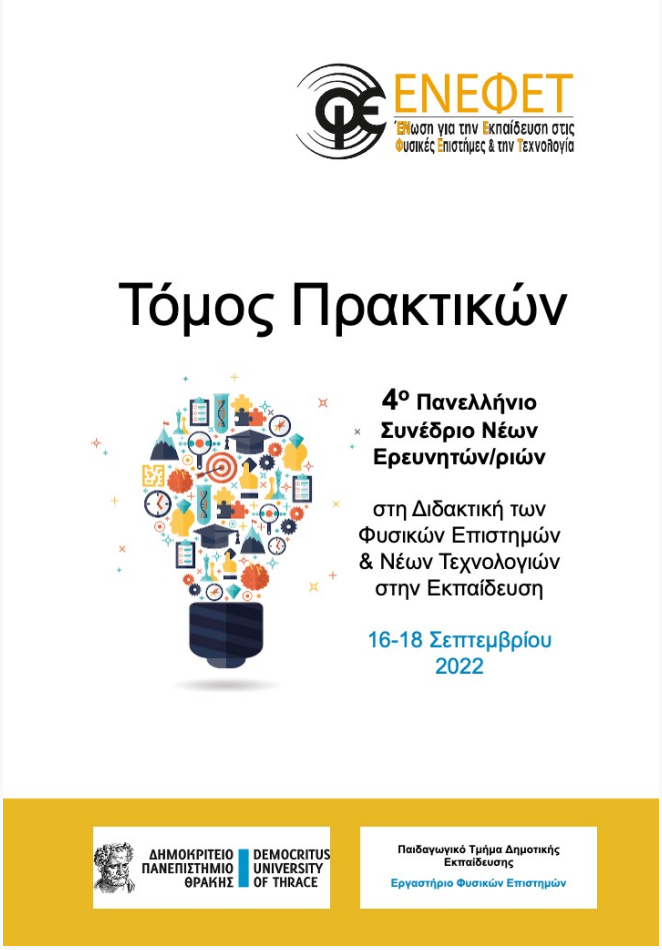
ePublishing
ΕΘΝΙΚΟ ΚΕΝΤΡΟ ΤΕΚΜΗΡΙΩΣΗΣ
NATIONAL DOCUMENTATION CENTRE

Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών/τριών στη Διδακτική των Φυσικών Επιστημών και Νέων Τεχνολογιών στην Εκπαίδευση

(2024)

4ο Πανελλήνιο Συνέδριο Νέων Ερευνητών και Ερευνητριών



Συνεργατική Συνοχή Ομάδων Συνεργατικής Μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Χρήστος Χρυσανθόπουλος, Πηνελόπη Παπαδοπούλου, Αλεξάνδρα Μπεκιάρη, Γεώργιος Μαλανδράκης

doi: 10.12681/nrcodiste.5979

https://epublishing.ekt.gr | **e-Εκδότης:** ΕΚΤ | **Πρόσβαση:** 07/12/2025 11:32:48

Συνεργατική Συνοχή Ομάδων Συνεργατικής Μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση

Χρήστος Χρυσανθόπουλος[1], Πηνελόπη Παπαδοπούλου[2], Αλεξάνδρα Μπεκιάρη[3], Γεώργιος Μαλανδράκης[4]

[1]Υποψήφιος Διδάκτορας, [2]Καθηγήτρια, [3]Αναπληρώτρια Καθηγήτρια, [4]Επίκουρος Καθηγητής

[1,2] Παιδαγωγικό Τμήμα Νηπιαγωγών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας,

[3]Τμήμα Επιστήμης Φυσικής Αγωγής και Αθλητισμού, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας,

[4]Παιδαγωγικό Τμήμα Δημοτικής Εκπαίδευσης, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Περίληψη

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα διδακτορικής διατριβής η οποία επικεντρώνεται στην μελέτη της συνεργατικής μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) με ανάλυση κοινωνικών δικτύων (ΑΚΔ). Προκειμένου να διερευνηθεί η συνεργατική συνοχή ομάδων συνεργατικής μάθησης στην ΠΕ, ομάδες μαθητών που επισκέπτονται Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ), συμπληρώνουν, πριν και μετά το Πρόγραμμα Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΠΕ), ερωτηματολόγια καταγραφής ενδο-ομαδικών αλληλεπιδράσεων συνεργατικών σχέσεων. Από τις απαντήσεις των μαθητών, με την μεθοδολογία της ΑΚΔ, δημιουργούνται δίκτυα συνεργατικών σχέσεων ανά ομάδα, υπολογίζονται δικτυακοί δείκτες συνοχής των αλληλεπιδράσεων ανά δίκτυο και ομάδα, η ανάλυση των οποίων δείχνει αύξηση της συνεργατικής συνοχής των ομάδων μετά το ΠΠΕ.

Abstract

This paper is part of a PhD thesis which focuses on the study of Cooperative Learning in Environmental Education (EE) using social network analysis (SNA). In order to investigate the cooperative cohesion of cooperative learning groups in EE, groups of students visiting an Environmental Education Center (EEC), fill in, before and after the Environmental Education Program (EEP), questionnaires recording intra-group interactions of cooperative relations. From the answers of the students, with the methodology of the SNA, networks of cooperative relations are created per group, network cohesion indices of the interactions per network and group are calculated, the analysis of which shows an increase in the cooperative cohesion of the groups after the EEP.

