ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση

Τόμ. 1 (2018)

9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Διδακτική της Πληροφορικής

Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο

Δημήτριος Μαρκούζης, Γεώργιος Φεσάκης, Αναστασία Κωνσταντοπούλου

Βιβλιογραφική αναφορά:

Μαρκούζης Δ., Φεσάκης Γ., & Κωνσταντοπούλου Α. (2022). Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο. *Συνέδρια της Ελληνικής Επιστημονικής Ένωσης Τεχνολογιών Πληροφορίας & Επικοινωνιών στην Εκπαίδευση*, *1*, 102–109. ανακτήθηκε από https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/cetpe/article/view/4030

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** EKT | **Πρόσβαση:** 19/01/2026 09:55:13

Καλλιέργεια Χωρικής και Υπολογιστικής Σκέψης Μέσω του Προγραμματισμού Η/Υ στο Νηπιαγωγείο

Δημήτριος Μαρκούζης[1], Γεώργιος Φεσάκης[2], Αναστασία Κωνσταντοπούλου[3]
markouzis@rhodes.aegean.gr, gfesakis@rhodes.aegean.gr, psemms12017@aegean.gr
[1,2,3] Πανεπιστήμιο Αιγαίου/ΤΕΠΑΕΣ

Περίληψη

Η ανάπτυξη της χωρικής σκέψης είναι σημαντική για τον άνθρωπο επειδή αποτελεί βασική και αναγκαία ικανότητα για την επίλυση καθημερινών και επιστημονικών προβλημάτων. Επίσης, πρόσφατα έχει βρεθεί στο κέντρο του ενδιαφέροντος της εκπαιδευτικής κοινότητας ο ρόλος τη Πληροφορικής και της υπολογιστικής σκέψης στη γενική εκπαίδευση. Στην παρούσα έρευνα εξετάστηκε η ύπαρξη αλληλεπίδρασης μεταξύ χωρικής και της υπολογιστικής σκέψης μέσω του προγραμματισμού Η/Υ σε νήπια. Στη έρευνα συμμετείχαν 21 νήπια ηλικίας 4-6 ετών τα οποία αρχικά απάντησαν σε τεστ χωρικών δεξιοτήτων και στη συνέχεια έλυσαν προβλήματα εύρεσης μονοπατιού και πλοήγησης σε περιβάλλον προγραμματισμού LOGO στον υπολογιστή. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των επιδόσεων των παιδιών στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων με αυτές στα προγραμματιστικά προβλήματα γεγονός που δείχνει ότι ικανότητα προγραμματισμού διαδρομών σε περιβάλλον LOGO απαιτεί επιπλέον σύνθετες δεξιότητες πλοήγησης (navigational skills) που περιλαμβάνουν την κατανόηση και νοητική επεξεργασία αναπαραστάσεων του χώρου και της κίνησης σε αυτόν.

Λέξεις κλειδιά: Χωρική Σκέψη, Υπολογιστική Σκέψη, Προγραμματισμός Η/Υ, Χωρικά Τεστ, Νήπια

Εισαγωγή

Η χωρική σκέψη (Spatial Thinking) αφορά στην κατανόηση των χωρικών εννοιών και των χωρικών σχέσεων, την αναπαράσταση αυτών καθώς και στον τρόπο με τον οποίο συλλογιζόμαστε με βάση τις χωρικές πληροφορίες (NRC, 2006). Η ανάπτυξη της χωρικής σκέψης είναι σημαντική για τον άνθρωπο επειδή αποτελεί βασική και αναγκαία ικανότητα για την επίλυση καθημερινών προβλημάτων (π.χ. τον προσανατολισμό και τη μετακίνηση στο εξωτερικό περιβάλλον) και την προσέγγιση της επιστημονικής γνώσης (Newcombe & Frick, 2010; Uttal & Cohen, 2012). Εκτός αυτού, τη τελευταία δεκαετία εξαπλώνεται η πεποίθηση πως η χωρική σκέψη αποτελεί ικανότητα κλειδί για την επιτυχία για τα πεδία STEAM (Science, Technology, Engineering, Art & Mathematics) (Newcombe & Frick, 2010; Uttal & Cohen, 2012; Stief & Uttal 2015).

Επίσης, πρόσφατα έχει βρεθεί στο κέντρο του ενδιαφέροντος της εκπαιδευτικής κοινότητας ο ρόλος τη Πληροφορικής και της Υπολογιστικής Σκέψης (ΥΣ), στη γενική εκπαίδευση, κυρίως λόγω της αναγνώρισης τους ως βασικών συστατικών των πεδίων STEAM (Henderson et al., 2007). Ο προγραμματισμός των Η/Υ αποτελεί σημαντική διάσταση της εκπαίδευσης στην ΥΣ και ικανότητα κλειδί για την προσέγγιση σημαντικών εννοιών της πληροφορικής (Papert, 1991). Η προσέγγιση του προγραμματισμού από την προσχολική ακόμη ηλικία, εκτός του ότι είναι εφικτή μέσα από αναπτυξιακά κατάλληλα μαθησιακά περιβάλλοντα και δραστηριότητες (Fessakis et al., 2013), αναμένεται να έχει μακροπρόθεσμα πολλαπλάσια οφέλη επειδή, όπως είναι ευρέως αποδεκτό, οι εκπαιδευτικές παρεμβάσεις στην προσχολική ηλικία συνδέονται με μεγαλύτερης διάρκειας, μακροχρόνιες, επιδράσεις από οικονομικής και αναπτυξιακής άποψης (Elkin et al., 2014).

