Ε Θ Ν Ι Κ Ο Μ Ε Τ Σ Ο Β Ι Ο Π Ο Λ Υ Τ Ε Χ Ν Ε Ι Ο
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΜΕΤΑΛΛΕΙΩΝ - ΜΕΤΑΛΛΟΥΡΓΩΝ
Τομέας Μεταλλευτικής

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΑΠΟ ΤΗ ΜΕΤΑΛΛΕΥΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΣΑΦΩΝ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Μεσσάρης Γεράσιμος

Επιβλέπουσα: Μ. Μενεγάκη
Αναπλ. Καθηγήτρια ΕΜΠ

Αθήνα, 2018

« Plaudite, amici, comedia finita est! »

μτφρ: «Χειροκροτήστε, φίλοι, η κωμωδία τελείωσε!»

~ Οκταβιανός Αύγουστος, 63 π.Χ-14 μ.Χ.

(τα τελευταία λόγια του)

Στον (και για τον) πατέρα μου, Νικόλαο Μεσσάρη…

Περίληψη

Οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες (ΑΓΧ) έχουν χρησιμοποιηθεί σε ένα πλήθος εφαρμογών για τη μελέτη της δομής και της συμπεριφοράς σύνθετων συστημάτων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιείται η εν λόγω μέθοδος, για πρώτη φορά, στην καταγραφή και διερεύνηση των παραγόντων που επιδρούν στην υποκειμενική όχληση που προκαλείται από τις επιπτώσεις των υπαίθριων μεταλλευτικών έργων στο τοπίο. Για τις ανάγκες της έρευνας χρησιμοποιήθηκε μια ομάδα οκτώ ειδικών επί του αντικειμένου προκειμένου να δημιουργηθεί το εννοιολογικό μοντέλο του συστήματος «μεταλλεία – τοπίο - κοινωνία».

Αρχικά δημιουργήθηκαν οκτώ ατομικοί ΑΓΧ, που αναλύθηκαν στη βάση δεικτών της Θεωρίας Γράφων. Οι ατομικοί ΑΓΧ παρουσίασαν αρκετά κοινά στοιχεία, αναδεικνύοντας ως πιο κομβικούς παράγοντες που σχετίζονται με το κοινωνικοοικονομικό προφίλ της περιβάλλουσας περιοχής, τα χαρακτηριστικά της εκμετάλλευσης και τα στοιχεία του τοπίου. Με βάση διεθνώς αποδεκτές αρχές κατασκευάστηκε ακολούθως ο συλλογικός ΑΓΧ, συνδυάζοντας τους οκτώ ατομικούς ΑΓΧ, ο οποίος συνέβαλε στην καλύτερη κατανόηση του συστήματος μέσω δυναμικής ανάλυσης με μεθόδους προσομοίωσης.

Συμπερασματικά, το μεθοδολογικό πλαίσιο των ΑΓΧ αποτελεί ένα ιδιαίτερα χρήσιμο «εργαλείο» για την καταγραφή των παραγόντων που επιδρούν στο σύστημα «μεταλλεία - τοπίο - κοινωνία», καθώς και στην ποσοτικοποίηση των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων. Επιπρόσθετα, η δυναμική ανάλυση των ΑΓΧ επιτρέπει την αναγνώριση των πλέων κρίσιμων παραμέτρων και της επίδρασής τους στις μεταβολές της ισορροπίας του συστήματος. Υπό αυτό το πρίσμα, οι ΑΓΧ μπορούν να συμβάλλουν σημαντικά και πολλαπλά στην εκτίμηση των επιπτώσεων της μεταλλευτικής στο τοπίο. Ωστόσο, με δεδομένο ότι η συγκεκριμένη ερευνητική προσπάθεια αποτελεί ένα πρώτο, σε διεθνές επίπεδο, βήμα σε αυτό το πεδίο, απαιτείται συστηματική έρευνα στο μέλλον με μεγαλύτερες – διεπιστημονικές – ομάδες ειδικών, καθώς και μη ειδικών από ομάδες ενδιαφερομένων (stakeholders) που επιδρούν στις διαδικασίες λήψης αποφάσεων για μεταλλευτικά έργα.

Abstract

Fuzzy Cognitive Mapping (FCM) is a popular method used towards studying the structure and behaviour of complex systems in a wide range of applications. This paper presents the first application of FCM in exploring factors affecting the perceived nuisance caused by the impact of mining projects on the landscape. To this end, a team of experts in mining and landscape engineering was recruited to develop the conceptual model of the "mining-landscape-society" system.

The individual Fuzzy Cognitive Maps (FCMs) were not significantly different among the experts, as regards the graph theory indices, and the most central concepts reported were related to the socioeconomic profile of the surrounding area, the characteristics of the mining project, and the characteristics of the landscape. The construction and analysis of the collective FCM offered further insights into the understanding of the system and allowed the analysis of its concepts by means of dynamic model inference.

The FCM framework proved to be helpful in identifying and quantifying the factors interacting in the "mining-landscape-society" system and offered the ability to study the role and significance of central concepts in the overall system behaviour. In this sense, it is claimed that FCMs could significantly improve the domain of visual impact assessment related to mining activity. Nevertheless, much work remains to be done in order to improve the model and produce more reliable maps. Future efforts should be built on larger groups of experts from different disciplines as well as on non-experts who influence environmental decision-making.

Πρόλογος

Μία από τις σημαντικότερες, από αρχαιοτάτων ακόμη χρόνων, δραστηριότητες του ανθρώπου υπήρξε η μεταλλευτική. Έπαιξε σπουδαίο ρόλο στη μετάβαση του ανθρώπου από την πρωτόγονη κατάσταση στο σύγχρονο πολιτισμό, του οποίου οι ανάγκες απαιτούν, πια, την παραγωγή ορυκτών πρώτων υλών. Εντούτοις, η μεταλλευτική ελλοχεύει και αρνητικές επιπτώσεις στο φυσικό περιβάλλον. Μια από τις σημαντικότερες, έτσι όπως εξελίσσεται τα τελευταία χρόνια, είναι και η οπτική ρύπανση του τοπίου.

Σε κείμενό του μάλιστα ο Gagen (1992) αναφέρει χαρακτηριστικά πως *«η σύγχρονη μεταλλευτική δραστηριότητα είναι ικανή να μεταβάλλει το φυσικό τοπίο περισσότερο από οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα σε καιρό ειρήνης»*. Ενώ παρεμφερείς απόψεις για τη σημασία των επιπτώσεων της μεταλλευτικής στο τοπίο εκφράζονται κι από άλλους ειδικούς, όπως ο MacDonell (1997) που υποστηρίζει ότι οι επιπτώσεις στο τοπίο επιδρούν δυσμενώς στην εικόνα που σχηματίζει το κοινωνικό σύνολο για την εξορυκτική βιομηχανία, ή οι Έλληνες . Διότι η εν λόγω διαδικασία δεν είναι απαραίτητα επικίνδυνη ή ασύμφορη περιβαλλοντικά και η όποια «ζημιά» είναι δυνατόν να ελεγχθεί, ώστε τελικά να περιοριστεί σημαντικά ή ακόμη και να αναστραφεί.

Οι Καλιαμπάκος & Δαμίγος (1998a) και Μενεγάκη (2003) αναφέρουν αντίστοιχα ότι *«η σημασία των επιπτώσεων στο τοπίο είναι αναγνωρισμένη από το σύνολο του μεταλλευτικού κλάδου και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της σύγχρονης περιβαλλοντικής νομοθεσίας»* αλλά και ότι παράλληλα *«η έρευνα στο συγκεκριμένο πεδίο είναι μέχρι σήμερα περιορισμένη, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με το ενδιαφέρον που εμφανίζεται για αυτό, με αποτέλεσμα κάθε μια περίπτωση να αντιμετωπίζεται ad hoc»*. Και τούτο, διότι υπάρχει μια σειρά από δυσκολίες στην εκτίμηση των επιπτώσεων στο τοπίο, οι κυριότερες από τις οποίες είναι:

Δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα κοινά αποδεκτές μεθοδολογίες, οι οποίες να μπορούν να εκτιμήσουν με αντικειμενικό τρόπο το μέγεθος των μεταβολών που επιφέρει μια εκμετάλλευση στο τοπίο.

Μολονότι η σύγχρονη περιβαλλοντική νομοθεσία απαιτεί την προστασία του τοπίου σε ισότιμη βάση με τους υπόλοιπους φυσικούς πόρους, δεν υπάρχουν σαφώς προσδιορισμένα και γενικά αποδεκτά κριτήρια και μεθοδολογίες εκτίμησης, όπως συμβαίνει π.χ. με την ποιότητα του αέρα, του πόσιμου νερού, κ.λπ.

Η αισθητική αλλοίωση του τοπίου εντάσσεται στην κατηγορία των προβλημάτων «ευζωίας». Κατά συνέπεια, είναι εξαιρετικά δύσκολο να οριστεί ένα αποδεκτό επίπεδο «ρύπανσης» του τοπίου. (Μενεγάκη, 2003)

Οι δυσκολίες αυτές αποτελούν τροχοπέδη στην εξεύρεση αποτελεσματικών και κοινά αποδεκτών λύσεων. Ορισμένες, όμως, βασικές παράμετροι του προβλήματος πιέζουν προς αυτή την κατεύθυνση, ήτοι:

- τα ειδικά χαρακτηριστικά του μεταλλευτικού κλάδου, τα οποία αποκτούν βαρύτητα για το πρόβλημα, ιδιαίτερα στις αναπτυγμένες χώρες
- το διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για το τοπίο, απόρροια και της γενικότερης περιβαλλοντικής αφύπνισης των τελευταίων δεκαετιών
- οι αναγνωρισμένες πλέον κοινωνικο-οικονομικές συνιστώσες του προβλήματος της οπτικής ρύπανσης, οι οποίες σε αρκετές περιπτώσεις οδήγησαν στην άρση της λειτουργίας των εκμεταλλεύσεων. (Μενεγάκη, 2003)

Με βάση τα παραπάνω, η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στη μελέτη των παραγόντων (τεχνικών, οικονομικών, κοινωνικών, περιβαλλοντικών, χαρακτηριστικών του τοπίου κ.λπ.) που επηρεάζουν το βαθμό όχλησης του κοινωνικού συνόλου από τις επιπτώσεις επιφανειακών εκμεταλλεύσεων στο τοπίο, με τη χρήση Ασαφών Γνωστικών Χαρτών (ΑΓΧ).

Στις επόμενες ενότητες του κεφαλαίου, παρουσιάζονται οι βασικές έννοιες για την ανάλυση τοπίου (Κεφάλαιο 1), το θεωρητικό υπόβαθρο που απαιτείται για την κατανόηση του τρόπου λειτουργίας της μεθοδολογίας των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών (Κεφάλαιο 2), ενώ στη συνέχεια περιγράφεται αναλυτικά και η ίδια η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε, με τα αποτελέσματά της (Κεφάλαιο 3).

