγή ζέστης 120-125 βαθμών κελσίου (Way & Barner, 1997· Nayak & Barner, 2004· Mason & Arter, 2010). Συγκεκριμένα, οι κάψουλες στις μαυρισμένες περιοχές θα διογκωθούν προς τα έξω και προς τα πάνω πιο γρήγορα από αυτές στις γειτονικές άσπρες περιοχές καθώς απορροφούν τη ζέστη γρηγορότερα από τις άσπρες (Aldrich & Parkin, 1987· Way & Barner, 1997).

Τέλος, στο μικροκαψουλικό χαρτί υπάρχει η δυνατότητα να προστεθεί κείμενο σε μορφή Braille. Ωστόσο, πρόκειται για μία δύσκολη διαδικασία καθώς οι κουκκίδες που γίνονται με μία μηχανή Braille Perkins πρέπει να χρωματιστούν προκειμένου να δειχθούν σαν ανασηκωμένες κουκκίδες.

#### **2.4.2.4. Η διόγκωση των μικροκάψουλων**

Ο αριθμός των μη διογκωμένων καψουλών πάνω σε ένα φύλλο χαρτί είναι  $10^4$  κάψουλες το εκατοστό. Κατά τη διάρκεια της διόγκωσης οι κάψουλες διογκώνονται

προς τα πάνω και προς τα έξω συνεχώς, σε διάμετρο από 0,2mm σε 10mm. Έτσι, σε μία διογκωμένη ανάλυση έχουμε δέκα με πενήντα κάψουλες το εκατοστό. Σε εργαστηριακές παρατηρήσεις η τυπική διόγκωση της διαμέτρου είναι περίπου 0,3mm ενώ η διόγκωση του ύψους περίπου 10mm.

Το εύρος της διόγκωσης είναι επηρεασμένο από τη θερμοκρασία του στοιχείου ζέστης καθώς οι υψηλότερες θερμοκρασίες παράγουν ελαφρώς πιο έντονη διόγκωση (Way & Barner, 1997).

#### **2.4.2.5. Το μηχάνημα TIE: Tactile image enhancer (απτικός ενισχυτής εικόνας)**

Οι εικόνες που έχουν φωτοτυπηθεί πάνω στο μικροκαψουλικό χαρτί μπορούν να γίνουν ανάγλυφες με τη χρήση του ειδικού μηχανήματος Tie το οποίο είναι ένας απτικός ενισχυτής εικόνας που παρασκευάζεται από την εταιρεία Repro-tronics (Skrivaneck & Zuckerman, 1997) στην Αμερική. Το πρώτο μηχάνημα κατασκευάστηκε το 1993 και είναι σε χρήση έκτοτε. Ωστόσο, σήμερα, υπάρχει διαθέσιμο στην αγορά μία μικρότερη εκδοχή του η οποία είναι και φορητή.

Το Tie λειτουργεί με έναν πολύ απλό τρόπο. Συγκεκριμένα, έχει μία μηχανοκίνητη ροδέλα που περνάει πάνω από την εικόνα ενώ πάνω του υπάρχει ένας σωληνωτός λαμπτήρας. Ο ρόλος του λαμπτήρα είναι να λειτουργεί σαν πηγή ζέστης ενώ ο ρόλος της ροδέλας είναι να καθοδηγεί το χαρτί έτσι ώστε να είναι σε άμεση επαφή με τον λαμπτήρα (Nayak & Barner, 2004).

Τέλος, οι επεξεργασμένες εικόνες από το Tie είναι έτοιμες να χρησιμοποιηθούν ως ανάγλυφα γραφικά.

#### **2.4.2.6. Έλεγχος του ανάγλυφου επιπέδου πάνω στο μικροκαψουλικό χαρτί**

Δύο είναι οι τρόποι με τους οποίους μπορεί να ελεγχθεί το ανάγλυφο επίπεδο. Ο πρώτος έχει να κάνει με το βάθος, δηλαδή όσο πιο μαυρισμένη είναι μία περιοχή τόσο πιο γρήγορα θα γίνει η διόγκωση αφού απορροφήσει πιο γρήγορα τη ζέστη. Κατά αυτόν τον τρόπο, εάν στο ίδιο φύλλο χαρτιού σχεδιαστούν δύο γραμμές με διαφορετικά σχεδιαστικά εργαλεία όπως μαρκαδόρο με μελάνι και μολύβι, η πρώτη γραμμή θα ανασηκωθεί ψηλότερα από τη γραμμή με μολύβι παρά το γεγονός ότι και οι δύο προσλαμβάνουν την ίδια ποσότητα θερμότητας (Aldrich & Parkin, 1987).

Ο δεύτερος τρόπος έχει να κάνει με το πλάτος της γραμμής. Όσο μεγαλύτερο το πλάτος της γραμμής ( μέγιστο 1.25mm) τόσο πιο διογκωμένη θα είναι η ανάγλυφη επιφάνεια. Αυτό συμβαίνει διότι η δομή του μικροκαψουλικού χαρτιού δίνει σαν ανάγλυφο αποτέλεσμα στρογγυλεμένες άκρες γεγονός που περιορίζει το ύψος στο οποίο κουκίδες και στενές γραμμές ανασηκώνονται (Aldrich & Parkin, 1987).

#### **2.4.2.7. Προσεκτικός έλεγχος της πηγής ζέστης**

Προκειμένου να μην επηρεαστούν οι κάψουλες στις γειτονικές άσπρες περιοχές απαιτείται ένας προσεκτικός έλεγχος της πηγής ζέστης. Για αυτόν τον σκοπό έχει σχεδιαστεί από την εταιρεία Matsumoto Kosan Co., Ltd ένα ειδικό μηχάνημα (a stereocopy developing machine). Το συγκεκριμένο μηχάνημα είναι ακριβό. Ωστόσο, υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν και άλλες πηγές θερμότητας οι οποίες μπορούν να εξεταστούν αν μπορούν να ενεργοποιήσουν τις κάψουλες στις μαρκαρισμένες περιοχές χωρίς να επηρεαστούν οι γειτονικές. Αυτό επιτυγχάνεται με δοκιμή και λάθος. Δοκιμασμένες εναλλακτικές πηγές ζέστης αποτελούν η μηχανή θερμοφάξ, ειδικοί φούρνοι όπως οι Gestetner, στυλό πηγής ζέστης κ.ά. (Aldrich & Parkin, 1987).

#### **2.4.2.8. Πλεονεκτήματα της μεθόδου**

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του μικροκαψουλικού συστήματος στηρίζεται στην απλότητα και στην ταχύτητά του.

Σε ό,τι αφορά την απλότητα δεν χρειάζονται ειδικά εργαλεία ή υλικά πέρα από τη συσκευή παραγωγής θερμότητας και το μικροκαψουλικό χαρτί ή ιδιαίτερες δεξιότητες χειροτεχνίας (Aldrich & Parkin, 1987· Mason & Arter, 2010).

Σε ό,τι αφορά την ταχύτητα, είναι ένα αρκετά γρήγορο (Thompson & Chronicle, 2006· Jehoel et al., 2006) μέσο καθώς δίνει τη δυνατότητα να δημιουργηθεί στον υπολογιστή μία μήτρα σε σύντομο χρονικό διάστημα αλλά και να τροποποιηθεί , εάν χρειάζεται, με την ανατροφοδότηση του χρήστη. Επίσης, ο χρόνος που χρειάζεται για να διογκωθεί στο σχέδιο είναι περίπου δέκα δευτερόλεπτα (Way & Barner, 1997). Ακόμη, ο χρόνος που χρειάζεται συνολικά για να φωτοτυπηθεί το σχέδιο πάνω στο μικροκαψουλικό χαρτί και η διαδικασία της διόγκωσης των μαρκαρισμένων περιοχών είναι και πάλι αρκετά σύντομη (Way & Barner, 1997). Πλέον, με την εξέλιξη της

τεχνολογίας η διαδικασία γίνεται ακόμη πιο γρήγορη καθώς η εταιρία Repro-Tronics κατασκεύασε ένα στυλό-πηγή ζέστης που προσφέρει άμεσες υπερυψωμένες γραμμές πάνω σε μικροκαψουλικό χαρτί.

Επίσης, ένα ακόμη πλεονέκτημά του είναι ότι μπορεί να αποδώσει πληροφορίες τριών διαστάσεων σε πληροφορίες δύο διαστάσεων (Thompson & Chronicle, 2006). Επιπλέον, ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα είναι ότι προσφέρει μία ασπρόμαυρη εικόνα η οποία μπορεί να είναι αποδεκτή για τους μερικώς βλέποντες χρήστες που χρησιμοποιούν την αφή σε συνδυασμό με την όρασή τους λόγω της υψηλής αντίθεσης που δημιουργείται ( Wild & Hinton, 1996· Aldrich & Parkin, 1987· Mason & Arter, 2010).

Σε συνδυασμό με τα παραπάνω, το μικροκαψουλικό χαρτί έχει καλή αποδοχή από τους χρήστες διότι οι απορροφητικές του ιδιότητες του προσδίδουν μία απαλή υφή η οποία είναι πιο άνετη για εργασία συγκριτικά με άλλες μεθόδους όπως το πλαστικό χαρτί (Aldrich & Parkin, 1987) και επιπλέον υπάρχει η δυνατότητα να μεγεθυνθεί το σχέδιο αλλά και να προστεθεί κείμενο σε μορφή Braille σε ελάχιστο χρόνο (Mason & Arter, 2010).

Σε ό,τι αφορά τις μήτρες, αυτές ανανεώνονται και αναθεωρούνται εύκολα. Ακόμη, αποθηκεύονται αρκετά εύκολα καθώς πρόκειται για φύλλα A4 χωρίς ανάγλυφα σημεία και γιατί οι μήτρες που δημιουργούνται στον υπολογιστή μπορούν να αποθηκευτούν σε αυτόν. Επίσης, είναι αρκετά εύχρηστες καθώς μπορούν να φωτοτυπηθούν σε σχολεία αλλά και σε κέντρα. Τέλος, εάν τύχει και συμβεί ένα λάθος στη μήτρα μπορεί να διορθωθεί με προϊόντα του εμπορίου όπως το Tيرrex (Mason & Arter, 2010).

#### **2.4.2.9. Μειονεκτήματα της μεθόδου**

Ένα μειονέκτημα της στερεοαντιγραφικής μεθόδου είναι ότι δεν υπάρχει ποικιλία της υφής αλλά και του ανάγλυφου, δηλαδή δεν μπορεί να παραχθεί διάγραμμα με διαφορετικά ύψη. (Wild & Hinton, 1996· Aldrich & Parkin, 1987· Mason & Arter, 2010· Perkins, 2001).

Ακόμη, το κόστος για τη μηχανή παραγωγής θερμότητας είναι υψηλό όπως και το κόστος του μικροκαψουλικού χαρτιού (Mason & Arter, 2010).

Τα μικρά σύμβολα και οι κοντινές μεταξύ τους γραμμές ίσως να μην είναι ευκρινή (Mason & Arter, 2010· Perkins, 2001).

Τέλος, τα αντίγραφα δεν είναι ανθεκτικά, συνήθως έχουν περιορισμένη διάρκεια ζωής και γίνονται επίπεδα ύστερα από πολύ χρήση (Perkins, 2001). Η βροχή και το δυνατό φως μειώνουν επίσης την αντοχή τους και το μελάνι πάνω στο χαρτί λερώνει τα δάχτυλα του χρήστη, ενώ ο ιδρώτας μπορεί να κάνει την επιφάνεια κολλώδη. Τέλος, δεν είναι κατάλληλα όλα τα φωτοτυπικά μηχανήματα για να βγάλουν φωτοτυπίες σε χαρτί με μικροκάψουλες (Mason & Arter, 2010).

#### **2.4.3. Θέματα ασφαλείας**

Τόσο στη θερμοαντιγραφική μέθοδο όσο και στη μέθοδο με το μικροκαψουλικό χαρτί χρειάζεται να ληφθούν κάποια μέτρα προφύλαξης. Ειδικότερα και στις δύο τεχνικές χρειάζεται να υπάρχει χώρος με καλό εξαερισμό όταν γίνεται η διαδικασία παραγωγής καθώς παράγονται αναθυμιάσεις. Επίσης, η μηχανή Thermoform πρέπει να τοποθετείται στο κατάλληλο σημείο καθώς θερμαίνεται πολύ αποτελώντας κίνδυνο να καεί κάποιος (Mason & Arter, 2010).

### **2.5. Άλλες μέθοδοι παραγωγής απτικού υλικού**

#### **2.5.1. Μέθοδοι βασιζόμενες σε μηχανήμα**

##### **2.5.1.1. Γραφικά σε μορφή Braille**

Συνδέοντας έναν πρότυπο εκτυπωτή Braille με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι δυνατή η παραγωγή απτικών γραφικών. Ο συγκεκριμένος εκτυπωτής μπορεί να παράγει μία ανάγλυφη εκδοχή της αρχικής εικόνας σε κουκίδες Braille εάν ο χρήστης τον βάλει σε λειτουργία γραφικών.

Ωστόσο, για να παραχθεί μία πιστή εκδοχή της αρχικής εικόνας είναι απαραίτητο η αρχική εικόνα να είναι ένα απλό γραμμικό σχέδιο καθώς η ανάλυση της συγκεκριμένης μεθόδου είναι χαμηλή.

Επιπροσθέτως, η μέθοδος έχει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα. Πρώτον, η πλειονότητα των χρηστών υπολογιστή με τύφλωση έχει τον συγκεκριμένο εκτυπωτή και δεν απαιτείται η στήριξη από έναν βλέποντα. Δεύτερον, ίσως υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί αυτός ο εκτυπωτής προκειμένου να παραχθούν επαρκείς απτικές αναπαραστάσεις εικόνων. Αυτό είναι δυνατό να συμβεί με τις



κατάλληλες τεχνικές επεξεργασίας εικόνων που εφαρμόζονται σήμερα (Way & Barner, 1997· Fritz et al., 1996). Μία εφαρμογή που επιτρέπει την μετατροπή ηλεκτρονικών εικόνων σε μορφή εκτύπωσης Braille είναι το WinBraille. Η εφαρμογή αυτή επιτρέπει στον χρήστη πέρα από την μετατροπή κειμένων από γραφή βλεπόντων σε μορφή γραφής Braille (Niyomphol, Tandayya, & Nantachairitak, 2008) και την μετατροπή απλών ψηφιακών εικόνων σε απτική μορφή με κουκίδες Braille πάνω σε χαρτί 120 γρ.

#### **2.5.1.2. Ο εκτυπωτής TIMP**

Ο συγκεκριμένος εκτυπωτής προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια και καλύτερο έλεγχο στην ανύψωση των στοιχείων. Ειδικότερα, μπορεί να παράγει ανάγλυφες εικόνες σε σχεδόν οποιοδήποτε ύψωμα, περίπου 10μ, ανάλογα με τον τύπο μελανιού, το υλικό αλλά και τη διαδικασία που απαιτείται (Jehoel et al., 2009). Με αυτόν τον τρόπο, προσφέρονται πολλά πλεονεκτήματα στην αντοχή της κατασκευής, άνεση και ευκολία χρήσης και μεγαλύτερη λεπτομέρεια απτικής αντίληψης (McCallum & Ungar, 2003).

### **2.5.2. Μέθοδοι βασισμένες στο χαρτί και στο κολάζ**

#### **2.5.2.1. Buildup Displays**

Σύμφωνα με την τεχνική buildup displays ένα ανάγλυφο σκίτσο μπορεί να παραχθεί με πολλαπλές στρώσεις χαρτιού. Προκειμένου, λοιπόν, να ενισχυθούν τα ανασηκωμένα σχέδια μπορούν να προστεθούν πρόσθετα υλικά όπως καλώδιο, σκοινί ακόμη και συνδετήρες (Way & Barner, 1997).

#### **2.5.2.2. Raised-linedrawing boards**

Σε ό,τι αφορά αυτήν την τεχνική τα σχεδιαστικά πινακάκια έχουν πάνω τους ένα πλαστικό, ελαστικό φύλλο όπου εάν χαραχθεί με μία γραφίδα μπορεί να παραχθεί άμεσα ανάγλυφο προϊόν, όπως για παράδειγμα μπορεί να παραχθεί ένας κύκλος με διαβήτη που αντί για μύτη έχει μία ροδέλα (Way & Barner, 1997).

### **2.5.2.3. Tactile experience pictures**

Όπως αναφέρεται και στον τίτλο η συγκεκριμένη τεχνική αφορά απτικές εικόνες. Συγκεκριμένα, πρόκειται για εικόνες οι οποίες κατασκευάζονται από διάφορα υλικά όπως ύφασμα, γυαλόχαρτο, γούνα, μέταλλο, μαλλί, πλαστικό. Για την κατασκευή της εικόνας, το κάθε κομμάτι της εικόνας φτιάχνεται ατομικά και αφού φτιαχτούν όλα τα κομμάτια τότε τοποθετούνται σε μία σκληρή επιφάνεια από χαρτόνι. Η συγκεκριμένη τεχνική απευθύνεται σε παιδιά μικρής ηλικίας (Way & Barner, 1997).

### **2.5.2.4. Embossed paper displays**

Η συγκεκριμένη τεχνική δίνει σαν αποτέλεσμα μία αναπαραγωγή σχεδίου. Αρχικά, μία αντίστροφη όψη του σχεδίου στο πίσω μέρος ενός ανάγλυφου χαρτιού. Ύστερα, με τη χρήση εργαλείων που δίνουν ανάγλυφο αποτέλεσμα, το σχέδιο εντοπίζεται και γίνεται ανάγλυφο σαν μία σειρά από ανασηκωμένες κουκίδες (Way & Barner, 1997).

## Κεφάλαιο 3<sup>ο</sup> : Μεθοδολογία-Μέθοδος

### 3.1. Συμμετέχοντες

Στην παρούσα έρευνα συμμετείχαν έξι άτομα με σοβαρά προβλήματα όρασης ( δύο άνδρες και τέσσερις γυναίκες, 13 με 45 ετών, 29,8 ο μέσος όρος ηλικίας). Η ανεύρεση των συμμετεχόντων με σοβαρά προβλήματα όρασης έγινε μέσω συλλόγων σχετικών με αναπηρία όρασης.

### 3.2. Υλικά

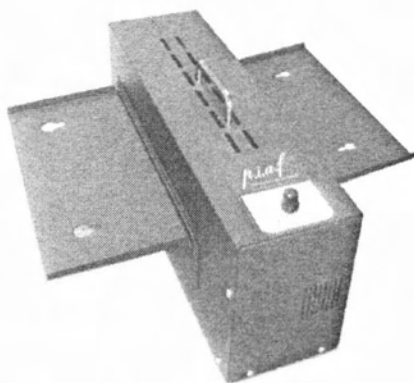
Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν αποκλειστικά γεωμετρικά σχήματα, 46 στο σύνολο, και απεικόνιζαν διδιάστατα βασικά γεωμετρικά σχήματα (ορθογώνιο τρίγωνο, τετράγωνο, κύκλος, ρόμβος, εξάγωνο, παραλληλόγραμμο) (βλ. Παράρτημα, κεφ.1) αλλά και σύνθετα επίπεδα σχήματα (καρδιά, ημισέληνος, αστέρι, σταυρός, σπίτι, ανθρώπινη φιγούρα) (βλ. Παράρτημα, κεφ.2).

Πιο αναλυτικά, τα αρχικά γεωμετρικά σχήματα (απλά και σύνθετα) είναι στο σύνολο 12. Κάθε σχήμα είναι κατασκευασμένο με δύο διαφορετικά υλικά και τρόπους, το μικροκαψουλικό χαρτί και εκτυπωτικό χαρτί 120 γρ. Στη κάθε μία μορφή κατασκευάστηκαν δύο διαφορετικές απεικονίσεις του αρχικού σχεδίου, μία με τονισμένο το περίγραμμα του σχήματος (βλ. Παράρτημα, ενότ. 2.2. & 2.4). και η άλλη με γέμισμα στο σχήμα (βλ. Παράρτημα, ενότ. 2.1. & 2.3.). Εξαίρεση υπήρξε το σπίτι που δεν γινόταν να αποτυπωθεί με γέμισμα παρά μόνο με περίγραμμα αλλιώς θα χάνονταν οι λεπτομέρειές του (βλ. Παράρτημα εικ.30, 41).

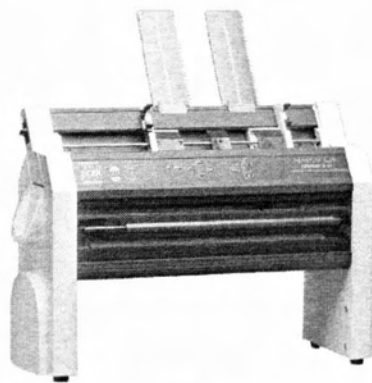
Τα σχήματα χωρίζονταν σε δύο επίπεδα δυσκολίας (έξι στο κάθε επίπεδο). Στο πρώτο επίπεδο ανήκουν τα απλά σχήματα (ορθογώνιο τρίγωνο, τετράγωνο, κύκλος, ρόμβος, εξάγωνο, παραλληλόγραμμο) (βλ. Παράρτημα, κεφ.1) και στο δεύτερο τα σύνθετα (καρδιά, ημισέληνος, αστέρι, σταυρός, σπίτι, άνθρωπος) (βλ. Παράρτημα, κεφ. 2).

Σε ό,τι αφορά την κατασκευή των σχημάτων χρησιμοποιήθηκαν δύο τεχνικές. Για τα σχήματα με τη στερεοαντιγραφική μέθοδο έγινε χρήση ενός τυπικού εκτυπωτή και της μηχανής PIAF (βλ. εικ.1) που είναι ένας απτικός ενισχυτής εικόνας που χρησιμοποιεί θερμότητα όπως η μηχανή TIE (βλ. 4.2.5). Για τα σχήματα με την μορφή σε κουκίδες Braille χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή WinBraille (βλ.5.11.) και ένας εκτυπωτής για γραφή Braille (βλ. εικ.2). Τέλος, χρησιμοποιήθηκε και μία

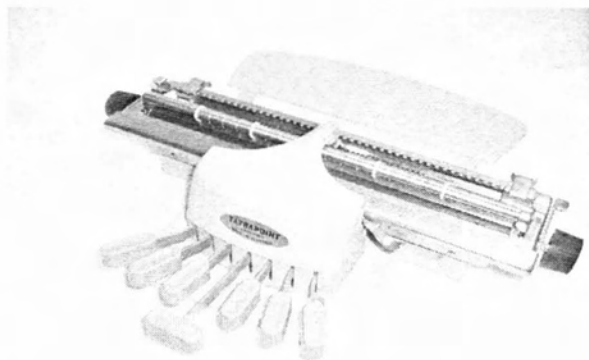
μηχανή γραφής Braille προκειμένου να τυπωθεί το εξάστιγμα που θα χρησίμευε για την σωστή τοποθέτηση του σχήματος από τους συμμετέχοντες.



**Εικόνα 1. Piaf**



**Εικόνα 2. Everest**



**Εικόνα 3. Μηχανή γραφής Braille**

### **3.3. Πιλοτική Έρευνα**

Πριν την έναρξη της κυρίως έρευνας προηγήθηκε η πιλοτική φάση σκοπός της οποίας ήταν ο έλεγχος της ερευνητικής διαδικασίας όσον αφορά αβλεψίες, παρατυπίες και λάθος χειρισμό από πλευράς της ερευνήτριας/φοιτήτριας. Στην πιλοτική φάση επιλέχθηκαν δύο συμμετέχοντες οι οποίοι ήταν βλέποντες και για αυτό έγινε η χρήση σκίαστρων προκειμένου οι δοκιμασίες να είχαν ένα χαρακτήρα προσομοίωσης με συμμετέχοντες που θα είχαν προβλήματα όρασης.

### **3.3.1. Υλικά**

Τα πρώτα τρία απλά σχήματα (ορθογώνιο τρίγωνο, εξάγωνο, ρόμβος) καταλάμβαναν μία σελίδα και ήταν σε κάθετη σειρά και στα δύο υλικά (μικροκαψουλικό χαρτί, εκτυπωτικό χαρτί 120 γρ.) και στις δύο μορφές (περίγραμμα, γέμισμα). Την ίδια θέση είχαν και τα άλλα τρία απλά σχήματα (κύκλος, τετράγωνο, παραλληλόγραμμο) ενώ τα σύνθετα δίνονταν σε δυάδες (αστέρι-σταυρός, καρδιά-ημισέληνος) με εξαίρεση το σπίτι και τον άνθρωπο τα οποία καταλάμβαναν το καθένα μία σελίδα A4.

### **3.3.2. Ερευνητική Διαδικασία**

Στην πρώτη φάση δίνονταν τα σχήματα με γέμισμα στους συμμετέχοντες από την ερευνήτρια τρία την φορά (στα απλά σχήματα), ενώ στα σύνθετα δύο τη φορά εκτός από το σπίτι και τον άνθρωπο που δίνονταν στο τέλος το καθένα μόνο του. Στη δεύτερη φάση δίνονταν με την ίδια σειρά τα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να περιγράψουν τα σχήματα σε δύο συναντήσεις. Η πρώτη συνάντηση αφορούσε στα σχήματα με μικροκαψουλικό χαρτί και η δεύτερη, η οποία έλαβε χώρα μετά από μια εβδομάδα, αφορούσε στα σχήματα σε εκτυπωτικό χαρτί 120 γρ.

### **3.3.3. Αποτελέσματα Πιλοτικής Έρευνας**

Τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες μπορούσαν με μεγάλη ευκολία να θυμηθούν τα σχήματα που συναντούσαν είτε με γέμισμα είτε με τονισμένο το περίγραμμα. Αυτό πιθανώς συνέβη καθώς η σειρά στο χαρτί ήταν η ίδια τόσο για τα σχήματα σε μικροκαψουλικό όσο και στο εκτυπωτικό χαρτί. Επομένως, ήταν πολύ εύκολο να οδηγηθούν στο συμπέρασμα ότι μετά το τρίγωνο ακολουθεί εξάγωνο και μετά ρόμβος (βλ. Παράρτημα Πιλοτικής Έρευνας).

### **3.3.4. Συμπεράσματα**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της πιλοτικής έρευνας πάρθηκε η απόφαση να τροποποιηθεί η διαδικασία ως προς δύο άξονες. Πρώτον, τα σχήματα να δίνονται με

τυχαία σειρά, και δεύτερον, να γίνει μία συνάντηση όπου θα διερευνηθούν όλα τα σχήματα και με τα δύο υλικά και με τις δύο μορφές εκτύπωσης.

### **3.4. Κύρια Έρευνα**

Η συλλογή δεδομένων έγινε βασικά μέσω βιντεοσκόπησης και δευτερευόντως μέσω συζήτησης με βάση συγκεκριμένα ερωτήματα. Οι συμμετέχοντες καλούνταν να διερευνήσουν απτικά τα σχήματα που επέλεξαν οι ίδιοι από ένα δίσκο, ο οποίος ήταν ένα κουτί για φύλλα A4, και καλούνταν να περιγράψουν τα σχήματα που εκείνοι διάλεξαν. Η διαδικασία έγινε σε σύλλογο σχετικό με αναπηρία όρασης, σε μία συγκεκριμένη αίθουσα, που είχε παραχωρηθεί για το σκοπό αυτό. Στην περίπτωση που δεν γινόταν να γίνει η συνάντηση στο χώρο του συλλόγου η ερευνήτρια/φοιτήτρια πήγαινε στον προσωπικό χώρο των συμμετεχόντων. Οι δε δοκιμασίες υλοποιήθηκαν σε εξατομικευμένο επίπεδο.

Τα σχήματα είχαν τοποθετηθεί με τυχαία σειρά σε ένα κουτί ο οποίος τοποθετούνταν στα αριστερά του συμμετέχοντα έτσι ώστε να επιλέγει τυχαία ένα σχήμα τη φορά μπροστά του και να το περιεργάζεται. Τα σχήματα είχαν στην πάνω αριστερή γωνία ένα εξάστιγμο έτσι ώστε να γνωρίζει ο συμμετέχων ποια ήταν η σωστή θέση του σχήματος (βλ. Παράρτημα κεφ.1, κεφ.2) . Πριν την απτική διερεύνηση η ερευνήτρια/φοιτήτρια έδινε την οδηγία στον συμμετέχοντα να περιγράψει το παρόν σχήμα και να μην προβαίνει στην αναγνώρισή του.