Στ. Δημητριάδης, Β. Δαγδιλέλης, Θρ. Τσιάτσος, Ι. Μαγνήσαλης, Δ. Τζήμας (επιμ.), Πρακτικά 9ου Πανελλήνιου Συνεδρίου «Διδακτική της Πληροφορικής», ΑΠΘ – ΠΑΜΑΚ, Θεσσαλονίκη, 19-21 Οκτωβρίου 2018, ISBN: 978-618-83186-1-8

Δεδομένου ότι η χωρική σκέψη έχει συνδεθεί με τον προγραμματισμό των Η/Υ από τα μικρά παιδιά από τις πρώτες ακόμη προτάσεις του Papert (1991), μέσω της ρομποτικής του χελώνας και της γλώσσας προγραμματισμού Logo, είναι εύλογο να ενδιαφέρει η διερεύνηση της δυνατότητας ταυτόχρονης και συνδυασμένης ανάπτυξης της Χωρικής Σκέψης και της Υπολογιστικής Σκέψης μέσω του προγραμματισμού Η/Υ σε νεαρά παιδιά.

Χωρική Ικανότητα

Η χωρική σκέψη περιλαμβάνει δύο βασικές κατηγορίες ικανοτήτων, τον χωρικό προσανατολισμό (spatial orientation) και την χωρική οπτικοποίηση (spatial visualization and imagery) (Cross et al., 2009, p. 180). Ο χωρικός προσανατολισμός αφορά την γνώση για τη θέση και την πλοήγηση στο χώρο ενώ η χωρική οπτικοποίηση την νοερή επεξεργασία των χωρικών πληροφοριών και του σχήματος όπως είναι η νοητική περιστροφή αντικειμένων, η αλλαγή προοπτικής κ.α. (Booth & Thomas 2000; NRC, 2006). Στην περίπτωση των νηπίων έχει δοθεί περισσότερη έμφαση στην χωρική οπτικοποίηση σε σχέση με τον χωρικό προσανατολισμό και τους χάρτες (Κων/πούλου & Φεσάκης, 2015). Αυτό συμβαίνει σε τέτοια έκταση που συχνά στη βιβλιογραφία ο όρος spatial ability χρησιμοποιείται ως ταυτόσημος του spatial visualization. Στην παρούσα έρευνα θέλουμε εξετάσουμε αν οι επιδόσεις των παιδιών στις δύο κατηγορίες ικανοτήτων της χωρικής σκέψης σχετίζονται μεταξύ τους. Για τον λόγο αυτό αναζητήθηκαν τεστ χωρικών δεξιοτήτων οπτικοποίησης ενώ για τον χωρικό προσανατολισμό θα χρησιμοποιηθεί κατάλληλο περιβάλλον προγραμματισμού Logo. Οι κατηγορίες των τεστ που χρησιμοποιήσαμε στην έρευνα περιλαμβάνουν αυτές που πρότειναν οι Linn & Peterson (1985) στη μετα-ανάλυση ερευνών που πραγματοποίησαν για τις διαφορές των φύλων στη χωρική ικανότητα και συγκεκριμένα α) **Χωρικής αντίληψης** (spatial perception), η ικανότητα του ατόμου να αναγνωρίζει τις χωρικές σχέσεις μεταξύ αυτού και του περιβάλλοντος που τον περικλείει, β) **Νοητικής περιστροφής** (mental rotation), η ικανότητα του ατόμου να μπορεί να φανταστεί ένα αντικείμενο περιστραμμένο στο τρισδιάστατο χώρο ή στο επίπεδο και γ) **Χωρικής οπτικοποίησης** (spatial visualization), αφορά σύνθετους και πολύπλοκους χειρισμούς της αναπαριστώμενης χωρικής πληροφορίας όπως π.χ. συνθέσεις αντικειμένων. Η υποκατηγορία αυτή έχει το ίδιο όνομα με την γενικότερη κατηγορία χωρικών δεξιοτήτων στο μοντέλο που υιοθετούμε στην εργασία (Spatial Thinking=Spatial Orientation + Spatial visualization and imagery) και αυτό οφείλεται στη γενικότερη διχογνωμία και ασάφεια που επικρατεί στους ερευνητές σχετικά με τη δομή της Χωρικής Σκέψης. Για να αποφύγουμε τη σύγχυση θα χρησιμοποιούμε τον όρο «βασική χωρική ικανότητα» (basic spatial ability ή spatial ability) ως συνώνυμο του όρου "spatial visualization and imagery" και θα δηλώνουμε τη συνισταμένη όλων των επιμέρους χωρικών δεξιοτήτων για τις οποίες επιλέξαμε τεστ εκτίμησης όπως αναφέρουμε στην παρούσα ενότητα. Χρησιμοποιήσαμε την κατηγορία τεστ "Αντίληψη διαφορετικών προοπτικών" (Prespective taking) και έχει να κάνει με την ικανότητα αντίληψης του χώρου από το άτομο από διαφορετικές οπτικές γωνίες από την ομαδοποίηση των Uttal et al. (2013). Τέλος χρησιμοποιήθηκε ειδικά κατασκευασμένο για τις ανάγκες της έρευνας λεκτικό τεστ χωρικών εννοιών επειδή η χωρική ικανότητα σχετίζεται με την ανάπτυξη της χωρικής ορολογίας (Clements & Sarama, 2009). Η αναζήτηση χωρικών δεξιοτήτων τεστ ειδικά για Νήπια που να είναι ανοικτά και να μπορούν να εφαρμοστούν από εκπαιδευτικούς χωρίς ειδικές άδειες ήταν μια επίπονη διαδικασία. Αρκετά βοηθητική πηγή ήταν ο δικτυακός τόπος http://spatiallearning.org/ του Spatial Intelligence and Learning Center (SILC). Στον Πίνακα 1 συνοψίζονται τα τεστ που χρησιμοποιήθηκαν στη παρούσα έρευνα για να εκτιμήσουν τη χωρική ικανότητα των νηπίων. Η λεπτομερής παρουσίαση τους δεν είναι εφικτή στην περιορισμένη έκταση του παρόντος άρθρου.