Λέξεις κλειδιά: Συνεργατική Συνοχή, Συνεργατική Μάθηση, Περιβαλλοντική Εκπαίδευση, Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων

Key words: Cooperative Cohesion, Cooperative Learning, Environmental Education, Social Network Analysis

1. Εισαγωγή

Η παρούσα εργασία αποτελεί τμήμα διδακτορικής διατριβής η οποία επικεντρώνεται στην μελέτη της συνεργατικής μάθησης στην Περιβαλλοντική Εκπαίδευση (ΠΕ) με Ανάλυση Κοινωνικών Δικτύων (ΑΚΔ). Η συνεργατική μάθηση αναφέρεται σε μεθόδους διδασκαλίας στις οποίες οι μαθητές συνεργάζονται σε μικρές ομάδες για την ολοκλήρωση ομαδικών εργασιών και την επιτυχία κοινών στόχων βοηθώντας ο ένας τον άλλον να μάθουν (Slavin, 2014). Η ΑΚΔ είναι μέθοδος διερεύνησης των κοινωνικών δομών, η οποία στηρίζεται στη θεωρία δικτύων, θεωρώντας τις κοινωνικές δομές ως συστήματα, και τις σχέσεις που αναπτύσσονται στο εσωτερικό τους ως δίκτυα αλληλεπιδράσεων των μελών τους (Otte & Rousseau, 2002˙ Wang & Li, 2008). Η συνοχή αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της

συνεργασίας των ομάδων συνεργατικής μάθησης η οποία επηρεάζει την συνεργατική τους απόδοση (Strijbos et al., 2004˙ Wang & Li, 2008). Αφορά την διαμόρφωση των αλληλεπιδράσεων των μελών μιας συνεργατικής ομάδας ώστε η ομάδα να διασυνδέεται με τέτοιον τρόπο που να καθίσταται ενωμένη και λειτουργική ως συνεργατικό σύστημα μάθησης (Altebarmakian & Alterman, 2019˙ Gašević et al., 2019˙ Reffay & Chanier, 2003). Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της συνοχής της συνεργασίας σε μαθητικές ομάδες πριν και μετά την υλοποίηση Προγράμματος Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΠΠΕ). Κατά την συνεργατική μάθηση οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών των ομάδων οδηγούν στην παραγωγή ομαδικής γνώσης η οποία με τη σειρά της μέσω των αλληλεπιδράσεων διαχέεται στα μέλη της ομάδας (Altebarmakian & Alterman, 2019). Στην παρούσα εργασία προκειμένου να μελετηθεί η συνεργατική συνοχή ομάδων συνεργατικής μάθησης στο πλαίσιο υλοποίησης ΠΠΕ εξετάζεται η συνοχή των αλληλεπιδράσεων δύο χαρακτηριστικών συνεργατικών σχέσεων συνεργατικής μάθησης οι οποίες αναπτύσσονται κατά την υλοποίηση ΠΠΕ, της επικοινωνίας και της περιβαλλοντικής πληροφόρησης μεταξύ των μαθητών κάθε ομάδας. Η συνοχή των αλληλεπιδράσεων μελετάται με την μέθοδο Ανάλυσης Κοινωνικών Δικτύων (ΑΚΔ), η οποία είναι μία μέθοδος ανάλυσης των αλληλεπιδράσεων μεταξύ των συμμετεχόντων (Wang & Li, 2008), με την δημιουργία κατευθυνόμενων δικτύων για κάθε συνεργατική σχέση. Ένα κατευθυνόμενο δίκτυο αλληλεπιδράσεων μιας συνεργατικής σχέσης μιας συνεργατικής ομάδας αποτελείται από τα μέλη της ομάδας, τις εξερχόμενες αλληλεπιδράσεις που αποστέλλει κάθε μέλος της ομάδας προς τα άλλα μέλη, και τις εισερχόμενες αλληλεπιδράσεις που λαμβάνει κάθε μέλος από τα άλλα μέλη (Vargas et al., 2018). Για την εκτίμηση της συνοχής χρησιμοποιούνται δικτυακοί δείκτες συνοχής, η συνεκτίμηση των οποίων μπορεί να μας δώσει μία εικόνα της συνοχής των δικτύων ως προς τις εξερχόμενες αλληλεπιδράσεις, τις εισερχόμενες αλληλεπιδράσεις και τις συνολικές αλληλεπιδράσεις των συνεργατικών σχέσεων και συνεπώς της συνεργατικής συνοχής των ομάδων συνεργατικής μάθησης για κάθε συνεργατική σχέση (Hernandez & Uddameri, 2016˙ Saqr et al., 2018˙ Wang & Li, 2008). Στα κατευθυνόμενα συνεργατικά δίκτυα οι εξερχόμενες αλληλεπιδράσεις μεταξύ των μελών ενός δικτύου αντικατοπτρίζουν την συνεργατική συνεισφορά των μελών, από πλευράς δραστηριότητας και προσπάθειας που καταβάλλουν, για την ανάπτυξη της σχέσης που αποτυπώνει το δίκτυο, οι εισερχόμενες αλληλεπιδράσεις αντικατοπτρίζουν την συνεργατική συνεισφορά των μελών ως προς την λειτουργία της σχέσης αυτής, και ο συνολικός αριθμός των αλληλεπιδράσεων εκφράζει την συνολική συνεργατική συνεισφορά των μελών ως προς την ανάπτυξη και λειτουργία της σχέσης αυτής (Saqr & Alamro, 2019˙ Saqr et al., 2018).