Σε δεύτερη φάση, ακολουθούσε μια συζήτηση με βάση δύο συγκεκριμένα ερωτήματα (βλ. Παράρτημα). Καθόλη τη διάρκεια της διαδικασίας η ερευνήτρια χρονομετρούσε τον χρόνο που χρειαζόταν ο συμμετέχων για να περιγράψει το σχήμα.

## Κεφάλαιο 4: Αποτελέσματα

### 4.1. Εισαγωγή

Στην παρούσα ενότητα θα γίνει περιγραφή των δεδομένων που συλλέχτηκαν από την χορήγηση δώδεκα βασικών σχημάτων με δύο μορφές εκτύπωσης (βλ. Κεφ.3). Τα σχήματα, συνολικά, δόθηκαν σε έξι συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια δοκιμασιών που ενείχαν πειραματική δομή. Για την καταγραφή του περιεχομένου των δοκιμασιών έγινε βιντεοσκόπηση της απτικής διερεύνησης όλων των σχημάτων.

Για την παράθεση των αποτελεσμάτων τα σχήματα θα χωριστούν σε δώδεκα βασικές κατηγορίες. Στην αρχή της κάθε κατηγορίας θα γίνει μια συνολική αποτίμηση επί των δοκιμασιών και στη συνέχεια θα παρατίθενται σχετικοί πίνακες στους οποίους θα αποδίδονται αναλυτικά για κάθε συμμετέχοντα στοιχεία για την περιγραφή των σχημάτων, τον χρόνο, την έκφραση προτίμησης και τους χαρακτηρισμούς που ενδεχομένως δόθηκαν.

#### Απτική διερεύνηση σχημάτων.

Οι περιγραφές που ακολουθούν αφορούν στην προσέγγιση των σχημάτων και στις παρατηρήσεις των συμμετεχόντων.

### 4.2. Τρίγωνα

#### 4.2.1. Τρίγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.13, 19)

Σε ό,τι αφορά τα ορθογώνια τρίγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί, τόσο με τονισμένο το περίγραμμα όσο και με το γέμισμα, οι συμμετέχοντες, αρχικά, έπιαναν τα τρίγωνα και ανίχνευαν πρώτα τις πλευρές τους και ύστερα προχωρούσαν στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους. Εξαίρεση αποτέλεσε ένας συμμετέχων όπου επικεντρώθηκε από την αρχή στις γωνίες του σχήματος. Ειδικότερα, οι περισσότεροι ξεκίνησαν από την υποτείνουσα και ύστερα ανίχνευσαν τις άλλες δύο πλευρές και στο τέλος συμπέραναν από τα χαρακτηριστικά του σχήματος ότι πρόκειται για τρίγωνο εκτός από έναν συμμετέχοντα όπου δεν έδωσε κάποιο χαρακτηρισμό. Πιο αναλυτικά, ένας συμμετέχοντας αναγνώρισε το τρίγωνο με γέμισμα ως σκαληνό και το τρίγωνο με τονισμένο το περίγραμμα ως οξυγώνιο. Ένας άλλος συμμετέχων το χαρακτήρισε σαν

γωνιακό χάρακα. Ο μικρότερος χρόνος απτικής διερεύνησης για τα τρίγωνα με γέμισμα ήταν 5'' ενώ ο μεγαλύτερος ήταν 46''. Για τα τρίγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 5'' και ο μεγαλύτερος ήταν 40''.

#### **4.2.2. Τρίγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.1, 7)**

Σε ό,τι αφορά τα τρίγωνα σε χαρτί με μικροκάψουλες, τόσο με τονισμένο το περίγραμμα όσο και με το γέμισμα, οι συμμετέχοντες, αρχικά, έπιαναν τα τρίγωνα και ανίχνευαν πρώτα τις πλευρές τους και ύστερα προχωρούσαν στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά τους. Όπως και παραπάνω, και σε αυτά τα τρίγωνα οι συμμετέχοντες ξεκινούσαν από την υποτείνουσα και ύστερα ανίχνευαν τις άλλες δύο. Τέλος, όλοι συμπέραναν ότι πρόκειται για τρίγωνο εκτός από έναν συμμετέχοντα όπου δεν έδωσε κάποιο χαρακτηρισμό για το τρίγωνο με τονισμένο το περίγραμμα. Ειδικότερα, ένας συμμετέχων χαρακτήρισε το τρίγωνο με το γέμισμα σαν σκαληνό και το άλλο που είχε τονισμένο το περίγραμμα σαν ορθογώνιο τρίγωνο δείχνοντας ταυτόχρονα την ορθή γωνία του σχήματος. Για τα τρίγωνα με γέμισμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 21''. Για τα τρίγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 23''.





**Πίνακας 1.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα τρίγωνο.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΚΨ.	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	-	-	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	3Γ3Π	3Γ3Π
	ΕΚΤ.	2Π3Γ	2Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	-	-	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	3Π3Γ	3Γ3Π	3Γ3Π
ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΜΚΨ.	-	τρίγωνο	ορθογώνιο τρίγωνο	ορθογώνιο τρίγωνο	γωνιακός χάρακας με γραμμή	γωνιακός χάρακας με γραμμή	τρίγωνο	τρίγωνο	ορθογώνιο τρίγωνο	σκαληνό τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο
	ΕΚΤ.	-	-	τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο	οξυγώνιο τρίγωνο	σκαληνό τρίγωνο	τρίγωνο	τρίγωνο
ΧΡΟΝΟΣ(ς)	ΜΚΨ.	9	10	5	8	23	21	10	12	21	18	2	2
	ΕΚΤ.	15	17	7	7	12	46	40	21	13	29	5	5

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαφουλικό χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

### 4.3. Τετράγωνα

#### 4.3.1. Τετράγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.14,20)

Για τα τετράγωνα, και των δύο μορφών εκτύπωσης, που αποτυπώθηκαν σε εκτυπωτικό χαρτί, οι συμμετέχοντες συνήθως ξεκινούσαν με ένα ζευγάρι απέναντι παράλληλων πλευρών (συνήθως οριζόντιες) και μετά προχωρούσαν στις κατακόρυφες. Βέβαια, οι περισσότεροι επικεντρώθηκαν κατά κύριο λόγο στις πλευρές και μόνο δύο από τους συμμετέχοντες επικεντρώθηκαν στις γωνίες του σχήματος. Επίσης, δύο από τους συμμετέχοντες χρειάστηκε να περιστρέψουν το σχήμα προκειμένου να το περιεργαστούν. Ειδικότερα, ένας από τους συμμετέχοντες χρησιμοποίησε τα δάχτυλά του προκειμένου να μετρήσει τις πλευρές του σχήματος και να καταλήξει για το αν είναι τετράγωνο ή ορθογώνιο. Τέλος, δόθηκαν αρκετοί χαρακτηρισμοί όπως κύβος, παραλληλόγραμμο με γέμισμα, τετράγωνο, όχι ακριβώς τετράγωνο αλλά λίγο παραλληλόγραμμο. Βέβαια, σε αυτά τα σχήματα και συγκεκριμένα, στο τετράγωνο με γέμισμα δόθηκε ο χαρακτηρισμός «απαίσιος» καθώς δεν άρεσε καθόλου στον συμμετέχοντα η υφή που του έδινε το σχήμα. Για τα τετράγωνα με γέμισμα μικρότερος ήταν ο χρόνος 6'' και μεγαλύτερος ο χρόνος 23''. Από την άλλη, για τα τετράγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 4'' και ο μεγαλύτερος ήταν 52''.

#### 4.3.2. Τετράγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.2,8)

Σε ό,τι αφορά τα τετράγωνα που αποτυπώθηκαν πάνω σε μικροκαψουλικό χαρτί, και των δύο μορφών, οι συμμετέχοντες επικεντρώθηκαν πάλι στις πλευρές του σχήματος. Επιπροσθέτως, σε αυτά τα τετράγωνα αξιοποιήθηκε περισσότερο το γέμισμά τους από τα αντίστοιχα γεμισμένα τετράγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί. Ακόμη, αρκετοί συμμετέχοντες έδειξαν τις γωνίες αλλά και τις πλευρές των σχημάτων καταλήγοντας στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για τετράγωνο. Βέβαια, δόθηκαν και κάποιοι χαρακτηρισμοί όπως κύβος, τετράγωνο, ζάρι, τετράγωνο με γραμμή, αλλά και προτιμήσεις όπως «αυτό είναι εύκολο». Για τα τετράγωνα με το γέμισμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 15''. Για τα τετράγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος 15''.

**Πίνακας 2.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα τετράγωνο.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	4Γ4Π	4Γ4Π	4Γ	-	-	-	-	-	4Γ4Π	4Γ4Π	-	-
	ΕΚΤ.	4Γ4Π	4Γ4Π	-	-	-	-	-	-	4Γ4Π	4Γ4Π	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	απαίσιο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	κύβος	κύβος	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο με γραμμή	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο
	ΕΚΤ.	κύβος	κύβος	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο, κύβος	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	τετράγωνο	όχι ακριβώς τετράγωνο, λίγο παραλ/μμο	παραλ/μμο με γέμισμα
<b>ΧΡΟΝΟΣ(ς)</b>	ΜΚΨ.	7	9	11	10	14	10	15	7	8	15	15	2
	ΕΚΤ.	7	13	4	6	52	23	9	8	7	6	10	10

Π= Πλευρές      Γ= Γωνίες      π= Περίγραμμα      γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί      ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

#### 4.4. Κύκλοι

##### 4.4.1. Κύκλοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.15,21)

Οι κύκλοι οι οποίοι αποτυπώθηκαν πάνω σε εκτυπωτικό χαρτί χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα WinBraille (βλ. ενότητα 5.11). δεν αποτυπώθηκαν έτσι ώστε οι γραμμές τους να είναι τελείως κυρτές αλλά να σπάνε σε μερικά σημεία (βλ. Παράρτημα εικ.21,25). Ειδικότερα, για αυτήν την κατηγορία κύκλων η πλειοψηφία των συμμετεχόντων, συγκεκριμένα τέσσερις στους έξι, έδωσε την περιγραφή ότι μοιάζει με κύκλο αλλά δεν είναι. Συγκεκριμένα, δόθηκαν ποικίλοι χαρακτηρισμοί όπως ότι πρόκειται για: αυγό, οβάλ σχήμα, κύκλο που καταλήγει σε παραλληλόγραμμο, σκοινί το οποίο δεν κόβεται κάπου (είναι δηλαδή ενιαίο), κολιέ (λόγω των κουκίδων Braille), στεφάνι, και τέλος μπάλα. Επιπροσθέτως, ένας συμμετέχων έδωσε και την προτίμησή του ότι είναι ένα δύσκολο σχήμα και ότι ξεγελάει δείχνοντας εκείνη τη στιγμή το σημείο πάνω στο σχήμα που «σπάει». Οι περισσότεροι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν το δείκτη του ενός χεριού τους ως σημείο αναφοράς και με το άλλο χέρι ανίχνευαν τον κύκλο και συγκεκριμένα τις πλευρές του και όχι τόσο το εσωτερικό του. Για τους κύκλους με γέμισμα μικρότερος ήταν ο χρόνος 3'' και ο μεγαλύτερος 2'1''. Από την άλλη για τους κύκλους με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 6'' και ο μεγαλύτερος ήταν 28''.

##### 4.4.2. Κύκλοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.3,9).

Για τους κύκλους αυτούς οι περισσότεροι συμμετέχοντες ψηλαφώντας με το ένα τους χέρι το σχήμα οδηγούνταν σχεδόν αμέσως στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για κύκλο. Εξαίρεση υπήρξε ένας συμμετέχων ο οποίος χαρακτήρισε το κύκλο με τονισμένο το περίγραμμα σαν κύκλο ενώ για τον ίδιο κύκλο με γέμισμα είτε τη φράση «ακριβώς κύκλος». Επίσης, για τα σχήματα αυτά δόθηκαν οι χαρακτηρισμοί κυκλική μπάλα με δέρμα, μηδέν, κουλούρι καθώς επίσης και ένας χρήστης εκδήλωσε την προτίμησή του λέγοντας ότι είναι καλής ποιότητας το σχήμα αυτό. Τέλος, για την απτική διερεύνηση και των δύο μορφών εκτύπωσης των σχημάτων χρησιμοποιήθηκε κατά κύριο λόγο το περίγραμμά τους και όχι τόσο το εσωτερικό τους. Για τους κύκλους με γέμισμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 6'' και ο μεγαλύτερος 44''. Για τους κύκλους με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος ήταν 25''.

**Πίνακας 3.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα κύκλος.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	το σχήμα ξεγελάει, είναι δύσκολο	-	-	-	-	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	κύκλος	κύκλος	κύκλος	κύκλος	μπάλα, μηδέν	μια κυκλικά μπάλα από δέρμα	κύκλος	κύκλος	σαν κύκλος	ακριβώς κύκλος	κύκλος	κύκλος
	ΕΚΤ.	σαν κύκλος	σαν κύκλος	κύκλος	κύκλος	στρογγυλό κολιέ, σαν ενιαίο σκοινί	μία στρογγυλή μπάλα, σαν στεφάνι	κύκλος	κύκλος	κάτι σαν κύκλος	σαν παραλ/μμο	κάτι ανάμεσα από κύκλο και οβάλ	σαν αυγό
<b>ΧΡΟΝΟΣ(s)</b>	ΜΚΨ.	3	6	5	6	18	31	6	13	25	44	8	8
	ΕΚΤ.	7	3	6	9	128	121	49	7	15	29	19	11

Π= Πλευρές Γ= Γωνίες π= Περίγραμμα γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικά χαρτί ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

## 4.5. Εξάγωνα

### 4.5.1. Εξάγωνα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.16,22)

Σε ό,τι αφορά τα εξάγωνα που τυπώθηκαν πάνω σε εκτυπωτικό χαρτί οι συμμετέχοντες χρησιμοποιούσαν κατά κύριο λόγο το ένα τους χέρι σαν σημείο αναφοράς και το άλλο για να ανιχνεύσουν το σχήμα. Για την περιγραφή του σχήματος οι περισσότεροι συμμετέχοντες είπαν ότι το σχήμα έχει έξι γωνίες και έξι πλευρές και κατά συνέπεια ότι είναι εξάγωνο ή σε μια περίπτωση αναφέρθηκε ο χαρακτηρισμός «πολύγωνο». Ωστόσο, δύο από τους έξι συμμετέχοντες χαρακτήρισαν το σχήμα με το γέμισμα ως ρόμβο και ειδικότερα, ο ένας από αυτούς τους δύο συμμετέχοντες το δικαιολόγησε επειδή οι δύο παράλληλες πλευρές είναι μεγαλύτερες από τις υπόλοιπες που σχηματίζουν τρίγωνο. Επίσης, ένας άλλος συμμετέχων έδωσε τον χαρακτηρισμό ότι το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα είναι εξάγωνο αλλά δεν φαίνεται τόσο καλά όπως και ένας άλλος συμμετέχων για το ίδιο σχήμα ανέφερε ότι είναι πολύ περίεργο. Τέλος, ο μικρότερος χρόνος απτικής διερεύνησης για τα εξάγωνα με γέμισμα ήταν 5'' και ο μεγαλύτερος ήταν 113''. Για τα εξάγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 11'' και ο μεγαλύτερος 36''.

### 4.5.2. Εξάγωνα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.4,10).

Για τα συγκεκριμένα εξάγωνα οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν το δείκτη του ενός χεριού ως σημείο αναφοράς και το άλλο για να ψηλαφίσουν το σχήμα. Όλοι οι συμμετέχοντες ανίχνευσαν έξι γωνίες και έξι πλευρές αλλά οι τέσσερις από τους έξι κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για εξάγωνο. Οι άλλοι δύο υπέθεσαν ότι πρόκειται για ρόμβο και μάλιστα ο ένας έδωσε τον χαρακτηρισμό για παραλληλόγραμμο ρόμβο λόγω των δύο παράλληλων πλευρών. Ο μικρότερος χρόνος για τα εξάγωνα με γέμισμα ήταν 5'' και ο μεγαλύτερος ήταν 20''. Για τα εξάγωνα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 24''.

**Πίνακας 4.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα εξάγωνο.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	6Π6Γ	6Π6Γ	-	-	-	6Π	6Γ	6Γ	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	2Π	2Π και ίσως δύο γωνίες	-	6Γ	6Π6Γ	6Π6Γ	6Γ	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	καλή ποιότητα	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	το σχήμα είναι πολύ περιέργο	-	-	-	-	-	-	-	-	-	δεν φαίνεται τόσο καλά	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	ίσως ρόμβος	-	εξάγωνο	πολύγωνο	εξάγωνο με γραμμή	εξάγωνο	πολύγωνο	εξάγωνο	ρόμβος αλλά παραλ/μμος	ρόμβος αλλά παραλ/μμος	εξάγωνο	εξάγωνο
	ΕΚΤ.	-	ίσως ρόμβος	εξάγωνο	εξάγωνο	εξάγωνο	εξάγωνο	εξάγωνο	πολύγωνο	σαν κύκλος, έχει τρίγωνα και είναι παρ/γραμμο	ρόμβος	εξάγωνο	εξάγωνο
<b>ΧΡΟΝΟΣ(ς)</b>	ΜΚΨ.	11	12	8	20	19	16	20	16	24	10	2	5
	ΕΚΤ.	11	19	12	26	36	113	29	24	22	38	13	5

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικά χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

## **4.6. Παραλληλόγραμμα**

### **4.6.1. Παραλληλόγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.23,17).**

Σε ό,τι αφορά τα συγκεκριμένα παραλληλόγραμμα υπήρξε ένα μειονέκτημα στην εκτύπωσή τους καθώς οι δύο πλάγιες πλευρές αποτυπώθηκαν κάνοντας ένα μικρό σπάσιμο (βλ. Παράρτημα, εικ.23,17). Για την απτική διερεύνηση των σχημάτων όλοι οι συμμετέχοντες αξιοποίησαν το περίγραμμα του σχήματος και καθόλου το εσωτερικό του είτε είχε γέμισμα είτε όχι. Για την περιγραφή των σχημάτων ορισμένοι συμμετέχοντες έδειξαν τις γωνίες και τις πλευρές του σχήματος ενώ άλλοι έδωσαν χαρακτηρισμούς όπως ορθογώνιο, «κάτι σαν τραπέζιο» (για το σχήμα με το γέμισμα), «ένα μακρόστενο τετράγωνο σχέδιο», «αμβλυγώνιο παραλληλόγραμμο με τις δύο οριζόντιες πλευρές ίσες και οι υπόλοιπες δύο πηγαίνουν λοξά» και παραλληλόγραμμο με την πάνω πλευρά (δείχνοντας την δεξιά πλάγια πλευρά) να πηγαίνει προς τα κάτω. Επίσης, άλλος συμμετέχων περιέγραψε το σχήμα σαν λίγο παραλληλόγραμμο και ένας άλλος περιέγραψε μόνο τις οριζόντιες πλευρές σαν πλευρές και τις δύο πλάγιες σαν σκαλάκια μη μπορώντας να δώσει κάποια άλλη περιγραφή. Ακόμη, σαν έκφραση προτίμησης ένας συμμετέχων έκανε σχολιασμό ότι δεν είναι καλή η απόδοση του σχήματος με αυτή τη μέθοδο λέγοντας χαρακτηριστικά «δεν είναι καλό το WinBraille». Τέλος, ο μικρότερος χρόνος για τα παραλληλόγραμμα με γέμισμα ήταν 4'' και ο μεγαλύτερος 61'' ενώ για τα παραλληλόγραμμα με τονισμένο το περίγραμμα μικρότερος ήταν ο χρόνος 4'' και μεγαλύτερος ο 49''.

### **4.6.2. Παραλληλόγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.5,11).**

Για τα παραλληλόγραμμα που αποτυπώθηκαν σε χαρτί με μικροκάψουλες οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν την απτική διερεύνηση από το περίγραμμα του σχήματος ανιχνεύοντας οι περισσότεροι και τις τέσσερις πλευρές και γωνίες. Ωστόσο, τρεις ήταν εκείνοι που το χαρακτήρισαν ως παραλληλόγραμμο και συγκεκριμένα οι δύο από αυτούς χαρακτήρισαν ως παραλληλόγραμμο το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα. Ο τρίτος και στα δύο έδωσε την ονομασία παραλληλόγραμμο. Εξαιρέση στο δείγμα υπήρξε ένας συμμετέχων ο οποίος ανίχνευσε και στις δύο μορφές εκτύπωσης δύο πλευρές (τις δύο ευθείες) και τέσσερις γωνίες. Για τα παραλληλόγραμμα με το γέμισμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος



70''. Για τα παραλληλόγραμμα με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 71''.

**Πίνακας 5.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα παραλληλόγραμμο.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΚΨ.	4Γ2Π	4Γ2Π	-	4Γ	-	4Π	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	2Π4Γ	2Π	-	-	-	-	4Γ4Π	-	-	-	-	-
ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	«δεν είναι καλό το WinBraille»	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ /ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΜΚΨ.	τετράγωνο	ίσως τετράγωνο	σαν ορθογώνιο, πολύ λίγο πλαγιαστό	ορθογώνιο;	μακρόστενο, τετράγωνο	μακρόστενο με 4Π	τετράγωνο	ορθογώνιο	παραλλ/μμο	παραλλ/μμο	παραλλ/μμο	ορθογώνιο
	ΕΚΤ.	μοιάζουν με σκαλάκια οι δύο πλάγιες πλευρές	μοιάζουν με σκαλάκια οι δύο πλάγιες πλευρές	λίγο παραλλ/μμο	ορθογώνιο	ένα μακρόστενο σχέδιο, τετράγωνο από λουλούδια	ένα μακρόστενο σχέδιο	ορθογώνιο	ορθογώνιο	αμβλυγώνιο παρ/γραμμο, πάει λίγο λοξά	παραλλ/μμο αλλά η πάνω πλευρά πάει προς τα πάνω	παραλλ/μμο	κάτι σαν τραπέζιο
ΧΡΟΝΟΣ(ς)	ΜΚΨ.	7	12	23	35	71	70	10	13	8	29	2	3
	ΕΚΤ.	14	4	10	7	49	43	24	20	21	61	4	16

Π= Πλευρές Γ= Γωνίες π= Περίγραμμα γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικά χαρτί ΕΚΤ.=Εκτυπωτικό χαρτί

## 4.7. Ρόμβοι

### 4.7.1. Ρόμβοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.18,24)

Για τους ρόμβους σε μορφή εκτύπωσης Braille, τόσο με γέμισμα όσο και με τονισμένο το περίγραμμα οι περισσότεροι συμμετέχοντες ανίχνευσαν χρησιμοποιώντας κυρίως το εσωτερικό του σχήματος και όχι το περίγραμμα, ασχέτως αν υπήρχε γέμισμα, ενώ οι υπόλοιποι χρησιμοποίησαν το περίγραμμα των σχημάτων. Η πλειοψηφία των συμμετεχόντων δήλωσαν την ονομασία του σχήματος, και με τις δύο μορφές, αλλά και τα χαρακτηριστικά του. Ωστόσο, δύο συμμετέχοντες δεν έδωσαν καλή περιγραφή του σχήματος με το γέμισμα. Ειδικότερα, ο ένας από τους δύο συμμετέχοντες δεν έδωσε καμία περιγραφή για το σχήμα με το γέμισμα και ο άλλος το χαρακτήρισε σαν τετράγωνο ενώ στο αντίστοιχο με τονισμένο το περίγραμμα το περιέγραψε σαν ρόμβο. Συμπληρωματικά, για την περιγραφή των σχημάτων ένας συμμετέχων ανέφερε ότι το σχήμα μοιάζει με δύο τρίγωνα ενωμένα και για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα ότι μοιάζει με αλυσίδα η αποτύπωσή του καθώς οι πλευρές του σχήματος αποτυπώθηκαν κάπως λοξές (βλ. Παράρτημα, εικ.24). Ένας άλλος συμμετέχων, πάλι για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα, ανέφερε ότι είναι με εξάστιγμο καθώς η αποτύπωση του έφερνε στο μυαλό το σχήμα αυτό. Ο μικρότερος χρόνος για τον ρόμβο με γέμισμα ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 37''. Για τον ρόμβο με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 4'' και ο μεγαλύτερος 39''.

### 4.7.2. Ρόμβοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.6,12)

Για τους ρόμβους που αποτυπώθηκαν σε χαρτί με μικροκάψουλες οι συμμετέχοντες χρησιμοποίησαν κατά κύριο λόγο το περίγραμμα του σχήματος για να το περιγράψουν. Σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν ότι πρόκειται για ρόμβο με εξαίρεση έναν χρήστη που χαρακτήρισε το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα σαν τετράγωνο. Σε ό,τι αφορά την περιγραφή ένας συμμετέχων ανέφερε ότι πρόκειται σαν δύο τρίγωνα ή δύο δέλτα ενωμένα ενώ ένας άλλος ανέφερε ότι του θύμιζε κομμάτι από μπακλαβά και τέλος ένας άλλος ότι μοιάζει με στραβό κύβο. Ο μικρότερος χρόνος για το σχήμα με το γέμισμα ήταν 1'' και ο μεγαλύτερος ήταν 64''. Ο μικρότερος χρόνος για τους ρόμβους με τονισμένο το περίγραμμα ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος ήταν 11''.

Πίνακας 6. Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα ρόμβος.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΚΨ.	4Π4Γ	4Π4Γ	-	-	-	4Γ	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	4Π4Γ	-	-	-	-	-	4Γ	4Γ	-	-	-	-
ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΜΚΨ.	τετράγωνο	στραβός κύβος	ρόμβος	ρόμβος	ρόμβος με γραμμή	2 τρίγωνα, 2 δέλτα μαζί	ρόμβος	τετράγωνο;	ρόμβος, έχει τρίγωνα	ρόμβος, σαν μπακλαβάς	ρόμβος	ρόμβος
	ΕΚΤ.	-	-	ρόμβος	ρόμβος	2 τρίγωνα, ρόμβος, σαν αλυσίδα	2 τρίγωνα μαζί	ρόμβος	ρόμβος	ρόμβος με εξάστιγμο	ρόμβος	ρόμβος	ρόμβος
ΧΡΟΝΟΣ(ς)	ΜΚΨ.	9	16	9	6	8	64	11	12	9	14	5	1
	ΕΚΤ.	14	20	10	7	22	26	39	37	16	14	4	2

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

## **4.8. Σπίτια**

### **4.8.1. Σπίτι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.41)**

Για το σπίτι αυτό όλοι οι συμμετέχοντες ξεκίνησαν την απτική διερεύνηση από τη σκεπή και ύστερα ακολουθούσε η καμινάδα και μετά το κάτω μέρος του. Σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες περιέγραψαν όλα τα χαρακτηριστικά του και κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για σπίτι. Ωστόσο, ένας συμμετέχων δήλωσε ότι το μέρος της σκεπής είναι τρίγωνο και κατά τα άλλα δεν του θυμίζει κάτι. Ακόμη, ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι αυτό το σχήμα τον βοήθησε πολύ περισσότερο από το αντίστοιχο πάνω σε μικροκαψουλικό χαρτί έτσι ώστε να το περιγράψει αλλά και να το αναγνωρίσει λέγοντας στο τέλος «αυτό (το σχήμα) με βοήθησε να το καταλάβω». Ο μικρότερος χρόνος για το σπίτι σε εκτυπωτικό χαρτί ήταν 21'' και ο μεγαλύτερος 252''.

### **4.8.2. Σπίτι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.30)**

Για το σπίτι αυτό τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες έδωσαν πλήρη περιγραφή και κατέληξαν ότι πρόκειται για σπίτι. Ο ένας από τους δύο συμμετέχοντες που δεν μπόρεσαν να το περιγράψουν ανέφερε ότι έχει τετράγωνα (δείχνοντας τα παράθυρα) και ίσες πλευρές (τις δύο κάθετες πλευρές του σπιτιού) και ότι δεν του θυμίζει κάτι άλλο. Ο άλλος συμμετέχων στην αρχή αναρωτήθηκε αν είναι λουλούδι και μετά έδειξε τις γωνίες και τις πλευρές του σχήματος μη μπορώντας να δώσει κάποια άλλη περιγραφή και δήλωσε ότι είναι αρκετά δύσκολο. Ο μικρότερος χρόνος για το σπίτι πάνω σε χαρτί με μικροκάψουλες ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος ήταν 127''.