Πίνακας 1. Τεστ Χωρικών Ικανοτήτων

Κατηγορία	Τεστ	Αναφορά
Χωρική Αντίληψη	Water Level Test (**WLT**)	Inhelder & Piaget, 1958
	Diagrammatic Representations Test (**DRT**)	Frick & Newcombe, 2015
	Spatial Scaling Test (**SCT**)	Frick & Newcombe, 2012
Νοητική Περιστροφή	Mental Rotation Test (**MRT**)	Jansen & Heil 2010
Χωρική Αναπαράσταση	Mental Transformation Test (**MTT**)	Levine et al., 1999
	Paper Folding Test (**PFT**)	Harris et al., 2013
Διαφορετική Προοπτική	Perspective Taking Test (**PTT**)	Frick et al., 2014
Χωρική Γλώσσα	Spatial Language Test (**SLT**)	Cannon et al., 2007

Χωρική Ικανότητα και Προγραμματισμός στα Νήπια

Όσον αφορά τη σχέση του προγραμματισμού και της χωρικής σκέψης οι Jones & Burnett (2008) πραγματοποίησαν μια σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση από την οποία προκύπτει ότι οι δύο αυτές έννοιες αλληλοσυνδέονται στις έρευνες που αφορούσαν φοιτητές. Clements & Gullo (1984) που εξέτασαν τη σχέση αυτή σε μικρότερες ηλικίες, υποστήριξαν πως παιδιά ηλικίας 6 ετών που διδάχθηκαν προγραμματισμό μπόρεσαν να δώσουν σαφέστερες οδηγίες κατεύθυνσης σε σύγκριση με αυτά που δε διδάχθηκαν. Επίσης, οι Sprigle & Schaefer (1984) ισχυρίστηκαν πως αν και υπάρχει μια αδύναμη σχέση μεταξύ προγραμματισμού και χωρικής σκέψης σε παιδιά ηλικίας 3-4 ετών, η σχέση αυτή μπορεί να βελτιωθεί με την κατάλληλη εκπαίδευση. Η παρούσα έρευνα αποτελεί συνέχεια της μελέτης των Fessakis et al. (2013), στην οποία παιδιά ηλικίας 5-6 ετών προσπάθησαν να λύσουν προγραμματιστικά προβλήματα σε «Logo-like» περιβάλλον και μελετήθηκε α) το αν ήταν αναπτυξιακά κατάλληλες οι προγραμματιστικές δραστηριότητες που επιλέχθηκαν, β) το επίπεδο των επιδόσεων των λύσεων των νηπίων και γ) οι στρατηγικές που ακολουθήθηκαν. Τα ενθαρρυντικά αποτελέσματα που προέκυψαν οδήγησαν τους ερευνητές στο σχεδιασμό νέων δραστηριοτήτων στο ίδιο προγραμματιστικό περιβάλλον ώστε να μελετηθεί το αν υπάρχει αλληλεπίδραση μεταξύ της χωρικής οπτικοποίησης και της επίδοσης στις δραστηριότητες αυτές.