Στην παρούσα εργασία εξετάζονται τα εξής ερωτήματα: 1) Πως διαμορφώνεται η συνεργατική συνοχή των ομάδων συνεργατικής μάθησης μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ συγκριτικά με την συνοχή τους πριν την υλοποίηση του ΠΠΕ ως προς τις σχέσεις επικοινωνίας και περιβαλλοντικής πληροφόρησης. 2) Με βάση την διαμόρφωση της συνεργατικής συνοχής μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ συγκριτικά με την συνοχή πριν την υλοποίηση του ΠΠΕ, τι συμπεράσματα συνάγονται για την επίδραση της συνεργατικής μάθησης στο πλαίσιο του ΠΠΕ στην συνεργατική συμπεριφορά των ομάδων ως προς τις σχέσεις επικοινωνίας και περιβαλλοντικής πληροφόρησης;

2. Μεθοδολογία

Στην έρευνα συμμετείχαν 74 μαθητές δύο Γυμνασίων οι οποίοι τοποθετούμενοι σε 10 ομάδες των 7-8 ατόμων υλοποίησαν μονοήμερο ΠΠΕ σε Κέντρο Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης (ΚΠΕ).

Οι μαθητές, πριν το ΠΠΕ , κλήθηκαν με ερωτηματολόγιο να απαντήσουν στα εξής δύο δικτυακά ερωτήματα: 1) «Υπάρχουν στην ομάδα σου άτομα με τα οποία έχεις καλή επικοινωνία εντός ή εκτός σχολείου;» 2) «Υπάρχουν στην ομάδα σου άτομα που θα ρωτούσες τη γνώμη τους αν είχες απορίες σχετικά με το περιβάλλον;» Και μετά το ΠΠΕ στα εξής δύο αντίστοιχα δικτυακά ερωτήματα: 1) «Υπάρχουν στην ομάδα σου άτομα με τα οποία σήμερα εδώ είχες καλή επικοινωνία;» 2) «Υπάρχουν στην ομάδα σου άτομα τα οποία τώρα θα

ρωτούσες τη γνώμη τους αν είχες απορίες σχετικά με το περιβάλλον;» Από τις απαντήσεις στα παραπάνω ερωτήματα δημιουργήθηκαν δύο τύποι κατευθυνόμενων δικτύων, το δίκτυο της «Επικοινωνίας» και το δίκτυο της «Περιβαλλοντικής Πληροφόρησης», τα οποία αναπαριστούν τις αλληλεπιδράσεις δύο βασικών συνεργατικών σχέσεων συνεργατικής μάθησης που λαμβάνουν χώρα στο πλαίσιο υλοποίησης του ΠΠΕ, της επικοινωνίας και της περιβαλλοντικής πληροφόρησης μεταξύ των μαθητών κάθε συνεργατικής ομάδας.

Προκειμένου να μελετηθεί η συνοχή των αλληλεπιδράσεων των περιβαλλοντικών ομάδων ως προς τις παραπάνω συνεργατικές σχέσεις, για κάθε τύπο δικτύου κάθε ομάδας υπολογίστηκαν και αναλύθηκαν, πριν και μετά το ΠΠΕ, οι εξής δείκτες συνοχής:

1) Δείκτες πυκνότητας: α) Πυκνότητα (Density) (D). Είναι ένα μέτρο του βαθμού στον οποίον τα μέλη ενός δικτύου μιας ομάδας τείνουν να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Dado & Bodemer, 2017˙ Dou & Zwolak, 2019˙ Lee & Bonk, 2016). β) Συντελεστής Ομαδοποίησης (Clustering Coefficient) (CC). Είναι ένα μέτρο του βαθμού στον οποίον τα μέλη μιας ομάδας τείνουν να ομαδοποιούνται, στο πλαίσιο του δικτύου σε υποομάδες, αλληλεπιδρώντας μεταξύ τους σχηματίζοντας δικτυακές κλίκες. Όσο ποιο μεγάλος είναι ο δείκτης αυτός τόσο πιο εύρωστο και ανθεκτικό είναι ένα δίκτυο λόγω της υψηλής εναλλακτικής συνδεσιμότητας που του προσδίδουν τα πλέγματα αλληλεπιδράσεων των κλικών (Saqr & Alamro, 2019˙ Saqr et al., 2018˙ Saqr et al., 2019˙ Saqr et al., 2020˙ Traxler et al., 2018).

2) Δείκτες συγκέντρωσης: α) Η Συγκέντρωση Έσω Βαθμών (In-Degree Centralization) (IDC) αποτυπώνει την κατανομή των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών ενός δικτύου. β) η Συγκέντρωση Έξω Βαθμών (Out-Degree Centralization) (ODC) αποτυπώνει την κατανομή των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών ενός δικτύου και γ) η Συνολική Συγκέντρωση Βαθμών (Total-Degree-Centralization) (TDC) αποτυπώνει την συνολική κατανομή των εισερχόμενων και εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων μεταξύ των μελών ενός δικτύου (Hernandez & Uddameri, 2016˙ Mameli et al., 2015˙ Saqr et al., 2020).