**Πίνακας 7.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα σπίτι.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕ Σ		Α	Β	Γ	Δ	Ε	ΣΤ
ΠΕΡΙΓΡΑ ΦΗ	ΜΚΨ.	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα	-	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα	-	-	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα
	ΕΚΤ.	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα	-	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα	-	3 παράθυρα, 1 πόρτα, σκεπή, καμινάδα
ΕΚΦΡΑΣ Η ΠΡΟΤΙΜ ΗΣΗΣ	ΜΚΨ.	-	-	-	Δεν με βοήθησε καθόλου η τεχνική αυτή	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	Η τεχνική αυτή με βοήθησε πολύ περισσότερο από την άλλη	-	-
ΧΑΡΑΚΤΗ ΡΙΣΜΟΣ/Τ ΑΥΤΟΠΟΙ ΗΣΗ	ΜΚΨ.	σπίτι	σπίτι	σπίτι	λουλούδι;	Δεν θυμίζει κάτι, έχει τετράγωνα και ίσες πλευρές	σπίτι
	ΕΚΤ.	σπίτι	σπίτι	σπίτι	σπίτι	Δεν θυμίζει κάτι, έχει σαν τρίγωνα	σπίτι
ΧΡΟΝΟΣ (s)	ΜΚΨ.	38	36	67	127	40	7
	ΕΚΤ.	21	31	42	252	25	27

ΜΚΨ.=Μικροκαψουλικό χαρτί ΕΚΤ.=Εκτυπωτικό χαρτί

## **4.9. Ανθρώπινες φιγούρες**

### **4.9.1. Ανθρώπινες φιγούρες σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.36, 42)**

Σε ό,τι αφορά τους ανθρώπους, που εκτυπώθηκαν σε εκτυπωτικό χαρτί, σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες περιέγραψαν επαρκώς το σχήμα και οδηγήθηκαν στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για ανθρώπινη φιγούρα. Ωστόσο, ένας συμμετέχων δήλωσε, για τον άνθρωπο με τονισμένο το περίγραμμα ότι έχει ένα κύκλο (πρόσωπο) και ότι σχηματίζει κάτι σαν τρίγωνο (δείχνοντας τα χέρια του) λέγοντας στο τέλος «δεν μου λέει κάτι». Αντίθετα, για το ίδιο σχήμα αλλά με γέμισμα ο ίδιος συμμετέχων δήλωσε ότι είναι άνθρωπος και ότι οι υπόλοιποι άνθρωποι (σε μικροκαψουλικό με τονισμένο το περίγραμμα και σε εκτυπωτικό με τονισμένο το περίγραμμα) δεν του θύμιζαν άνθρωπο (ύστερα από ερώτηση). Ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι είναι άνθρωπος αλλά ανέφερε ότι τα πόδια του δεν είναι αρκετά διακριτά και έπειτα αναρωτήθηκε αν φοράει παντελόνι καθώς δεν ήταν τόσο διακριτό το περίγραμμα έτσι ώστε να αποφασίσει τί είναι. Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων ανέφερε ότι ίσως να είναι χιονάνθρωπος το σχήμα με το γέμισμα λόγω των ποδιών που έμοιαζαν με μπότες ενώ για το αντίστοιχο με το τονισμένο περίγραμμα δήλωσε ότι είναι άνθρωπος ή παιδάκι ενώ ένας άλλος δήλωσε ότι είναι αγόρι και ότι παραπέμπει στο σύμβολο για τις ανδρικές τουαλέτες. Ο μικρότερος χρόνος για τους ανθρώπους με γέμισμα ήταν 12'' και ο μεγαλύτερος ήταν 53''. Για τους ανθρώπους με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος ήταν 61''.

### **4.9.2. Ανθρώπινες φιγούρες σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.25,31)**

Σε ό,τι αφορά τους ανθρώπους σε μικροκαψουλικό χαρτί οι συμμετέχοντες έδωσαν καλή περιγραφή των σχημάτων και στο τέλος δήλωσαν ότι πρόκειται για άνθρωπο. Ένας ήταν ο συμμετέχων που έκανε την εξαίρεση και για το σχήμα με το τονισμένο περίγραμμα δήλωσε ότι το κεφάλι του είναι σαν κύκλος που ενώνεται και ύστερα καταλήγει σε τρίγωνο δηλώνοντας στο τέλος «δεν μπορώ να καταλάβω τί είναι αυτό». Ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι στην αρχή ξεκινάει σαν κύκλος και στη συνέχεια γίνεται μακρόστενο ενώ ένας άλλος δήλωσε ότι του θυμίζει Άγιο Βασίλη, χιονάνθρωπο, ρομπότ καταλήγοντας ότι πρόκειται για άνθρωπο. Τέλος, ο μικρότερος

χρόνος για τους ανθρώπους με γέμισμα ήταν 3'' ενώ ο μεγαλύτερος ήταν 58''. Για τους ανθρώπους με το τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος χρόνος ήταν 69''



**Πίνακας 8.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνου απτικής διερεύνησης για την ανθρώπινη φιγούρα.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΜΚΨ.	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	-	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια
	ΕΚΤ.	κεφάλι, δύο χέρια, κορμός, δύο πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	-	-	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια	κεφάλι, 2 χέρια, κορμός, 2 πόδια
ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	δεν μπορώ να καταλάβω τι είναι αυτό	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	δεν μου λέει κάτι	-	-	-
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ	ΜΚΨ.	άνθρωπος	άνθρωπος	άνθρωπος	ένα μακρόστενο πράγμα, άνθρωπος	άνθρωπος, χιονάνθρωπος	Άη Βασίλης, ανθρωπάκι, χιονάνθρωπος, ρομπότ	άνθρωπος	άνθρωπος	έχει κύκλο και όπως κατεβαίνει έχει σαν τρίγωνα	άνθρωπος	αγόρι	αγόρι
	ΕΚΤ.	άνθρωπος, όχι τόσο διακριτά πόδια	άνθρωπος	άνθρωπος	άνθρωπος	παιδάκι, άνθρωπος	χιονάνθρωπος	άνθρωπος	άνθρωπος	έχει κύκλο και πιο κάτω έχει σαν τρίγωνα	μου θυμίζει άνθρωπο	αγόρι	αγόρι
ΧΡΟΝΟΣ(ς)	ΜΚΨ.	18	7	18	26	34	46	12	23	69	58	7	3
	ΕΚΤ.	24	24	13	12	61	24	53	53	26	23	7	14

π= Περίγραμμα γ= Γέμισμα ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί

ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

#### **4.10. Αστέρια**

##### **4.10.1. Αστέρια σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.37,43)**

Για τα αστέρια που εκτυπώθηκαν με κουκκίδες Braille οι περισσότεροι συμμετέχοντες αξιοποίησαν το περίγραμμα των σχημάτων και συγκεκριμένα περισσότερο τις γωνίες και λιγότερο το εσωτερικό τους. Πιο αναλυτικά, σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες αναγνώρισαν και περιέγραψαν το σχήμα εκτός από έναν ο οποίος δεν μπόρεσε να το περιγράψει σωστά. Συγκεκριμένα, για το σχήμα με το γέμισμα ανέφερε ότι το πάνω μέρος του σχήματος είναι τετράγωνο και το υπόλοιπο φαίνεται σαν ρόμβος. Για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα ανέφερε ότι ξεκινάει σαν ρόμβος και μετά εντόπιζε τρίγωνα. Ένας άλλος συμμετέχων που το ονόμασε δήλωσε ότι του θυμίζει διαμάντια με κοσμήματα (λόγω των κουκίδων Braille). Ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι το αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα «έχει περίπου έξι γωνίες και δύο πλευρές γιατί δεν είναι ίσες» ενώ ένας άλλος για το αστέρι με το γέμισμα ανέφερε ότι «πρέπει να είναι αστέρι». Για τα αστέρια με γέμισμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 6'' και ο μεγαλύτερος 37''. Για τα αστέρια με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος ήταν 41''.

##### **4.10.2. Αστέρια σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.26,32)**

Για τα αστέρια που αποτυπώθηκαν σε χαρτί με μικροκάψουλες οι συμμετέχοντες αξιοποίησαν περισσότερο το περίγραμμα του σχήματος και σχεδόν όλοι το περιέγραψαν σαν αστέρι. Εξαίρεση υπήρξε ένας συμμετέχων ο οποίος το αστέρι με το γέμισμα το περιέγραψε σαν σχήμα που το ένα μέρος του έχει σταυρό και οξυγώνια τρίγωνα. Αντίθετα, το αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα το περιέγραψε σαν τριγωνική πυραμίδα. Σε ό,τι αφορά την περιγραφή ένας συμμετέχων δήλωσε ότι το σχήμα με αυτήν την τεχνική είναι καλύτερης ποιότητας από το αντίστοιχο με την άλλη τεχνική. Ο μικρότερος χρόνος απτικής διερεύνησης για το αστέρι με το γέμισμα ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος 31''. Για το αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 46''.

**Πίνακας 9.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα αστέρι.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	10Π	10Π10Γ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	2Π6Γ	εντοπισμός εσωτερικών γωνιών	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	καλύτερη ποιότητα	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	δεν μου θυμίζει κάτι	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	αστέρι	αστέρι	αστέρι	αστέρι	αστέρι	αστέρι	αστέρι	αστέρι	σταυρός αλλά έχει οξυγώνια τρίγωνα	τριγωνική πυραμίδα	αστέρι	αστέρι
	ΕΚΤ.	αρχικά δέντρο αλλά μετά αστέρι	αρχικά ψάρι αλλά μετά αστέρι	αστέρι	πρέπει να είναι αστέρι	αστέρι	αστέρι, διαμάντι με κοσμήματα	αστέρι	αστέρι	ξεκινάει σαν ρόμβος και έχει τρίγωνα	το πάνω είναι τετράγωνο, φαίνεται σαν ρόμβος	αστέρι	αστέρι
<b>ΧΡΟΝΟΣ(σ)</b>	ΜΚΨ.	22	17	7	12	24	14	16	31	46	14	2	7
	ΕΚΤ.	41	13	11	19	8	14	21	37	38	16	3	6

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

#### **4.11. Σταυροί**

##### **4.11.1. Σταυροί σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.38, 44)**

Οι περισσότεροι συμμετέχοντες, για τους σταυρούς που εκτυπώθηκαν σε εκτυπωτικό χαρτί, έδωσαν σωστή περιγραφή και σχεδόν όλοι ονόμασαν το σχήμα ως σταυρό. Όλοι αξιοποίησαν τον περίγραμμα του σχήματος και λιγότερο το γέμισμά του. Ωστόσο, ένας συμμετέχων για το σταυρό με το γέμισμα ανέφερε ότι το σχήμα πρόκειται για έναν ανοιχτό τρισδιάστατο κύβο και ότι θυμίζει σταυρό. Μάλιστα έδειξε πώς θα μπορούσαν να ενωθούν τα σημεία του έτσι ώστε να κλείσει. Αντίθετα, για το ίδιο σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα δήλωσε ότι μοιάζει με σπίτι. Ακόμη, ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε, για το σταυρό με τονισμένο το περίγραμμα, ότι είναι σταυρός αλλά στο κάτω μέρος οι κατασκευαστές «έχουν πατήσει παρένθεση στο Braille» και έτσι έχει πιο έντονο περίγραμμα στο κάτω του μέρος. Η δήλωση του παραπάνω συμμετέχοντα έχει βάση καθώς με το πρόγραμμα WinBraille το συγκεκριμένο σχήμα έχει την κάτω οριζόντια πλευρά με δύο σειρές κουκίδων στην εκτύπωση. Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε για τον σταυρό με τονισμένο το περίγραμμα ότι είναι λίγο πιο μεγάλος από τον αντίστοιχο με το γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί ενώ ένας άλλος ότι είναι σταυρός με δώδεκα πλευρές. Ο μικρότερος χρόνος για τους σταυρούς με γέμισμα ήταν 5'' και ο μεγαλύτερος 33''. Για τους σταυρούς με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 7'' και ο μεγαλύτερος ήταν 64''.

##### **4.11.2. Σταυροί σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.27,33)**

Για τους σταυρούς που εκτυπώθηκαν σε χαρτί με μικροκάψουλες όλοι οι συμμετέχοντες με εξαίρεση έναν χαρακτήρισαν το συγκεκριμένο σχήμα ως σταυρός. Ο ένας συμμετέχων που οδηγήθηκε στο ίδιο συμπέρασμα με τους άλλους υποστήριξε ότι ο σταυρός με το γέμισμα είναι ένας ανοικτός τρισδιάστατος κύβος και ότι θυμίζει σταυρό. Αντίθετα, για το σταυρό με τονισμένο το περίγραμμα δήλωσε ότι ίσως πρόκειται για σπίτι. Ένας άλλος συμμετέχων χαρακτήρισε τα δύο σχήματα σαν κανονικούς σταυρούς. Ειδικότερα, για το σχήμα με το γέμισμα ανέφερε ότι είναι «ακριβώς σταυρός» και για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα ότι είναι κανονικός σταυρός με πλευρές του και ότι οι γωνίες κοντά στο κέντρο του σχηματίζουν τρίγωνο. Ο μικρότερος χρόνος για τους σταυρούς με γέμισμα ήταν 2'' και ο

μεγαλύτερος 52''. Ο μεγαλύτερος χρόνος για τους σταυρούς με τονισμένο το περίγραμμα ήταν 4'' και ο μεγαλύτερος ήταν 29''.

**Πίνακας 2.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα σταυροί.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	12Π10-12Γ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	12Π	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	μοιάζει με σπίτι	σαν τρισδιάστατος ανοικτός κύβος, θυμίζει σταυρό	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός	κανονικός σταυρός	ακριβός σταυρός	σταυρός	σταυρός με γέμισμα
	ΕΚΤ.	μοιάζει με σπίτι	σαν τρισδιάστατος ανοικτός κύβος, θυμίζει σταυρό	μεγάλο, δεν μπορώ να καταλάβω πολύγωνο	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός	σταυρός που του έχουν πατήσει παρένθεση	σταυρός	σταυρός	σταυρός
<b>ΧΡΟΝΟΣ(ς)</b>	ΜΚΨ.	29	19	7	14	20	44	23	52	23	13	4	2
	ΕΚΤ.	8	13	38	33	64	15	23	22	21	17	7	5

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

## **4.12. Καρδιές**

### **4.12.1. Καρδιές σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.39,45)**

Για τις καρδιές σε εκτυπωτικό χαρτί όλοι οι συμμετέχοντες αξιοποίησαν το περίγραμμα των σχημάτων και πολύ λιγότερο το γέμισμά τους. Επίσης, όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι πρόκειται για καρδιά. Ειδικότερα, ένας συμμετέχων δήλωσε ότι το σχήμα με το γέμισμα μοιάζει με καρδιά και αυτό που το χαρακτηρίζει είναι η πάνω γωνία ενώ για το ίδιο σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα δήλωσε ότι είναι καρδιά αλλά πιο μεγάλη από την προηγούμενη. Ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι για την καρδιά με το γέμισμα «είναι καρδιά αλλά δεν είναι τρίγωνη στο κάτω της μέρος αλλά παραπέμπει σε παραλληλόγραμμη». Η δήλωση του παραπάνω συμμετέχοντα έχει βάση καθώς η εφαρμογή WinBraille απέδωσε την κάτω γωνία της καρδιάς με μία σειρά κουκίδων (βλ. Παράρτημα). Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι η καρδιά με τονισμένο το περίγραμμα μοιάζει να έχει κοσμήματα λόγω των κουκκίδων Braille. Ο μικρότερος χρόνος για τις καρδιές με γέμισμα ήταν 8'' και ο μεγαλύτερος ήταν 17''. Για τις καρδιές με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 6'' και ο μεγαλύτερος 22''.

### **4.12.2. Καρδιές σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.28,34)**

Σε ό,τι αφορά τις καρδιές που εκτυπώθηκαν σε χαρτί με μικροκάψουλες οι περισσότεροι συμμετέχοντες έδωσαν περιγραφή που τους οδήγησε στο συμπέρασμα ότι πρόκειται για καρδιά χρησιμοποιώντας κυρίως το περίγραμμα. Εξαίρεση υπήρξε ένας συμμετέχων ο οποίος αναγνώρισε την καρδιά με γέμισμα αλλά για το ίδιο σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα δήλωσε ότι το σχήμα έχει κύκλο και τρίγωνα. Ο μικρότερος χρόνος για τις καρδιές με γέμισμα ήταν 4'' και ο μεγαλύτερος 19''. Για τις καρδιές με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος ήταν 16''.

**Πίνακας 3.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους απτικής διερεύνησης για το σχήμα καρδιά.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	Η πάνω γωνία	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά	κύκλος με τρίγωνα	καρδιά	καρδιά	καρδιά
	ΕΚΤ.	σαν καρδιά αλλά πιο μεγάλη	σαν καρδιά, χαρακτηριστικό η πάνω μύτη	καρδιά	καρδιά	καρδιά με κοσμήματα	καρδιά	καρδιά	καρδιά	καρδιά χωρίς γέμισμα	καρδιά χωρίς την κάτω γωνία, σαν παραλ/μμη	καρδιά	καρδιά
<b>ΧΡΟΝΟΣ(ς)</b>	ΜΚΨ.	3	4	11	11	4	12	7	8	16	19	3	6
	ΕΚΤ.	8	15	16	16	22	17	11	11	16	16	6	8

Π= Πλευρές Γ= Γωνίες π= Περίγραμμα γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικά χαρτί ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί



#### **4.13. Ημισέληνοι**

##### **4.13.1. Ημισέληνοι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.40,46).**

Για τα συγκεκριμένα σχήματα όλοι οι συμμετέχοντες ανεξαιρέτως σαν τελικό συμπέρασμα ανέφεραν ότι πρόκειται για μισοφέγγαρο. Μοναδική εξαίρεση υπήρξε ένας συμμετέχων ο οποίος ανέφερε ότι το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα πρόκειται για δύο μισοφέγγαρα καθώς αναφέρθηκε και ο σχολιασμός «χάλια» καθώς δεν βοήθησε καθόλου τον συμμετέχοντα έτσι ώστε να τα περιγράψει. Πιο αναλυτικά, ο συγκεκριμένος συμμετέχων ανέφερε με σιγουριά ότι πρόκειται για δύο μισοφέγγαρα δείχνοντας ότι κάθε γραμμή αποτελεί μισοφέγγαρο ενώ για το σχήμα με το γέμισμα δήλωσε ότι δεν του αρέσει καθόλου η αποτύπωση αυτή. Ένας άλλος συμμετέχων, για το σχήμα με το τονισμένο περίγραμμα, στην αρχή αναρωτήθηκε μήπως είναι φρούτο μετά αν είναι φεγγάρι μετά αν είναι ήλιος και στο τέλος κατέληξε ότι πρόκειται για φεγγάρι. Ακόμη, για το σχήμα με το γέμισμα αναρωτήθηκε αν είναι φεγγάρι και στο τέλος δήλωσε ότι «είναι φεγγάρι, σαν φεγγάρι». Ο μικρότερος χρόνος για τις ημισέληνους με γέμισμα ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος 80''. Για τις ημισέληνους με τονισμένο το περίγραμμα ο μικρότερος χρόνος ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος 89''.

##### **4.13.2. Ημισέληνοι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα, εικ.29,35).**

Για τα σχήματα αυτά, όπως και προηγουμένως, όλοι οι συμμετέχοντες κατέληξαν ότι πρόκειται για μισοφέγγαρο εκτός από έναν συμμετέχοντα ο οποίος δήλωσε πως το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα είναι δύο μισοφέγγαρα. Ένας άλλος συμμετέχων, για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα, αναρωτήθηκε μήπως είναι φέτα καρπουζιού αλλά στη συνέχεια κατέληξε ότι πρόκειται για μισοφέγγαρο. Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων ανέφερε ότι είναι μισοφέγγαρο και μάλιστα έδειξε και τις πλευρές του λέγοντας ότι είναι σαν κύκλος. Ο μικρότερος χρόνος για τις ημισέληνους με γέμισμα ήταν 2'' και ο μεγαλύτερος 20''. Ο μικρότερος χρόνος για τις ημισέληνους με τονισμένο το περίγραμμα ήταν 3'' και ο μεγαλύτερος ήταν 80''.

**Πίνακας 4.** Σχόλια συμμετεχόντων ως προς την περιγραφή, έκφραση προτίμησης, χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση και χρόνους για το σχήμα απτικής διερεύνησης ημισέληνος.

ΣΥΜΜΕΤΕΧΟΝΤΕΣ		Α		Β		Γ		Δ		Ε		ΣΤ		
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	2Γ2Π	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΕΚΦΡΑΣΗ ΠΡΟΤΙΜΗΣΗΣ</b>	ΜΚΨ.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	ΕΚΤ.	χάλια	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ/ΤΑΥΤΟΠΟΙΗΣΗ</b>	ΜΚΨ.	δύο μισοφέγγαρα	μισοφέγγαρο	κάτι σαν φεγγάρι	φεγγάρι	σαν καρπούζι, φεγγάρι	μισοφέγγαρο	φεγγάρι	φεγγάρι	μισοφέγγαρο πιο κοφτό, χωρίς γέμισμα	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο
	ΕΚΤ.	δύο μισοφέγγαρα	μισοφέγγαρο	φεγγάρι	φεγγάρι	φρούτο; φεγγάρι; ήλιος; φεγγάρι	σαν φεγγάρι	φεγγάρι	φεγγάρι	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο	μισοφέγγαρο
<b>ΧΡΟΝΟΣ(ς)</b>	ΜΚΨ.	10	8	13	5	80	14	22	11	8	20	3	1	
	ΕΚΤ.	6	8	13	13	89	80	21	19	9	5	3	3	

Π= Πλευρές    Γ= Γωνίες    π= Περίγραμμα    γ= Γέμισμα  
 ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικά χαρτί    ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί

#### 4.14. ΣΥΝΟΨΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μία συνοπτική ερμηνεία των αποτελεσμάτων της παρούσας έρευνας. Συγκεκριμένα, θα σχολιαστούν τα αποτελέσματα ως προς την περιγραφή, τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση και τους χρόνους απτικής διερεύνησης των σχημάτων από τους συμμετέχοντες. Τέλος, θα αναφερθούν κάποιοι σχολιασμοί των συμμετεχόντων που έγιναν κατά την διάρκεια των συνεδριών ως προς την προτίμηση του υλικού.

##### 4.14.1. Αποτελέσματα ως προς την περιγραφή:

Για το σχήμα τρίγωνο, τόσο με γέμισμα όσο και με περίγραμμα, οι περισσότεροι συμμετέχοντες (βλ. Πίνακα 1.) έδωσαν καλή περιγραφή του σχήματος (τρεις γωνίες και τρεις πλευρές) αλλά για το σχήμα τετράγωνο (και για τις δύο μορφές εκτύπωσης) δύο ήταν εκείνοι που έδωσαν περιγραφή για τα τετράγωνα (βλ. Πίνακα 2.). Για τους κύκλους (βλ. Πίνακα 3.), και με τις δύο μορφές εκτύπωσης, κανείς δεν έδωσε κάποια περιγραφή ως προς τα χαρακτηριστικά του.

Από την άλλη για το εξάγωνο μερικοί συμμετέχοντες έδειξαν και τις πλευρές και τις γωνίες του σχήματος ενώ άλλοι αρκέστηκαν στο να δηλώσουν μόνο τις γωνίες ενώ ένας (βλ. Συμμετέχων Α. Πίνακας 4.) για το εξάγωνο (και με τις δύο μορφές εκτύπωσης) στο μικροκαψουλικό χαρτί έδωσε ολοκληρωμένη περιγραφή (έξι γωνίες και έξι πλευρές) για το ίδιο σχήμα στο εκτυπωτικό χαρτί εντόπισε δύο πλευρές (εξάγωνο με τονισμένο το περίγραμμα) και δύο πλευρές και ίσως δύο γωνίες για το εξάγωνο με το γέμισμα.

Για το παραλληλόγραμμο μόνο ένας συμμετέχων έδωσε πλήρη περιγραφή (τέσσερις γωνίες και τέσσερις πλευρές βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Δ.) για το παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί. Μερικοί έδειξαν είτε τέσσερις γωνίες (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Β.) είτε τέσσερις πλευρές (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Γ.) ενώ ένας στην περιγραφή του έδειξε τέσσερις γωνίες και δύο πλευρές για τα παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα (και για τα δύο υλικά) και για το παραλληλόγραμμο με το γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί ενώ για το παραλληλόγραμμο με το γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί έδειξε δύο πλευρές (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Α.).

Για τον ρόμβο μερικοί συμμετέχοντες έδειξαν τέσσερις γωνίες, άλλοι δεν έδωσαν κάποια περιγραφή ενώ ένας ήταν εκείνος που έδωσε ολοκληρωμένη περιγραφή (βλ. Πίνακας 6. Συμμετέχων Α.). Για το σπίτι, παρά το γεγονός ότι σχεδόν όλοι αναγνώρισαν ότι πρόκειται για σπίτι δεν έδωσαν όλοι περιγραφή (βλ. Πίνακας 7. Συμμετέχων Β.) ενώ ένας ήταν εκείνος που λόγω της δυσκολίας που προέκυψε στην ταυτοποίηση περιέγραψε το σπίτι σε μικροκαψουλικό χαρτί σαν σχήμα που έχει τετράγωνα (για τα παράθυρα) με ίσες πλευρές (βλ. Πίνακα 7. Συμμετέχων Ε.). Για το σπίτι σε εκτυπωτικό χαρτί, ο ίδιος συμμετέχων, το περιέγραψε σαν σχήμα που έχει τρίγωνο (για την σκεπή) (βλ. Πίνακα 7. Συμμετέχων Ε.).

Για την ανθρώπινη φιγούρα σχεδόν όλοι οι συμμετέχοντες έδωσαν ολοκληρωμένη περιγραφή εκτός από έναν ο οποίος αναγνώρισε ως άνθρωπο μόνο το σχήμα με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Πίνακα 8. Συμμετέχων Ε.) οπότε μόνο και για το συγκεκριμένο σχήμα έδωσε περιγραφή.

Για το αστέρι, μόνο ένας συμμετέχων έδωσε περιγραφή (βλ. Πίνακας 9. Συμμετέχων Α.) και συγκεκριμένα, για το αστέρι σε μικροκαψουλικό χαρτί με τονισμένο το περίγραμμα ανέφερε ότι έχει δέκα πλευρές ενώ για το αντίστοιχο με γέμισμα ότι έχει δέκα πλευρές και δέκα γωνίες. Από την άλλη, για το αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί δήλωσε ότι έχει δέκα πλευρές και έξι γωνίες ενώ για το αντίστοιχο με το γέμισμα έδειξε μόνο τις γωνίες προς το κέντρο του σχήματος.

Για τον σταυρό μόνο δύο συμμετέχοντες έδωσαν κάποια περιγραφή. Ειδικότερα, ο ένας από τους δύο (βλ. Πίνακα 10. Συμμετέχων Α.) ανέφερε ότι έχει δώδεκα πλευρές και ίσως δέκα με δώδεκα γωνίες (σταυρός με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί) ενώ ο άλλος (βλ. Πίνακα 10. Συμμετέχων Γ) δήλωσε ότι το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί έχει δώδεκα πλευρές).

Τέλος, για την καρδιά και την ημισέληνο οι περιγραφές ήταν λιγιστές καθώς για την καρδιά (βλ. Παράρτημα εικ.39) ένας συμμετέχων (βλ. Πίνακα 11. Συμμετέχων Α.) δήλωσε ότι χαρακτηριστικό του σχήματος είναι η πάνω γωνία ενώ για την ημισέληνο (βλ. Παράρτημα εικ.35) ένας δήλωσε ότι έχει δύο πλευρές και δύο γωνίες (βλ. Πίνακα 12. Συμμετέχων Δ.).