Η αποπεράτωση του σκοπού της παρούσας εργασίας οφείλεται κατά τον μεγαλύτερο βαθμό στην απεριόριστη συμπαράσταση, τόσο πρακτικά και επί το έργον, όσο και ψυχολογικά της επιβλέπουσας καθηγήτριάς μου Μ.Μενεγάκη και στην αμέριστη βοήθεια και πίεση, όπου χρειάστηκε, του επίσης πολύτιμου καθηγητή μου Δ.Δαμίγου, τους οποίους και νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω ξεχωριστά και πάνω απ' όλους για την εμπιστοσύνη και την υπομονή τους.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ και σε όλους τους ειδικούς που συμμετείχαν στην έρευνα και με περίσσεια προθυμία με βοήθησαν σε αυτό μου το έργο.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1 **Τοπίο και Μεταλλευτική** 1

1.1. Κύρια Χαρακτηριστικά του Τοπίου 3

1.1.1. Ταξινόμηση του Τοπίου 3

1.1.2. Κυρίαρχα Οπτικά Στοιχεία του Τοπίου 4

1.1.3. Βασικοί και Μεταβλητοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου ... 7

1.2. Τοπίο και Περιβαλλοντική Νομοθεσία 8

Κεφάλαιο 2 **Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες** 10

2.1. Ασαφής Λογική 10

2.2. Γνωστικοί Χάρτες 14

2.2.1. Η Μορφή των Γνωστικών Χαρτών 15

2.2.2. Μέθοδος Κατασκευής ενός Γνωστικού Χάρτη 17

2.2.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Μεθόδου 18

2.3. Γενικά για τους Ασαφείς Γνωστικούς Χάρτες 20

2.4. Ανάπτυξη Βασικών Εννοιών 23

2.5. Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες και Θεωρία Γράφων 26

2.6. Εφαρμογές και Αδυναμίες των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών 29

Κεφάλαιο 3 **Εφαρμογή των ΑΓΧ ως προς τους παράγοντες που επηρεάζουν την οπτική ρύπανση μιας επιφανειακής εκμετάλλευσης** 31

3.1. Μεθοδολογία της Έρευνας 31

3.2. Ατομικοί και Συλλογικός ΑΓΧ 35

3.3. Δυναμική Ανάλυση του Συλλογικού ΑΓΧ 59

Κεφάλαιο 4 **Συμπεράσματα** 67

Βιβλιογραφία 69

Κεφάλαιο 1

Τοπίο και Μεταλλευτική

Με τον όρο «οπτική ρύπανση» συνήθως εννοούμε την αισθητική υποβάθμιση του τοπίου. Τι εννοούμε όμως με τη λέξη «τοπίο» και τι με τη λέξη «αισθητική»;

Το τοπίο θεωρείται ως οικοσύστημα, αντικείμενο μελέτης και γνώσης, οπτική εικόνα, βιούμενος χώρος, μέσο ικανοποίησης των ανθρώπινων αναγκών, κ.λπ. χωρίς να έχει προκύψει μια αποδεκτή μεθοδολογία και γλώσσα προσέγγισης μεταξύ των διάφορων ερευνητών, οι οποίοι καταλήγουν να χρησιμοποιούν τον όρο ανάλογα με τις προσωπικές εμπειρίες, τις γνώσεις και τον κλάδο της επιστήμης με τον οποίο ασχολούνται. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Σύμβαση του τοπίου ««Τοπίο» σημαίνει μία περιοχή, όπως γίνεται αντιληπτή από ανθρώπους, του οποίου ο χαρακτήρας είναι το αποτέλεσμα της δράσης και αλληλεπίδρασης των φυσικών και/ ή ανθρώπινων παραγόντων». Συχνά όμως, ο ορισμός "ποιότητα του τοπίου" (landscape quality) περιλαμβάνει ένα πλήθος περιβαλλοντικών - οικολογικών, κοινωνικών - πολιτιστικών και ψυχολογικών παραγόντων.

Η πληθώρα των ορισμών και αντιλήψεων που έχει να επιδείξει η διεθνής βιβλιογραφία ανάγεται ουσιαστικά σε δύο τρόπους μελέτης του χώρου που περιβάλλει και περικλείει τα τοπία τα οποία προκαλούν το ενδιαφέρον:

- σε αυτόν που έχει ως κέντρο αναφοράς τον άνθρωπο, δηλαδή μελετά τον τρόπο με τον οποίο οι άνθρωποι αντιλαμβάνονται το τοπίο και συνιστά την υποκειμενική προσέγγιση του τοπίου, και
- σε αυτόν που θεωρεί το χώρο ως αντικείμενο επιστημονικής παρατήρησης, δηλαδή ασχολείται με τη γνώση του φυσικού

περιβάλλοντος και των μετρήσιμων παραγόντων του και συνιστά την αντικειμενική προσέγγιση του τοπίου. (Μενεγάκη, 2003)

Το τοπίο όμως δεν είναι ούτε οικοσύστημα, ούτε οπτική εικόνα, ούτε βιούμενος χώρος μόνο, αλλά ένα ενιαίο σύνολο, αποτέλεσμα αλληλεπίδρασης και αλληλεξάρτησης πολλών επιμέρους παραγόντων που δεν μπορούν να εξετασθούν ανεξάρτητα. Πράγματι, σε ένα δεδομένο χώρο, υπάρχει μια οικολογική πραγματικότητα με διάφορο βαθμό εξέλιξης, ισορροπίας και ανθρώπινης επέμβασης που μπορεί να αναλυθεί αντικειμενικά και η οποία προσφέρει στον παρατηρητή μια εικόνα με συγκεκριμένα οπτικά χαρακτηριστικά. Με το χώρο αυτό οι άνθρωποι διατηρούν ποικίλες σχέσεις και με τις επεμβάσεις του μεταβάλλουν σε διάφορο βαθμό τη δομή του οικοσυστήματος και την εξωτερική του εμφάνιση, πέρα από τις μεταβολές που επιφέρει η φυσική εξέλιξη του οικοσυστήματος και τα ακραία φυσικά φαινόμενα. Την πραγματικότητα αυτή ο κάθε παρατηρητής (κάτοικος, περαστικός, μελετητής κ.λπ.) θα την αντιληφθεί διαφορετικά και θα εντυπωσιαστεί κατά διαφορετικό τρόπο από το σύνολο ή από τα επιμέρους στοιχεία ανάλογα με τις γνώσεις, τις εμπειρίες, το κοινωνικό και πολιτιστικό του επίπεδο και το είδος των σχέσεων που διατηρεί με το χώρο αυτό (Μενεγάκη, 2003). Κάτω από τη θεώρηση αυτή το τοπίο θα μπορούσε να ορισθεί ως «το οικοσύστημα μιας περιοχής - κλίμα, έδαφος, πέτρωμα, φυσιογραφία, χλωρίδα, πανίδα και οι δυναμικές τους σχέσεις - επηρεασμένο σε ποικίλο βαθμό από τις ανθρώπινες δραστηριότητες και τα φυσικά φαινόμενα, η εξωτερική εμφάνιση του οποίου γίνεται αντιληπτή συνολικά ή αποσπασματικά και κατά διαφορετικό τρόπο από τον άνθρωπο ανάλογα με το κοινωνικό - πολιτιστικό του επίπεδο» (Μπρόφας, 1989).

Μια έννοια, ακόμη, που έχει προβληματίσει διαχρονικά και που πλέον έχει αναχθεί σε επιστήμη, είναι η αισθητική. Πρόκειται για ένα φιλοσοφικό κλάδο που ασχολείται με την τέχνη επιδιώκοντας να προσδιορίσει το κάλλος, την ουσία, το χαρακτήρα και τις σχέσεις του με τις άλλες ανθρώπινες δραστηριότητες. Η φιλοσοφική έρευνα γύρω από τα προβλήματα του ωραίου είναι τόσο παλιά, όσο και η ίδια η φιλοσοφία. Συνεπώς, ανά τα χρόνια,

ποικίλουν και οι εκάστοτε ακριβείς ορισμοί της έννοιας. Σήμερα, στο κοινό λεξιλόγιο, αισθητική ονομάζεται κάθε δραστηριότητα που ασχολείται με το ωραίο ως αισθητή ποιότητα. (Μενεγάκη, 2003)

Η αισθητική του τοπίου είναι η τέχνη με την οποία δημιουργούνται θετικές και ευχάριστες οπτικές εντυπώσεις από ένα τοπίο και αποτελεί το βασικό αντικείμενο των αρχιτεκτόνων τοπίου. Η αρχιτεκτονική του τοπίου, που ως επιστήμη αριθμεί λίγες δεκαετίες ζωής, επιδιώκει να συνδυάσει τη γνώση της φύσης, των οικοσυστημάτων, των μεμονωμένων στοιχείων και των συνόλων μαζί με στοιχεία της τέχνης, όπως ποικιλία, αρμονία, αντίθεση, προκειμένου να επιτευχθεί ή να διατηρηθεί η αισθητική αρμονία και ομορφιά στο οπτικό περιβάλλον (Κασσιός, 1989).

1.1. ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ ΤΟΠΙΟΥ

1.1.1. Ταξινόμηση του Τοπίου

Το τοπίο ταξινομείται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με τη σύνθεσή του, την κλίμακα των στοιχείων του, την ορατότητά του και τη διαμόρφωσή του. Έτσι, ως προς τη σύνθεσή του διακρίνεται σε φυσικό, ανθρωπογενές (αστικό) ή μικτό, ως προς την κλίμακα των στοιχείων του διακρίνεται σε τοπίο με μεγάλα στοιχεία (βουνά, λίμνες, πεδιάδες) ή με μικρά στοιχεία (λόφοι, χείμαρροι, κ.λπ.), ενώ ανάλογα με το πεδίο ορατότητας διακρίνεται σε μακροτοπίο και μικροτοπίο.

Ανάλογα με τη γενική διαμόρφωση του τοπίου, μια από τις σημαντικότερες ταξινομήσεις έχει γίνει από τον Litton (1967, από Smardon 1981), ο οποίος το ταξινόμησε σε επτά επιμέρους κατηγορίες: πανοραμικό τοπίο, τοπίο χαρακτηριστικών μορφών, περικλειόμενο τοπίο, εστιακό ή αξονικό τοπίο, τοπίο λεπτομερειών, εφήμερο τοπίο, στεγασμένο τοπίο.

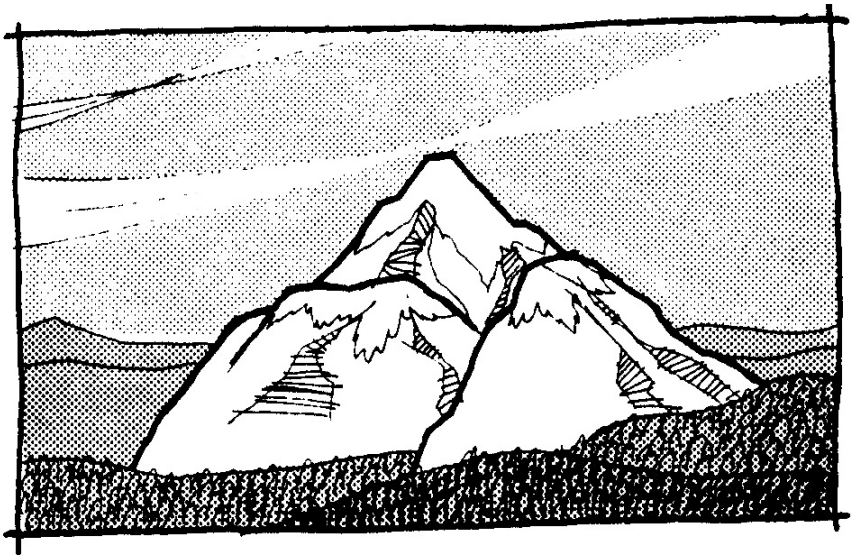
Γενικότερα, έχουν γίνει πολλές προσπάθειες ταξινόμησης του τοπίου ως προς το είδος του, οι οποίες όμως ουσιαστικά, αναπτύσσουν μια διαφορετική κατηγοριοποίηση κάθε φορά, στοχεύοντας στις ιδιαιτερότητες της εκάστοτε περίπτωσης. Και τούτο, διότι, το τοπίο διαφοροποιείται τόσο πολύ από τόπο σε τόπο, που καμιά ταξινόμηση δεν μπορεί με ασφάλεια να εφαρμοστεί σε κάθε περίπτωση.