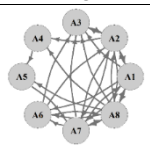
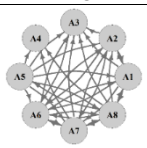
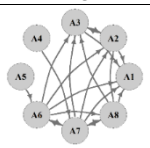
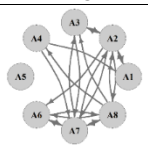
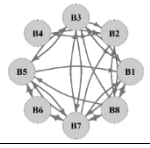
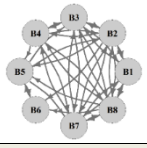
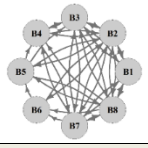
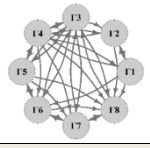
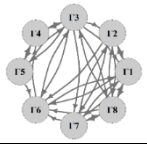
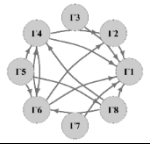
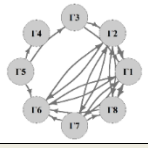
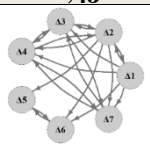
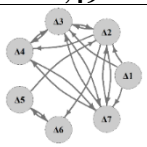
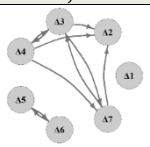
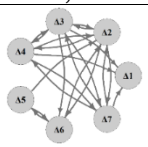
Και οι πέντε δείκτες παίρνουν τιμές από 0 έως 1. Όσο οι δείκτες πυκνότητας τείνουν προς το 1 τόσο ο αριθμός των αλληλεπιδράσεων τείνει προς το μέγιστο δυνατό ενώ όσο οι δείκτες συγκέντρωσης τείνουν προς το 0 τόσο οι αλληλεπιδράσεις τείνουν να κατανέμονται ομοιόμορφα μεταξύ των μαθητών. Η συνοχή εκτιμάται συναρτήσει του βαθμού της πυκνότητας και του βαθμού ομοιομορφίας της κατανομής των αλληλεπιδράσεων. Τα δίκτυα τείνουν προς την μέγιστη συνοχή όσο οι δείκτες πυκνότητας αυξάνονται, τείνοντας προς το μέγιστο (1) και οι δείκτες συγκέντρωσης μειώνονται, τείνοντας προς το ελάχιστο (0), όπου όλα τα μέλη του δικτύου τείνουν να αλληλεπιδρούν με όλα ομοιόμορφα. (Hernandez & Uddameri, 2016˙ Saqr et al., 2020). Τα δίκτυα με υψηλές τιμές δεικτών συγκέντρωσης χαρακτηρίζονται από συγκέντρωση των αλληλεπιδράσεων σε ένα ή λίγα μέλη με συνέπεια να είναι ευάλωτα στην απομάκρυνση των μελών αυτών (Saqr et al., 2020). Υπό το πρίσμα της συνεκτίμησης των παραπάνω δεικτών συνοχής, η συνοχή διακρίνεται ως συνοχή των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων που εκτιμάται από την σχέση των δεικτών πυκνότητας (D, CC) προς τον δείκτη συγκέντρωσης ODC, ως συνοχή των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων που εκτιμάται από την σχέση των δεικτών πυκνότητας (D, CC) προς τον δείκτη συγκέντρωσης IDC, και ως συνολική συνοχή των αλληλεπιδράσεων που εκτιμάται από την σχέση των δεικτών πυκνότητας (D, CC) προς τον δείκτη συγκέντρωσης TDC.

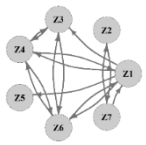
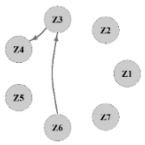
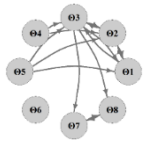
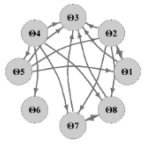
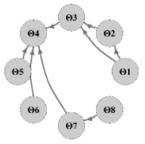
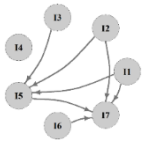
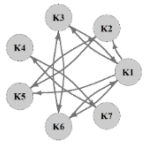
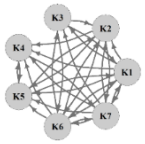
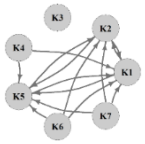
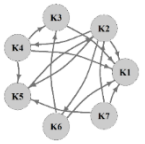
Για την ανάλυση των δεδομένων, πριν και μετά το ΠΠΕ, α) δημιουργήθηκαν και απεικονίστηκαν τα δίκτυα ανά ομάδα και τύπο δικτύου και υπολογίστηκαν οι τιμές των δεικτών συνοχής για καθένα απ' αυτά (Πίνακας 1), β) υπολογίστηκαν και αναπαραστάθηκαν σε διαγράμματα (Σχήμα 1) οι μέσοι όροι των δεικτών, η ποσοστιαία μεταβολή τους και η στατιστική σημαντικότητά της με το Wilcoxon signed-rank test, για κάθε τύπο δικτύου. Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με την γλώσσα ανάλυσης δεδομένων R στο λογισμικό RStudio.