Συμπερασματικά, οι περισσότεροι συμμετέχοντες παρά το γεγονός ότι αναγνώριζαν το σχήμα δεν έδιναν κάποια βήμα προς βήμα περιγραφή του σχήματος κατά τη διάρκεια της απτικής του διερεύνησης.

#### 4.14.2. Αποτελέσματα ως προς τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση:

Σε ό,τι αφορά τους χαρακτηρισμούς που έδιναν οι συμμετέχοντες για τα σχήματα που έπαιρναν στα χέρια τους παρατηρήθηκε μία ποικιλία ως προς τα σχόλιά τους.

Συγκεκριμένα, για το ορθογώνιο τρίγωνο οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι πρόκειται για τρίγωνο (ορθογώνιο, σκαληνό, οξυγώνιο) ενώ ένας δήλωσε ότι είναι γωνιακός χάρακας. Για το τετράγωνο, δόθηκαν οι χαρακτηρισμοί τετράγωνο, κύβος και παραλληλόγραμμο. Για τον κύκλο οι περισσότεροι χαρακτηρισμοί που δόθηκαν ταίριαζαν στο σχήμα του (π.χ. κυκλική μπάλα, μηδέν, στρογγυλό σκοινί, ενιαίο κολιέ, στεφάνι κλπ.-βλ. Πίνακα 3.). Υπήρχαν και χαρακτηρισμοί όπως «σαν κύκλος», «κάτι ανάμεσα από κύκλο και οβάλ», «σαν αυγό» και για τα τέσσερα σχήματα (τονισμένο περίγραμμα και γέμισμα και με τα δύο υλικά).

Για το εξάγωνο τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες το αναγνώρισαν σαν εξάγωνο ή πολύγωνο (βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχοντες Β.,Γ.,Δ.ΣΤ.) ενώ οι υπόλοιποι δύο το χαρακτήρισαν ως ρόμβο ή σαν σχήμα που είναι σαν κύκλος, έχει τρίγωνα και είναι παραλληλόγραμμο (βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχων Ε.).

Για τα παραλληλόγραμμοι οι χαρακτηρισμοί που δόθηκαν είχαν ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς μόνο δύο συμμετέχοντες έδωσαν ακριβή χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση για το σχήμα. Ειδικότερα, ο ένας από τους δύο αυτούς συμμετέχοντες (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Ε.) χαρακτήρισε μόνο τα σχήματα σε μικροκαψουλικό ως παραλληλόγραμμο ενώ για τα αντίστοιχα σε εκτυπωτικό χαρτί δήλωσε «αμβλυγώνιο παραλληλόγραμμο, πάει λίγο λοξά» (βλ. Παράρτημα εικ.23), «παραλληλόγραμμο αλλά η πάνω πλευρά πάει προς τα πάνω» (βλ. Παράρτημα εικ.17). Από την άλλη, ο δεύτερος συμμετέχων (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων ΣΤ.) χαρακτήρισε ως παραλληλόγραμμο τα σχήματα μόνο με τονισμένο το περίγραμμα (και με τα δύο υλικά) ενώ για το παραλληλόγραμμο με το γέμισμα σε μικροκαψουλικό και σε εκτυπωτικό χαρτί δήλωσε αντίστοιχα «ορθογώνιο» και «κάτι σαν τραπέζιο». Οι υπόλοιποι συμμετέχοντες δήλωσαν τετράγωνο, ορθογώνιο, ένα μακρόστενο σχέδιο, σαν ένα πολύ λίγο πλαγιαστό ορθογώνιο, λίγο παραλληλόγραμμο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η δήλωση του συμμετέχοντα Α. όπου χαρακτήρισε τις δύο πλάγιες πλευρές του σχήματος σαν σκαλάκια (βλ. Παράρτημα εικ.23, 17) καθώς το σχήμα δεν αποτυπώθηκε με ακρίβεια από το WinBraille.

Για τον ρόμβο υπήρξαν αρκετοί διαφορετικοί σχολιασμοί από τους συμμετέχοντες. Συγκεκριμένα, δύο στους έξι συμμετέχοντες (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχοντες Β.,Ε.,ΣΤ)

χαρακτήρισαν και τα τέσσερα σχήματα (δύο υλικά και δύο μορφές εκτύπωσης) ως ρόμβους. Ένας άλλος από τους έξι (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχων Α.) χαρακτήρισε μόνο τα σχήματα σε μικροκαψουλικό (με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα) ως τετράγωνο και ως στραβό κύβο αντίστοιχα. Άλλος συμμετέχων δήλωσε σαν ρόμβους μόνο τα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχων Γ.) ενώ για αυτά με το γέμισμα δήλωσε «δύο τρίγωνα, δύο δέλτα μαζί». Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων χαρακτήρισε σαν ρόμβο όλα τα σχήματα εκτός από το σχήμα με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχων Δ.).

Για το σπίτι τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες χαρακτήρισαν και τα δύο σχήματα (σπίτι σε μικροκαψουλικό και σε εκτυπωτικό χαρτί) ως σπίτι ενώ ένας άλλος συμμετέχων χαρακτήρισε ως σπίτι μόνο αυτό στο εκτυπωτικό χαρτί και για το άλλο αναρωτήθηκε μήπως είναι λουλούδι. Τέλος, ένας άλλος συμμετέχων δήλωσε ότι δεν του θυμίζει τίποτα κανένα από τα δύο σχήματα.

Για την ανθρώπινη φιγούρα, πέντε στους έξι συμμετέχοντες χαρακτήρισαν το σχήμα σαν ανθρώπινη φιγούρα με εξαίρεση έναν συμμετέχων (βλ. Πίνακα 8. Συμμετέχων Ε.) όπου δήλωσε ότι δεν του θυμίζει τίποτα το συγκεκριμένο σχήμα. Επίσης, για το σχήμα αστέρι, πέντε στους έξι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι πρόκειται για αστέρι με εξαίρεση έναν συμμετέχοντα (βλ. Πίνακα 9. Συμμετέχων Ε.) όπου για τα αστέρια σε μικροκαψουλικό χαρτί (με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα) δήλωσε «σταυρός αλλά έχει οξυγώνια τρίγωνα» και «ξεκινάει σαν ρόμβος και έχει τρίγωνα» αντίστοιχα. Από την άλλη για τα αστέρια σε εκτυπωτικό χαρτί (με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα) δήλωσε «τριγωνική πυραμίδα» και «το πάνω (μέρος) είναι τετράγωνο, φαίνεται σαν ρόμβος» αντίστοιχα.

Για τον σταυρό, πέντε στους έξι συμμετέχοντες κατέληξαν ότι πρόκειται για σταυρό ενώ ένας συμμετέχων (βλ. Πίνακα 10 Συμμετέχων Α.) για τους σταυρούς με τονισμένο το περίγραμμα δήλωσε ότι μοιάζει με σπίτι ενώ για τους σταυρούς με το γέμισμα δήλωσε ότι μοιάζει με τρισδιάστατο ανοικτό κύβο.

Για την καρδιά όλοι οι συμμετέχοντες κατέληξαν ότι το σχήμα πρόκειται για καρδιά αλλά για ένα σχήμα ( η καρδιά με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί) ο συμμετέχων Ε. δήλωσε ότι το σχήμα μοιάζει με κύκλο με τρίγωνα (βλ. Πίνακα 11.). Τέλος, για την ημισέληνο όλοι οι συμμετέχοντες δήλωσαν ότι πρόκειται για φεγγάρι ή μισοφέγγαρο εκτός από τον συμμετέχοντα Α. ο οποίος για τις

ημισέληνους με τονισμένο το περίγραμμα ανέφερε ότι είναι δύο μισοφέγγαρα (βλ. Πίνακα 12.).

Συμπερασματικά, οι περισσότεροι χαρακτηρισμοί που δόθηκαν για τα σχήματα ήταν αρκετά εύστοχοι ωστόσο, υπήρχαν και σχολιασμοί που απείχαν πολύ από την ταυτότητα του σχήματος.

#### **4.14.3. Σχολιασμοί συμμετεχόντων ως προς την προτίμηση υλικού:**

Οι συμμετέχοντες εξέφρασαν κατά τη διάρκεια των συνεδριών την προτίμηση τους για τα σχήματα τόσο ως προς το υλικό όσο και ως προς τη μορφή εκτύπωσης. Οι περισσότεροι δήλωσαν ότι τα σχήματα σε μικροκαψουλικό χαρτί ήταν πιο βοηθητικά κατά την διάρκεια την απτικής διερεύνησης.

Πιο αναλυτικά, ο συμμετέχων Α., κατά τη διάρκεια της συνεδρίας του δήλωσε ότι με το μικροκαψουλικό χαρτί τα σχήματα φαίνονταν πιο ευδιάκριτα, τόσο με γέμισμα όσο και με περίγραμμα ενώ με την εφαρμογή WinBraille (βλ. Ενότ. 5.11.) τα σχήματα αποτυπώνονται πιο χοντρά. Επιπροσθέτως, ο συγκεκριμένος συμμετέχων καθόλη τη διάρκεια της συνεδρίας σχολίαζε τα σχήματα εκφράζοντας έτσι την προτίμησή του για το χαρτί με μικροκάψουλες. Παραδείγματα που επιβεβαιώνουν τα παραπάνω είναι ο σχολιασμός «απαίσιο» για το τετράγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.20) (βλ. Πίνακα 2. Έκφραση προτίμησης), «είναι πολύ περίεργο» για το εξάγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.22). Ακόμη, για την ανθρώπινη φιγούρα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.42) δήλωσε ότι δεν είναι τόσο διακριτά τα πόδια (βλ. Πίνακα 8.). Τέλος, για την ημισέληνο με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.40) ανέφερε ότι δεν του αρέσει καθόλου ενώ για την ημισέληνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.46) δήλωσε ότι είναι «χάλια».

Ο συμμετέχων Β. δήλωσε ότι τον βοήθησε περισσότερο σαν υλικό το μικροκαψουλικό χαρτί και σαν μορφή εκτύπωσης τα σχήματα με περίγραμμα. Ειδικότερα, ανέφερε «μπορώ να ξεχωρίζω το χαρτί από το περίγραμμα αλλιώς (με το γέμισμα) θα πρέπει να το ψηλαφίζω όλο μαζί».

Ο συμμετέχων Γ. επεσήμανε ότι τα σχήματα σε χαρτί με μικροκάψουλες «δεν ξεγελάνε» καθώς κατά την απτική διερεύνηση είναι εύκολο να βρεις μία γωνία και να

οδηγηθείς πιο εύκολα για να ψηλαφίσεις και το υπόλοιπο σχήμα. Επίσης, η υφή του υλικού που είναι λεία βοηθάει ιδιαίτερα στην αναγνώριση του δοθέντος σχήματος καθώς τα δάχτυλα οδηγούνται με περισσότερη σιγουριά. Παρακάτω παρατίθεται σχετικό απόσπασμα:« (το σχήμα σε μικροκαψουλικό χαρτί) σε διευκολύνει με το δάχτυλο να το βρεις πολύ εύκολα, δεν σε ξεγελάει (όπως το σχήμα από το WinBraille (βλ. Ενότ. 2.5.1.1.) που είναι κουκίδες μαζί), με μία κίνηση (μία η γραμμή) βρίσκεις τη γωνία, μετά άλλη γωνία.. ξέρεις ότι το πεδίο είναι λείο όλο και πας αμέσως στην πλευρά με το δάχτυλο, δεν σε δυσκολεύει». Τέλος, σε μερικά σχήματα που αποτυπώθηκαν σε μικροκαψουλικό χαρτί ο Β. συμμετέχοντας ανέφερε ότι είναι καλύτερης ποιότητας (βλ. Πίνακες 4.,9. –έκφραση προτίμησης) ενώ στον κύκλο με το γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.15) δήλωσε ότι το σχήμα ξεγελάει, είναι δύσκολο (βλ. Πίνακα 3.-έκφραση προτίμησης).

Ο συμμετέχων Δ. δήλωσε ότι δεν έχει κάποια ιδιαίτερη προτίμηση ως προς το υλικό αλλά ως προς την μορφή εκτύπωσης. Συγκεκριμένα, ανέφερε ότι τον βοήθησαν περισσότερο τα σχήματα με γέμισμα καθώς λόγω του όγκου τους φαίνονταν πιο ευκρινή στον συμμετέχοντα έτσι ώστε να τα ξεκαθαρίσει. Ωστόσο, είχε μία κλίση προς το υλικό με μικροκάψουλες καθώς ήταν πιο έντονο στην υφή και σε συνδυασμό με το γέμισμα των σχημάτων τον βοηθούσαν περισσότερο για την περιγραφή αλλά και την ταυτοποίησή τους. Μοναδική εξαίρεση υπήρξε το σπίτι σε μικροκαψουλικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.30) όπου για αυτό ο συγκεκριμένος συμμετέχων δήλωσε ότι δεν τον βοήθησε καθόλου η αποτύπωση αυτή αλλά από την άλλη το σχήμα που τον βοήθησε ήταν το σπίτι σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.41) .

Ο συμμετέχων Ε. κατά τη διάρκεια της απτικής του διερεύνησης δήλωσε ότι δεν έχει κάποια προτίμηση ως προς το υλικό αλλά ούτε και ως προς τη μορφή εκτύπωσης. Επίσης, για τον άνθρωπο τόσο σε μικροκαψουλικό όσο και σε εκτυπωτικό χαρτί δήλωσε ότι δεν του θυμίζει κάτι, δεν μπορούσε να καταλάβει τι είναι (βλ. Πίνακα 8. Έκφραση προτίμησης) όπως το ίδιο και για το αστέρι σε εκτυπωτικό χαρτί με γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.37) (βλ. Πίνακα 9. Έκφραση προτίμησης).

Τέλος, ο συμμετέχων ΣΤ. ανέφερε ότι δεν είχε κάποια προτίμηση στο υλικό αλλά είχε προτίμηση στην μορφή εκτύπωσης. Συγκεκριμένα, ο συγκεκριμένος συμμετέχων ανέφερε ότι προτιμάει το γέμισμα και όχι τα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα καθώς το γέμισμα εξομαλύνει τις διαφορές. Κατά αυτόν τον τρόπο ο συμμετέχων μπορούσε να αντιλαμβάνεται το σχήμα ολόκληρο. Επίσης, για το εξάγωνο με



τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί (βλ. Παράρτημα εικ.22) δήλωσε ότι «το σχήμα δεν φαίνεται τόσο καλά» (βλ. Πίνακα 4. Έκφραση προτίμησης).

Συμπερασματικά, μπορεί να ειπωθεί ότι τα σχήματα σε μικροκαψουλικό χαρτί υπερτερούσαν συγκριτικά ως προς την αναγνωρισιμότητα τους με τα αντίστοιχα σε εκτυπωτικό χαρτί καθώς διευκόλυναν τους συμμετέχοντες κατά την απτική διερεύνηση των σχημάτων τόσο με γέμισμα όσο και με τονισμένο το περίγραμμα.

#### **4.14.4. Αποτελέσματα ως προς τους χρόνους:**

Για τα αποτελέσματα των χρόνων θα αναφερθούν όσοι χρόνοι είχαν διαφορά μεταξύ τους από 60% και πάνω.

##### **4.14.4.1. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα σε μικροκαψουλικό και σε εκτυπωτικό χαρτί:**

Ανάμεσα στα δύο αυτά υλικά, στο μικροκαψουλικό και στο εκτυπωτικό χαρτί, υπερτέρησε το μικροκαψουλικό χαρτί με διαφορά στους χρόνους πάνω από το 60%. Όπως φαίνεται στον Πίνακα 13. Το μικροκαψουλικό χαρτί φάνηκε να προτιμάται από τους περισσότερους συμμετέχοντες στα περισσότερα σχήματα. Ωστόσο, στο σχήμα τετράγωνο και αστέρι το εκτυπωτικό χαρτί σημείωσε τους συντομότερους χρόνους ενώ στο σχήμα σπίτι υπήρξε ισοβαθμία ως προς τους χρόνους απτικής διερεύνησης.

Πίνακας 13.Χρόνοι απτικής διερεύνησης των δώδεκα βασικών σχημάτων στις δύο μορφές εκτύπωσης και στα δύο υλικά από τους συμμετέχοντες.

Σχήματα		Τρίγωνο		Τετράγωνο		Κύκλος		Εξάγωνο		Παραλλ/μμο		Ρόμβος		Σπίτι	Άνθρωπος		Αστέρι		Σταυρός		Καρδιά		Ημισέληνος	
		π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ	π	γ
ΣΥΜ.Α.	ΜΚΨ	9	10	7	9	3	6	11	12	7	12	9	16	38	18	7	22	17	29	19	3	4	10	8
	ΕΚΤ	15	17	7	13	7	3	11	19	14	4	14	20	21	24	24	41	13	8	13	8	15	6	8
ΣΥΜ.Β.	ΜΚΨ	5	8	11	10	5	6	8	20	23	35	9	6	36	18	26	7	12	7	14	11	11	13	5
	ΕΚΤ	7	7	4	6	6	9	12	26	10	7	10	7	31	13	12	11	19	38	33	16	16	13	13
ΣΥΜ.Γ.	ΜΚΨ	23	21	14	10	18	31	19	16	71	70	8	64	67	34	46	24	14	20	44	4	12	80	14
	ΕΚΤ	12	46	52	23	128	121	36	113	49	43	22	26	42	61	24	8	14	64	15	22	17	89	80
ΣΥΜ.Δ.	ΜΚΨ	10	12	15	7	6	13	20	16	10	13	11	12	127	12	23	16	31	23	52	7	8	22	11
	ΕΚΤ	40	21	9	8	49	7	29	24	24	20	39	37	252	53	53	21	37	23	22	11	11	21	19
ΣΥΜ.Ε.	ΜΚΨ	21	18	8	15	25	44	24	10	8	29	9	14	40	69	58	46	38	23	13	16	16	8	20
	ΕΚΤ	13	29	7	6	15	29	22	38	21	61	16	14	25	26	23	14	16	21	17	19	16	9	5
ΣΥΜ.ΣΤ.	ΜΚΨ	2	2	15	2	8	8	2	5	2	3	5	1	7	7	3	2	7	4	2	3	6	3	1
	ΕΚΤ	5	5	10	10	19	11	13	5	4	16	4	2	27	7	14	3	6	7	5	6	8	3	3

ΜΚΨ.= Μικροκαψουλικό χαρτί ΕΚΤ.= Εκτυπωτικό χαρτί ΣΥΜ.= Συμμετέχοντας  
 π= Περίγραμμα γ= Γέμισμα

#### **4.14.4.2. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα στα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί:**

Πιο αναλυτικά, για τους χρόνους απτικής διερεύνησης μεταξύ των σχημάτων με τονισμένο το περίγραμμα και το γέμισμα σε μικροκαψουλικό μόνο χαρτί, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι υπήρξε μία προτίμηση για τα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα, ενότητα 1.2.) ανάμεσα στις δύο μορφές εκτύπωσης.

Συγκεκριμένα, για το ορθογώνιο τρίγωνο με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.7) ένας συμμετέχων χρειάστηκε μικρότερο χρόνο απτικής διερεύνησης (βλ. Πίνακα 1. Συμμετέχων Β.). Για το τετράγωνο με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.2) δύο στους έξι χρήστες σημείωσαν μικρότερο χρόνο στο σχήμα με το γέμισμα (βλ. Πίνακα 2. Συμμετέχοντες Δ.,ΣΤ) ενώ μόνο ένας σημείωσε διαφορά στο τετράγωνο με το τονισμένο περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.8) (βλ. Πίνακα 2. Συμμετέχων Ε.). Για το σχήμα κύκλος τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες σημείωσαν μικρότερο χρόνο στο σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.9) (βλ. Πίνακα 3. Συμμετέχοντες Α.,Γ.,Δ.,Ε.). Επίσης, για το εξάγωνο με τονισμένο το περίγραμμα δύο στους έξι συμμετέχοντες είχαν μικρότερους χρόνους απτικής διερεύνησης και αναγνώρισης για το εξάγωνο (βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχοντες Β.,ΣΤ.) ενώ ένας στους έξι σημείωσε μικρότερο χρόνο στο αντίστοιχο σχήμα με το γέμισμα (βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχων Ε.). Για το παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.11) δύο από τους έξι συμμετέχοντες είχαν αρκετά μικρότερους χρόνους (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχοντες Α.,Ε.). Για τον ρόμβο με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.12) δύο στους έξι συμμετέχοντες σημείωσαν μικρότερους χρόνους (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχοντες Α.,Γ.) ενώ ένας ήταν που σημείωσε μικρότερο χρόνο στο ρόμβο με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.6) (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχων ΣΤ.). Ωστόσο, για την ανθρώπινη φιγούρα υπερίσχυσε το σχήμα με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.25) και όχι με το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.31) καθώς δύο στους έξι χρήστες σημείωσαν μικρότερους χρόνους για το σχήμα με το γέμισμα (βλ. Πίνακα 8. Συμμετέχοντες Α.ΣΤ.) ενώ ένας ήταν εκείνος που σημείωσε μικρότερο χρόνο για το σχήμα με το περίγραμμα (βλ. Πίνακα 8. Συμμετέχων Δ.). Αντίθετα, για το αστέρι με το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.32) τρεις στους έξι χρήστες σημείωσαν μικρότερο χρόνο (βλ. Πίνακα 9. Συμμετέχοντες Β.,Δ.,ΣΤ.) ενώ δύο σημείωσαν μικρότερο χρόνο για το αστέρι με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.26) (βλ. Πίνακα 9. Συμμετέχοντες Γ.,Ε.). Για τον σταυρό με

τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.33) τρεις στους έξι συμμετέχοντες σημείωσαν μικρότερους χρόνους (βλ. Πίνακα 10. Συμμετέχοντες Β.,Γ.,Δ.) ενώ δύο στους έξι σημείωσαν μικρότερους χρόνους για τον σταυρό με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.27) (βλ. Πίνακα 10. Συμμετέχοντες Ε.,ΣΤ.). Για την καρδιά με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.34) δύο στους έξι συμμετέχοντες είχαν μικρότερους χρόνους (βλ. Πίνακα 11. Συμμετέχοντες Γ.,ΣΤ.). Τέλος, για την ημισέληνο με γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.29) τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες σημείωσαν μικρότερους χρόνους (βλ. Πίνακα 12. Συμμετέχοντες Β.,Γ.,Δ.,ΣΤ.) ενώ ένας ήταν εκείνος που σημείωσε μικρότερο χρόνο για την ημισέληνο με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.35) (βλ. Πίνακα 12. Συμμετέχων Ε.).

#### **4.14.4.3. Σύγκριση χρόνων ανάμεσα στα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα και με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί:**

Για τα σχήματα σε εκτυπωτικό χαρτί οι συμμετέχοντες σημείωσαν μικρότερους χρόνους στα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα ωστόσο η διαφορά ανάμεσα στις δύο μορφές εκτύπωσης δεν ήταν τόσο μεγάλη.

Συγκεκριμένα, για το ορθογώνιο τρίγωνο μικρότερος χρόνος παρουσιάστηκε στο σχήμα με το τονισμένο περίγραμμα ((βλ. Παράρτημα εικ.19) (δύο στους έξι χρήστες, βλ. Πίνακα 1. Συμμετέχοντες Γ.,Ε.) ενώ ένας ήταν εκείνος που σημείωσε μικρότερο χρόνο στο σχήμα με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.13) (βλ. Πίνακα 1. Συμμετέχων Δ.). Αντίθετα, για το τετράγωνο υπήρξε ισοβαθμία ως προς τους χρόνους καθώς ένας στους έξι σημείωσε μικρότερο χρόνο για το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.20) και ένας άλλος σημείωσε μικρότερο χρόνο για το σχήμα με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.14) (βλ. Πίνακα 2. Συμμετέχοντες Α.,Γ.). Από την άλλη, για τον κύκλο προτιμήθηκε το σχήμα με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.15) (τρεις στους έξι συμμετέχοντες βλ. Πίνακα 3. Συμμετέχοντες Α.,Δ.,ΣΤ.) και όχι τόσο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.21) (ένας στους έξι. Βλ Πίνακα 3. Συμμετέχων Ε.) ενώ για το εξάγωνο μικρότερους χρόνους είχε το σχήμα με το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.22) (τέσσερις στους έξι βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχοντες Α.,Β.,Γ.,Ε.) και όχι τόσο το εξάγωνο με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.16) (ένας στους έξι βλ. Πίνακα 4. Συμμετέχων ΣΤ.). Για το παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.23) σημειώθηκαν μικρότεροι χρόνοι (δύο στους έξι συμμετέχοντες

βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχοντες Ε.,ΣΤ.) ενώ ένας ήταν ο συμμετέχων που είχε μικρότερο χρόνο στο παραλληλόγραμμο με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.17) (βλ. Πίνακα 5. Συμμετέχων Α.). Ωστόσο, για τον ρόμβο με γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.18) ένας συμμετέχων σημείωσε χρόνο με διαφορά (βλ. Πίνακα 6. Συμμετέχων ΣΤ). Για την ανθρώπινη φιγούρα υπήρξε ισοβαθμία στους χρόνους καθώς ένας συμμετέχων σημείωσε μικρότερο χρόνο για το σχήμα με τονισμένο το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.42) και ένας για το σχήμα με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.36) (βλ. Πίνακα 8. Συμμετέχοντες Γ.,ΣΤ.). Για το αστέρι με το τονισμένο περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ.43) σημειώθηκαν οι μικρότεροι χρόνοι (τέσσερις στους έξι συμμετέχοντες βλ. Πίνακα 9. Συμμετέχοντες Β.,Γ.,Δ.,ΣΤ.) και όχι τόσο για το αστέρι με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.37) (δύο στους έξι βλ Πίνακα 9. Συμμετέχοντες Α.,Ε. ) ενώ για το σταυρό (βλ. Παράρτημα εικ.38,44) υπήρξε ισοβαθμία (ένας στους έξι και για τις δύο μορφές εκτύπωσης βλ. Πίνακα 10. Συμμετέχοντες Α.,Γ.). Για την καρδιά η μορφή εκτύπωσης που σημείωσε διαφορά ήταν η καρδιά με το περίγραμμα (βλ. Παράρτημα εικ. 45) (ένας στους έξι χρήστες βλ. Πίνακα 11. Συμμετέχων Α.) ενώ για την ημισέληνο μικρότερος χρόνος σημειώθηκε για την ημισέληνο με το γέμισμα (βλ. Παράρτημα εικ.40) (βλ. Πίνακα 12. Συμμετέχων Ε. ).

## **Κεφάλαιο 5: Συζήτηση – Προτάσεις**

### **5.1. Εισαγωγή**

Στο κεφάλαιο αυτό θα συζητηθούν τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν στο τέταρτο κεφάλαιο και αφορούσαν την απτική διερεύνηση δώδεκα γεωμετρικών σχημάτων αποτυπωμένα σε δύο υλικά και σε δύο μορφές εκτύπωσης. Τα αποτελέσματα αυτά θα ομαδοποιηθούν και θα συνδεθούν με τη διεθνή βιβλιογραφία καθώς και με τους σκοπούς της παρούσας έρευνας. Τέλος, θα γίνουν κάποιες προτάσεις για μελλοντικές έρευνες.

### **5.2. Σκοποί-ερωτήματα**

Ο σκοπός της παρούσας έρευνας ήταν να διερευνηθεί ποια μέθοδος άλλα και ποιο υλικό είναι πιο αποτελεσματικό ως προς την περιγραφή, την προτίμηση, τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση αλλά και τον χρόνο απτικής διερεύνησης δώδεκα βασικών γεωμετρικών σχημάτων.