1.1.2. Κυρίαρχα Οπτικά Στοιχεία του Τοπίου

Τα στοιχεία που συνήθως συναντά κανείς σε κάθε τοπίο και διαφέρουν μονάχα ως προς το βαθμό της οπτικής επίδρασης, της δύναμης και της κυριαρχίας τους σε αυτό είναι τέσσερα. Και είναι:

- **Μορφή**

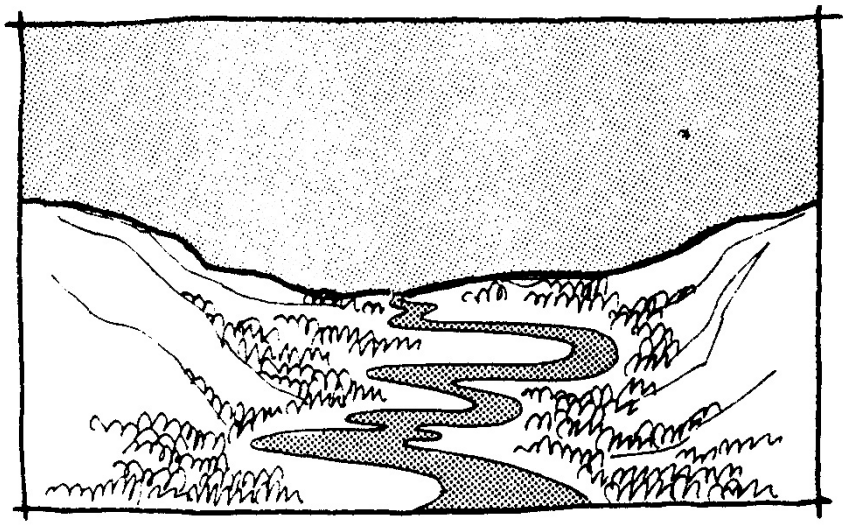
Είναι η μάζα ενός αντικειμένου ή συνδυασμού, συνενωμένων στην εμφάνιση, αντικειμένων, που προβάλλεται στο χώρο χάρη στην απομόνωσή της, λόγω αντίθεσης.



Εικόνα 1.1.1. Μορφή στο τοπίο (USDA, 1973)

Γραμμή

Ονομάζεται ένα σημείο που έχει επεκταθεί προς μια κατεύθυνση ή η τομή δύο επιφανειών. Κάτι που προσελκύει έντονα το βλέμμα του εκάστοτε παρατηρητή.



Εικόνα 1.1.2. Γραμμή στο τοπίο (USDA, 1973)

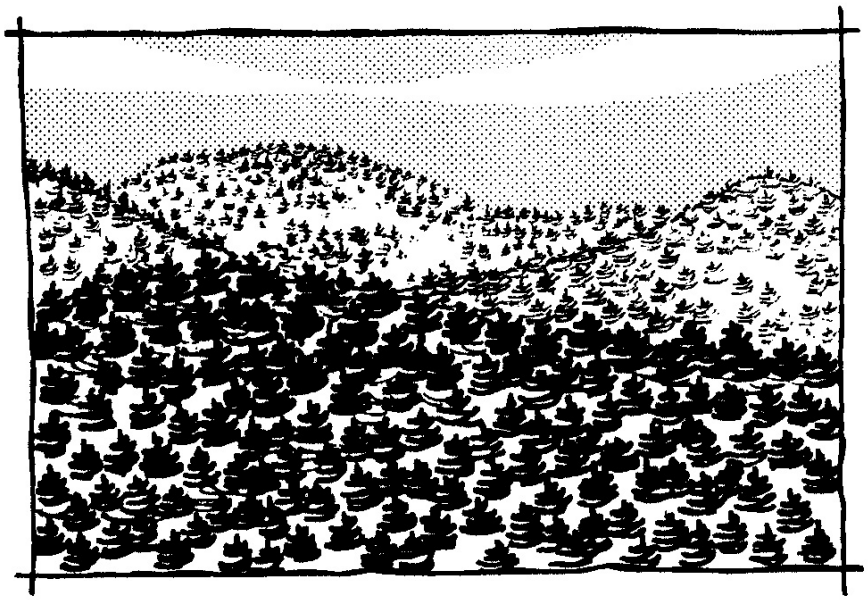
Χρώμα

Το χρώμα που έχει άμεση σχέση με το φως, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως η απόσταση, οι ατμοσφαιρικές συνθήκες και ο χρόνος παρατήρησης. Εκφράζεται κυρίως με τρία μεγέθη, τον τόνο (φωτεινότητα), την ένταση (καθαρότητα χρώματος) και την απόχρωση και είναι ικανό από μόνο του να διαφοροποιήσει τα αντικείμενα μεταξύ τους, ακόμη κι αν αυτά είναι μπερδεμένα σε ένα τοπίο ή ανήκουν στις ίδιες κατηγορίες μορφής, γραμμής κλπ.

Εικόνα 1.1.3. Χρώμα (USDA, 1973)

Υφή

Είναι ο τρόπος με τον οποίο συναρθρώνονται τα διάφορα στοιχεία του τοπίου μεταξύ τους και ποικίλει ανάλογα με την απόσταση του παρατηρητή, καθώς μεγάλες όμοιες μορφές αφομοιώνονται ευκολότερα από μακριά. Η υφή περιγράφεται με τρεις διαφορετικούς τρόπους, ως λεία, που αντανακλά και περισσότερο το φως, μέση και τραχειά, που απορροφά το φως περισσότερο.



Εικόνα 1.1.4. Υφή (USDA, 1973)

1.1.3. Βασικοί και Μεταβλητοί παράγοντες της αισθητικής του τοπίου

Ο βαθμός έντασης και ο τρόπος με τον οποίο εμφανίζονται τα κυρίαρχα στοιχεία του τοπίου εξαρτάται από κάποιους επιπλέον συντελεστές. Αυτοί, κατά USDA (1973), χωρίζονται σε επτά σταθερούς (βασικούς) και οκτώ μεταβλητούς παράγοντες, οι οποίοι είναι:

Πίνακας 1.1.3.1. Παράγοντες αισθητικής τοπίου κατά USDA

Βασικοί παράγοντες	Μεταβλητοί παράγοντες
Αντίθεση	Κίνηση
Διαδοχή	Ατμοσφαιρικές συνθήκες
Άξονας	Φως
Σύγκλιση	Εποχή του έτους
Συγκυριαρχία	Απόσταση παρατήρησης
Πλαισίωση	Θέση παρατήρησης
Ισορροπία	Κλίμακα
	Χρόνος

1.2. ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Το περιβαλλοντικό κίνημα ήταν αυτό που οδήγησε, κατά τις δεκαετίες '60-'70, στις πρώτες ολοκληρωμένες προσπάθειες για θέσπιση νομοθεσίας ειδικής για το περιβάλλον. Η αρχή έγινε στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής το 1970, όπου με την Πράξη Εθνικής Περιβαλλοντικής Πολιτικής (NEPA - National Environmental Policy Act) και μια σειρά άλλων ειδικών οδηγιών για την ορθή διαχείριση του περιβάλλοντος, εισήχθη η έννοια των Μελετών Εκτίμησης Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων και δόθηκε το έναυσμα για την ανάπτυξη περιβαλλοντικής νομοθεσίας, αλλά και ειδικότερα κατάλληλων μεθόδων εκτίμησης του τοπίου, σε περισσότερα κράτη.

Στην Ευρώπη η αντίστοιχη κίνηση με την NEPA ήταν η Ευρωπαϊκή Οδηγία 85/337 (European Communities, 1985), μέσα από την οποία καθορίστηκε η σημασία της αξίας και η ανάγκη προστασίας του τοπίου. Έναν χρόνο μετά, απόρροια αυτής της οδηγίας ήταν ο Ν. 1650/86 «Για την προστασία του περιβάλλοντος» (ΦΕΚ 160, 10-10-1986), ο οποίος περιέγραφε για πρώτη φορά με σαφήνεια έννοιες και ορισμοί για το περιβάλλον και λειτούργησε ως εφαλτήριο για μια πλειάδα μελλοντικών διατάξεων, με κυριότερη την ΚΥΑ 69269/5387/1990, κατά την οποία θεσπίστηκε επίσημα η Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων.

Την ίδια χρονιά στην Ελλάδα δημοσιεύεται και ο ανανεωμένος Κ.Μ.Λ.Ε., που εκτός των άλλων αναφέρεται στο θέμα των επιπτώσεων και της αποκατάστασης του περιβάλλοντος όταν η μεταλλευτική δραστηριότητα ασκείται εκτός δασικών εκτάσεων. Θα πρέπει βέβαια εδώ να πούμε ότι στην Ελλάδα η πρώτη ευθεία αναφορά στο τοπίο γίνεται με το 1946/50 διάταγμα του Υπουργείου Πολιτισμού, περί προστασίας τοπίων ιδιαιτέρου κάλλους, το 1950. Ενώ και τη δεκαετία του '70 με μια σειρά από άλλους νόμους πληθαίνουν οι προστατευόμενες περιοχές και θεσπίζονται μέτρα για την αποκατάσταση, η οποία και θεωρείται πλέον υποχρεωτική, ιδιαίτερα σε δασικές περιοχές, όπως φαίνεται κι από τα περιεχόμενα «Τεχνικών

Προδιαγραφών Μελετών Επιπτώσεων και Αποκαταστάσεως του Περιβάλλοντος», που καθορίζονται με το Ν.998/79.

Παρ' όλους αυτούς τους νόμους, όμως, και τις αναφορές στην προστασία του τοπίου, δεν υπήρξαν ικανοποιητικά αποτελέσματα. Και για τούτο, τουλάχιστον σε θεσμικό επίπεδο, ευθύνεται η έλλειψη σαφώς καθορισμένης μεθοδολογίας. Φαινόμενο το οποίο παρατηρείται και στη χώρα μας (Kaliampakos & Damigos, 1999) αλλά και διεθνώς (Williams, 1974 και Miller et al. 1994).

Έτσι, με τη νέα χιλιετία έγινε μια προσπάθεια να διευκρινιστούν καλύτερα κάποιες πτυχές του τοπίου -όπως η διαχείριση και ο σχεδιασμός- και το 2000 υπεγράφη στη Φλωρεντία η Ευρωπαϊκή Σύμβαση Τοπίου. Μια σύμβαση, η οποία στην Ελλάδα απέκτησε ισχύ με το Νόμο 827/2010 (ΦΕΚ Α΄30/25.2.2010). Θεσπίστηκαν, λοιπόν, κάποια νέα γενικά αλλά και ειδικά μέτρα (άρθρα 5 και 6) προκειμένου να ικανοποιούνται οι στόχοι της σύμβασης αυτής. Μάλιστα, μια χρονιά αργότερα τα μέτρα αυτά εξειδικεύτηκαν ακόμη περισσότερο μέσα από αποφάσεις του Υπουργείου ΠΕΚΑ στον νέο Νόμο 3937/2011, ιδιαίτερα στο άρθρο 6 «Διατήρηση της βιοποικιλότητας και άλλες διατάξεις», ενώ έγινε και μια προσπάθεια επίλυσης των ζητημάτων περί χωροθέτησης δραστηριοτήτων, με γνώμονα τα στοιχεία και το χαρακτήρα του τοπίου (Κραουνάκης, 2014).

Κεφάλαιο 2

Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες

Για την καλύτερη περιγραφή και κατανόηση των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών, θα γίνει πρωτίστως μια ανάλυση της Ασαφούς Λογικής και των απλών Γνωστικών Χαρτών.

2.1. ΑΣΑΦΗΣ ΛΟΓΙΚΗ

Η Ασαφής Λογική *(Fuzzy Logic)* είναι, επί της ουσίας, μια επεκταμένη μορφή της κλασικής λογικής, που δημιουργήθηκε για το χειρισμό των τιμών εκείνων, που μπορεί να μην είναι απόλυτα «ψευδείς», ούτε και απόλυτα «αληθείς». Ανακαλύφθηκε το 1965, από τον Lofti Zadeh, έναν καθηγητή του πανεπιστημίου Berkeley στην Καλιφόρνια και είναι κατάλληλη για την απεικόνιση του συνδυασμού γνώσης και εμπειρίας. Έκτοτε αναπτύσσεται συνεχώς και χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας (Αγγελής, 2012).