3. Αποτελέσματα

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της απεικόνισης των δικτύων και των τιμών των δεικτών συνοχής των αλληλεπιδράσεων, ανά ομάδα και ανά τύπο δικτύου. Από την οπτική σύγκριση της απεικόνισης των δικτύων κάθε ομάδας και την αριθμητική σύγκριση των αντίστοιχων τιμών των δεικτών συνοχής πριν και μετά την υλοποίηση ΠΠΕ παρατηρούμε ότι και στους δύο τύπους δικτύων των περισσότερων ομάδων, μετά το ΠΠΕ, α) οι αλληλεπιδράσεις απεικονίζονται να πυκνώνουν και να κατανέμονται πιο ομοιόμορφα μεταξύ των μελών των δικτύων, β) οι τιμές των δεικτών πυκνότητας (D, CC) αυξάνονται και οι τιμές των δεικτών συγκέντρωσης (TDC, IDC, ODC) είτε μειώνονται είτε αυξάνονται, λιγότερο όμως απ' ότι αυξάνεται το άθροισμα των δεικτών της πυκνότητας. Δεδομένου ότι όσο αυξάνεται η σχέση των δεικτών πυκνότητας προς τους δείκτες συγκέντρωσης των αλληλεπιδράσεων τόσο αυξάνεται η συνοχή, οι παραπάνω παρατηρήσεις υποδηλώνουν αύξηση τόσο της συνοχής των εισερχόμενων και εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων όσο και της συνολικής συνοχής των αλληλεπιδράσεων και στους δύο τύπους δικτύων των περισσότερων ομάδων μετά το ΠΠΕ.

Πίνακας 1: Απεικονίσεις δικτύων και τιμές των δεικτών συνοχής, ανά τύπο δικτύων και ανά ομάδα, πριν και μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ. Με γκρι φόντο επισημαίνονται οι τιμές των δεικτών που υποδηλώνουν μεγαλύτερη συνοχή (οι μεγαλύτερες για τους δείκτες πυκνότητας και οι μικρότερες για τους δείκτες συγκέντρωσης) μεταξύ των τιμών πριν και μετά την υλοποίηση ΠΠΕ.

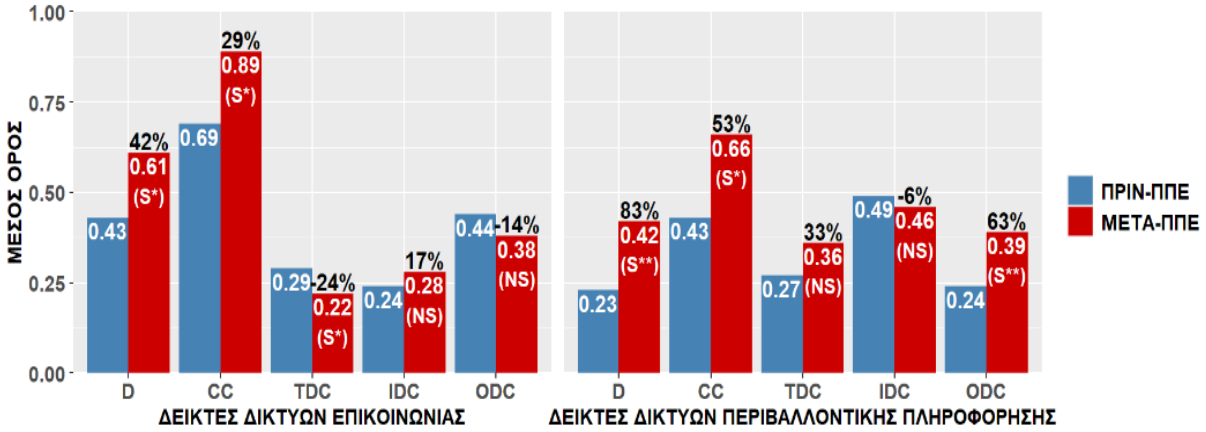
ΔΙΚΤΥΑ ΑΝΑ ΟΜΑΔΑ			ΔΙΚΤΥΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ		ΔΙΚΤΥΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ	
			ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΠΕ	ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΠΕ	ΠΡΙΝ ΤΟ ΠΠΕ	ΜΕΤΑ ΤΟ ΠΠΕ
ΟΜΑΔΑ Α	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,50	0,61	0,36	0,38
		CC	0,80	0,93	0,67	0,50
		TDC	0,38	0,24	0,29	0,36
		IDC	0,25	0,29	0,41	0,39
		ODC	0,57	0,45	0,41	0,39
ΟΜΑΔΑ Β	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,48	0,68	0,34	0,68
		CC	0,68	0,87	0,54	0,81
		TDC	0,41	0,33	0,21	0,43
		IDC	0,27	0,20	0,43	0,37
		ODC	0,43	0,37	0,27	0,37
ΟΜΑΔΑ Γ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,61	0,57	0,27	0,39
		CC	0,84	0,91	0,57	0,54
		TDC	0,24	0,29	0,21	0,33
		IDC	0,45	0,33	0,67	0,37
		ODC	0,45	0,49	0,18	0,20
ΟΜΑΔΑ Δ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,50	0,43	0,24	0,50
		CC	0,84	0,87	0,57	0,78
		TDC	0,35	0,33	0,25	0,35
		IDC	0,19	0,28	0,31	0,39
		ODC	0,58	0,28	0,31	0,39