Μεθοδολογία και Ερευνητικές Συνθήκες

Στην έρευνα διερευνήθηκε η σχέση που έχουν βασικές χωρικές δεξιότητες (spatial abilities) με την ικανότητα προγραμματισμού Η/Υ από τα νήπια με αναπτυξιακά κατάλληλα περιβάλλοντα τύπου logo. Η διερεύνηση αυτή θα βοηθήσει στην κατανόηση της πιθανής σχέσης της χωρικής σκέψης με την υπολογιστική σκέψη (Fessakis, et. al. 2018) και ειδικότερα της πιο συνηθισμένης διάστασης της που είναι ο προγραμματισμός Η/Υ. Αν οι επιδόσεις των νηπίων παρουσιάζουν συστηματικά συσχέτιση με κάποιες από τις βασικές χωρικές δεξιότητες τότε η ενασχόληση των νηπίων με τον προγραμματισμό logo είναι πιθανό να επιδρά στη ανάπτυξη των συγκεκριμένων δεξιοτήτων. Αν δεν βρεθεί σημαντική συσχέτιση της επίδοσης των παιδιών στον προγραμματισμό με τις επιμέρους χωρικές δεξιότητες αυτό είναι πιθανό να σημαίνει ότι το περιβάλλον logo απαιτεί την εφαρμογή διακριτών συνιστωσών χωρικής σκέψης και τότε η σημασία του στην ανάπτυξη της χωρικής σκέψης των παιδιών ίσως είναι ακόμα πιο σημαντική. Αυτό είναι δυνατό να ερμηνευτεί αφού η ικανότητα χωρικού προσανατολισμού τόσο σε πραγματικό όσο και σε εικονικό περιβάλλον δεν απαιτεί απλά ανεπτυγμένες βασικές χωρικές ικανότητες αλλά σύνθετες δεξιότητες που περιλαμβάνουν την κατανόηση του πληροφοριών του χώρου, τη νοητική επεξεργασία και την ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών και πλοήγηση (Clements & Sarama,2009).

Οι ερευνητές υποθέτουν ότι επιμέρους βασικές χωρικές δεξιότητες δεν θα σχετίζονται συστηματικά με τις επιδόσεις στα προγραμματιστικά προβλήματα τύπου Logo και ότι ο προγραμματισμός επιτρέπει την καλλιέργεια των δεξιοτήτων χωρικού προσανατολισμού και πλοήγησης οι οποίες σε συνδυασμό με την χρήση του χάρτη μπορούν να ολοκληρώσουν περισσότερο την ανάπτυξη της χωρικής ικανότητας των νηπίων. Με βάση τα παραπάνω διατυπώθηκαν τα επόμενα ερευνητικά ερωτήματα:

Ε1. Υπάρχει στατιστικά σημαντική συσχέτιση ανάμεσα στις επιδόσεις των νηπίων σε τεστ βασικών χωρικών δεξιοτήτων (spatial perception, mental rotation, and spatial visualization) καθώς και του τεστ χωρικής γλώσσας με τις επιδόσεις τους σε προγραμματιστικά προβλήματα τύπου Logo;

Ε2. Επιδρά η ηλικία, το φύλο και η αλληλεπίδραση τους στην επίδοση των παιδιών του δείγματος στα τεστ και τα προβλήματα προγραμματισμού;

Συμμετέχοντες

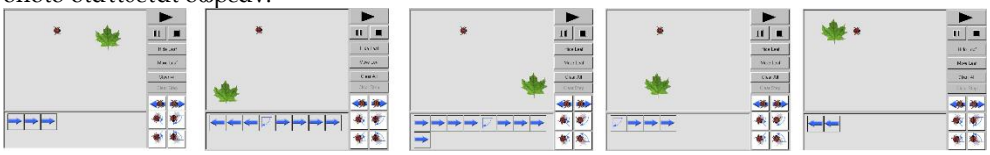
Στην έρευνα συμμετείχαν 21 παιδιά, 11 αγόρια (52,38%) και 10 κορίτσια (47,62%), που φοιτούσαν στο ολοήμερο τμήμα, δημόσιου Νηπιαγωγείου, στο διάστημα 1/2/2018-30/4/2018. Οι ηλικίες των παιδιών σε μήνες κυμαίνονταν από 55-74 μήνες (4:7 – 6:2 σε έτη:μήνες) με μέση τιμή 66.28 (5:6) και τυπική απόκλιση 4.85 μήνες. Στον πληθυσμό υπήρχαν 3 προνήπια (4:7, 5:0, 5:2) και 18 νήπια. Η Νηπιαγωγός του τμήματος, η οποία υλοποίησε και τις πειραματικές παρεμβάσεις, σε συνεννόηση με τους ερευνητές, είχε εργασθεί με τα νήπια στις χωρικές έννοιες μέσα από αναπτυξιακά κατάλληλες μαθησιακές δραστηριότητες συμβατές με το επίσημο πρόγραμμα σπουδών (Κωνσταντοπούλου & Φεσάκης, 2016).