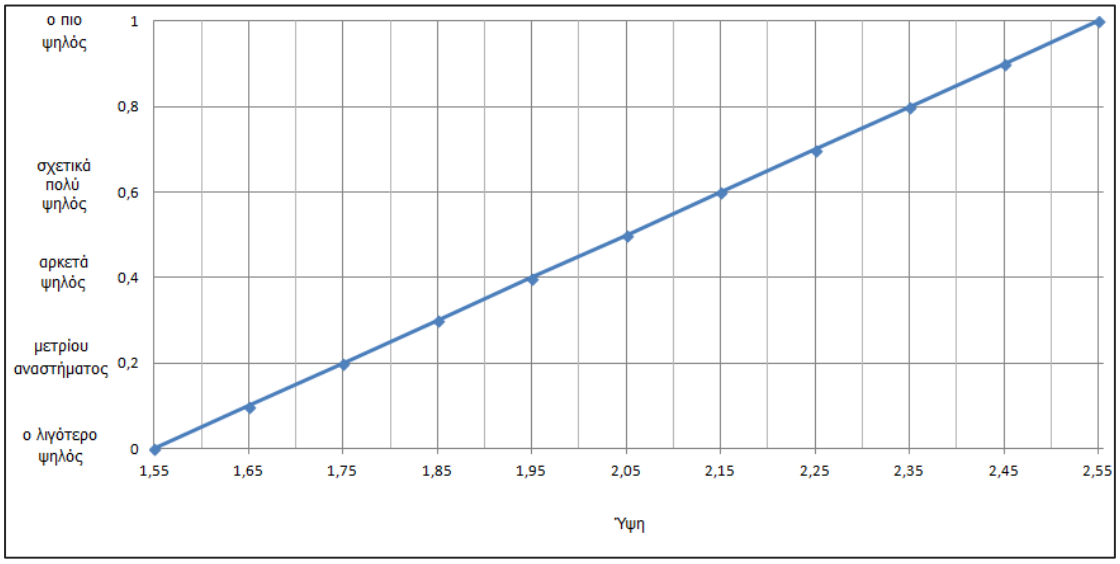
Στην Ασαφή Λογική (ΑΛ), όπως λέει και το όνομά της, τα μοντέλα που εφαρμόζονται είναι ικανά να χρησιμοποιούν πληροφορίες, οι οποίες μπορεί και να μην έχουν μεγάλη σαφήνεια και να μην προσδιορίζονται πλήρως αριθμητικά. Μέσα, δηλαδή, από απλές λεκτικές διαβαθμίσεις, δημιουργείται ένα κοινό σύστημα γνώσης και εμπειρίας, από το οποίο προκύπτουν μοντέλα πολύ πιο εύχρηστα σύμφωνα με την κλασική λογική.

Τέτοιες μέθοδοι μπορούν και παρουσιάζονται αποτελεσματικότερες από τις κλασικές στον έλεγχο διαφόρων συστημάτων, επειδή είναι εξίσου

κατανοητές και εύκολα εφαρμόσιμες από όλους, αλλά επιπλέον, επειδή παρουσιάζουν και μεγαλύτερη ανεκτικότητα σε δεδομένα περισσότερο αβέβαια και ακαθόριστα.

Ας δούμε, όμως, ένα παράδειγμα, ώστε να γίνει πιο κατανοητή αυτή η λογική. Ας πούμε, λοιπόν, ότι θέλουμε να ταξινομήσουμε τον ελληνικό ανδρικό πληθυσμό σύμφωνα με το μέσο ύψος του. Έτσι, έναν άνδρα με μέσο ύψος 1,75 m θα τον χαρακτηρίζαμε «μετρίου αναστήματος», έναν άλλο με 1,85 m μέσο ύψος θα τον χαρακτηρίζαμε «σχετικά ψηλό», έναν με 1,95, «αρκετά ψηλό» κ.ο.κ.

Κατά την κλασική λογική, ένας άνδρας χαρακτηρίζεται αυστηρά ως «ψηλός» ή ως «κοντός», διότι η κλασική λογική δέχεται σαν τιμές μόνο το «Ναι» και το «Όχι». Θα ήταν αδύνατο, επομένως, να επεξεργαστεί τέτοιες λεκτικές μεταβλητές, όπως το «σχετικά», το «αρκετά» και άλλες πολλές παρόμοιες που χρησιμοποιούμε διαρκώς στην καθημερινή μας ζωή.



Σχήμα 2.1.1. Γραφική παράσταση των διαφορετικών τιμών ύψους ενός άνδρα

Με τη χρήση της ΑΛ, επομένως, εξετάζουμε σε τι βαθμό αποτελεί μέλος ενός συνόλου ένα στοιχείο. Στο παραπάνω σχήμα επιχειρούμε μια

αντιστοίχηση των διαφόρων υψών ενός άνδρα με αριθμητικές τιμές μεταξύ 0 και 1, όπου 0 είναι ο λιγότερο ψηλός άνδρας και 1 ο πιο ψηλός. Βλέπουμε, λόγου χάρη, ότι ένας αρκετά ψηλός άνδρας φέρει την τιμή 0,4. Αυτή η τιμή μαρτυρά και τον βαθμό συμμετοχής στο σύνολο και αυτή η λειτουργία, της αντιστοίχισης των λεκτικών μεταβλητών σε αριθμητικές τιμές, γίνεται με τις λεγόμενες **συναρτήσεις συμμετοχής (membership functions)**. Βεβαίως, εύλογα κανείς θα διερωτάται «για ποιον λόγο το 1,95 m μέσο ύψος να συμμετέχει 40% στην απόλυτη κλίμακα ύψους». Αυτό, όμως, εξαρτάται από πολλούς παράγοντες κυρίως των ανθρώπων που θέτουν τις κλίμακες αυτές και από τον τρόπο που αυτοί θα ορίσουν τις μεταβλητές.

Συνάρτηση συμμετοχής (ή και χαρακτηριστική συνάρτηση) ονομάζουμε το βαθμό στον οποίο ένα αντικείμενο x του συνόλου X ανήκει στο σύνολο A. Ας δούμε τη διαφορά που έχουν αυτές οι συναρτήσεις στην κλασική και την ασαφή θεωρία συνόλων αντίστοιχα.

- Στην κλασική θεωρία των συνόλων, αν τα στοιχεία a_i του A αποτελούν ένα υποσύνολο του υπερσυνόλου αναφοράς X, τότε το σύνολο A είναι δυνατόν να αναπαρασταθεί από όλα τα στοιχεία x που ανήκουν στο X σύμφωνα με τη χαρακτηριστική συνάρτηση:

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1\,, x \in X \\ 0\,, x \in X \end{cases}$$

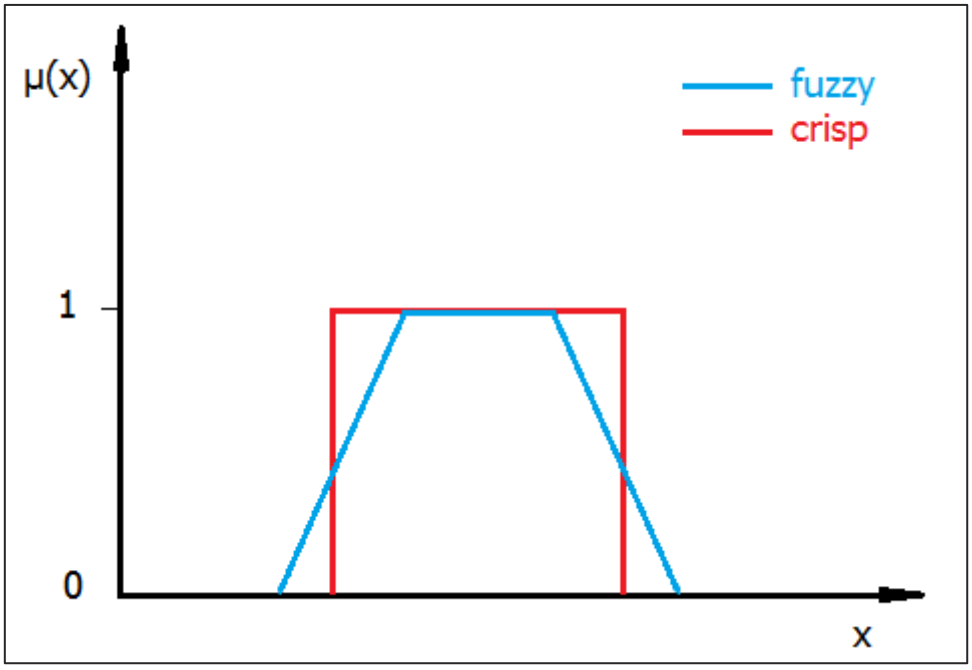
  Έτσι η χαρακτηριστική εξίσωση $\mu_A(x)$ μπορεί να πάρει τις τιμές 1 (αληθές) και 0 (ψευδές). Τέτοια σύνολα ονομάζονται *σαφή (crisp) σύνολα*.

- *Ασαφή (fuzzy) σύνολα* , είναι εκείνα που επιτρέπουν μέλη τους να έχουν διαφορετικούς βαθμούς συμμετοχής στο διάστημα [0,1]. Σε αυτή την περίπτωση, μπορεί να οριστεί μια συνάρτηση συμμετοχής, που υποδεικνύει αυτόν τον βαθμό, κατά τον οποίο το σύνολο x ανήκει στο σύνολο A, ως εξής:

$$\mu_A(x): X \rightarrow [0,1]$$

Βεβαίως, ένα στοιχείο x είναι δυνατόν να ανήκει και σε ένα άλλο ασαφές σύνολο B, με διαφορετικό βαθμό $\mu_B(x)$.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι αναπαράστασης των συναρτήσεων συμμετοχής. Όταν τα σύνολα που μας ενδιαφέρουν έχουν συνεχή μορφή, τότε η πιο κατάλληλη κατηγορία αναπαράστασης είναι η παραμετρική. Σε αυτήν την περίπτωση προτιμότερες είναι οι συναρτήσεις συμμετοχής γραμμικής μορφής, όπως οι γνωστότερες τριγωνικές και τραπεζοειδείς, διότι στις παραμετρικές γίνεται χρήση συναρτήσεων που προσαρμόζονται στο εκάστοτε σύνολο, αλλάζοντας τις παραμέτρους τους. Ειδάλλως, για περιπτώσεις στις οποίες τα βασικά σύνολα είναι περισσότερο σύνθετα, χρησιμοποιούνται και συναρτήσεις με περισσότερο σύνθετη μορφή όπως για παράδειγμα η γκαουσιανή, η μορφή s και άλλες.



Σχήμα 2.1.2. Γραφική αναπαράσταση χαρακτηριστικής συνάρτησης συμμετοχής ενός ασαφούς (fuzzy) και ενός σαφούς (crisp) συνόλου

2.2. ΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ

Οι Γνωστικοί Χάρτες (Cognitive Maps) πρωτοχρησιμοποιήθηκαν προς τα τέλη της δεκαετίας του ΄40, στον τομέα της ψυχολογίας. Συγκεκριμένα, υπήρξε ένας Αμερικάνος ψυχολόγος, ονόματι Edward C. Tolman, ο οποίος τα χρησιμοποίησε για να εξηγήσει καλύτερα τη συμπεριφορά των ανθρώπων και των ποντικιών, δίνοντάς τους κάποια ερεθίσματα. Σαν έννοια, βέβαια, τα Γνωστικοί Χάρτες (ή Γνωστικά Δίκτυα, ή Γνωστικές Απεικονίσεις) υπήρχε από τον 19^{ο} αιώνα, με μια καθαρά, όμως, βιολογική προσέγγιση.