ΟΜΑΔΑ Ε	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,55	0,74	0,19	0,38
		CC	0,84	0,95	0,48	0,74
		TDC	0,17	0,13	0,20	0,40
		IDC	0,14	0,11	0,17	0,53
		ODC	0,53	0,31	0,36	0,72
ΟΜΑΔΑ Ζ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,36	0,55	0,05	0,50
		CC	0,47	0,92	0,00	0,88
		TDC	0,32	0,28	0,17	0,35
		IDC	0,17	0,33	0,14	0,39
		ODC	0,36	0,53	0,14	0,58
ΟΜΑΔΑ Η	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,36	0,93	0,21	0,50
		CC	0,57	1,00	0,41	0,69
		TDC	0,08	0,10	0,40	0,35
		IDC	0,36	0,08	0,72	0,39
		ODC	0,36	0,08	0,33	0,39
ΟΜΑΔΑ Θ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,27	0,32	0,11	0,14
		CC	0,75	0,62	0,00	0,29
		TDC	0,41	0,14	0,43	0,19
		IDC	0,35	0,61	0,86	0,49
		ODC	0,35	0,45	0,04	0,16
ΟΜΑΔΑ Ι	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,38	0,60	0,17	0,38
		CC	0,48	0,89	0,38	0,81
		TDC	0,28	0,22	0,23	0,63
		IDC	0,14	0,47	0,58	0,72
		ODC	0,33	0,47	0,19	0,33
ΟΜΑΔΑ Κ	ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗ					
	ΔΕΙΚΤΕΣ	D	0,29	0,71	0,33	0,33
		CC	0,62	0,92	0,72	0,60
		TDC	0,30	0,17	0,35	0,23
		IDC	0,06	0,14	0,58	0,58
		ODC	0,44	0,33	0,19	0,39

Στο διάγραμμα του Σχήματος 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα από τον υπολογισμό των μέσων τιμών των δεικτών συνοχής των δικτύων επικοινωνίας και περιβαλλοντικής πληροφόρησης των ομάδων, της ποσοστιαίας μεταβολής τους και της στατιστικής

σημαντικότητάς της, πριν και μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ. Από τη σύγκριση των ποσοστών μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών συνοχής, πριν και μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ, για κάθε τύπο δικτύου παρατηρούμε τα εξής ως προς την μεταβολή της μέσης συνοχή του:

Ως προς τα δίκτυα επικοινωνίας: Η μέση πυκνότητα (D) και ο μέσος συντελεστής ομαδοποίησης (CC) αυξάνονται, στατιστικά σημαντικά κατά 42% (S*), (από 0,43 σε 0,61) και 29% (S*), (από 0,69 σε 0,89) αντίστοιχα. Συνεπώς ως προς τους δείκτες αυτούς η μέση συνοχή αυξάνεται σε ποσοστό 42% και 29% αντίστοιχα. Η μέση συγκέντρωση (TDC) μειώνεται, στατιστικά σημαντικά, κατά 24% (S*) (από 0,29 σε 0,22). Συνεπώς ως προς τον δείκτη αυτόν η μέση συνοχή αυξάνεται σε ποσοστό 24%. Η μέση συγκέντρωση (IDC) αυξάνεται, όχι στατιστικά σημαντικά, κατά 17 % (NS) (από 0,29 σε 0,22) και η μέση συγκέντρωση (ODC) μειώνεται, όχι στατιστικά σημαντικά, κατά 14% (NS) (από 0,44 σε 0,38). Επειδή οι μέσες τιμές των δεικτών αυτών δεν μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά, το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής ως προς τους δείκτες αυτούς λογίζεται ως μηδενικό.



Σχήμα 1: Οι μέσοι όροι των δεικτών των δικτύων Ε και ΠΠ, η ποσοστιαία μεταβολή τους και η στατιστική σημαντικότητά της [S**: Significant ($P \leq .01$), S*: Significant ($P \leq .05$), NS: Non Significant ($P > .05$)] πριν και μετά το ΠΠΕ.

Από την συνεκτίμηση της μεταβολής των μέσων τιμών των παραπάνω δεικτών συνοχής ως προς τα δίκτυα επικοινωνίας έχουμε τα εξής: Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και ODC. Συνεπώς η μέση συνοχή των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (42+29+0)/3=24%. Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και IDC. Συνεπώς η μέση συνοχή των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (42+29+0)/3=24%. Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνολικής συνοχής των αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και TDC. Συνεπώς η μέση συνολική συνοχή των αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (42+29+24)/3=32%.