Τεστ Χωρικής Ικανότητας

Στην παρούσα έρευνα χρησιμοποιήθηκαν 8 τεστ για να εξετάσουν τις επιδόσεις των μαθητών στις τέσσερις κατηγορίες της βασικών χωρικών δεξιοτήτων. Τα τεστ αυτά είτε είναι αυτούσια όπως έχουν παρουσιαστεί και μελετηθεί στη βιβλιογραφία είτε είναι επιμέρους κομμάτια αυτών. Μόνο το SLT έχει αναπτυχθεί από τους ερευνητές για της ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιώντας τους χωρικούς όρους όπως έχουν κατηγοριοποιηθεί στο Cannon et al. (2007). Βασικά κριτήρια επιλογής των τεστ ήταν η αναπτυξιακή καταλληλότητα, η ελεύθερη διάθεση τους και η δυνατότητα εφαρμογής από εκπαιδευτικό χωρίς ειδικές άδειες.

Προγραμματιστικές Δραστηριότητες

Το προγραμματιστικό περιβάλλον που χρησιμοποιήθηκε ήταν το LadyBug leaf (Σχήμα 1), το οποίο διατίθεται δωρεάν.



Σχήμα 1. Δραστηριότητες στο προγραμματιστικό περιβάλλον LadyBug leaf

Στο Σχήμα 1 φαίνονται τα πέντε προβλήματα P1-P5 που δόθηκαν στα νήπια. Από την εξέταση των προβλημάτων βλέπουμε ότι οι εμπλεκόμενες έννοιες περιλαμβάνουν: α) τις χωρικές έννοιες: *η νοητική περιστροφή, η απόκτηση διαφορετικής προοπτικής, υπολογισμό απόστασης (κλίμακα), η αντίληψη της θέσης και συνδυασμό όλων των παραπάνω*, β) τις μαθηματικές έννοιες: *αριθμός, απαρίθμηση, μήκος, μέτρηση, μικρότερο-μεγαλύτερο* και τις γ) τις προγραμματιστικές

έννοιες: *εντολή, πρόγραμμα, εκτέλεση προγράμματος, σφάλμα*. Για την επίλυση των προβλημάτων τα παιδιά ενεργοποιούν χωρικές δεξιότητες (*νοητική αντίληψη, περιστροφή* κλπ.), καθώς και δεξιότητες χάρτη και πλοήγησης (π.χ. *κλίμακα και εύρεσης διαδρομής*).

Διαδικασία

Τα παιδιά απαντούσαν ατομικά στα τεστ και στα προγραμματιστικά προβλήματα. Στην περίπτωση των τεστ η Νηπιαγωγός μοίραζε τα έντυπα και έδινε τις οδηγίες σε όλα τα παιδιά μαζί. Στα περισσότερα από αυτά τα παιδιά έπρεπε να κυκλώσουν τη σωστή απάντηση. Επίσης, παρείχε διευκρινήσεις σε κάθε παιδί που ζητούσε ή παρατηρούσε ότι δεν είχε κατανοήσει τις οδηγίες σύμφωνα με τις προδιαγραφές του τεστ. Τελευταία εργασία της έρευνας ήταν η λύση των προγραμματιστικών προβλημάτων ατομικά από κάθε παιδί. Αρχικά έγινε εφαρμογή του βιωματικού παιχνιδιού που χρησιμοποιήθηκε και στο Fessakis et al., 2013 ώστε τα παιδιά να νοηματοδοτήσουν τις συμβολικές αναπαραστάσεις των εντολών του προγραμματιστικού περιβάλλοντος καθώς και του σκοπού του μικρόκοσμου. Στη συνέχεια έγινε επίδειξη του προγραμματιστικού μικρόκοσμου στην ολομέλεια των παιδιών με την χρήση προβολέα. Ο μικρόκοσμος εγκαταστάθηκε σε Η/Υ της τάξης και τα παιδιά έλυναν ατομικά τις επόμενες μέρες με την συνοδεία δύο εθελοντριών φοιτητριών οι οποίες είχαν ενημερωθεί για την έρευνα. Λόγω της προετοιμασίας των παιδιών με το bee-bot και το βιωματικό παιχνίδι ήταν αναμενόμενο ότι η συντριπτική πλειοψηφία των παιδιών θα έλυνε τα προβλήματα αν αφηνόταν να πειραματίζεται και να δοκιμάζει με τις εντολές. Για το λόγο αυτό δόθηκε στα παιδιά η οδηγία να βρουν μια ολοκληρωμένη λύση από την αρχή και μετά να τη δοκιμάσουν στον Η/Υ. Αυτές οι αρχικές λύσεις των παιδιών είναι που αξιολογήθηκαν στο πλαίσιο της έρευνας.

Αποτελέσματα

Ανάλυση των επιδόσεων των παιδιών στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων

Οι βαθμολογίες των τεστ τυποποιήθηκαν στο διάστημα [0-1] ώστε να μπορούν να συγκριθούν ευκολότερα. Η τιμή κάθε τεστ εκφράζει το ποσοστό των ορθών απαντήσεων ενός νηπίου στο τεστ.