Μια πολύ σπουδαία περίοδος για οι Γνωστικοί Χάρτες (ΓΧ) ήταν γύρω στο 1976, όταν και τα εκμεταλλεύτηκε ο επιστήμονας διεθνών σχέσεων Robert Axelrod, δίνοντάς τους μια από τις πιο διαδεδομένες μορφές μέχρι σήμερα, με σκοπό την ανάλυση της κοινωνικοπολιτικής γνώσης. Σύμφωνα με τον ίδιο, «*Γνωστική απεικόνιση είναι ένα μαθηματικό μοντέλο ενός συστήματος αντιλήψεων. Σχεδιάζεται για να παραστήσει τη δομή των ισχυρισμών και απόψεων για την αιτιότητα που έχει ένα άτομο σε σχέση με ένα συγκεκριμένο πεδίο πολιτικής, και να παράγει τα επακόλουθα αυτής της δομής*» [R. Axelrod, Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton, New Jersey: Princeton University Press,1976].

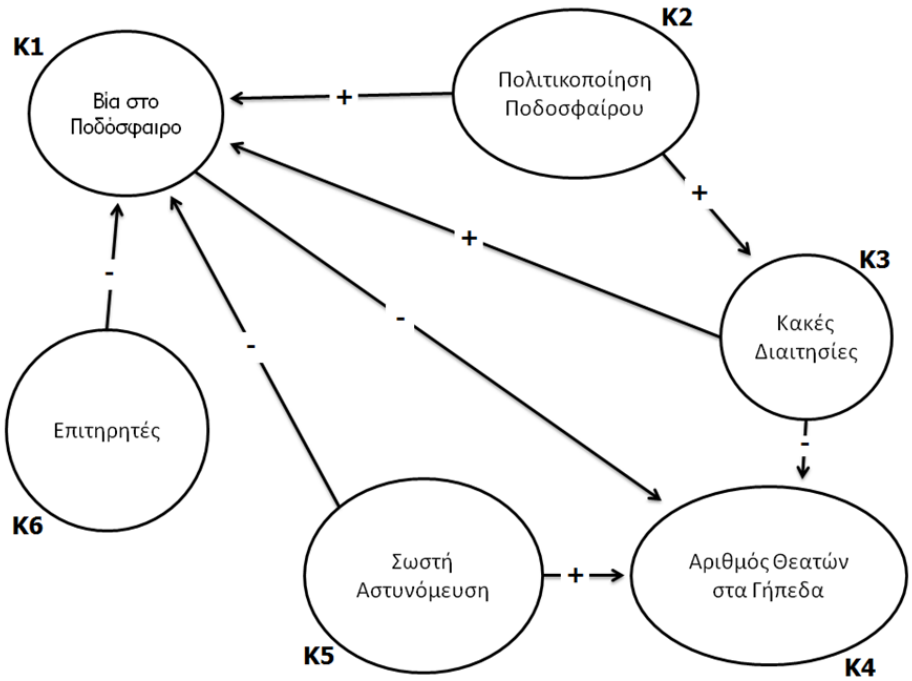
Μετέπειτα του Axelrod, όμως, πολλοί ήταν οι μελετητές εκείνοι που ασχολήθηκαν με τα ΓΧ. Στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης, για παράδειγμα, χρησιμοποιήθηκαν κατά κόρον από τους Downs και Stea, ενώ και σε αυτόν των νευρωνικών δικτύων είχαν αρκετές εφαρμογές κυριότερα από τους Nakamura και Pal. Τέλος, σημαντική ήταν και η συμβολή που είχαν τα ΓΧ, στη διοίκηση επιχειρήσεων και στην επιχειρησιακή έρευνα, με βασικούς επιστήμονες τους Cossete και Langfield αντίστοιχα (Ζητόπουλος, 2015).

Συνοψίζοντας, συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι τα ΓΧ αποτελούν συνολικά τις απόψεις ενός ή και περισσότερων ατόμων για ένα σύστημα και έχουν τη μορφή ενός κατευθυνόμενου γραφήματος με κόμβους και ακμές, όπου οι κόμβοι αναπαριστούν τις έννοιες του συστήματος και οι ακμές τις μεταξύ τους σχέσεις αιτιότητας.

2.2.1. *Η Μορφή των Γνωστικών Χαρτών*

Ειδικότερα, λοιπόν, ισχύει ότι αν μεταξύ δύο κόμβων υπάρχει θετική ακμή από τον Α κόμβο στον Β, τότε αυτό σημαίνει ότι ο Α έχει θετική επίδραση στον Β (δηλαδή όσο αυξάνεται ο Α, αυξάνεται κι ο Β και όσο μειώνεται ο Α, μειώνεται κι ο Β). Αντίστοιχα, όταν η ακμή αυτή είναι αρνητική τότε η σχέση μετατρέπεται σε αντιστρόφως ανάλογη και τότε ο Α κόμβος θα επιδρά αρνητικά στο Β.

Οι σχέσεις αυτές γίνονται πιο κατανοητές μέσα από το παράδειγμα του Σχήματος 3, όπου αντικείμενο μελέτης στάθηκε η βία στο ποδόσφαιρο. Βλέπουμε, λόγου χάρη, ότι αν χρησιμοποιηθεί η βία στο ποδόσφαιρο ως ένας κόμβος Α και η πολιτικοποίηση του ποδοσφαίρου ως ένας κόμβος Β, τότε μια θετική ακμή από τον Β προς τον Α κόμβο δείχνει τη θετική επίδραση του Β στο Α και σημαίνει, επομένως, πως όσο αυξάνει η πολιτικοποίηση του ποδοσφαίρου, αυξάνει κι η βία, ενώ όσο μειώνεται η πολιτικοποίηση, μειώνεται κι η βία. Αντίστοιχα, μια αντίστροφη σχέση, προφανώς, θα υπάρχει με την ύπαρξη επιτηρητών σε σχέση με τη βία. Με έναν τέτοιο τρόπο δημιουργείται το ΓΧ.



Σχήμα 2.2.1.1. Παράδειγμα γραφήματος Γνωστικού Χάρτη για την Βία στο Ποδόσφαιρο

Το παραπάνω ΓΧ μπορεί, φυσικά, να απεικονιστεί και μέσω ενός πίνακα γειτνιάσεως. Έτσι, για ένα γράφημα n κόμβων, θα προκύψει ένας πίνακας $A=[a_{ij}]$, τάξεως nxn, όπου κάθε στοιχείο του θα παίρνει τιμές 1, -1 και 0, για θετική, αρνητική ή και ανύπαρκτη ακμή αντίστοιχα στο γράφημα. Κατ' αυτόν τον τρόπο, θα μπορούσε το γράφημα του Σχήματος 3 να αναπαρασταθεί και με τον παρακάτω πίνακα, όπου βλέπουμε, για παράδειγμα, ότι ο κόμβος Κ2, που αναπαριστά την πολιτικοποίηση του ποδοσφαίρου, σε σχέση με τον Κ1, ο οποίος αντιπροσωπεύει τη βία, έχει τιμή +1. Αυτό λοιπόν θα σημαίνει ότι, όπως είπαμε και προηγουμένως, η πολιτικοποίηση επηρεάζει τη βία και μάλιστα θετικά. Να σημειωθεί επίσης ότι για προφανείς λόγους, μιας και ο κάθε κόμβος δεν μπορεί να επηρεάσει τον εαυτό του, η διαγώνιος του πίνακα θα έχει μόνο μηδενικά στοιχεία.

Πίνακας 2.2.1.1. Πίνακας γειτνιάσεως του Σχήματος 2.2.1.1

	Κ1	**Κ2**	**Κ3**	**Κ4**	**Κ5**	**Κ6**
Κ1	0	0	0	-1	0	0
Κ2	+1	0	+1	0	0	0
Κ3	+1	0	0	-1	0	0
Κ4	0	0	0	0	0	0
Κ5	-1	0	0	+1	0	0
Κ6	-1	0	0	0	0	0

Όπως, λοιπόν, φαίνεται κι από τα παραπάνω, υπάρχουν κάποιες ξεκάθαρες και άμεσες σχέσεις επίδρασης μεταξύ των κόμβων που συνδέονται με κάποια ακμή. Παράλληλα, όμως, πρέπει να τονιστεί και η ύπαρξη μιας δευτερεύουσας, έμμεσης σχέσης επίδρασης μεταξύ κόμβων που δεν συνδέονται άμεσα, αλλά έμμεσα. Με άλλα λόγια, δύο κόμβοι μπορεί να έχουν σχέση επίδρασης και με έμμεσο τρόπο, όταν συνδέονται μεταξύ τους μέσω ενός ή και περισσότερων τρίτων κόμβων και οι ακμές δημιουργούν ένα μονοπάτι από τον ένα στον άλλο. Όπως είναι προφανές, το πρόσημο αυτή της

έμμεσης σχέσης επίδρασης θα εξαρτάται από όλα τα ενδιάμεσα πρόσημα και θα είναι θετικό εάν το μονοπάτι περιέχει άρτιο αριθμό αρνητικών πρόσημων, ενώ θα είναι αρνητικό εάν το μονοπάτι περιέχει περιττό αριθμό πρόσημων.

Ειδικά, επομένως, στην περίπτωση των έμμεσων σχέσεων επίδρασης, αλλά και σε μικρότερο βαθμό των άμεσων, υπάρχουν αρκετές πιθανότητες να προκύψουν ασυμφωνίες σε ένα ΓΧ, όταν οι σχέσεις αυτές βασίζονται στις προσωπικές απόψεις και τις πεποιθήσεις των κατασκευαστών του. Και αυτό διότι στο ΓΧ εισχωρεί το υποκειμενικό κριτήριο και η διαφορετική αντίληψη των εκάστοτε ερευνητών. Αυτή είναι και μια από τις σημαντικότερες αδυναμίες των ΓΧ, η οποία όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό μπορεί, σε κάποιο βαθμό, να ελέγχεται, ανάλογα με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται.

2.2.2. Μέθοδος Κατασκευής ενός Γνωστικού Χάρτη

Η κυριότερη και πιο σημαντική μέθοδος κατασκευής ενός ΓΧ είναι αυτή που γίνεται από άμεση εξαγωγή των σχέσεων επίδρασης, μέσω ερωτηματολογίων ή, ακόμα καλύτερα, συνεντεύξεων, από κάποιον ειδικό. Ωστόσο πολλές φορές η συγκεκριμένη μέθοδος εφαρμόζεται σε περισσότερους από έναν ειδικούς, ώστε να προκύπτει τελικά ένα ΓΧ με μεγαλύτερη αξιοπιστία, λόγω της συνολικής γνώσης επί του εκάστοτε θέματος, που αυξάνεται προσθετικά.

Το πρώτο βήμα, λοιπόν, για την δημιουργία ενός ΓΧ είναι ο προσδιορισμός όλων των εννοιών, μέσα από τα ερωτηματολόγια ή τις συνεντεύξεις με τον ειδικό. Εδώ ο ειδικός θα πρέπει να δώσει όλες τις έννοιες εκείνες που πιστεύει πως είναι σχετικές με το πρόβλημα που μελετάται.

Έπειτα, ακολουθεί η διαδικασία κατά την οποία επιλέγονται οι κυριότερες έννοιες που έχουν να κάνουν με το θέμα και οι οποίες μετατρέπονται στους κόμβους του γραφήματος. Αυτές θα πρέπει να επιλεγούν πολύ προσεκτικά, ώστε να είναι οι πιο σημαντικές, όμως ταυτόχρονα επαρκείς στο πλήθος τους, με σκοπό να μην κάνουν το ΓΧ πολύ πολύπλοκο, αλλά ούτε και ανεπαρκές.