Ως προς τα δίκτυα περιβαλλοντικής πληροφόρησης: Η μέση πυκνότητα (D) και ο μέσος συντελεστής ομαδοποίησης (CC) αυξάνονται, στατιστικά σημαντικά κατά 83% (S*), (από 0,23 σε 0,42) και 53% (S*), (από 0,43 σε 0,66) αντίστοιχα. Συνεπώς ως προς τους δείκτες αυτούς η μέση συνοχή αυξάνεται σε ποσοστό 83% και 53% αντίστοιχα. Η μέση συγκέντρωση (TDC) αυξάνεται, όχι στατιστικά σημαντικά, κατά 33 % (NS) (από 0,49 σε 0,46) και η μέση συγκέντρωση (IDC) μειώνεται, όχι στατιστικά σημαντικά, κατά 6% (NS) (από 0,44 σε 0,38). Επειδή οι μέσες τιμές των δεικτών αυτών δεν μεταβάλλονται στατιστικά σημαντικά, το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής ως προς τους δείκτες αυτούς λογίζεται ως μηδενικό. Η μέση συγκέντρωση (ODC) αυξάνεται, στατιστικά σημαντικά, κατά 63% (S*) (από 0,24 σε 0,39). Συνεπώς ως προς τον δείκτη αυτόν η μέση συνοχή μειώνεται σε ποσοστό 63%.

Από την συνεκτίμηση της μεταβολής των μέσων τιμών των παραπάνω δεικτών συνοχής ως προς τα δίκτυα περιβαλλοντικής πληροφόρησης έχουμε τα εξής: Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και ODC. Συνεπώς η μέση συνοχή των εξερχόμενων αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (83+53-63)/3=24%. Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνοχής των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και IDC. Συνεπώς η μέση συνοχή των εισερχόμενων αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (83+53+0)/3=45%. Το ποσοστό μεταβολής της μέσης συνολικής συνοχής των αλληλεπιδράσεων υπολογίζεται από τον μέσο όρο των ποσοστού μεταβολής των μέσων τιμών των δεικτών D, CC και TDC. Συνεπώς η μέση συνολική συνοχή των αλληλεπιδράσεων, μετά το ΠΠΕ, αυξάνεται σε ποσοστό (83+53+0)/3=45%.

4. Συμπεράσματα

Η μέση συνεργατική συνοχή των ομάδων ως προς τις εξερχόμενες αλληλεπιδράσεις, μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ, αυξάνεται και στους δύο τύπους συνεργατικών σχέσεων στο ίδιο ποσοστό. Που σημαίνει ότι οι εξερχόμενες αλληλεπιδράσεις των ομάδων αυξάνονται και κατανέμονται πιο ομοιόμορφα μεταξύ των μελών, και στον ίδιο βαθμό στις σχέσεις επικοινωνίας και περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι στα κατευθυνόμενα δίκτυα συνεργατικών σχέσεων οι εξερχόμενες δικτυακές αλληλεπιδράσεις μιας συνεργατικής σχέσης μεταξύ των μελών μιας ομάδας αντικατοπτρίζουν την συνεργατική συνεισφορά των μελών, από πλευράς δραστηριότητας και προσπάθειας που καταβάλλουν, για την ανάπτυξη της σχέσης αυτής (Saqr & Alamro, 2019˙ Saqr et al., 2018), συνάγεται ότι υπό την επίδραση της συνεργατικής μάθησης κατά την υλοποίηση του ΠΠΕ, οι ομάδες τείνουν να γίνονται πιο αποτελεσματικά συνεργατικές ως προς την ανάπτυξη των συνεργατικών σχέσεων επικοινωνίας και περιβαλλοντικής πληροφόρησης.

Η μέση συνεργατική συνοχή των ομάδων ως προς τις εισερχόμενες αλληλεπιδράσεις, μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ, αυξάνεται και στους δύο τύπους συνεργατικών σχέσεων, περισσότερο όμως στις σχέσεις της περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Που σημαίνει ότι οι εισερχόμενες αλληλεπιδράσεις των ομάδων αυξάνονται και κατανέμονται πιο ομοιόμορφα μεταξύ των μελών στις σχέσεις της επικοινωνίας και περισσότερο στις σχέσεις περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Με βάση τα παραπάνω και δεδομένου ότι στα κατευθυνόμενα δίκτυα συνεργατικών σχέσεων οι εισερχόμενες δικτυακές αλληλεπιδράσεις μιας συνεργατικής σχέσης μεταξύ των μελών μιας ομάδας αντικατοπτρίζουν την συνεργατική συνεισφορά των μελών ως προς την λειτουργία της σχέσης αυτής (Saqr & Alamro, 2019˙ Saqr et al., 2018), συνάγεται ότι υπό την επίδραση της συνεργατικής μάθησης κατά την υλοποίηση του ΠΠΕ, οι ομάδες τείνουν να γίνονται πιο αποτελεσματικά συνεργατικές ως προς την λειτουργία των συνεργατικών σχέσεων της επικοινωνίας και περισσότερο της περιβαλλοντικής πληροφόρησης.