Πίνακας 2. Επιδόσεις των νηπίων στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων

Statistic	WLT	DRT	PTT	MRT	MTT	PFT	SCT	SLT
Mean	0.45	0.88	0.69	0.62	0.65	0.49	0.77	0.84
Standard deviation (n-1)	0.44	0.10	0.21	0.21	0.25	0.29	0.17	0.07

Από τα στοιχεία του Πίνακα 2 φαίνεται ότι τα νήπια δυσκολεύτηκαν περισσότερο στα WLT και PFT, ενώ μεγαλύτερες επιδόσεις είχαν γενικά στο DRT, SCT και SLT. Στα υπόλοιπα PTT, MRT, και MTT είχαν μέτριες επιδόσεις με μέσες τιμές 62%-69%. Στο WLT μάλιστα έχουν και μεγάλη τυπική απόκλιση 0.44 επιβεβαιώνοντας τις δυσκολίες που έχουν τα παιδιά στην διατήρηση της κατακόρυφης διεύθυνσης. Το PFT φαίνεται να προκαλεί μια λεπτομερή διαίρεση των παιδιών ανάλογα με την ικανότητα τους για νοερή επεξεργασία των σχημάτων (spatial visualization). Ειδικά το λεκτικό τεστ δείχνει κατανόηση μεγάλης ποικιλίας χωρικών όρων από τα περισσότερα παιδιά (το 50% έχει επιδόσεις 80%-90% ενώ το 75% των παιδιών έχει επίδοση >80%). Οι επιδόσεις στα τεστ WLT, DRT, MRT, MTT, PFT, SCT ακολουθούν την κανονική κατανομή σύμφωνα με το Kolmogorov-Smirnov test και τον έλεγχο X^2 όπου μπορούσε να εφαρμοστεί. Αντίθετα οι επιδόσεις στα PTT και SLT δεν ακολουθούν κανονική κατανομή.

Σχέση των επιδόσεων των χωρικών τεστ με ηλικία και φύλο

Το επόμενο ερώτημα που προκύπτει είναι αν τα αποτελέσματα στα τεστ σχετίζονται με το φύλο ή/και την ηλικία των παιδιών. Για τον ερώτημα αυτό υλοποιήθηκε α) έλεγχος συσχέτισης και β) ανάλυση της διακύμανσης με τη μέθοδο MANCOVA χωρίς στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε καμιά περίπτωση.

Ανάλυση των επιδόσεων των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα

Οι λύσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα P1-P5 βαθμολογήθηκαν στην κλίμακα 0-100 και τυποποιήθηκαν στο διάστημα [0-1] ώστε να μπορούν να συγκριθούν ευκολότερα.

Πίνακας 3. Σύνοψη των επιδόσεων των νηπίων στα προγραμματιστικά προβλήματα

Statistic	P1	P2	P3	P4	P5
Mean	0.80	0.74	0.77	0.58	0.48
Standard deviation (n-1)	0.25	0.24	0.15	0.26	0.36

Οι επιδόσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα ακολουθούν την κανονική κατανομή σύμφωνα με το κριτήριο Kolmogorov-Smirnov με εξαίρεση το πρόβλημα P4 για το οποίο δεν επιβεβαιώνεται η υπόθεση. Παρατηρώντας τη μέση τιμή (Mean) των επιδόσεων των παιδιών σε κάθε πρόβλημα παρατηρούμε ότι με εξαίρεση το P2 οι τιμές τις μειώνονται με τον αριθμό του προβλήματος. Πράγματι εφαρμόζοντας τον έλεγχο Kruskal-Wallis$_{P1,P2,P3,P4,P5}$(DF=4, N=21)=16.44, p=0.0025<0.5 άρα οι κατανομές των τιμών των επιδόσεων στα P1-P5 διαφέρουν σημαντικά. Το γεγονός ενισχύει την υπόθεση των ερευνητών ότι τα προβλήματα είχαν αυξανόμενη δυσκολία.

Σχέση των επιδόσεων στα προβλήματα με ηλικία και φύλο

Για το ερώτημα αυτό υλοποιήθηκε α) έλεγχος συσχέτισης και β) ανάλυση της διακύμανσης με τη μέθοδο MANCOVA χωρίς στατιστικά σημαντικό αποτέλεσμα σε καμιά περίπτωση. Η ανεξαρτησία είναι αναμενόμενη και λόγω της εκπαιδευτικής προετοιμασίας των νηπίων.