Τέλος, όπως είναι φυσικό, θα πρέπει να καθοριστούν οι σχέσεις επίδρασης μεταξύ των εννοιών-κόμβων που έχουν δημιουργηθεί. Επειδή ο ειδικός είναι αυτός που καθορίζει τις σχέσεις επίδρασης, για να διασφαλιστεί ότι ο δεν θα παραλείψει κάποια σχέση ζεύγους, θα πρέπει να ερωτηθεί από τον δημιουργό του γραφήματος για κάθε πιθανό ζεύγος ξεχωριστά. Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει τις εξής δύο ερωτήσεις για κάθε πιθανό ζεύγος:

«Θεωρείται ότι η έννοια Α επηρεάζει τη έννοια Β;»

Αν εδώ η απάντηση είναι αρνητική, τότε η σχέση επίδρασης του κόμβου Α στον κόμβο Β θα είναι μηδενική. Αν όμως η απάντηση είναι καταφατική, τότε ο δημιουργός θα πρέπει να προβεί και στη δεύτερη ερώτηση:

«Μια ενδεχόμενη αύξηση της έννοιας Α, θα επιφέρει αύξηση ή μείωση της έννοιας Β;»

Σε αυτή την ερώτηση, αν ο ειδικός απαντήσει ότι θα αυξηθεί η έννοια Β, τότε η ζητούμενη σχέση θα είναι θετική. Αν απαντήσει ότι θα μειωθεί, τότε η σχέση επίδρασης θα είναι αρνητική.

2.2.3. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα της Μεθόδου

Τα ΓΧ, σήμερα, χρησιμοποιούνται αρκετά, κυρίως εξαιτίας της σημαντικής βοήθειας που προσφέρουν στην απλοποίηση και κατανόηση σύνθετων προβλημάτων. Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα που λύνουν είναι αυτό της λήψης αποφάσεων. Στην περίπτωση αυτή μπορούμε να θέσουμε μια έννοια ως στόχο μελέτης και να βρούμε όλους τους παράγοντες που την επηρεάζουν, έμμεσα ή άμεσα, είτε θετικά είτε αρνητικά, ανάλογα με το εκάστοτε συμφέρον μας. Ενώ επίσης θα μπορούσαμε να προβλέψουμε και ποιες θα ήταν οι πιθανές μεταβολές που θα επέφεραν τυχόν αλλαγές άλλων εννοιών, ακόμη και με έμμεσο τρόπο μέσα από μονοπάτια μεταξύ των κόμβων.

Τέλος, ένα επιπλέον πλεονέκτημα των ΓΧ είναι η χρήση τους για καλύτερο στρατηγικό σχεδιασμό, μιας και είναι σχετικά εύκολο να ελεγχθούν οι συνέπειες που θα επέφεραν ενδεχόμενες μεταβολές. Βέβαια, θα πρέπει να σημειωθεί ότι όλες αυτές οι χρήσεις λειτουργούν περισσότερο επαληθευτικά, ελέγχοντας τις επιπτώσεις διάφορων αλλαγών στο σύστημα, και δεν προτείνουν λύσεις αλλαγής του συστήματος αυτού.

Παρ' όλ' αυτά, τα ΓΧ παρουσιάζουν και ορισμένες αδυναμίες. Μία από αυτές, για παράδειγμα, είναι το κατά πόσο μπορεί να θεωρηθεί αξιόπιστο ένα ΓΧ που προέρχεται από τις υποκειμενικές αντιλήψεις και απόψεις ενός συνεντευξιαζόμενου ειδικού. Πράγμα που αρκετές φορές δημιουργεί προβλήματα και, όπως είναι φυσιολογικό, δεν μπορεί κανείς να βασιστεί εκεί απόλυτα και χρειάζεται μεγαλύτερο δείγμα ειδικών, προκειμένου να διασταυρώσει τις πληροφορίες που παίρνει.

Το σημαντικότερο όμως μειονέκτημα που παρουσιάζουν τα ΓΧ είναι ότι δεν μπορούν να παραστήσουν τη βαρύτητα της επίδρασης που έχουν οι διαφορετικές έννοιες μεταξύ τους. Αν, λόγου χάρη, πάρουμε σαν παράδειγμα το ΓΧ του Σχήματος 3, θα δούμε ότι τον αριθμό των θεατών στα γήπεδα τον επηρεάζουν αρνητικά οι κακές διαιτησίες, αλλά και η βία. Αυτό είναι προφανές πως ισχύει. Ισχύει όμως και στα δύο με τον ίδιο βαθμό; Σε καμία περίπτωση. Είναι λογικό πως η βία θα ευθύνεται περισσότερο για το εν λόγω φαινόμενο, όμως αυτό, με τη χρήση ενός ΓΧ, δεν μπορεί να αποδειχτεί. Έτσι, θα πρέπει να ζητηθεί από τον συνεντευξιαζόμενο ειδικό να δώσει απάντηση και σε μια επιπλέον ερώτηση για το μέγεθος που μπορεί να έχει μια σχέση επίδρασης και όχι μόνο για το πρόσημο. Αυτός ο νέος χάρτης που θα προκύψει, ονομάζεται **Ασαφής Γνωστικός Χάρτης** και θα αναλυθεί διεξοδικότερα στη συνέχεια (Ζητόπουλος, 2015).

2.3. ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΤΟΥΣ ΑΣΑΦΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΟΥΣ ΧΑΡΤΕΣ

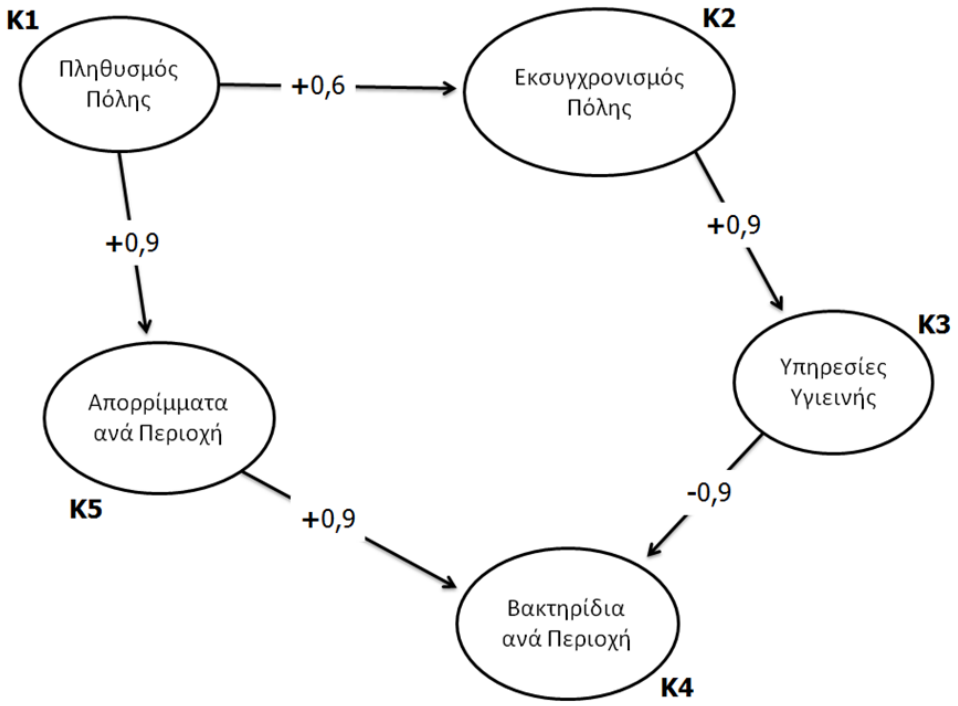
Οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες (ή Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα, ή Ασαφείς Γνωστικές Απεικονίσεις), όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι μια μορφή επέκτασης των απλών Γνωστικών Χαρτών, με τη βοήθεια και της ασαφούς λογικής. Πατέρας τους θεωρείται ο Bart Kosko, ένας ηλεκτρολόγος μηχανικός του πανεπιστημίου της Νότιας Καλιφόρνια, ο οποίος προσπάθησε, με αυτή τη μέθοδο, να δώσει λύσεις στα προβλήματα των απλών ΓΧ, όπως εκείνα που αναφέρθηκαν πιο πάνω. Συγκεκριμένα, ο ίδιος ορίζει τους Ασαφείς Γνωστικούς Χάρτες (ΑΓΧ) ως «*μια συμβολική αντιπροσώπευση για την περιγραφή και διαμόρφωση ενός συστήματος, που αποτελείται από έννοιες, οι οποίες επεξηγούν τις διαφορετικές πτυχές στη συμπεριφορά ενός συστήματος, και αυτές οι έννοιες αλληλεπιδρούν η μια με την άλλη όπως υπαγορεύει η δυναμική του συστήματος*» [B. Kosko, «Fuzzy Cognitive Maps», Intern. Journal of Man-Machine Studies, 1986]. Πρόκειται, επομένως, για μια ευφυή και απλή μέθοδο απεικόνισης, που χρησιμοποιείται για την καλύτερη και σαφέστερη περιγραφή των εννοιών ενός συστήματος και των μεταξύ τους αλληλεπιδράσεων (Ξηροκώστας, 2011).

Όπως λοιπόν και στα ΓΧ, έτσι και στα ΑΓΧ, η γραφική παράσταση είναι ένα κατευθυνόμενο γράφημα, αποτελούμενο από κόμβους και ακμές, όπου οι κόμβοι αναπαριστούν τις έννοιες του εκάστοτε συστήματος και οι ακμές τις μεταξύ τους σχέσεις επίδρασης. Η διαφορά είναι ότι οι σχέσεις αυτές, συμβολισμένες από τις ακμές του γραφήματος, δεν έχουν μόνο κατεύθυνση και πρόσημο, όπως συμβαίνει στα ΓΧ, αλλά έχουν και μια συγκεκριμένη αριθμητική τιμή. Στην πλειοψηφία των ΑΓΧ τα βάρη αυτά παίρνουν, συνήθως, τιμές από -1 έως 1. Έτσι, λύνεται και το πρόβλημα των διαφορετικών σχέσεων μεταξύ των εννοιών, όσον αφορά την ισχύ τους, χρησιμοποιώντας έναν ασαφή τρόπο περιγραφής, με λεκτικές μεταβλητές που στη συνέχεια παίρνουν αριθμητική μορφή.

Όσον αφορά τον υπολογισμό του βάρους μιας έμμεσης σχέσης επίδρασης μεταξύ δύο κόμβων που συνδέονται με κάποιο μονοπάτι, αυτή

υπολογίζεται με τον ίδιο κανόνα που υπολογίζεται και στα ΓΧ, δηλαδή με το γινόμενο των βαρών όλων των ακμών που συμμετέχουν στο συγκεκριμένο μονοπάτι. Μάλιστα, στις περιπτώσεις που τα βάρη έχουν λάβει τιμές μεταξύ -1 και 1, αξιοσημείωτο είναι και το γεγονός ότι προκύπτει τελικά να μειώνεται η ισχύς μεταξύ δύο κόμβων, όσο το μονοπάτι ανάμεσά τους γίνεται μεγαλύτερο. Κάτι που είναι και πολύ λογικό και χρήσιμο, αφού, πράγματι, όταν δύο έννοιες επηρεάζονται έμμεσα, δεν είναι φυσικό να έχουν παρόμοιες σχέσεις επίδρασης με κάποιες που επηρεάζονται άμεσα.

Ένα ακόμη πρόβλημα που έρχονται να λύσουν τα ΑΓΧ, είναι και αυτό της ανισορροπίας του προσήμου.