Τα ερωτήματα της παρούσας έρευνας είναι τα εξής τέσσερα:

1. Ποια μέθοδος ενίσχυσε την αναγνωρισιμότητα των απτικών αναπαραστάσεων;
2. Ποια μορφή εκτύπωσης ήταν πιο αποτελεσματική στο μικροκαψουλικό χαρτί;
3. Ποια μορφή εκτύπωσης ήταν πιο αποτελεσματική στο εκτυπωτικό χαρτί;
4. Ποια μέθοδος προτιμήθηκε περισσότερο;

### **5.3. Ο δείκτης της αναγνωρισιμότητας και η σχέση των μεθόδων με την προτίμηση υλικού**

Κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών οι συμμετέχοντες έδειξαν ότι αναγνωρίζουν με περισσότερη ευκολία τα σχήματα που αποτυπώθηκαν σε μικροκαψουλικό χαρτί. Ειδικότερα, τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι συμμετέχοντες αναγνώριζαν πιο γρήγορα αλλά και με περισσότερη άνεση τα σχήματα τα οποία είχαν εκτυπωθεί σε

μικροκαψουλικό χαρτί είτε ξεκινώντας να ανιχνεύουν το σχήμα σαν όλο και ύστερα προχωρούσαν να το ψηλαφίζουν περιγραμματακά είτε χρησιμοποιώντας το δείκτη του ενός χεριού σαν σημείο αναφοράς και συνεχίζοντας περιγραμματακά χρησιμοποιώντας τον δείκτη και τον μέσο του άλλου χεριού. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι η ψηλάφηση ενός απτικού γραφικού χωρίζεται σε δύο στάδια. Πιο αναλυτικά, πρώτα ερευνάται η εικόνα ολόκληρη δίνοντας μια γενική απτική εικόνα στον χρήστη και μετά ερευνώνται οι λεπτομέρειες της εικόνας (Way & Barner, 1997).

Επιπροσθέτως, ένας συμμετέχοντας δήλωσε ότι τα σχήματα στο μικροκαψουλικό χαρτί έδειχναν καλύτερα τις λεπτομέρειες, ήταν όλα πιο ξεκάθαρα για αναγνώριση. Το παραπάνω μάλιστα επιβεβαιώνεται από την βιβλιογραφία. Συγκεκριμένα, σε ένα άρθρο το οποίο πραγματεύεται μεθόδους που αφορούν στην μετατροπή οπτικών εικόνων σε απτική μορφή. Ειδικότερα, αναφέρεται ότι τα γραφικά σε μορφή Braille παράγονται αρκετά γρήγορα και εύκολα χρησιμοποιώντας έναν τυπικό υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος με έναν εκτυπωτή Braille. Ωστόσο, η ανάλυση της εικόνας είναι φτωχή και για να είναι επιτυχημένη θα πρέπει το σχήμα να είναι αρκετά απλό όπως μία γραμμή προκειμένου να είναι αναγνωρίσιμο (Way & Barner, 1997).

Επομένως, είναι πιθανό οι συμμετέχοντες να δυσκολεύτηκαν στην αναγνώριση των σχημάτων που αποτυπώθηκαν σε εκτυπωτικό χαρτί καθώς οι λεπτομέρειές τους δεν εκτυπώθηκαν όλες με ακρίβεια (βλ. Παράρτημα, σχήματα σε εκτυπωτικό χαρτί). Ειδικότερα, μερικές πλευρές (βλ. Παράρτημα, εικ.23,17) αλλά και γωνίες (βλ. Παράρτημα, εικόνα 45,39) εκτυπώθηκαν παραμορφωμένες.

Σε ό,τι αφορά την προτίμηση υλικού οι περισσότεροι συμμετέχοντες δήλωσαν κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών ότι προτιμούν τη στερεοαντιγραφική μέθοδο και ως προς την υφή αλλά και ως προς την αποτύπωση των σχημάτων.

Ειδικότερα, ένας συμμετέχοντας έκανε αρκετές δηλώσεις προκειμένου να δείξει την έντονη προτίμησή του στο μικροκαψουλικό χαρτί αλλά και την έντονη δυσαρέσκειά του για το πώς η εφαρμογή WinBraille αποτυπώνει τα σχήματα (βλ. Κεφάλαιο 4. Σύνοψη αποτελεσμάτων, ενότητα 4.14.3.).

Ωστόσο, δεν έχει εντοπιστεί κάποια έρευνα που να έχει ίδιο ερευνητικό περιεχόμενο. Αντιθέτως, έχουν γίνει έρευνες για την προτίμηση του ύψους και της υφής των

απτικών συμβόλων και διαγραμμάτων κατασκευασμένα με την στερεοαντιγραφική μέθοδο. Επίσης, έχει γίνει μία δημοσίευση που αναφέρει ότι σε μία εξέταση απτικού υλικού για χάρτες οι χρήστες δήλωσαν ότι προτιμούν τη στερεοαντιγραφική μέθοδο συγκριτικά με την θερμοαντιγραφική (DACEN NAGEL & COULSON, 1990). Ακόμη, σε μία άλλη έρευνα διαπιστώθηκε ότι το μικροκαψουλικό και το σκληρό χαρτί εμφανίζονται να είναι τα πιο κατάλληλα σε ό,τι αφορά την προτίμηση μεθόδου αλλά και υλικού (Jehoel et al. 2006).

#### **5.4. Η διαφορετικότητα του τρόπου απεικόνισης (περίγραμμα/γέμισμα) των σχημάτων σε μικροκαψουλικό και εκτυπωτικό χαρτί**

Τα αποτελέσματα της παρούσας έρευνας έδειξαν ότι τα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα ήταν περισσότερο βοηθητικά για τους συμμετέχοντες κατά τη διάρκεια των δοκιμασιών που ενείχαν πειραματική δομή. Το περίγραμμα προτιμήθηκε και στη στερεοαντιγραφική αλλά και στην εκτυπωτική διαδικασία κατά την απτική διερεύνηση των σχημάτων.

Το παραπάνω αποτέλεσμα προέκυψε κυρίως από τους χρόνους απτικής διερεύνησης, τις δηλώσεις που έκαναν οι συμμετέχοντες για την προτίμηση μορφής εκτύπωσης και δευτερευόντως από τις περιγραφές που δόθηκαν και από τις δηλώσεις για τον χαρακτηρισμό/ταυτοποίηση των σχημάτων. Ωστόσο, δεν υπήρχε καθολικότητα ως προς τις απαντήσεις των συμμετεχόντων και για τα δύο ερευνητικά ερωτήματα (βλ. Κεφάλαιο 4. Σύνοψη αποτελεσμάτων).

Για το δεύτερο και τρίτο ερώτημα της εργασίας δεν έχει γίνει κάποια έρευνα, ωστόσο, έχουν γίνει αρκετές έρευνες πάνω στη στερεοαντιγραφική μέθοδο και συγκεκριμένα στην απεικόνιση διάφορων απτικών συμβόλων και διαγραμμάτων. Ωστόσο, το ερευνητικό τους κομμάτι αφορά στην υφή των συμβόλων και διαγραμμάτων και όχι στο γέμισμα ή στο περίγραμμά τους. Συγκεκριμένα, εξετάζεται ποια υφή (τραχιά, απαλή, με πλέγμα) έχει καλύτερα αποτελέσματα κατά την απτική διερεύνηση. Επίσης, εξετάζεται ποιο είναι το κατάλληλο ύψος των απτικών συμβόλων ή διαγραμμάτων προκειμένου να αναγνωρίζονται από τους συμμετέχοντες. Σε ό,τι αφορά την υφή η βιβλιογραφία υποστηρίζει ότι το μικροκαψουλικό χαρτί είναι το πλέον κατάλληλο για απτικά γραμμικά γραφικά. Συγκεκριμένα, στην έρευνα των Aldrich & Parkin διαπιστώθηκε ότι για δοκιμασίες που απαιτούν ακρίβεια στην



ανάγνωση τιμών σε συντεταγμένες είναι απαραίτητο ένα πλέγμα προκειμένου ο χρήστης να εντοπίζει τις τιμές. Ωστόσο, όταν ο σκοπός είναι να εντοπιστεί η σχέση μεταξύ των μεταβλητών προτιμείται μία απεικόνιση χωρίς πλέγμα προκειμένου να δοθούν πιο γρήγορες απαντήσεις (Aldrich & Parkin, 1987).

Σε ό,τι αφορά το ύψος των συμβόλων και των διαγραμμάτων σε μικροκαψουλικό χαρτί μία έρευνα έδειξε ότι το μικρότερη δυνατό ύψος για απτική αναγνώριση συμβόλων είναι 0.2 mm (Jehoel et al., 2006).

### **5.5. Σύγκριση των δυο μεθόδων ως προς την περιγραφή, την προτίμηση, τον χαρακτηρισμό-ταυτοποίηση αλλά και τον χρόνο απτικής διερεύνησης**

Στην συγκεκριμένη εργασία τα αποτελέσματα έδειξαν ότι πιο αποδοτική ήταν η στερεοαντιγραφική μέθοδος καθώς συγκέντρωσε καλύτερες περιγραφές, περισσότερους σωστούς χαρακτηρισμούς/ταυτοποιήσεις, σημείωσε περισσότερους μικρότερους χρόνους και οι συμμετέχοντες δήλωσαν περισσότερα θετικά σχόλια σε ό,τι αφορά την προτίμηση υλικού (βλ. Κεφάλαιο 4. Σύνοψη αποτελεσμάτων).

Ωστόσο, δεν έχει εντοπιστεί κάποια έρευνα στη βιβλιογραφία που να έχει το ίδιο ερευνητικό περιεχόμενο.

#### **Περιορισμοί-Προτάσεις**

Ωστόσο, η εργασία αυτή είχε κάποιους περιορισμούς κατά την διεξαγωγή της. Πρώτον, η αποτύπωση των σχημάτων που τυπώθηκαν με την εφαρμογή WinBraille σε εκτυπωτικό χαρτί δεν ήταν ακριβής (βλ. Παράρτημα, Σχήματα σε εκτυπωτικό χαρτί). Ειδικότερα, σε αρκετά σχήματα μία πλευρά τυπωνόταν με δύο γραμμές από κουκίδες Braille ενώ το αντίστοιχο σχήμα στο πρόγραμμα εμφανίζονταν κανονικά (με μία γραμμή). Επίσης, στο σχήμα καρδιά η κάτω γωνία δεν τυπώθηκε σχηματίζοντας περισσότερο πλευρά και όχι γωνία.

Δεύτερον, ένας άλλος περιορισμός ήταν το μικρό δείγμα συμμετεχόντων. Πιο αναλυτικά, ο αριθμός των έξι ατόμων δεν είναι επαρκής για την εξαγωγή έγκυρων συμπερασμάτων.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα συμπεράσματα της παρούσας εργασίας μπορούν να δημιουργήσουν προοπτικές για μελλοντικές εργασίες ή και βελτίωση των τεχνικών.

Ειδικότερα, σε μία μελλοντική εργασία με ίδια ερευνητικά ερωτήματα θα μπορούσε να βελτιωθεί η αποτύπωση των γεωμετρικών σχημάτων στο εκτυπωτικό χαρτί. Συγκεκριμένα, αυτό μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Πρώτον, στην εφαρμογή WinBraille υπάρχει η δυνατότητα να σχεδιάσει ο ίδιος ο χρήστης το σχήμα έτσι ώστε να αποτρέψει την ανακριβή αποτύπωση του σχήματος. Δεύτερον, τα ίδια πειράματα μπορούν να γίνουν με άλλο εκτυπωτή, όπως τον εκτυπωτή Tiger, αλλά και την εφαρμογή Tiger Designer που ενισχύει την μετατροπή εικόνων από ψηφιακή μορφή σε απτική μορφή με κουκίδες Braille (Ladner et al., 2005) προκειμένου να ελεγχθεί η αξιοπιστία (reliability) των αποτελεσμάτων της παρούσας εργασίας .

## Βιβλιογραφία

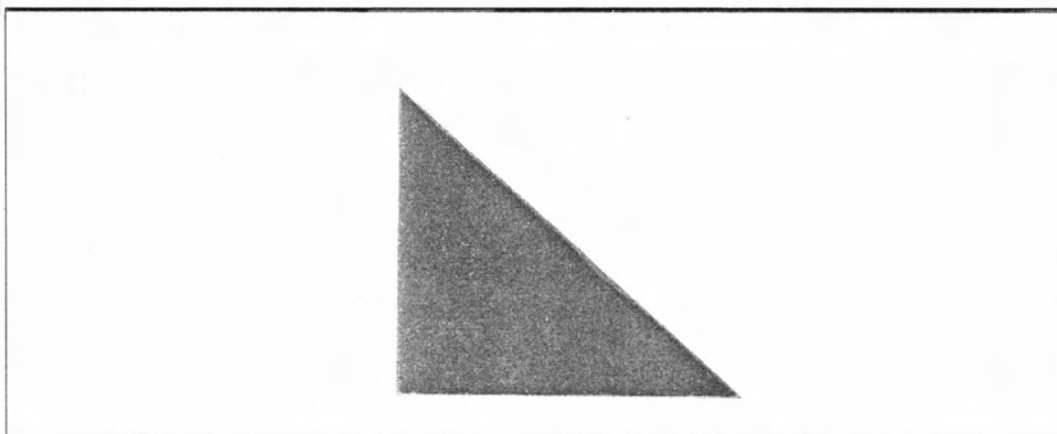
- Aldrich, F. K., & Parkin, A. J. (1987). Tangible line graphs: an experimental investigation of three formats using capsule paper. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 29(3), 301-309.
- Clark, J., & Clark, D. (1994). Creating tactile maps for the blind using a GIS.
- D'Angiulli, A., Kennedy, J. M., & Helle, M. A. (1998). Blind children recognizing tactile pictures respond like sighted children given guidance in exploration. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39(3), 187x-190.
- DACEN NAGEL, D. L., & COULSON, M. R. (1990). Tactual mobility maps/a comparative study. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 27(2), 47-63.
- Fritz, J. P., Way, T. P., & Barner, K. E. (1996). *Haptic representation of scientific data for visually impaired or blind persons*. Paper presented at the Proceedings of the CSUN Conference on Technology and Disability.
- Heller, M. A. (2002). Tactile picture perception in sighted and blind people. *Behavioural Brain Research*, 135(1), 65-68.
- Hinton, R., & Ayres, D. (1986). A collection of tactile diagrams for first examinations in biology: construction and evaluation. *British Journal of Visual Impairment*, 4(1), 13-16.
- Jehoel, S., McCallum, D., Rowell, J., & Ungar, S. (2006). An empirical approach on the design of tactile maps and diagrams: The cognitive tactualization approach. *British Journal of Visual Impairment*, 24(2), 67-75.
- Jehoel, S., Sowden, P. T., Ungar, S., & Sterr, A. (2009). Tactile elevation perception in blind and sighted participants and its implications for tactile map creation. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 51(2), 208-223.
- Kim, H. N., Smith-Jackson, T. L., & Nam, C. S. (2013). Elicitation of Haptic User Interface Needs of People with Low Vision. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 29(7), 488-500.
- Kirkwood, R. (1986). Tactile Diagrams: their production by current-day methods and their relative suitabilities in use. *British Journal of Visual Impairment*, 4(3), 95-99.
- Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (1999). Tactile roughness perception with a rigid link interposed between skin and surface. *Perception & Psychophysics*, 61(4), 591-607.
- Klatzky, R. L., Lederman, S. J., & Metzger, V. A. (1985). Identifying objects by touch: An "expert system". *Perception & Psychophysics*, 37(4), 299-302.
- Ladner, R. E., Ivory, M. Y., Rao, R., Burgstahler, S., Comden, D., Hahn, S., . . . Slabosky, B. (2005). *Automating tactile graphics translation*. Paper presented at the Proceedings of the 7th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility.
- LaMotte, R. H., & Srinivasan, M. A. (1987). Tactile discrimination of shape: responses of rapidly adapting mechanoreceptive afferents to a step stroked across the monkey fingerpad. *The Journal of neuroscience*, 7(6), 1672-1681.
- Lederman, S. J., & Klatzky, R. L. (1987). Hand movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive psychology*, 19(3), 342-368.
- Lederman, S. J., & Taylor, M. M. (1972). Fingertip force, surface geometry, and the perception of roughness by active touch. *Perception & Psychophysics*, 12(5), 401-408.
- Mason, H., & Arter, C. (2010). Η προετοιμασία των ανάγλυφων διαγραμμάτων. In A. Ζώνιου-Σιδέρη & E. Ντεροπούλου-Ντέρου (Eds.), *Παιδιά και Νέοι με Προβλήματα Όρασης. Η πρόσβαση στην εκπαίδευση* (Vol. 4, pp. 281-292). Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- McCallum, D., & Ungar, S. (2003). An introduction to the use of inkjet for tactile diagram production. *British Journal of Visual Impairment*, 21(2), 73-77.

- Nayak, A., & Barner, K. E. (2004). Optimal halftoning for tactile imaging. *Neural Systems and Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, 12(2), 216-227.
- Niyomphol, W., Tandayya, P., & Nantachaiptak, W. (2008). *A simple text-based method of producing math/science symbols or musical notes for use in a Thai/English Braille translation software*. Paper presented at the Proceedings of the 2nd International Convention on Rehabilitation Engineering & Assistive Technology.
- Perkins, C. (2001). *Tactile campus mapping: Evaluating designs and production technologies*. Paper presented at the 20th International Cartographic Conference.
- Ramloll, R., Yu, W., Brewster, S., Riedel, B., Burton, M., & Dimigen, G. (2000). *Constructing sonified haptic line graphs for the blind student: first steps*. Paper presented at the Proceedings of the fourth international ACM conference on Assistive technologies.
- Roberts, R., & Wing, A. M. (2001). Making sense active touch. *British Journal of Visual Impairment*, 19(2), 48-56.
- Schiff, W., & Foulke, E. (1982). *Tactual perception: a sourcebook*: Cambridge University Press.
- Skrivanek, D. A., & Zuckerman, J. L. (1997). Tactile image enhancer: Google Patents.
- Smith, C. M. (1997). Human factors in haptic interfaces. *Crossroads*, 3(3), 14-16.
- Thompson, L., & Chronicle, E. (2006). Beyond visual conventions: Rethinking the design of tactile diagrams. *British Journal of Visual Impairment*, 24(2), 76-82.
- Way, T. P., & Barner, K. E. (1997). Automatic visual to tactile translation. i. human factors, access methods and image manipulation. *Rehabilitation Engineering, IEEE Transactions on*, 5(1), 81-94.
- West, S., & Sommer, A. (2001). Prevention of blindness and priorities for the future. *Bulletin of the world Health Organization*, 79(3), 244-248.
- Wild, G., & Hinton, R. (1996). An evaluated study of the use of tactile diagrams on Open University science courses. *British Journal of Visual Impairment*, 14(1), 5-9.
- Κουρουπέτρογλου, Γ., & Φλωριάς, Ε. (2003). *Επιστημονικά σύμβολα κατά Braille στον Ελληνικό Χώρο. Εφαρμογή σε συστήματα πληροφορικής για τυφλούς*. Αθήνα: Κέντρο Εκπαίδευσης και Αποκατάστασης Τυφλών.
- Λιοδάκης, Δ. (2000). *Εκπαιδευτικά Προγράμματα για Τυφλούς*. ΑΘΗΝΑ: Ατραπός.

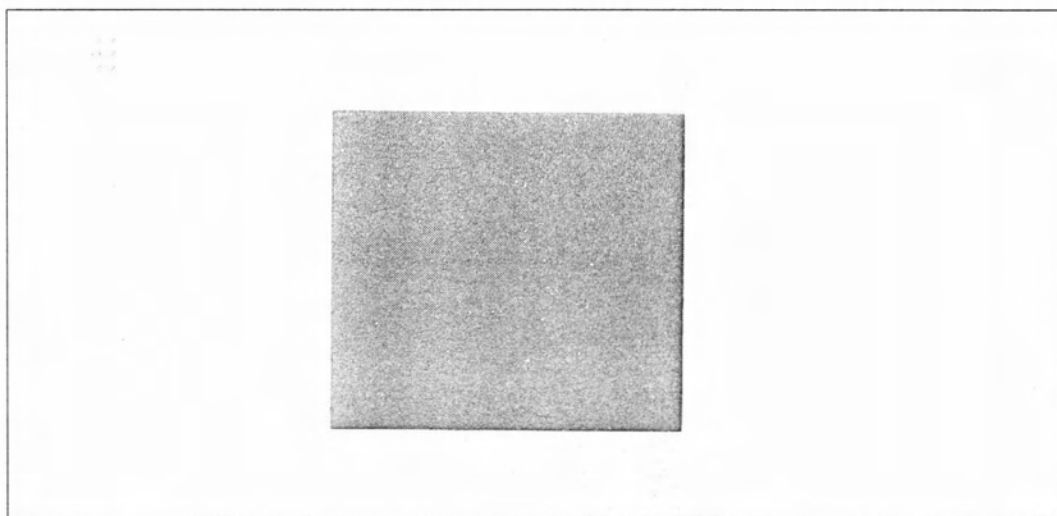
## Παράρτημα

### 1. Απλά σχήματα

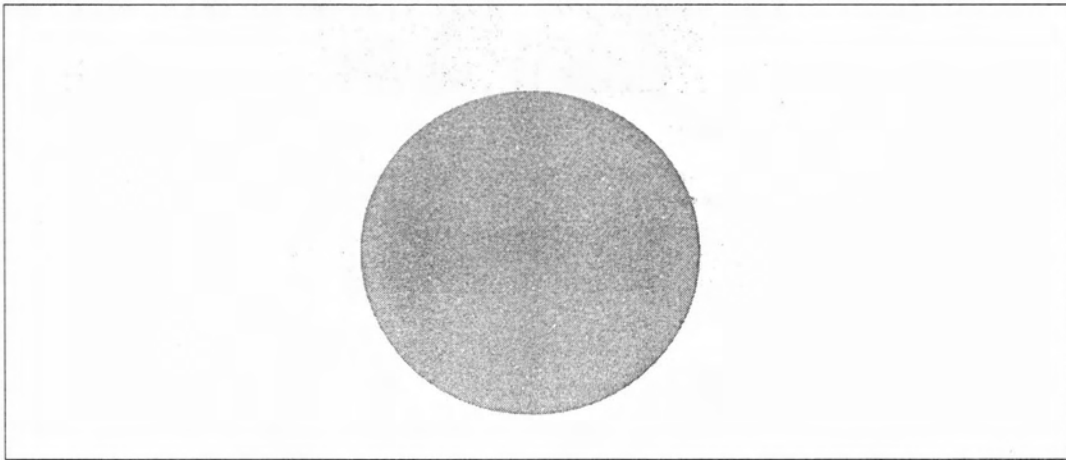
#### 1.1. Απλά σχήματα με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.



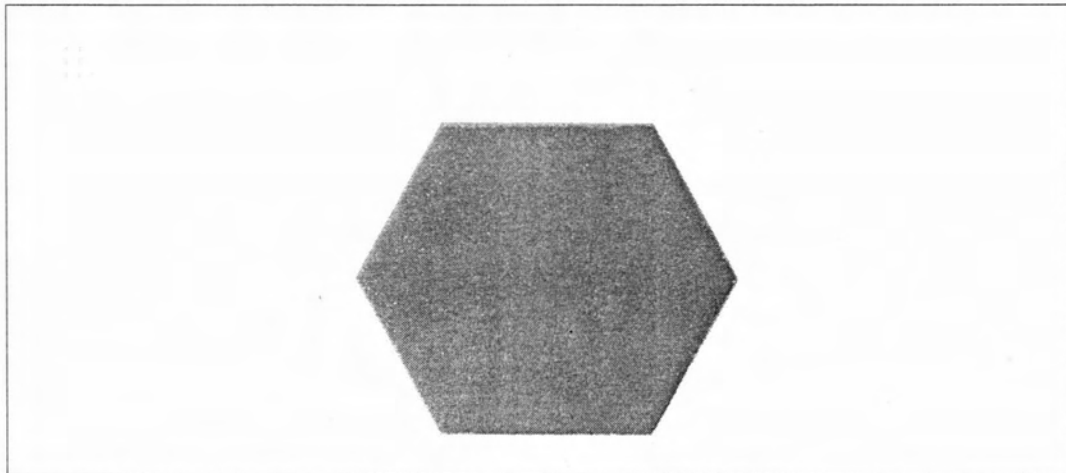
**Εικ.1.** Τρίγωνο με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



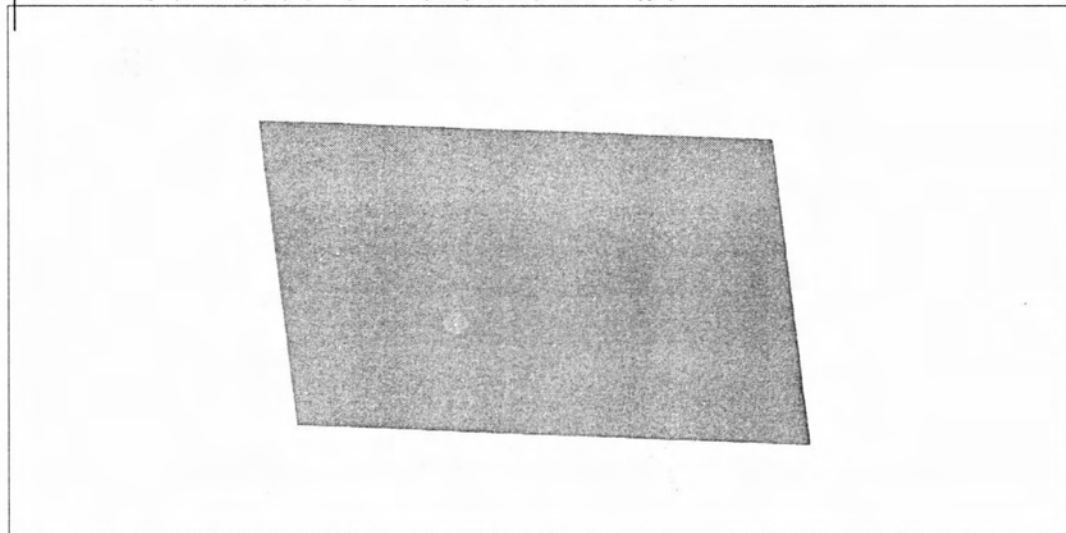
**Εικ.2.** Τετράγωνο με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



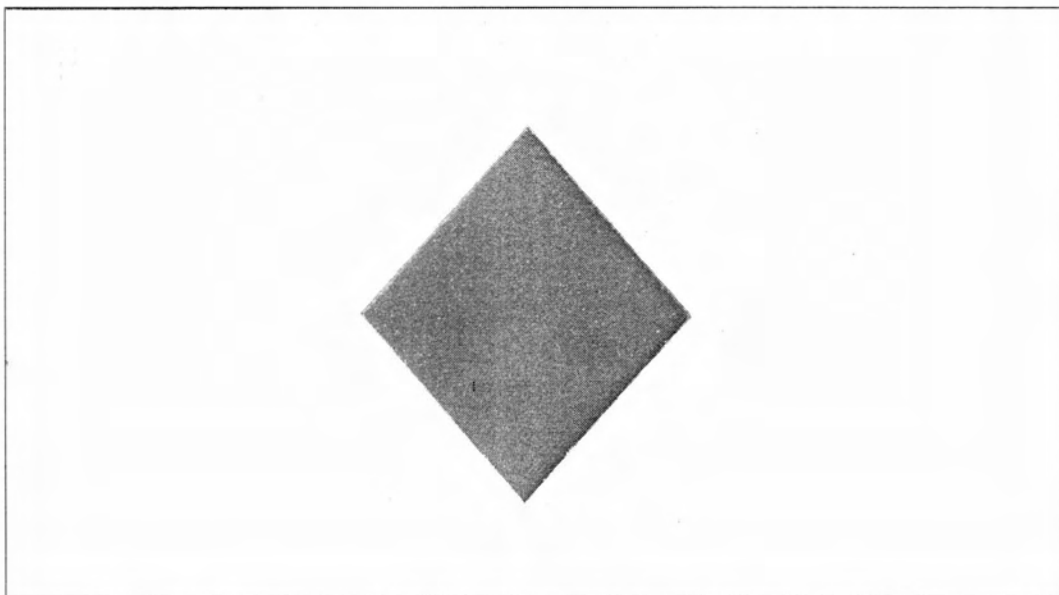
**Εικ.3.** Κύκλος με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