Η μέση συνολική συνεργατική συνοχή των ομάδων ως προς τις συνολικές αλληλεπιδράσεις, μετά την υλοποίηση του ΠΠΕ, αυξάνεται και στους δύο τύπων συνεργατικών σχέσεων, περισσότερο όμως στις σχέσεις της περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Που σημαίνει ότι οι αλληλεπιδράσεις των ομάδων αυξάνονται και κατανέμονται πιο ομοιόμορφα μεταξύ των μελών, περισσότερο όμως στις σχέσεις περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Το οποίο αποτελεί ένδειξη ότι, υπό την επίδραση της συνεργατικής μάθησης κατά την υλοποίηση του ΠΠΕ, οι ομάδες τείνουν να γίνονται πιο αποτελεσματικά συνεργατικές, ως προς την ανάπτυξη και λειτουργία, των συνεργατικών σχέσεων της επικοινωνίας και της περιβαλλοντικής πληροφόρησης. Ιδίως όμως της περιβαλλοντικής πληροφόρησης, η οποία εμφανίζεται ως αναδυόμενη συνεργατική σχέση στο πλαίσιο της συνεργατικής μάθησης στην περιβαλλοντική εκπαίδευση.

5. Βιβλιογραφία

Altebarmakian, M., & Alterman, R. (2019). Cohesion in online environments. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning, 14*(4), 443–465. https://doi.org/10.1007/s11412-019-09309-y

Dado, M., & Bodemer, D. (2017). A review of methodological applications of social network analysis in computer-supported collaborative learning. *Educational Research Review, 22,* 159–180. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.08.005

Dou, R., & Zwolak, J. P. (2019). Practitioner's guide to social network analysis: Examining physics anxiety in an active-learning setting. *Physical Review Physics Education Research, 15*(2), 20105. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.15.020105

Gašević, D., Joksimović, S., Eagan, B. R., & Shaffer, D. W. (2019). SENS: Network analytics to combine social and cognitive perspectives of collaborative learning. *Computers in Human Behavior, 92*, 562–577. https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.07.003

Hernandez, E. A., & Uddameri, V. (2016). Heard it through the Grapevine - Social Network Analysis of a Hydrology Class. *Journal of Contemporary Water Research & Education, 158*(1), 85–97. https://doi.org/10.1111/j.1936-704x.2016.03221.x

Lee, J., & Bonk, C. J. (2016). Social network analysis of peer relationships and online interactions in a blended class using blogs. *Internet and Higher Education, 28,* 35–44. https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.09.001

Mameli, C., Mazzoni, E., & Molinari, L. (2015). Patterns of discursive interactions in primary classrooms: an application of social network analysis. *Research Papers in Education, 30*(5), 546–566. https://doi.org/10.1080/02671522.2015.1027727

Otte, E., & Rousseau, R. (2002). Social network analysis: A powerful strategy, also for the information sciences. *Journal of Information Science, 28*(6), 441–453. https://doi.org/10.1177/016555150202800601

Reffay, C., & Chanier, T. (2003). How Social Network Analysis can help to Measure Cohesion in Collaborative Distance-Learning. Στο: B. Wasson, S. Ludvigsen, U. Hoppe (επιμ.) *Designing for Change in Networked Learning Environments. Computer-Supported Collaborative Learning, τομ. 2*, σ. 343–352. Springer, Dordrecht. https://doi.org/10.1007/978-94-017-0195-2_42

Saqr, M., & Alamro, A. (2019). The role of social network analysis as a learning analytics tool in online problem based learning. *BMC Medical Education, 19*(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s12909-019-1599-6

Saqr, M., Fors, U., Tedre, M., & Nouri, J. (2018). How social network analysis can be used to monitor online collaborative learning and guide an informed intervention. *PLoS ONE, 13*(3), 1–22. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194777

Saqr, M., Nouri, J., & Jormanainen, I. (2019). A Learning Analytics Study of the Effect of Group Size on Social Dynamics and Performance in Online Collaborative Learning. Στο M. Scheffel, J. Broisin, V. Pammer-Schindler, A. Ioannou, J. Schneider (Επιμ.) *Transforming Learning with Meaningful Technologies. EC-TEL 2019. Lecture Notes in Computer Science, vol 11722,* 466–479. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29736-7_35

Saqr, M., Nouri, J., Vartiainen, H., & Tedre, M. (2020). Robustness and rich clubs in collaborative learning groups: a learning analytics study using network science. *Scientific Reports, 10*(1), 1–16. https://doi.org/10.1038/s41598-020-71483-z

Slavin, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work? *Annals of Psychology, 30*(3), 785–791. https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201

Strijbos, J. W., Martens, R. L., Jochems, W. M. G., & Broers, N. J. (2004). The Effect of Functional Roles on Group Efficiency: Using Multilevel Modeling and Content Analysis to Investigate Computer-Supported Collaboration in Small Groups. *Small Group Research, 35*(2), 195–229. https://doi.org/10.1177/1046496403260843

Traxler, A., Gavrin, A., & Lindell, R. (2018). Networks identify productive forum discussions. *Physical Review Physics Education Research, 14*(2), 20107. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020107

Vargas, D. L., Bridgeman, A. M., Schmidt, D. R., Kohl, P. B., Wilcox, B. R., & Carr, L. D. (2018). Correlation between student collaboration network centrality and academic performance. *Physical Review Physics Education Research, 14*(2), 20112. https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.14.020112

Wang, Y., & Li, X. (2008). An exploration of social network analysis on cohesion in online collaborative learning. Στο *Proceedings of 2008 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education, ITME 2008*, 224–229. https://doi.org/10.1109/ITME.2008.4743858