Σχήμα 2.3.1. Γράφημα Ασαφούς Γνωστικού Χάρτη για την Δημόσια υγεία μιας πόλης

Όπως βλέπουμε στο Σχήμα 4, το πρόσημο, αλλά και ειδικότερα η ισχύς, της έμμεσης σχέσης επίδρασης του κόμβου K1 του Πληθυσμού της Πόλης σε αυτόν των Βακτηριδίων ανά περιοχή (K4) δεν είναι ίδια πάντοτε. Διότι, εάν πάρουμε το μονοπάτι K1→K5→K4, τότε η συνολική επίδραση του K1 στο K4 θα είναι $0{,}9 \times 0{,}9 = 0{,}81$. Εάν όμως, πάρουμε το μονοπάτι K1→K2→K3→K4,

τότε η επίδραση αυτή τη φορά θα είναι $0{,}6 \times 0{,}9 \times (-0{,}9) = -0{,}486$. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η συνολική επίδραση ενός κόμβου σε κάποιον άλλο υπολογίζεται ως το αλγεβρικό άθροισμα όλων των επιμέρους επιδράσεων. Στην εν λόγω περίπτωση, δηλαδή, θα είναι $0{,}81 + (-0{,}486) = 0{,}324$ η συνολική επίδραση του κόμβου Κ1 στον Κ2.

Τέλος, αναφορικά με τον τρόπο κατασκευής ενός ΑΓΧ, αυτός είναι ίδιος με τη μέθοδο που χρησιμοποιείται και στα απλά ΓΧ. Η μοναδική διαφορά που έχουν μεταξύ τους αυτοί οι δύο τρόποι, είναι στο κομμάτι υπολογισμού της ισχύος της εκάστοτε σχέσης επίδρασης κάποιου παράγοντα σε κάποιον άλλο, που είναι και το επιπλέον στοιχείο προς διευκρίνιση από τον ειδικό στην περίπτωση ενός ΑΓΧ.

Για τον καθορισμό, λοιπόν, των βαρών των σχέσεων και την τελική δημιουργία του δικτύου, ακολουθείται η ίδια σειρά ερωτήσεων προς τον ειδικό, με αυτή που περιγράφηκε προηγουμένως. Εφόσον έχει απαντηθεί ότι η έννοια Α επηρεάζει την έννοια Β και έχει αποσαφηνιστεί η θετική ή η αρνητική επίδραση, τότε προστίθεται στη συνέντευξη και η ερώτηση:

«Πόσο ισχυρή επίδραση θεωρείται πως έχει ο παράγοντας Α στον Β;»

Σε αυτό το σημείο ο ειδικός καλείται να απαντήσει μέσω μιας λεκτικής κλίμακας, που έχει καθοριστεί από πριν από τον κατασκευαστή και η οποία θα αντιστοιχεί σε τιμές που εξυπηρετούν τον τρόπο, που αυτός θέλει να δημιουργήσει το χάρτη του. Για παράδειγμα θα μπορούσε να έχει ως πιθανές απαντήσεις τις εξής: πολύ λίγο ισχυρή επίδραση, λίγο ισχυρή επίδραση, πολύ ισχυρή επίδραση και πάρα πολύ ισχυρή επίδραση, οι οποίες, με τη σειρά τους, να απεικονίζονται στο χάρτη ως $0{,}2$, $0{,}4$, $0{,}6$ και $0{,}8$, αντίστοιχα. Έτσι, αν, λόγου χάρη, ο ειδικός δώσει την απάντηση ότι η έννοια Α έχει αρνητική και πολύ ισχυρή επίδραση στην Β, τότε αυτό θα σημαίνει ότι το βέλος με κατεύθυνση από την Α στην Β θα πάρει την τιμή $-0{,}6$.

2.4. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΝΟΙΩΝ

Με την ανάπτυξή του, ένα ΑΓΧ μπορεί περιγράψει και να προσομοιώσει ένα σύστημα, του οποίου τη συμπεριφορά μοντελοποιεί. Οι κόμβοι αντιπροσωπεύουν φυσικά ή και μη φυσικά στοιχεία αυτής της συμπεριφοράς και η τιμή τους εξαρτάται από τους εκάστοτε διασυνδεδεμένους υπόλοιπους κόμβους. Μέχρι τώρα, για τον υπολογισμό των εν λόγω τιμών, λαμβάνονταν υπ' όψιν οι αλληλεπιδράσεις μόνο των διασυνδεδεμένων κόμβων ως εξής:

$$A_i^t = f(\sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} A_j^{t-1} \cdot W_{ji})$$

Έτσι, η τιμή του κόμβου, κατά τη χρονική στιγμή t, θα είναι A_i^t και θα προκύπτει από τις τιμές των διασυνδεδεμένων κόμβων για την αμέσως προηγούμενη στιγμή A_j^{t-1}, πολλαπλασιασμένες με το αντίστοιχο βάρος W_{ji}. Το γινόμενο αυτό αθροίζεται και έπειτα, μέσω μιας συνάρτησης f, μορφοποιείται σε μια τιμή του διαστήματος [0,1], στο οποίο τιμολογούνται οι μεταβλητές των N κόμβων του ΑΓΧ (Παπαγεωργίου, 2004).

Αν γίνει λίγο πιο συγκεκριμένος αυτός ο τύπος, γίνεται τελικά εφικτή μια περισσότερο ομαλή μετάβαση μεταξύ των επερχόμενων τιμών. Αυτό επιτυγχάνεται περιλαμβάνοντας την προηγούμενη τιμή της μεταβλητής του εκάστοτε κόμβου A_i^{t-1}, προσδίδοντάς του, έτσι, ένα είδος μνήμης ενός βήματος. Γενικότερα λοιπόν ισχύει:

$$A_i^t = f(A_i^{t-1} + \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} A_j^{t-1} \cdot W_{ji})$$

Με τη χρήση πινάκων και μιας πιο γενικευμένης μορφής των κανόνων, η εξίσωση μπορεί να πάρει μια περισσότερο πλήρη μορφή και να περιλαμβάνει, τελικά, τις τιμές των μεταβλητών όλων των κόμβων του ΑΓΧ. Έτσι, εάν υποτεθεί ότι ο χάρτης αποτελείται από N κόμβους, τότε ο πίνακας καταστάσεων A θα έχει διαστάσεις $1 \times n$, περιλαμβάνοντας τις τιμές αυτών

των N κόμβων, και ο πίνακας βαρών W θα έχει διαστάσεις $n \times n$, όπου κάθε στοιχείο w_{ij} θα δίνει το βάρος της διασύνδεσης μεταξύ C_i και C_j. Φυσικά, τα στοιχεία της διαγωνίου του W θα είναι μηδενικά, αφού κανένας κόμβος δεν επιδρά με τον εαυτό του. Προκύπτει επομένως:

$$A^t = f(A^{t-1} + \sum A^{t-1} \cdot W)$$

Με τη συγκεκριμένη εξίσωση, λοιπόν, υπολογίζεται πλέον το διάνυσμα A^t που προκύπτει από την επεξεργασία του γινομένου του διανύσματος A^{t-1} με τον πίνακα W, στο οποία προστίθεται και το διάνυσμα A^{t-1}.

Τελικώς, η μορφή της εξίσωσης μπορεί να εμπλουτιστεί και με δύο επιπλέον συντελεστές γ, με σκοπό την επίτευξη μιας μεγαλύτερης ευελιξίας στην εξέταση προβλημάτων ευστάθειας και ελεγξιμότητας του συστήματος. Όπου ο γ_1 θα εκφράζει το βαθμό επίδρασης των διασυνδεδεμένων κόμβων και ο γ_2 εκφράζει το ποσοστό συμμετοχής της παλιάς τιμής του εκάστοτε κόμβου στον υπολογισμό της νέας. Έτσι γίνεται:

$$A_i^t = f(\gamma_2 \cdot A_i^{t-1} + \gamma_1 \cdot \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^{N} A_j^{t-1} \cdot W_{ji})$$

αλλά και με τη μορφή πινάκων και διανυσμάτων:

$$A^t = f(\gamma_2 \cdot A^{t-1} + \gamma_1 \cdot \sum A^{t-1} \cdot W)$$

Όσον αφορά τη συνάρτηση συμπίεσης ή μεταφοράς f που χρησιμοποιείται για τον περιορισμό των τελικών τιμών στα επιθυμητά διαστήματα, πρέπει να τονιστεί ότι δεν πρόκειται μόνο για μία συγκεκριμένη συνάρτηση, αλλά για διαφόρων ειδών. Οι πιο συνηθισμένες συναρτήσεις, για την επίτευξη αυτού του σκοπού, είναι:

η $\quad f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}}$

και η $\quad f(x) = \tanh(x)$, ή $\quad f(x) = \tanh(x/2)$

Όπως φαίνεται, λοιπόν, εκτός από τις τιμές των κόμβων, σημαντικότατο ρόλο παίζουν και τα βάρη των μεταξύ τους σχέσεων. Ακριβώς για αυτό το λόγο, κατά την εξαγωγή των τελικών συμπερασμάτων των δικτύων, καμιά φορά δεν αρκούμαστε μόνο στην απλή μεταφορά των αριθμητικών τιμών των βαρών, έτσι όπως προκύπτουν από τις συνεντεύξεις των ειδικών. Διότι σε αυτή την περίπτωση, η εξίσωση υπολογισμού του συνολικού πίνακα βαρών θα έπρεπε να είναι κάπως έτσι:

$$W = f(\sum_{k=1}^{N} W_k)$$

Έτσι, από το συνδυασμό όλων των ΑΓΧ, θα προέκυπτε ένας συνολικός πίνακας βαρών W, από το άθροισμα όλων των επιμέρους πινάκων βαρών του καθενός από τους N ειδικούς που έχουν συνεντευξιαστεί, αφού πρώτα αυτό περιοριστεί στις ζητούμενες τιμές από μια συνάρτηση συμπίεσης f.

Αντ' αυτού, προτιμάται κάποιες φορές να εφαρμόζεται, επιπλέον, ένας συντελεστής b, με αναφορά στο βαθμό αξιοπιστίας του κάθε ειδικού. Αυτό συμβαίνει διότι, ενδεχομένως κάποιοι ειδικοί να έχουν περισσότερη ή λιγότερη εμπειρία από κάποιους άλλους, ή μπορεί κάποιοι να μην επιθυμούν να αφιερώσουν τον ίδιο κόπο και χρόνο με κάποιους άλλους. Έτσι, προκύπτουν αποτελέσματα από τις συνεντεύξεις των ειδικών, που θα έπρεπε να έχουν διαφορετική βαρύτητα στον υπολογισμό και την τελική τους επεξεργασία. Γι' αυτό, λοιπόν, εισάγεται ένας επιπλέον συντελεστής, διαμορφώνοντας την εξίσωση ως εξής:

$$W = f(\sum_{k=1}^{N} b_k W_k)$$

Επομένως τελικά, το βάρος αξιοπιστίας b_k, του k ειδικού από το σύνολο N ειδικών, παίρνει τιμές ποσοστού στο διάστημα (0,1], όπου προφανώς η μέγιστη αξιοπιστία του ειδικού θα χαρακτηρίζεται από τη μονάδα. Βεβαίως, κατά την έναρξη της εν λόγω διαδικασίας, θα πρέπει ο συντελεστής αυτός να

θεωρείται για όλους ίδιος και ίσως με 1 και να μειώνεται σταδιακά (συνήθως κατά 0,1 τη φορά) σε δύο φάσεις.

Αφού, για κάθε διασύνδεση, λοιπόν, εξεταστούν N βάρη W, θα επέλθει ο πρώτος διαχωρισμός μεταξύ θετικών και αρνητικών τιμών των βαρών, σύμφωνα με τις απαντήσεις των ειδικών. Ο κατασκευαστής, εδώ, θα πρέπει να κρατήσει τα βάρη εκείνα με το είδος προσήμων που απαντάται συχνότερα. Ταυτόχρονα θα προβεί και στην πρώτη μείωση των συντελεστών αξιοπιστίας, σαν ένα είδος τιμωρίας. Αν βέβαια, τα περισσότερα αυτά βάρη που θα έχει κρατήσει είναι λιγότερα από το, περίπου, 80% του N, τότε θα πρέπει να γίνει μια επανεκτίμηση των τιμών που δόθηκαν.