**Εικ.4.** Εξάγωνο με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

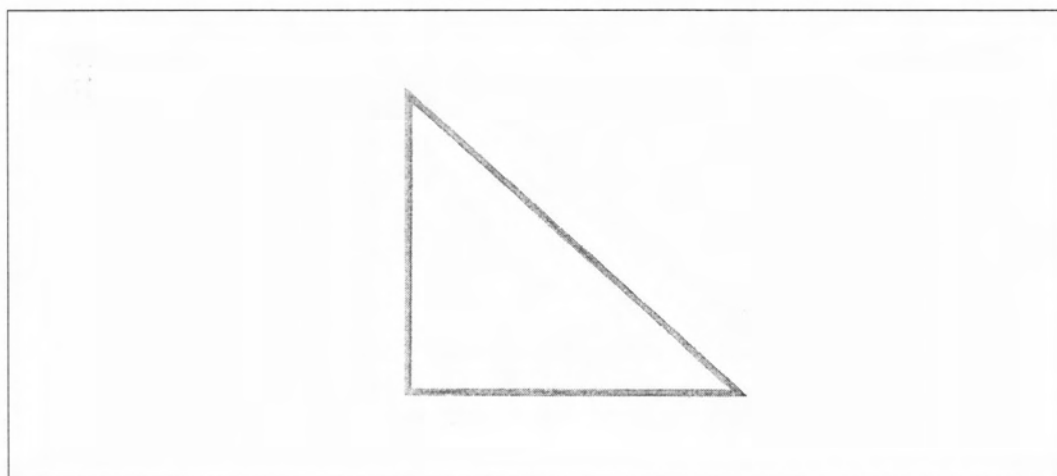


**Εικ. 5.** Παραλληλόγραμμο με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

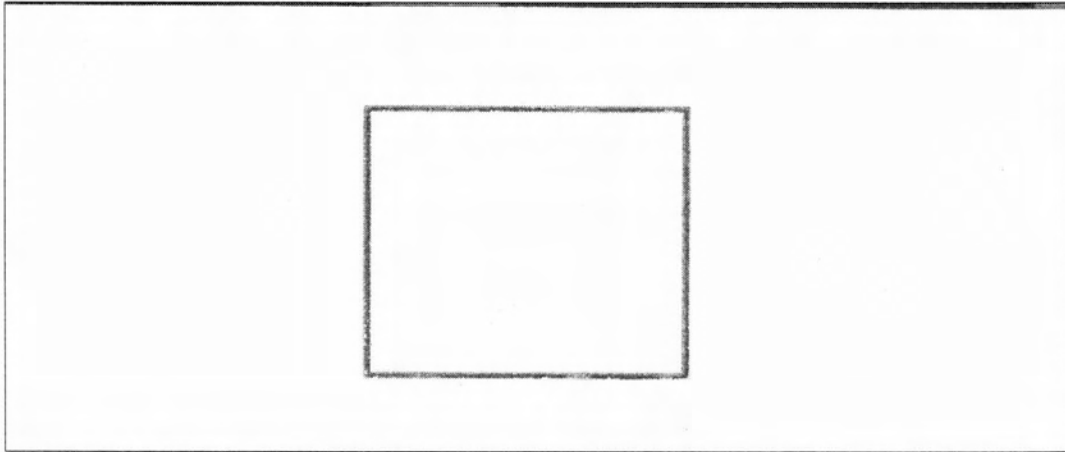


**Εικ.6.** Ρόμβος με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

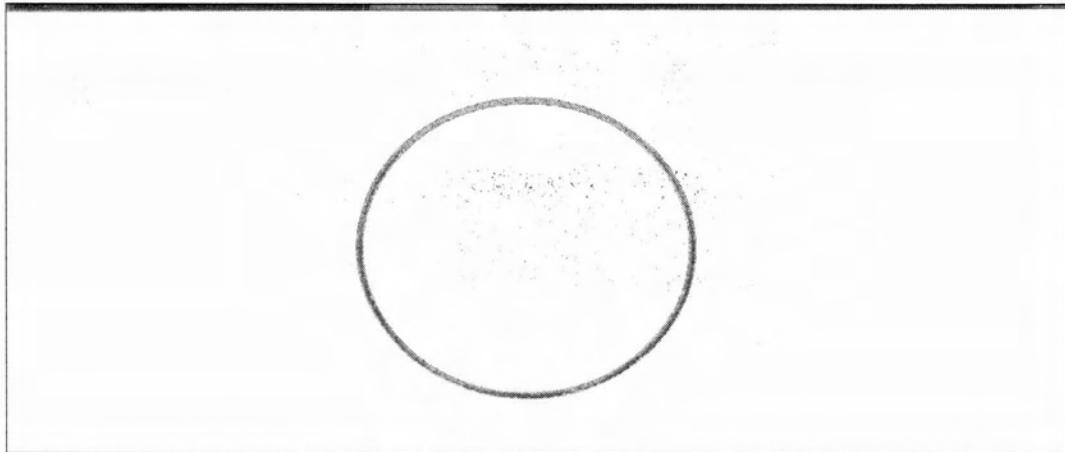
**1.2. Απλά σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.**



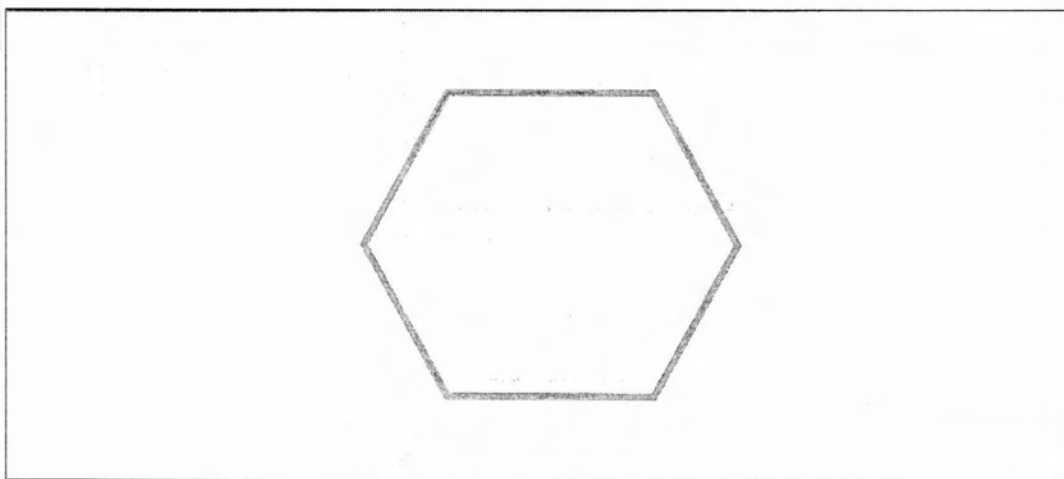
**Εικ. 7.** Ορθογώνιο τρίγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



**Εικ.8.** Τετράγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

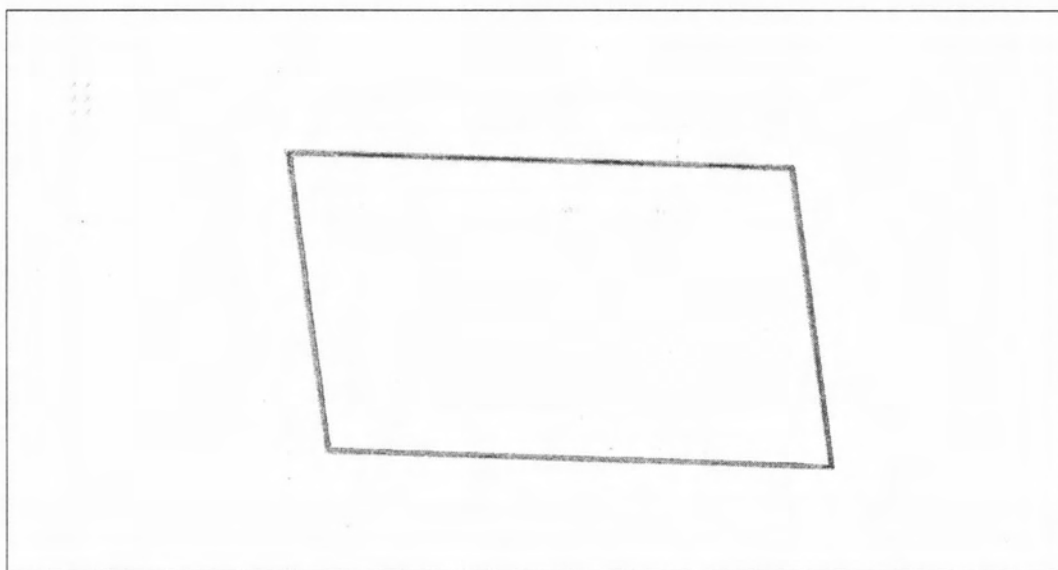


**Εικ. 9.** Κύκλος με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

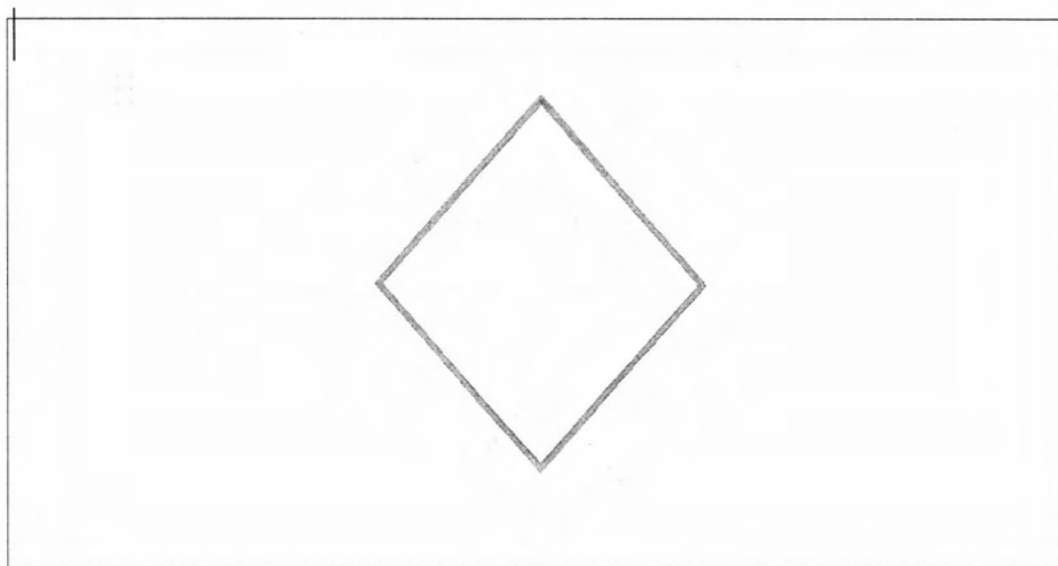


**Εικ.10.** Εξάγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



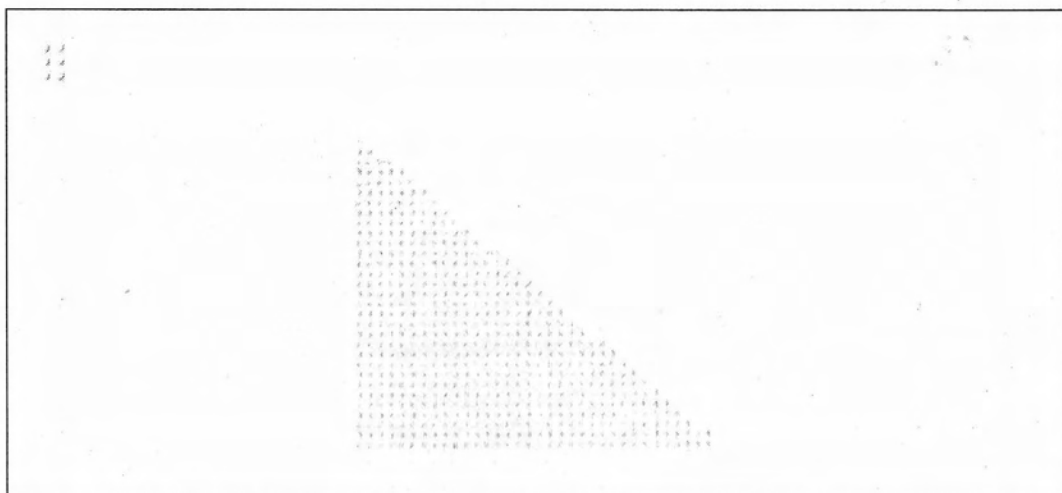


**Εικ.11.** Παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

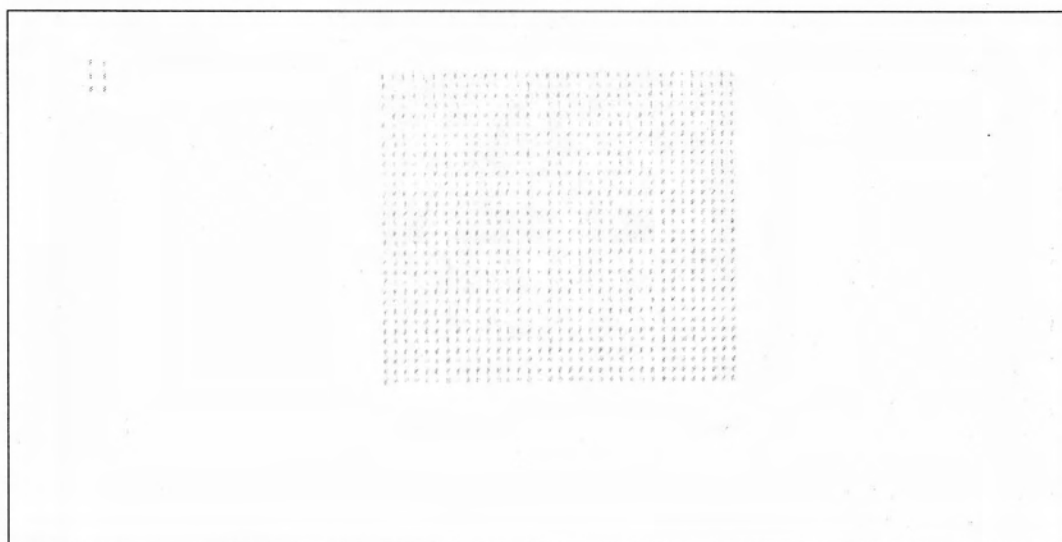


**Εικ.12.** Ρόμβος με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

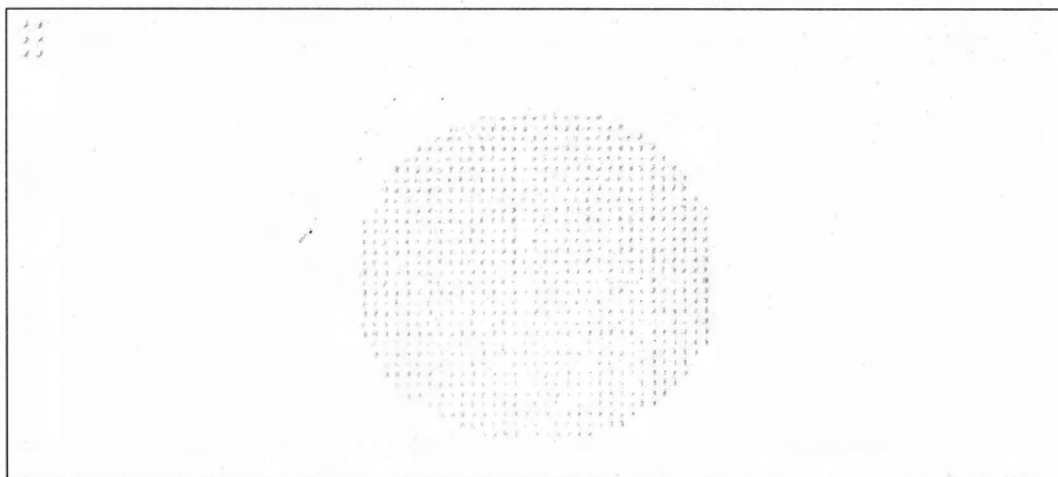
### 1.3. Απλά σχήματα με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί.



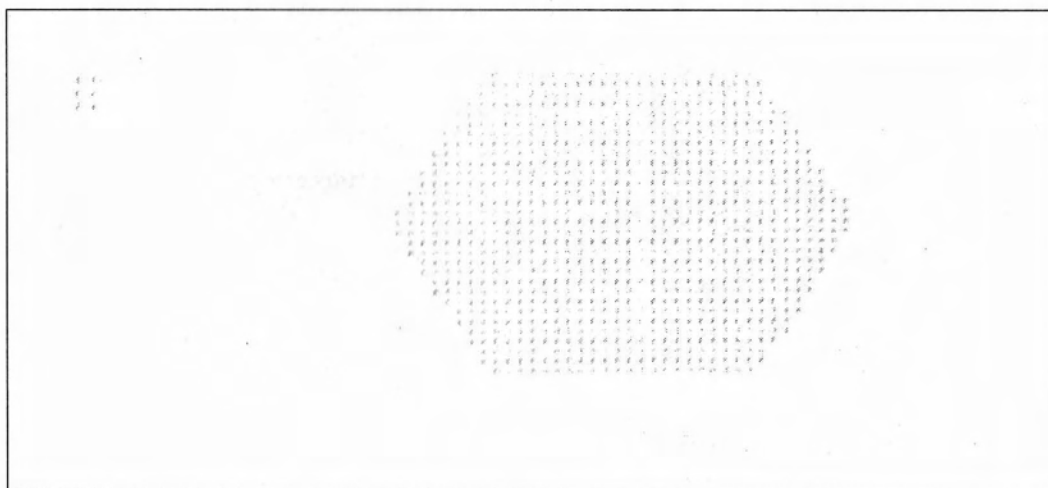
Εικ. 13. Τρίγωνο με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



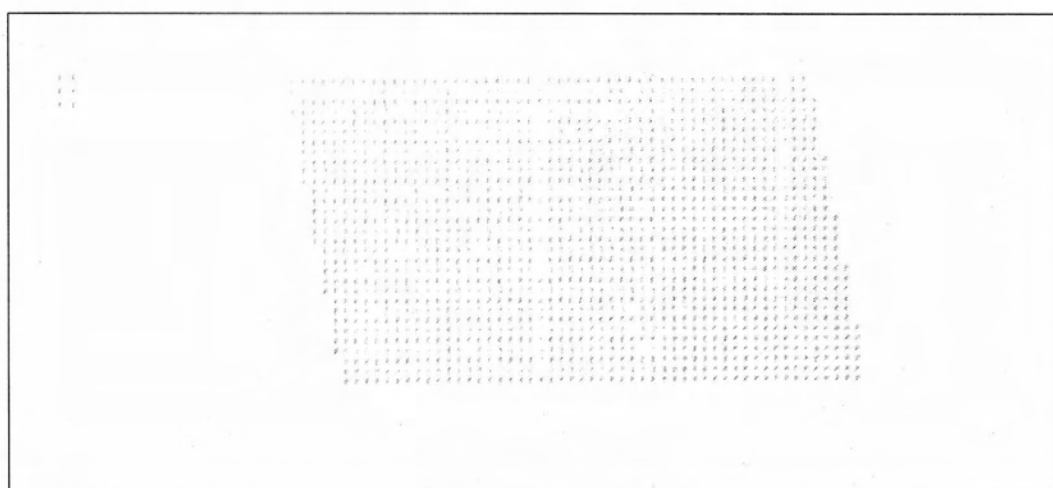
Εικ.14. Τετράγωνο με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



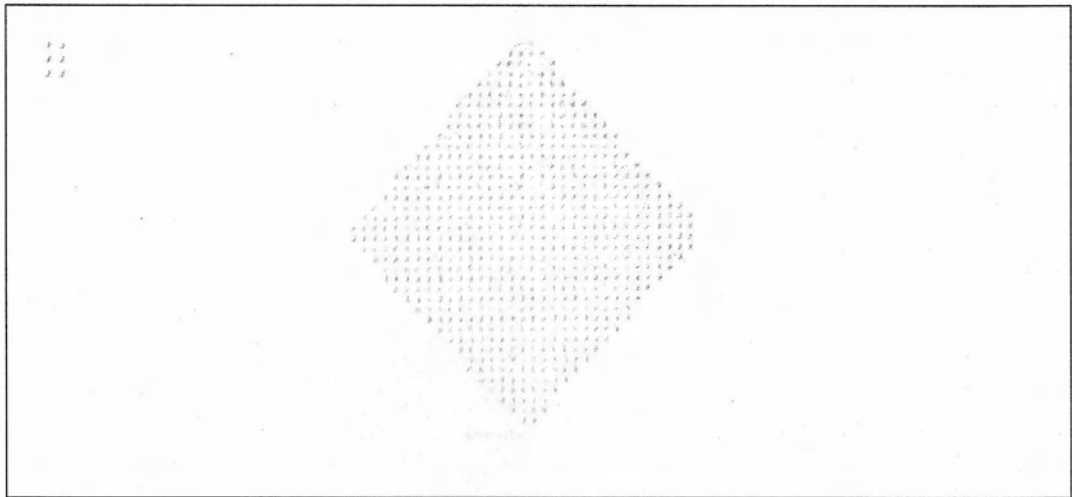
**Εικ.15.** Κύκλος με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



**Εικ.16.** Εξάγωνο με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί

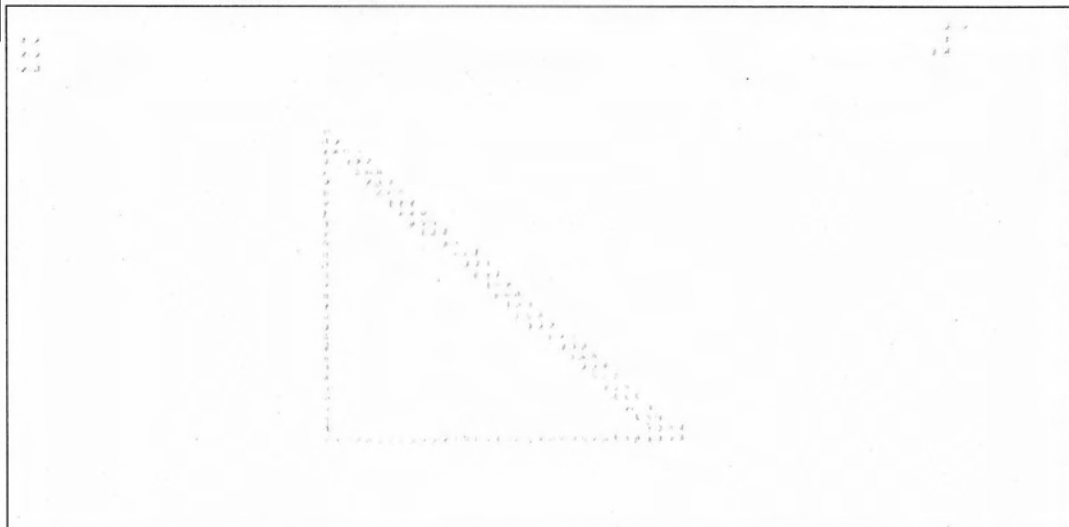


**Εικ.17.** Παραλληλόγραμμο με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί.

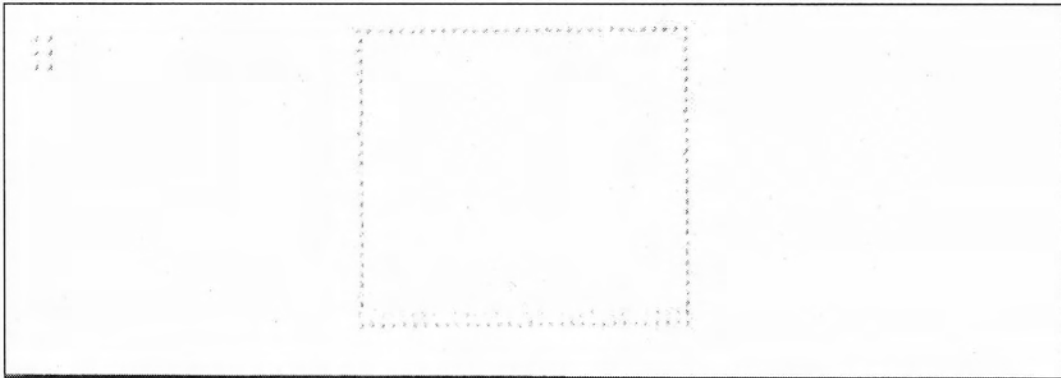


**Εικ.18.** Ρόμβος με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί.

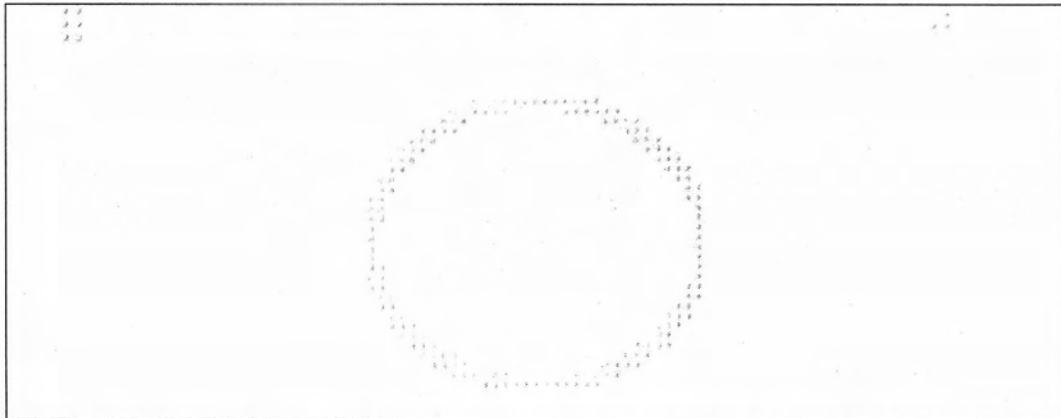
**1.4. Απλά σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί.**



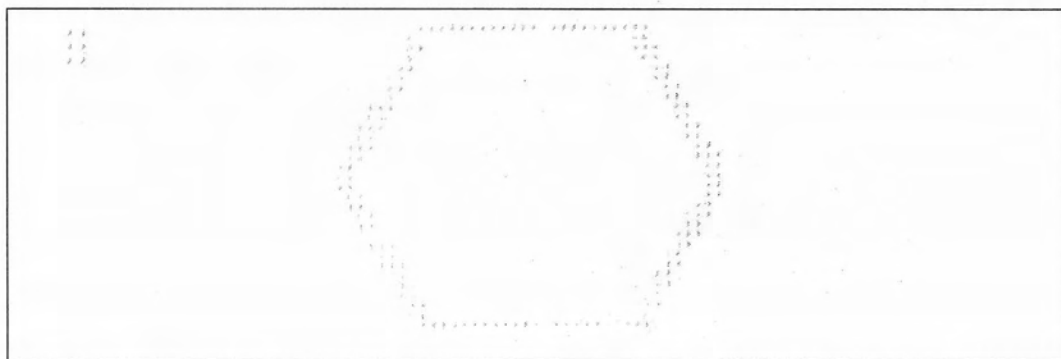
**Εικ. 19.** Τρίγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



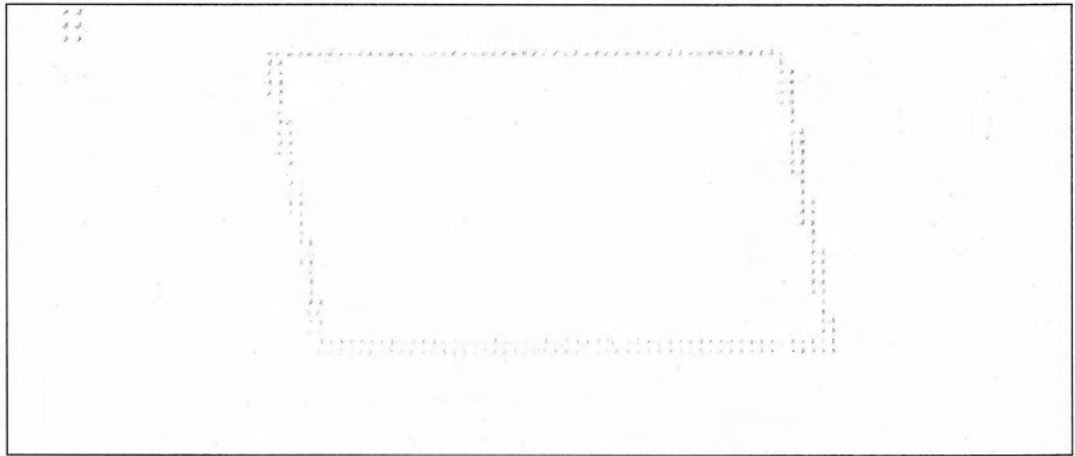
**Εικ. 20.** Τετράγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