Σχέση των επιδόσεων στα προβλήματα και στα τεστ των χωρικών δεξιοτήτων

Κεντρικό ερώτημα στην έρευνα είναι αν οι επιδόσεις των παιδιών στα προγραμματιστικά προβλήματα σχετίζονται με τις επιδόσεις τους στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων και αν οι τελευταίες μπορούν να ερμηνεύσουν τις πρώτες. Για τον έλεγχο χρησιμοποιηθηκε ο συντελεστής συσχέτισης r του Pearson και η πολυμεταβλητή ανάλυση συνδιασποράς MANCOVA. Από την ανάλυση του συντελεστή συσχέτισης r_P (πίνακας 4) προέκυψαν δύο περιπτώσεις στατιστικά σημαντικών συσχετίσεων μεταξύ του DRT και του P3 όπως και μεταξύ του SCT και του P1. Η σποραδικότητα των συσχετίσεων τις καθιστά όμως μη αξιολογήσιμες σημασιολογικά. Η ερμηνεία των επιδόσεων στον προγραμματισμό από τις επιμέρους δεξιότητες θα σήμαινε πιο σταθερή ανίχνευση της εξάρτησης.

Πίνακας 4. Συντελεστές συσχέτισης r_o των τεστ χωρικών δεξιοτήτων με τα προγραμματιστικά περιβάλλοντα

Variables	P1	P2	P3	P4	P5
WLT	-0.04	0.34	0.19	0.01	0.03
DRT	-0.01	0.08	**0.52***	-0.17	0.15
PTT	-0.06	0.29	0.37	-0.36	0.31
MRT	0.28	-0.01	0.18	0.11	0.09
MTT	0.23	0.00	0.15	-0.13	-0.25

PFT	-0.01	-0.38	0.11	-0.07	-0.08
SCT	**0.57***	0.06	0.38	0.23	-0.11
SLT	0.19	0.34	-0.28	0.01	0.18
WLT	-0.04	0.34	0.19	0.01	0.03

* Περιπτώσεις συσχέτισης στατιστικά σημαντικές με επίπεδο α=0.05

Από την ανάλυση MANCOVA προκύπτει ότι στατιστικά σημαντική συσχέτιση και αντίστοιχο ερμηνευτικό μοντέλο έχουμε μόνο στην περίπτωση του P3 (Pr>F, p=0.003). Μάλιστα η ερμηνευόμενη διακύμανση είναι αρκετά υψηλή 69%. Η συσχέτιση αυτή δεν φαίνεται να μπορεί να καταρρίψει την υπόθεση ότι οι επιδόσεις των νηπίων του δείγματος στα προγραμματιστικά προβλήματα δεν συσχετίζονται συστηματικά με τις επιδόσεις τους στα τεστ χωρικών δεξιοτήτων επειδή ακριβώς θα έπρεπε να εμφανίζεται πιο συστηματικά.

Σύνοψη-συμπεράσματα

Η μελέτη των αποτελεσμάτων έδωσε αρνητική απάντηση και στα δύο ερωτήματα. Οι επιδόσεις των νηπίων του δείγματος στα προγραμματιστικά προβλήματα, στο συγκεκριμένο περιβάλλον προγραμματισμού τύπου Logo, παρόλο που αφορούν και απαιτούν χωρική σκέψη (χωρικό προσανατολισμό) δεν σχετίζονται ούτε μπορούν να ερμηνευθούν από τις επιδόσεις τους στα τεστ βασικών χωρικών δεξιοτήτων (χωρική οπτικοποίηση). Οι επιδόσεις στα προβλήματα Logo δείχνουν πως οι δραστηριότητες αυτές αποτελούν τεκμηριωμένα έναν αναπτυξιακά κατάλληλο τρόπο να αναπτύσσουμε στα Νήπια συνδυαστικά την χωρική, τη μαθηματική και την υπολογιστική σκέψη. Ο τρόπος αυτός είναι επιπλέον ουδέτερος φύλου και αφορά εξίσου τα αγόρια και τα κορίτσια. Τα αποτελέσματα της έρευνας συμβαδίζουν με αυτά των Sprigle & Schaefer (1984), οι οποί δεν βρήκαν σημαντική συσχέτιση μεταξύ των βασικών χωρικών δεξιοτήτων και προγραμματισμού σε παιδιά ηλικίας 3-4 ετών.

Διδακτική συνέπεια των παραπάνω είναι ότι η ενασχόληση με τη Logo μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εισαγωγική δραστηριότητα για την ενασχόληση με τους χάρτες, η οποία απαιτεί συνδυασμό σύνθετων χαρακτηριστικών της χωρικής σκέψης προσανατολισμού και ανάπτυξη κατάλληλων στρατηγικών. Τέλος, ως περιοριστικοί παράγοντες της έρευνας καταγράφονται το μικρό σχετικά δείγμα, η υποκειμενική ως ένα βαθμό βαθμολόγηση των λύσεων των παιδιών καθώς και η εφαρμογή των τεστ από μη έμπειρους επιστήμονες.

Αναφορές

Booth, R., & Thomas, M. (2000). Visualization in mathematics learning: Arithmetic problem-solving and student difficulties. Journal of mathematical behavior, 18(2), 169-190.

Cannon, J., Levine, S., & Huttenlocher, J. (2007). A system for analyzing children and caregivers' language about space in structured and unstructured contexts. Spatial Intelligence and Learning Center (SILC) technical report.