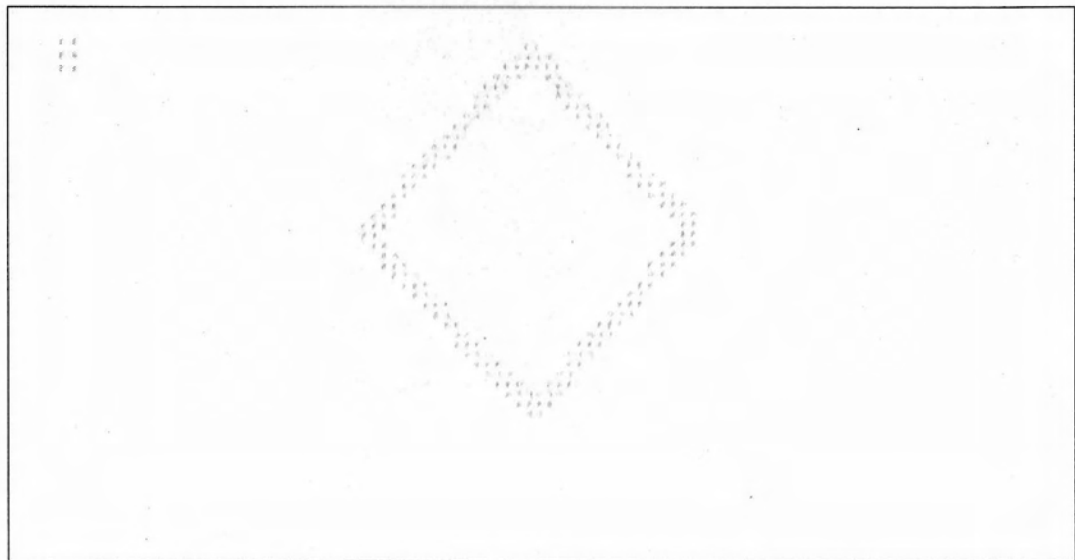
**Εικ.21.** Κύκλος με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



**Εικ. 22.** Εξάγωνο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



**Εικ.23.** Παραλληλόγραμμο με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



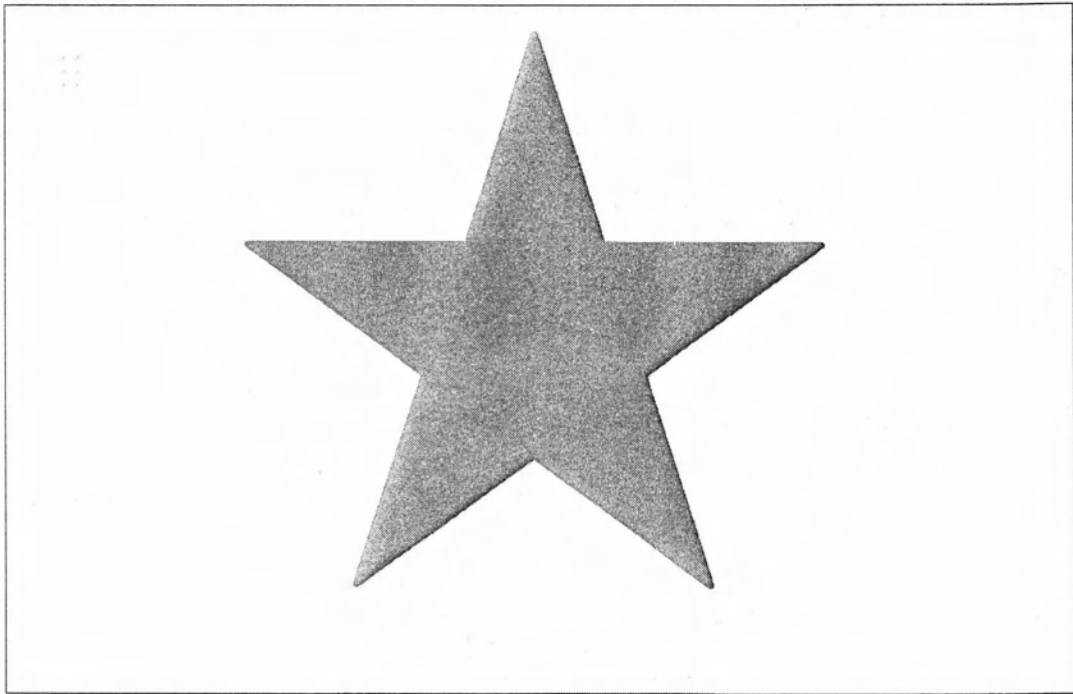
**Εικ. 24.** Ρόμβος με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί

## 2. Σύνθετα σχήματα.

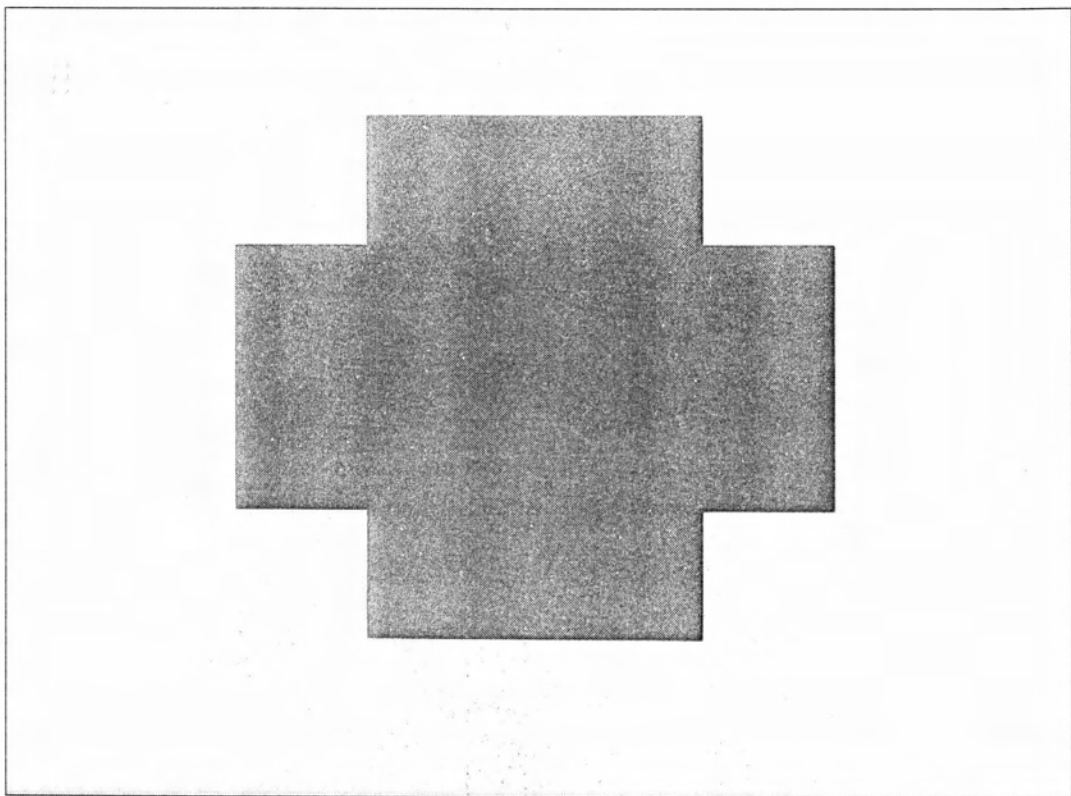
### 2.1. Σύνθετα σχήματα με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.



Εικ.25. Ανθρώπινη φιγούρα με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

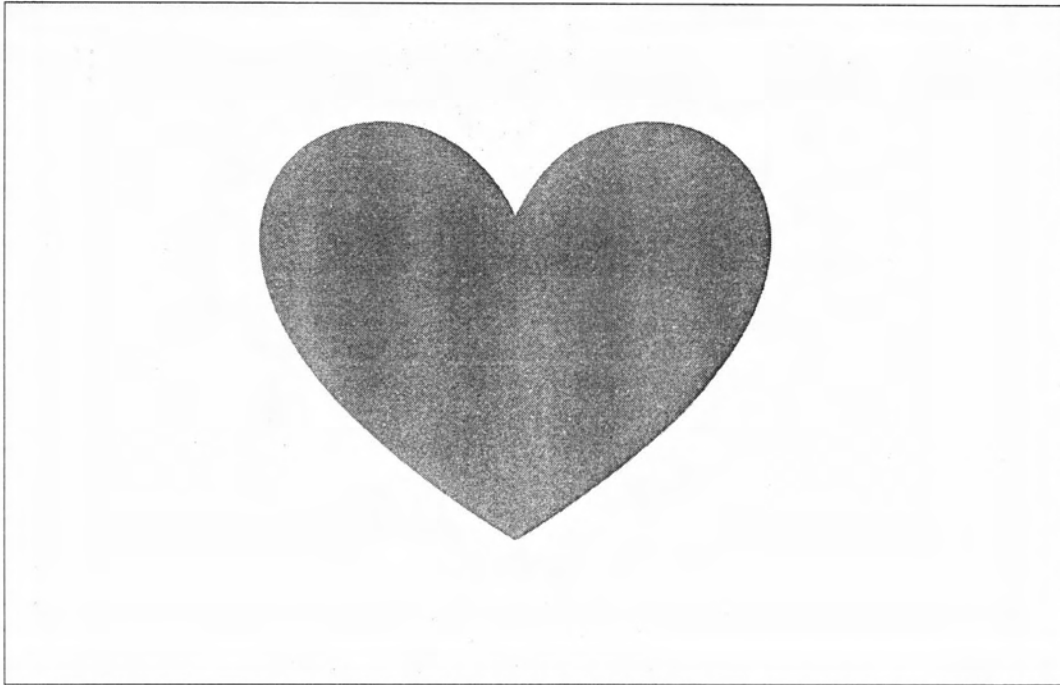


**Εικ. 26.** Αστέρι με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

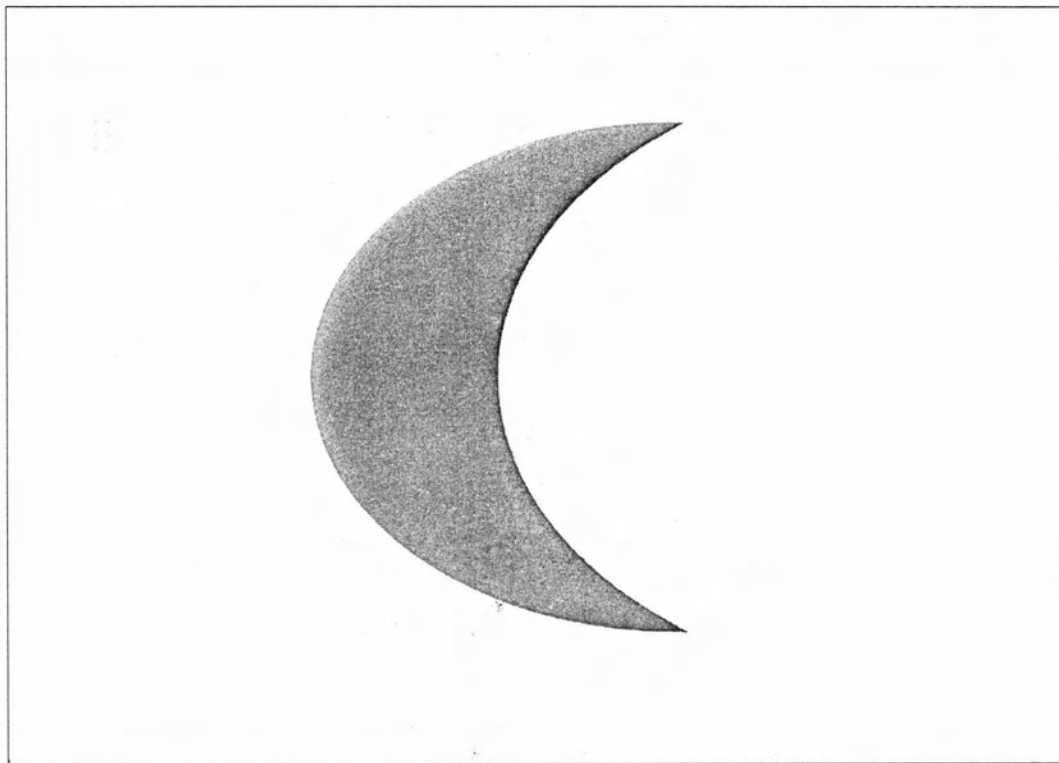


**Εικ. 27.** Σταυρός με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



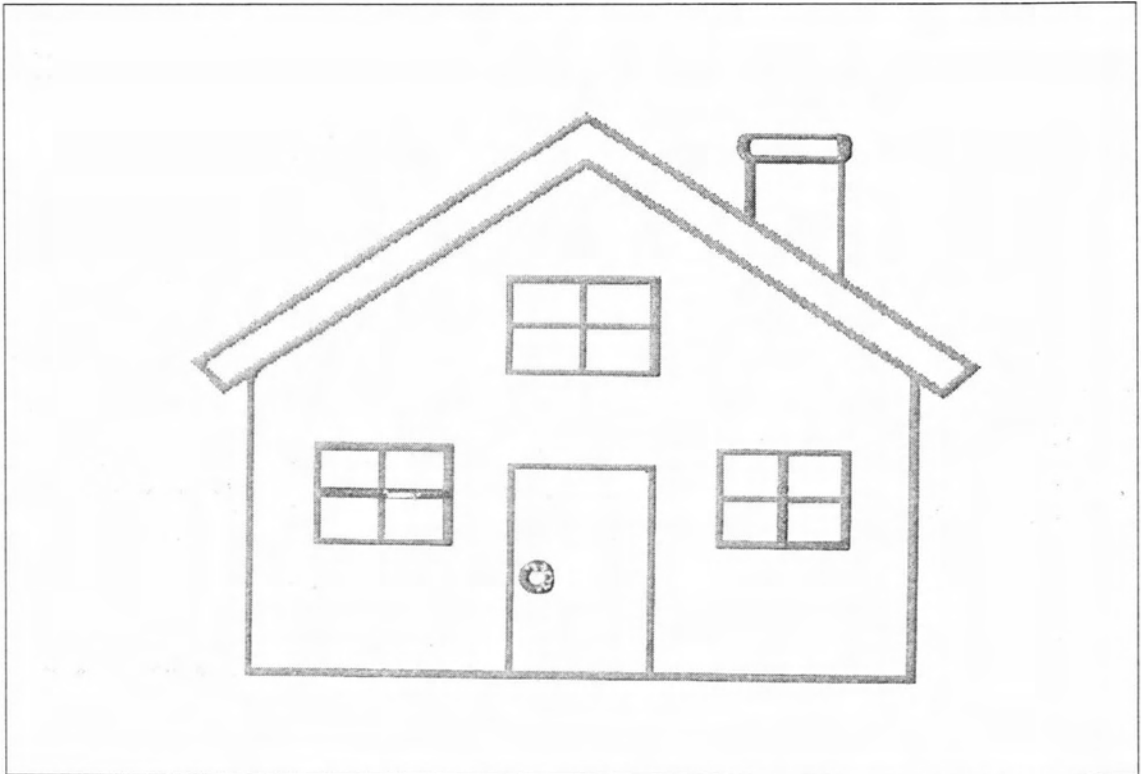


**Εικ. 28.** Καρδιά με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

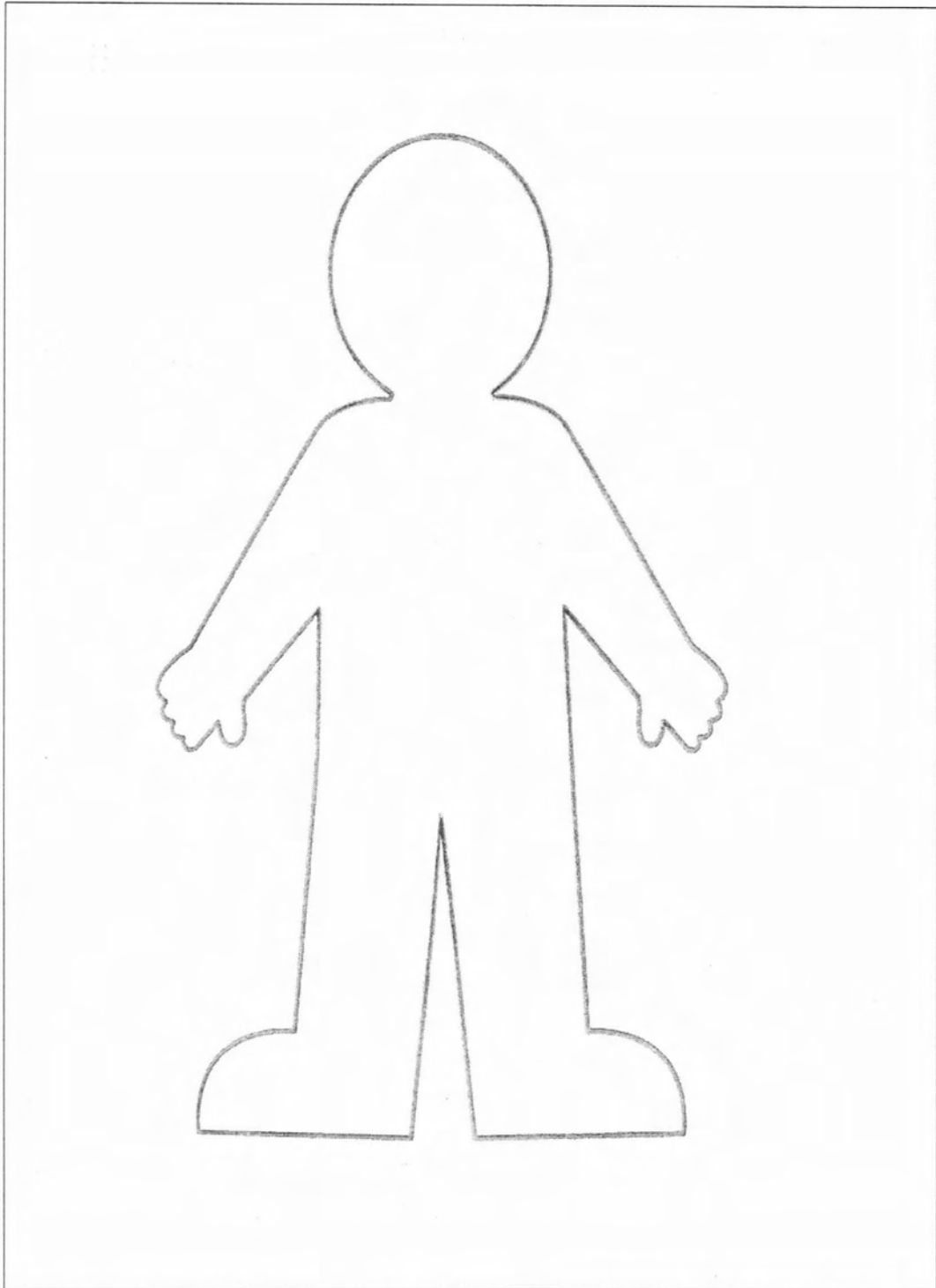


**Εικ. 29.** Ημισέληνος με γέμισμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

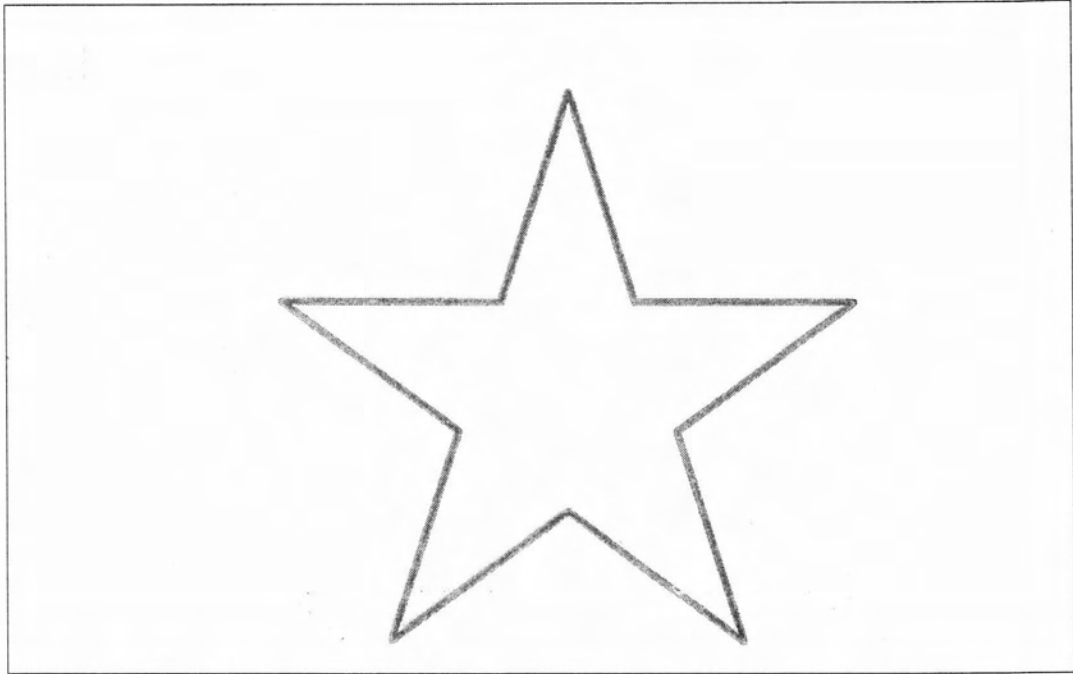
2.2.Σύνθετα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.



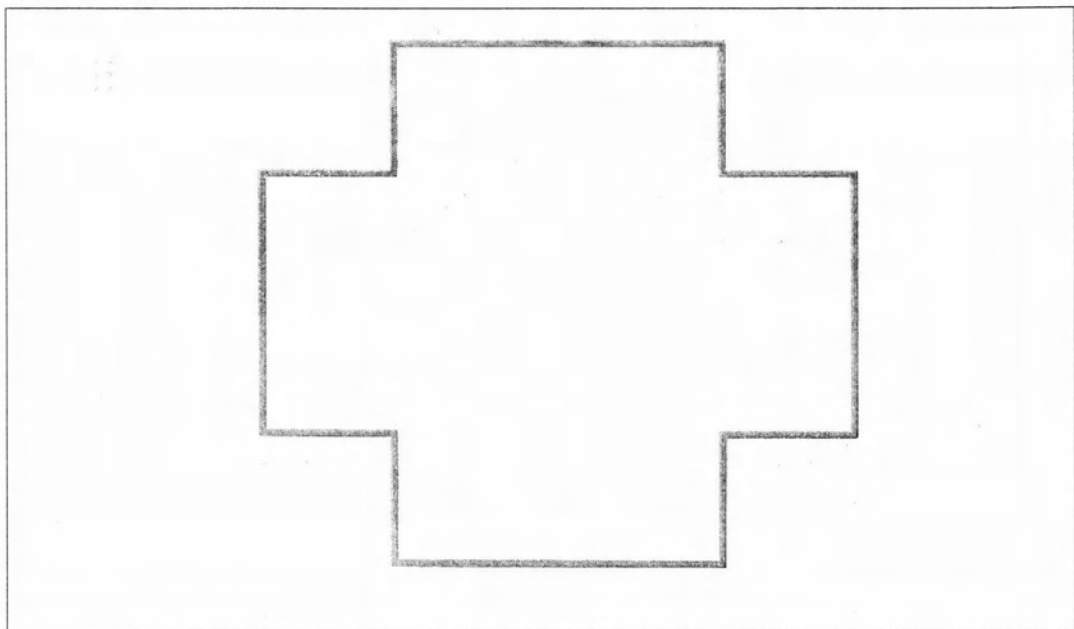
Εικ. 30. Σπίτι σε μικροκαψουλικό χαρτί



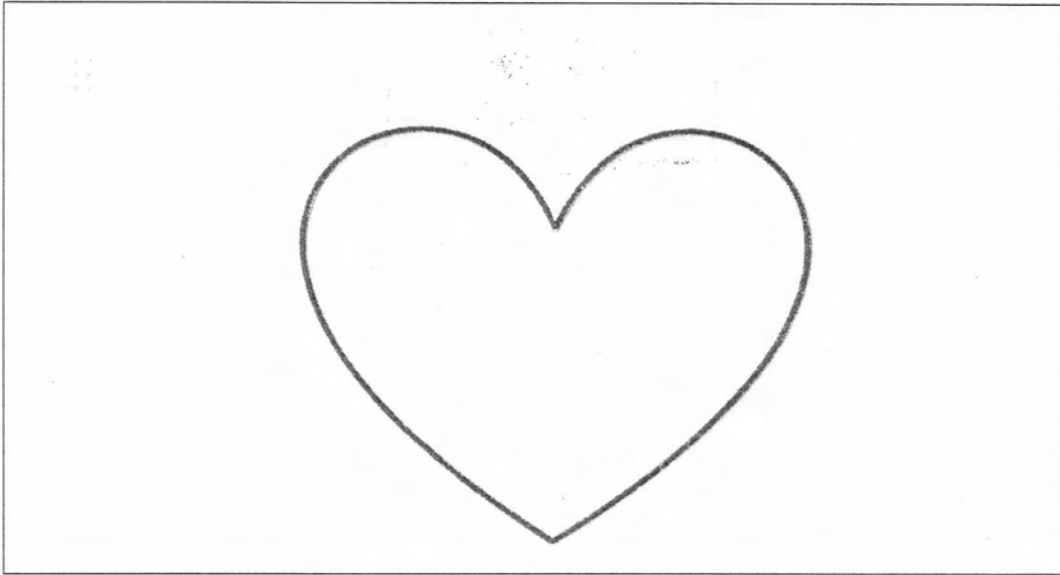
**Εικ. 31.** Ανθρώπινη φιγούρα με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



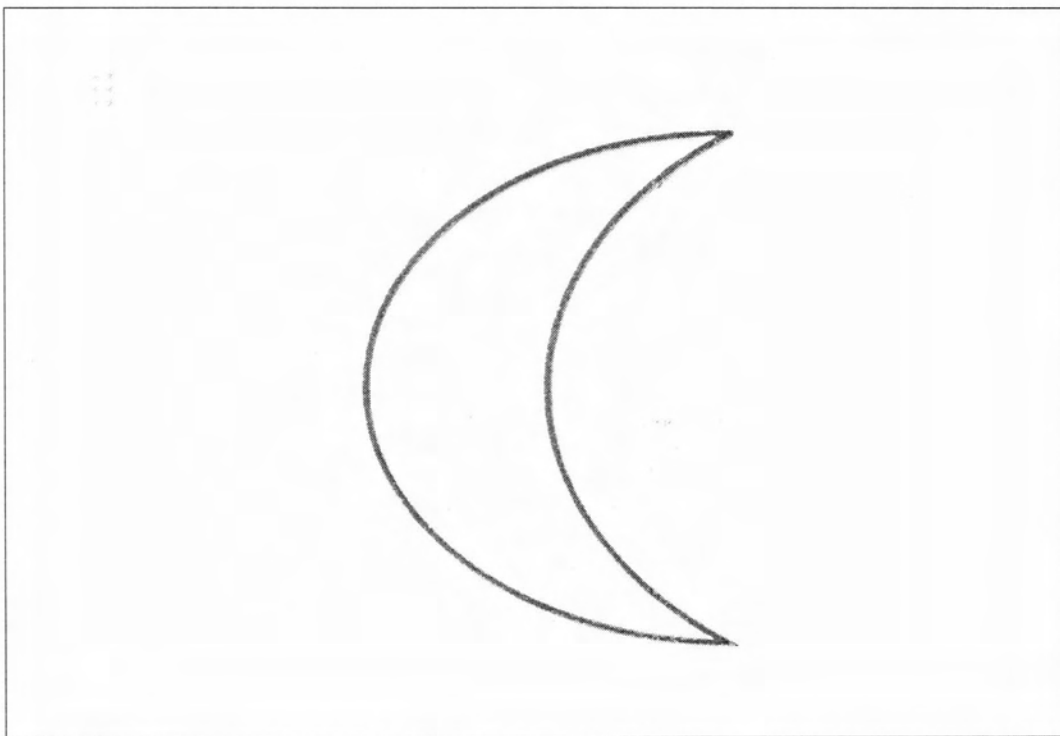
**Εικ. 32.** Αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί



**Εικ. 33.** Σταυρός με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί.

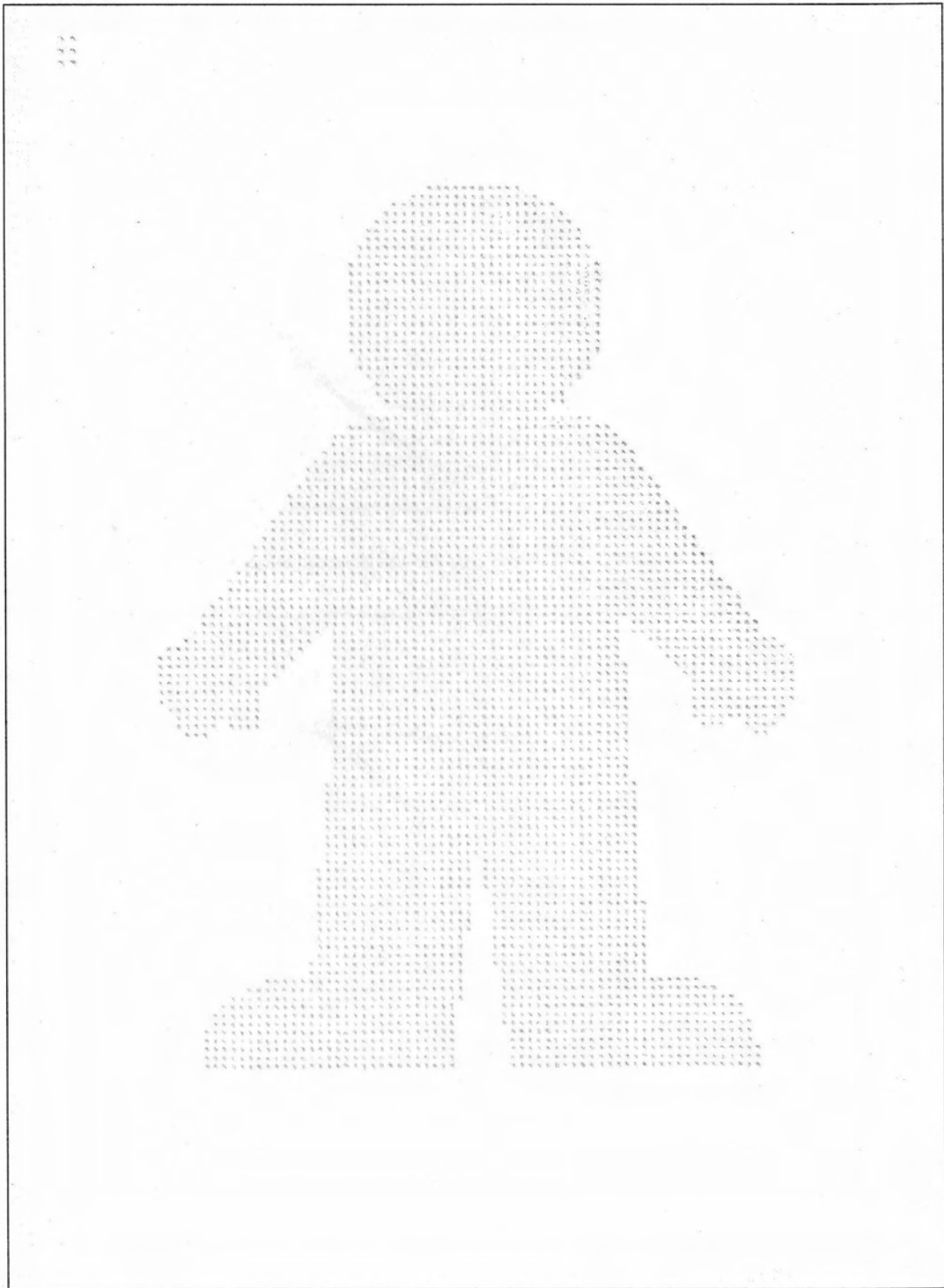


**Εικ. 34.** Καρδιά με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

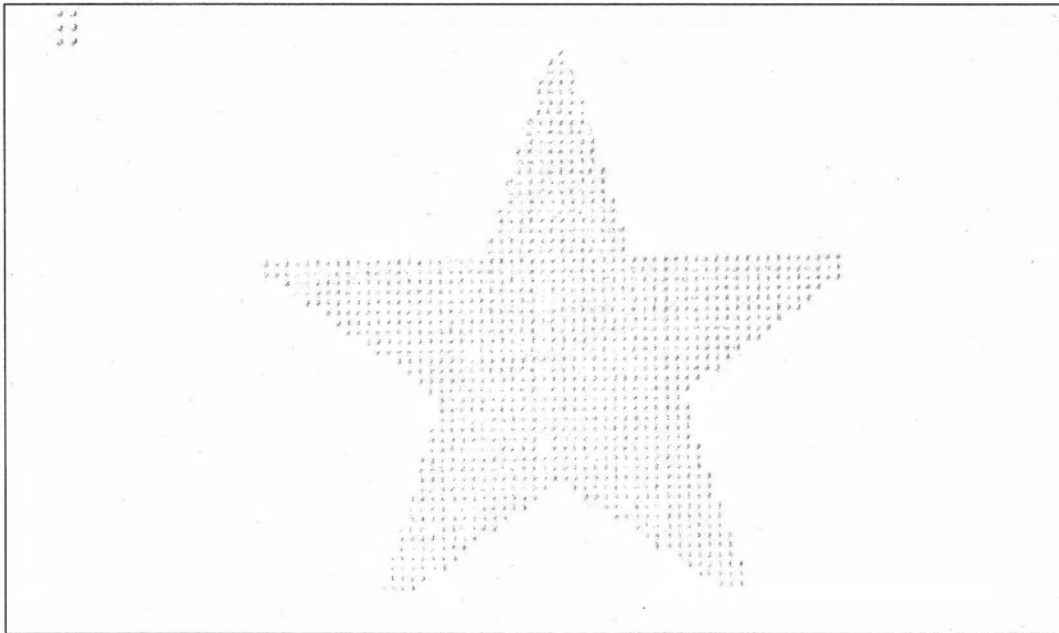


**Εικ. 35.** Ημισέληνος με τονισμένο το περίγραμμα σε μικροκαψουλικό χαρτί

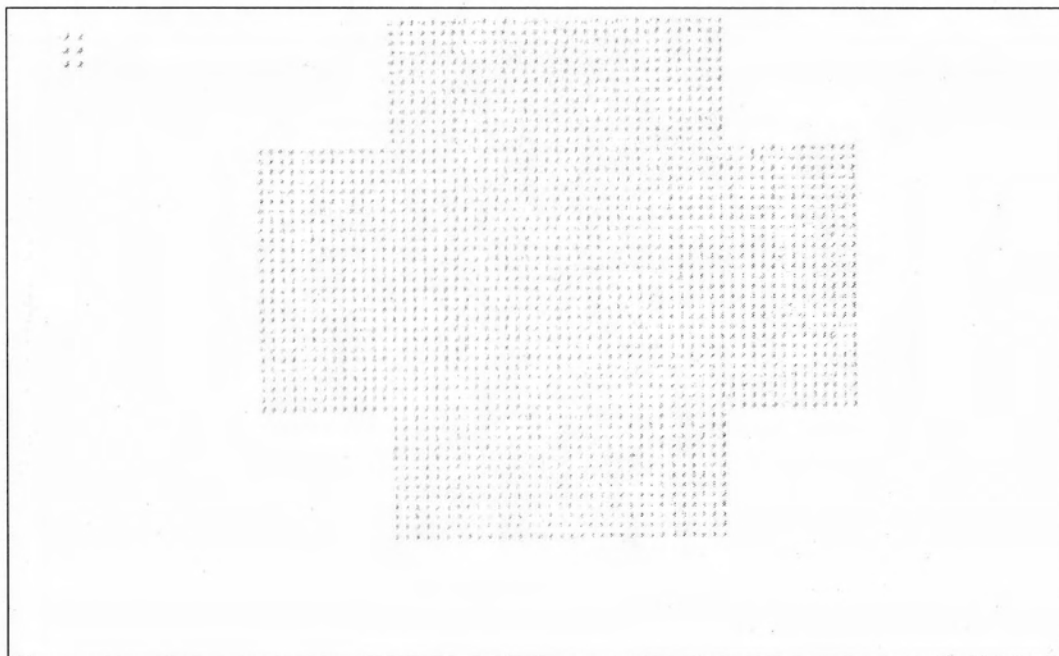
### 2.3. Σύνθετα σχήματα με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί.



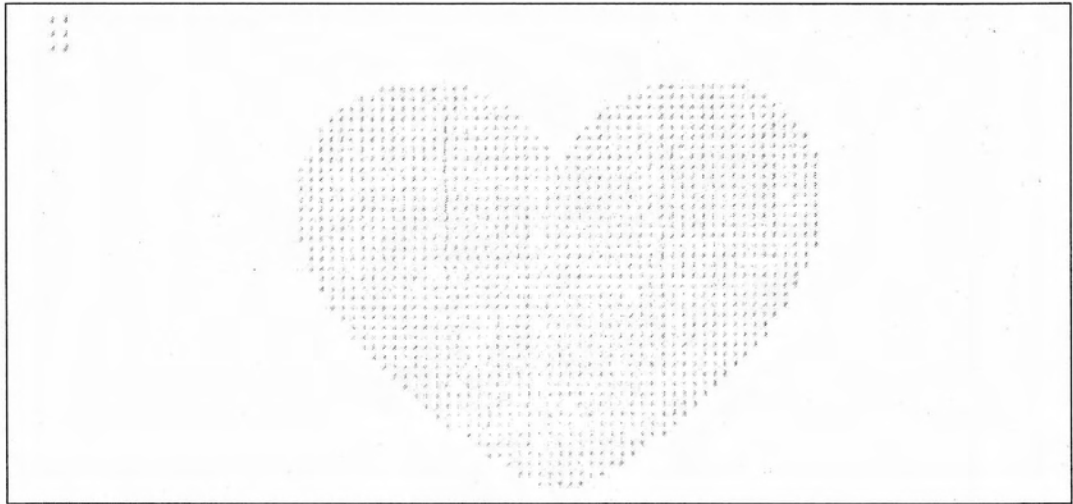
Εικ. 36. Ανθρώπινη φιγούρα με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



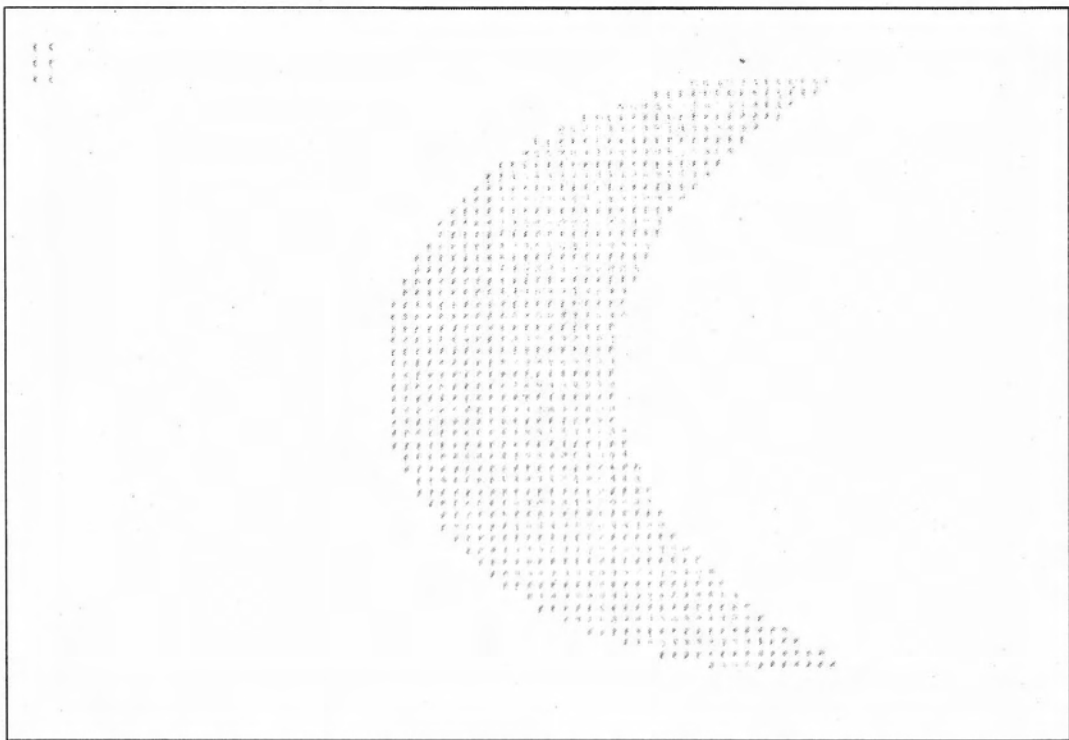
**Εικ. 37.** Αστέρι με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



**Εικ. 38.** Σταυρός με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



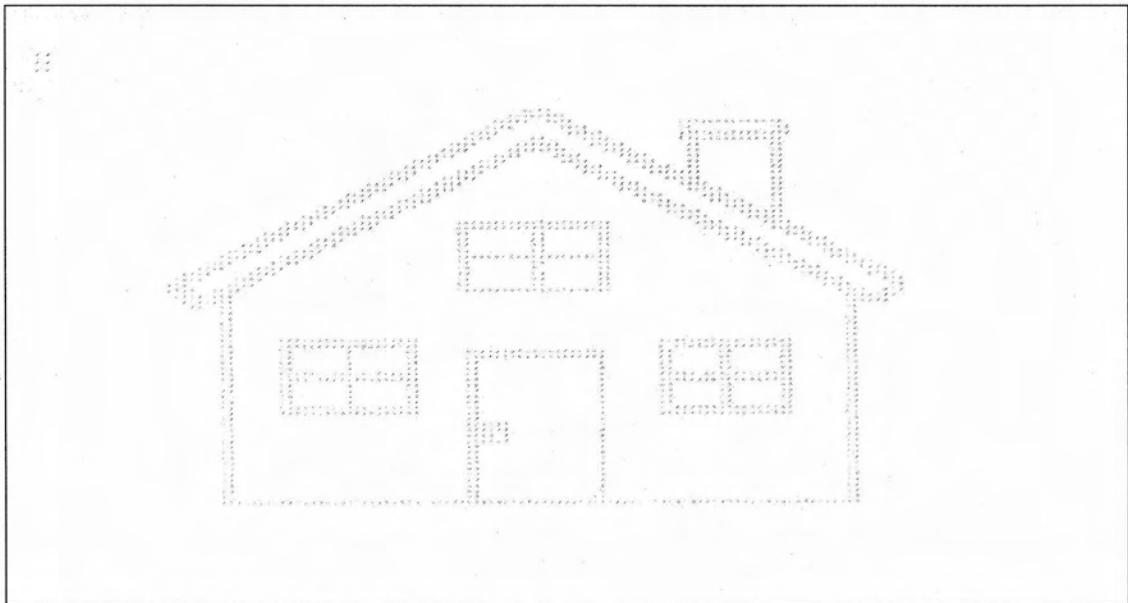
**Εικ. 39.** Καρδιά με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί.



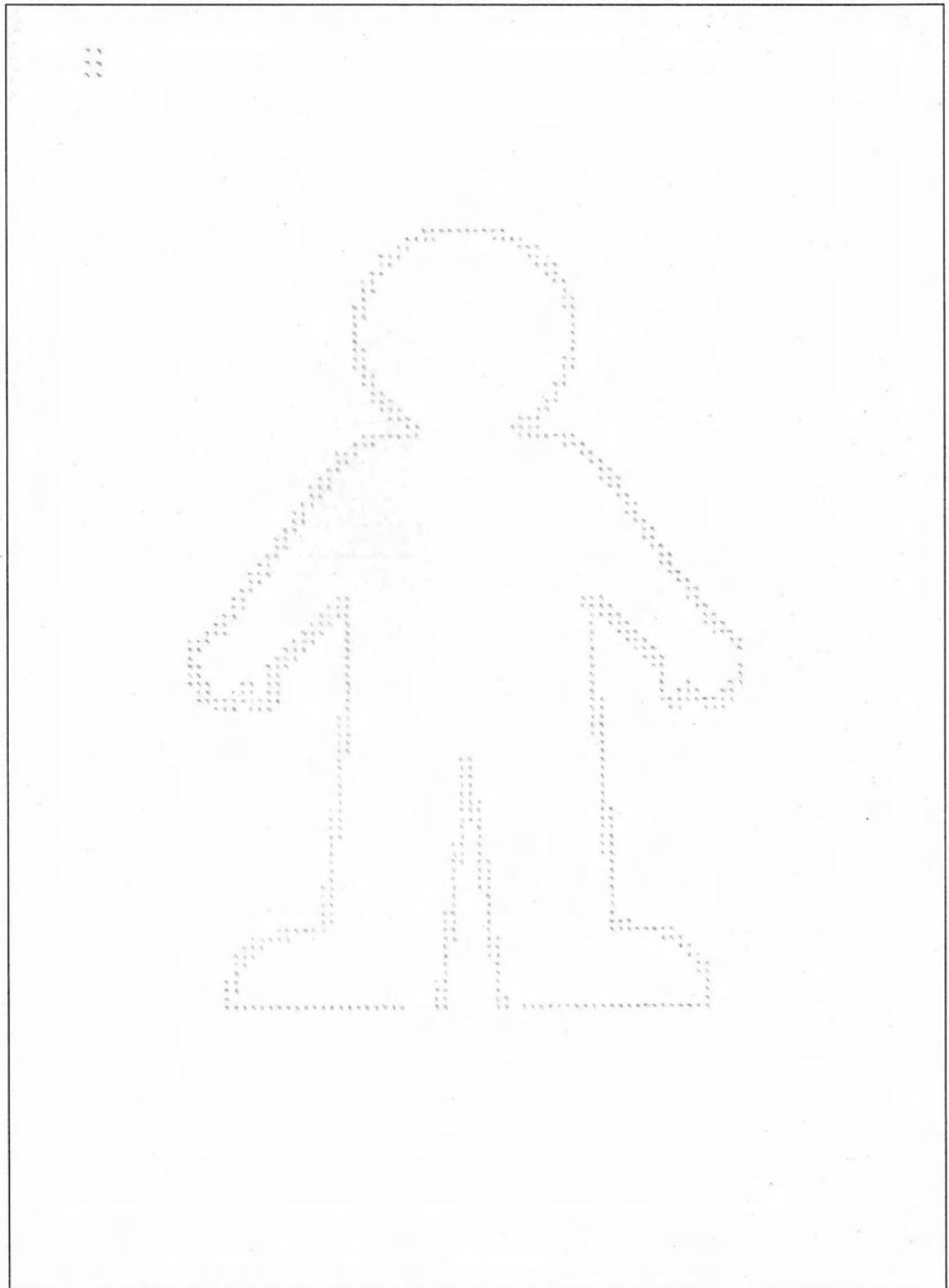
**Εικ. 40.** Ημισέληνος με γέμισμα σε εκτυπωτικό χαρτί



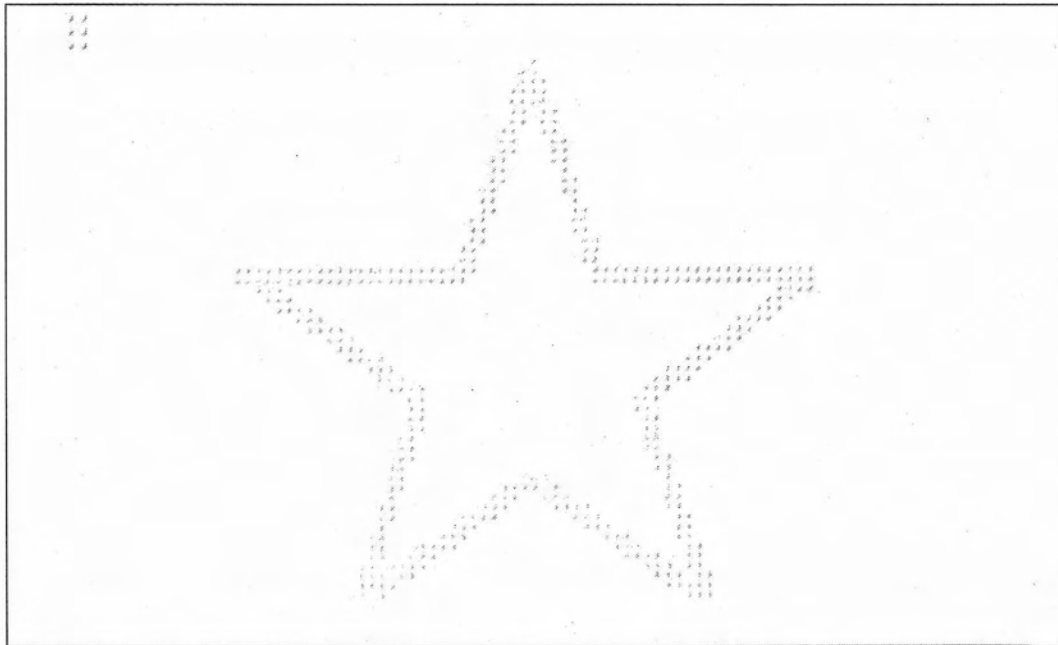
#### 2.4. Σύνθετα σχήματα με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί.



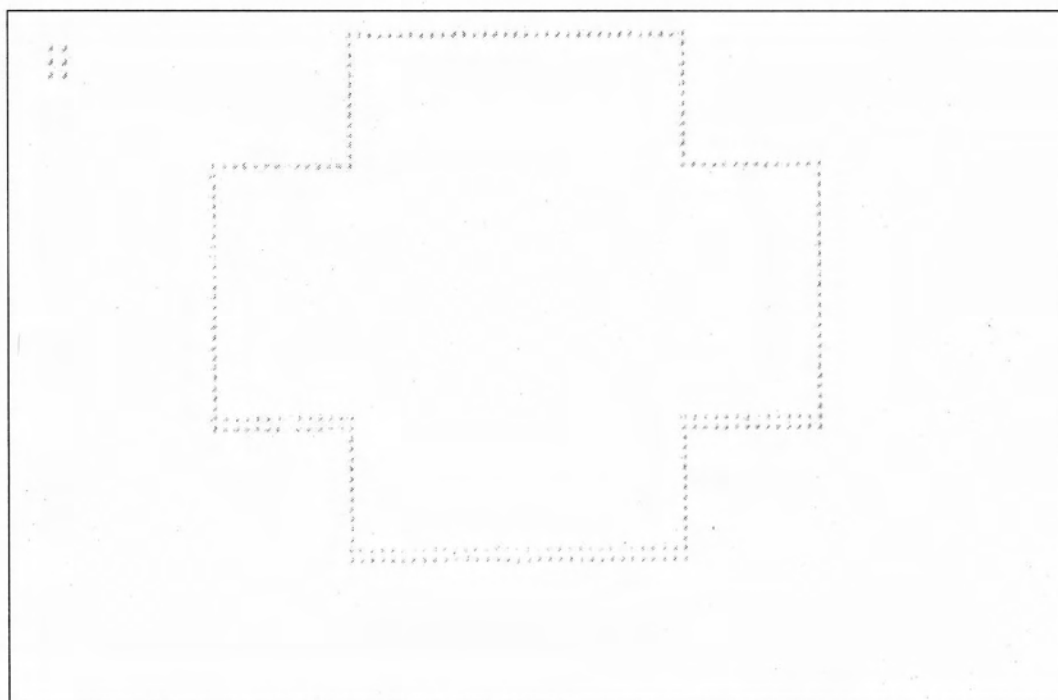
Εικ.41. Σλίτι σε εκτυπωτικό χαρτί



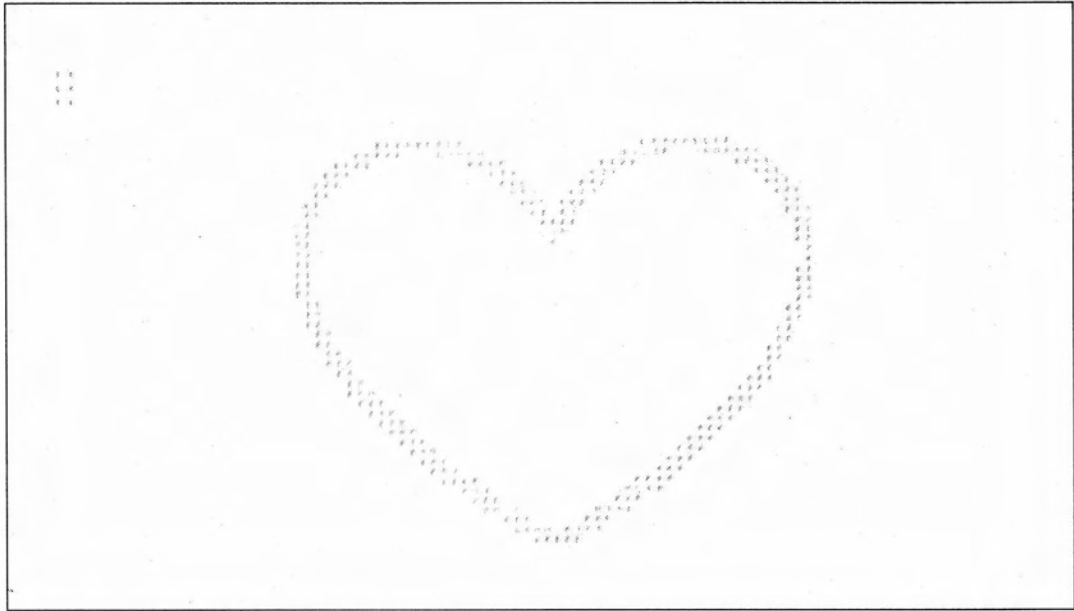
**Εικ. 42.** Άνθρωπος με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



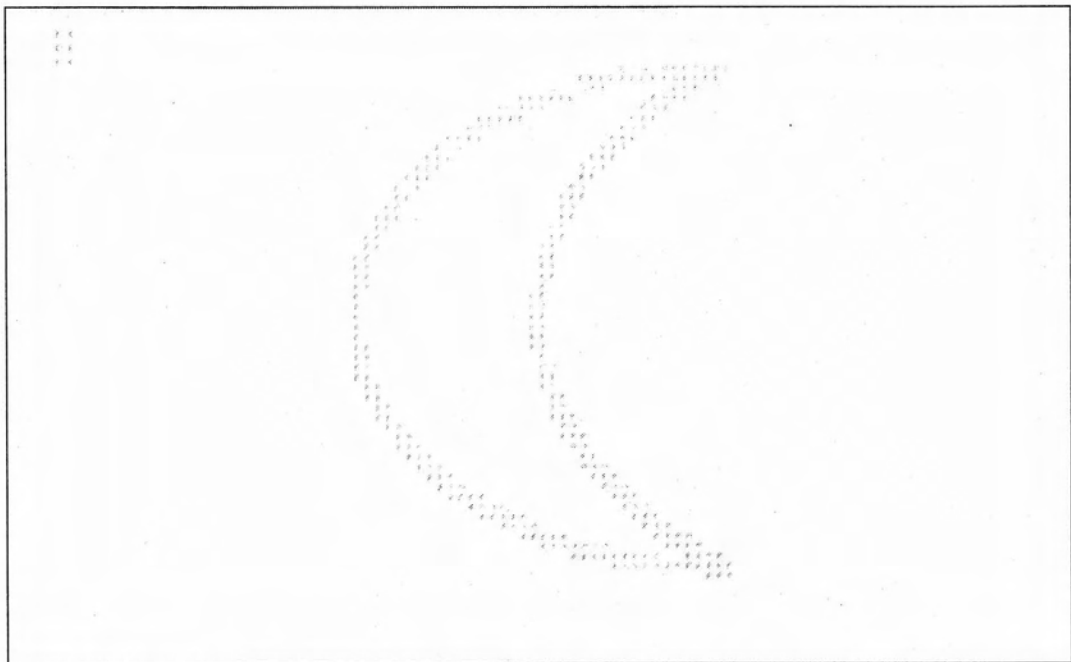
**Εικ. 43.** Αστέρι με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί.



**Εικ. 44.** Σταυρός με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



Εικ. 45. . Καρδιά με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί



Εικ. 46. Ημισέληνος με τονισμένο το περίγραμμα σε εκτυπωτικό χαρτί