Clements, D. H., & Gullo, D. F. (1984). Effects of computer programming on young children's cognition. Journal of Educational Psychology, 76(6), 1051–1058.

Clements, D., & Sarama, J. (2003). Strip mining for gold: research and policy in educational technology – a response to "fool's gold". AACE Journal. ISSN: 1551-3696, 11(1). ISSN:1551-3696, 7–69, Association for the Advancement of Computing in Education, Norfolk, VA, USA. Referenced from. http://dl.aace.org/12683.

Clements, D. H., & Sarama, J. (2009). Learning and teaching early math — The learning trajectories approach. Routledge: New York.

Cross, C. T., Woods, T. A., Schweingruber, H. A., & NRC (U.S.) (Eds.). (2009). *Mathematics learning in early childhood: paths toward excellence and equity*. Washington, DC: National Academies Press.

Elkin, M., Sullivan, A., & Bers, M. U.. (2014). Implementing a robotics curriculum in an early childhood Montessori classroom. Journal of Information Technology Education: Inn. in Practice, 13, 153-169.

Fessakis, G., Gouli, E., & Mavroudi, E. (2013). Problem solving by 5–6 years old kindergarten children in a computer programming environment: A case study. Computers & Education, 63, 87–97. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.016

Fessakis, G., Komis, V., Mavroudi, E., Prantsoudi, S. (2018). Exploring the scope and the conceptualization of Computational Thinking at the K-12 classroom level curriculum, In M. S. Khine (Ed.) (2018). Computational Thinking in the STEM Disciplines: Foundations and Research Highlights. Switzerland: Springer

Frick, A. & Newcombe, N. S. (2012). Getting the big picture: Development of spatial scaling abilities. Cognitive Development, 27, 270-282. doi: 10.1016/j.cogdev.2012.05.004

Frick, A, Möhring, W. and Newcombe, N. S. (2014). Picturing Perspectives: Development of Perspective-Taking Abilities in 4- to 8-Year-Olds. Frontiers in Psychology,. 5, 386. DOI: 10.3389/fpsyg.2014.00386

Frick, A. & Newcombe, N. S. (2015) Young Children's Perception of Diagrammatic Representations, Spatial Cognition & Computation, 15:4, 227-245, DOI:10.1080/13875868.2015.1046988.

Harris, J., Newcombe, N. S., & Hirsh-Pasek, K. (2013). A new twist on studying the development of dynamic spatial transformations: Mental paper folding in young children. Mind, Brain, and Education, 7(1), 49–55. doi:10.1111/mbe.12007

Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. In Proceedings of the 38th ACM SIGCSE'07 (pp. 195–196). New York: ACM Press.

Jansen, P. and Heil, M. (2010) The relation between motor development and mental rotation ability in 5- to 6-year-old children. Int. J. Dev. Sci. 4, 67-75

Inhelder, B., & Piaget, J. (1958). The growth of logical thinking from childhood to adolescence.NY: Basic.

Jones, S., & Burnett, G. (2008). Spatial ability and learning to program. Human Technology: An Interdisciplinary Journal on Humans in ICT Environments, 4, 47–61

Linn, M. C., & Peterson, A. C. (1985). Emergence and characterization of gender differencesin spatial abilities: A meta-analysis. Child Development, 56, 1479–1498.

Levine, S. C., Huttenlocher, J., Taylor, A. & Langrock, A. (1999). Early sex differences in spatial skill. Developmental Psychology, 35, 940-949.

National Academy of Sciences (2006). Learning to Think Spatially: GIS as a Support System in the K-12 Curriculum. Washington DC: The National Academies Press.

Newcombe, N. S., & Frick, A. (2010). Early education for spatial intelligence: Why, what, and how. Mind, Brain, and Education, 4(3), 102–111.

Papert, S. (1991). Mindstorms: Children, computers and powerful ideas. Athens: Odysseas Publications

Stief, M., & Uttal, D. (2015). How much can spatial training improve STEM achievement? Educational Psychology Review, 27(4), 607–615.

Sprigle, J. E., & Schaefer, L. (1984). Age, gender, and spatial knowledge influences on preschoolers' computer programming ability. Early Childhood Development and Care,14, 243-250.

Uttal, D. H., & Cohen, C. A. (2012). Spatial abilities and STEM education: When, why, and how. Psychology of Learning and Motivation, 57, 147–182

Uttal DH, Meadow NG, Tipton E, Hand LL, Alden AR, et al. 2013. The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. Psychol. Bull. 139:352–402

Κωνσταντοπούλου, Αν., Φεσάκης, Γ. (2015). Σχεδιασμός μαθησιακών δραστηριοτήτων για έννοιες χάρτη με ΤΠΕ για παιδιά προσχολικής και πρώτη σχολικής ηλικίας, στο Β. Δαγδιλέλης, κ.α. (επιμ.), Πρακτικά Εργασιών 4ου Συνεδρίου της ΕΤΠΕ, Θεσσαλονίκη, 30/10 – 1/1/2015