Έπειτα έρχεται η δεύτερη φάση μείωσης του b , όταν και θα υπολογιστεί ο μέσος όρος των τιμών των βαρών W και θα εντοπιστούν συγκεκριμένα βάρη, από κάποιες από τις απαντήσεις των ειδικών, με μεγάλη απόκλιση από αυτόν. Τότε τα βάρη αυτά αποκλείονται από τη συνέχεια της διαδικασίας και ο μέσος όρος υπολογίζεται εκ νέου. Αυτή η επιτρεπτή απόκλιση από το μέσο όρο ορίζεται συνήθως ως 0,2.

2.5. ΑΣΑΦΕΙΣ ΓΝΩΣΤΙΚΟΙ ΧΑΡΤΕΣ ΚΑΙ ΘΕΩΡΙΑ ΓΡΑΦΩΝ

Οι δομικές ιδιότητες των ΑΓΧ αναλύονται βάση της Θεωρίας Γράφων (Özesmi & Özesmi, 2004). Κάθε επιμέρους χάρτης αναλύεται σε σχέση με τον αριθμό των εννοιών, των συνδέσεων, του λόγου της σύνδεσης προς την έννοια, και την πυκνότητα. Για να είναι δυνατή η αναγνώριση των βασικών κριτηρίων κατά τη διαδικασία της γνωστικής χαρτογράφησης, διεξάγεται επίσης μια ανάλυση του πεδίου ορισμού και της κεντρικότητας (Μπέσης, 2016). Παρακάτω αναλύονται οι κυριότεροι δείκτες που χρησιμοποιούνται.

Η πυκνότητα (D) είναι ένας δείκτης συνδεσιμότητας και εκφράζει πόσο συνδεδεμένοι ή σποραδικοί είναι οι χάρτες. Για τον υπολογισμό της πυκνότητας, ο αριθμός των διαθέσιμων συνδέσεων (C) διαιρείται με τον μέγιστο αριθμό των δυνατών συνδέσεων μεταξύ των N μεταβλητών, ως εξής (Hage και Harary, 1983):

$$D = \frac{C}{N(N-1)} \; or \; D = \frac{C}{N^2}$$

Η δομή ενός γνωστικού χάρτη, εκτός από τον αριθμό των μεταβλητών και των συνδέσεων, μπορεί καλύτερα να αναλυθεί με την εύρεση μεταβλητών-πομπών, μεταβλητών-δεκτών και των συνήθων μεταβλητών, οι οποίες καθορίζονται από τον βαθμό εισαγωγών και εξαγωγών τους (Papageorgiou and Kontogianni, 2012).

Ο βαθμός εξόδου [od(vi)] είναι το άθροισμα των σειρών των απόλυτων τιμών μιας μεταβλητής στην φόρμα γειτνίασης Ε. Δείχνει τις σωρευτικές αντοχές των συνδέσεων που εξέρχονται από τη μεταβλητή, όπου N είναι ο συνολικός αριθμός των μεταβλητών:

$$od(v_i) = \sum_{k-1}^{N} \overline{a_{ik}}$$

Ο βαθμός εισόδου [id(vi)] είναι το άθροισμα των στηλών των απόλυτων τιμών μιας μεταβλητής στην φόρμα γειτνίασης Ε. Δείχνει τις σωρευτικές αντοχές των συνδέσεων που εισέρχονται στην μεταβλητή, όπου N είναι ο συνολικός αριθμός των μεταβλητών:

$$id(v_i) = \sum_{k-1}^{N} \overline{a_{ki}}$$

Οι μεταβλητές-πομποί είναι μονάδες των οποίων ο βαθμός εξαγωγής είναι θετικός και ο βαθμός εισαγωγής τους είναι 0. Οι μεταβλητές-δέκτες είναι οι μονάδες των οποίων ο βαθμός εξαγωγής είναι 0 και ο βαθμός εισαγωγών τους είναι θετικός. Άλλες μεταβλητές, οι οποίες έχουν μη μηδενικούς βαθμούς εισαγωγών και εξαγωγών, είναι κανονικές μεταβλητές (Özesmi & Özesmi, 2004, Papageorgiou and Kontogianni, 2012). Μεγαλύτερος αριθμός

μεταβλητών-δεκτών υποδεικνύει ότι ο γνωστικός χάρτης λαμβάνει υπόψη πολλές εκβάσεις και επιπλοκές που είναι αποτελέσματα του συστήματος. Πολλές μονάδες πομπών δείχνουν την «ομαλότητα» του γνωστικού χάρτη όπου τα αιτιώδη επιχειρήματα δεν έχουν επεξεργαστεί λεπτομερώς. Ο δείκτης πολυπλοκότητας ενός χάρτη είναι ο λόγος του δέκτη σε μεταβλητές-πομπούς (Özesmi & Özesmi, 2004).

Η κεντρικότητα είναι η πιο σημαντική μέτρηση για την πολυπλοκότητα των χαρτών, δανεισμένη από την ανάλυση των κοινωνικών δικτύων, και είναι το άθροισμα των βαθμών εισαγωγών και εξαγωγών της μεταβλητής (Papageorgiou and Kontogianni, 2012):

$$c_i = td(v_i) = od(v_i) + id(v_i)$$

Η κεντρικότητα δείχνει κατά πόσο συνδέεται η μεταβλητή με άλλες μεταβλητές και ποια είναι η αθροιστική δύναμη αυτών των συνδέσεων.

Τέλος, μία άλλη δομική μέτρηση είναι ο δείκτης ιεραρχίας (h), ο οποίος είναι συνάρτηση των βαθμών εξαγωγών και του αριθμού των μεταβλητών σε ένα δεδομένο χάρτη και παρουσιάζει τον τύπο του συστήματος ως πλήρως «ιεραρχικό» ή «δημοκρατικό». Όταν h = 1, τότε ο χάρτης είναι πλήρως ιεραρχικός, και όταν h = 0, το σύστημα είναι πλήρως δημοκρατικό. Οι δημοκρατικοί χάρτες είναι πολύ πιο ευπροσάρμοστοι στις αλλαγές λόγω του υψηλού επιπέδου ενσωμάτωσης και εξάρτησης (Özesmi & Özesmi, 2004). Ο δείκτης ιεραρχίας (h) υπολογίζεται από την ακόλουθη εξίσωση:

$$h = \frac{12\sigma_{od}^2}{n^2 - 1}$$

όπου

$$\sigma_{od}^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(od_i - \mu_{od})^2}{n}$$

κ α ι

$$\mu_{od} = \frac{\sum_{i=1}^{n} od_i}{n}$$

2.6. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΚΑΙ ΑΔΥΝΑΜΙΕΣ ΤΩΝ ΑΣΑΦΩΝ ΓΝΩΣΤΙΚΩΝ ΧΑΡΤΩΝ

Το πιο μεγάλο σημείο υπεροχής των ΑΓΧ, εκτός από την μεγάλη απλότητα που έχουν, όντας από τα ιδανικότερα μοντέλα περιγραφής δυναμικών συστημάτων, είναι η μοναδική λειτουργία τους να πλησιάζουν τόσο πολύ την ανθρώπινη σκέψη και το νοητικό μοντέλο που δημιουργεί στο μυαλό του ένας εμπειρογνώμονας, με αποτέλεσμα να μοντελοποιούν, με μεγάλη δόση ρεαλισμού, την πραγματική εξέλιξη των συστημάτων, διάφορων τομέων, ολόκληρης της κοινωνίας. Αποτελώντας μια καινοτόμα μέθοδο προσομοίωσης και αναπαράστασης της γνώσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως σύμβουλοι προγραμματισμού ή λήψης αποφάσεων, διότι βοηθούν τον χρήστη να προβλέπει τι επιπτώσεις θα έχει μια οποιαδήποτε τυχόν αλλαγή στο σύστημα και προσδίδουν με αυτόν τον τρόπο ένα λεγόμενο μαξιλαράκι ασφαλείας στην απόφασή του.

Έτσι λοιπόν, τα ΑΓΧ βρίσκουν εφαρμογή σε πάρα πολλούς και διαφορετικούς τομείς της ανθρώπινης κοινωνίας. Πιο συγκεκριμένα έχουν εφαρμοστεί στην αναπαράσταση της τεχνητής νοημοσύνης και την ανίχνευση σφαλμάτων στον τομέα της βιομηχανίας, σε κοινωνικοψυχολογικές διαδικασίες αλλά και πολιτικές, οργανωτικές εξελίξεις στον επιχειρησιακό τομέα, στον στρατηγικό σχεδιασμό και τη διαχείριση πολιτικών προβλημάτων, ακόμη, στη μοντελοποίηση εποπτών ή ελεγκτών σύνθετων συστημάτων, καθώς και στην ανάλυση και διάγνωση ασθενειών στον τομέα της ιατρικής και τελικά στη λήψη των καταλληλότερων αποφάσεων.

Βέβαια, τα μοντέλα των ΑΓΧ μπορεί να έχουν και ορισμένες αδυναμίες. Η πιο βασική αδυναμία τους είναι κυρίως ότι ολόκληρη η διαδικασία της ανάπτυξής τους είναι βασισμένη πάνω σε υποκειμενικές γνώσεις και κρίσεις. Κατ' αυτό τον τρόπο, δεν είναι καθόλου εύκολο να ελέγχεται δίκαια και σωστά η ακρίβεια της μεθόδου και για αυτόν το λόγο εισάγεται και η έννοια του συντελεστή αξιοπιστίας. Θα πρέπει, επομένως, ο εκάστοτε ειδικός να γνωρίζει ή να μαθαίνει σε μεγάλο βαθμό τη γενική δομή του μοντέλου και να

αποφεύγονται χάρτες με πολύ μεγάλο αριθμό βαρών, ώστε, τελικά να εξελίσσεται με εγκυρότερο και ευνοϊκότερο τρόπο η όλη διαδικασία.

Κεφάλαιο 3

Εφαρμογή των ΑΓΧ ως προς τους παράγοντες που επηρεάζουν την οπτική ρύπανση μιας επιφανειακής εκμετάλλευσης

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως στόχο τη μελέτη των παραγόντων (τεχνικών, οικονομικών, κοινωνικών, περιβαλλοντικών, χαρακτηριστικών του τοπίου κ.λπ.) που επηρεάζουν το βαθμό όχλησης του κοινωνικού συνόλου από τις επιπτώσεις επιφανειακών εκμεταλλεύσεων στο τοπίο. Η μέθοδος που αποφασίστηκε να χρησιμοποιηθεί είναι οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες (ΑΓΧ) ή αλλιώς Fuzzy Cognitive Maping, προκειμένου να διερευνηθούν τόσο αυτοί οι παράγοντες αλλά και οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις, αξιοποιώντας την πολυετή εμπειρία και την επιστημονική γνώση 8 ειδικών από σχετικούς με το αντικείμενο χώρους. Πιο συγκεκριμένα, ειδικών μηχανικών οι οποίοι προέρχονταν από χώρους Μεταλλευτικής, Περιβάλλοντος, Αρχιτεκτονικής Τοπίου και διέθεταν, όχι μόνο τις γνώσεις, αλλά και τη θέληση και την ικανότητα να επικοινωνήσουν και να μεταφέρουν άρτια τις απόψεις τους περί του εν λόγω προβλήματος.

3.1. Μεθοδολογια της Έρευνας

Η κατασκευή των ατομικών ΑΓΧ πραγματοποιήθηκε με προσωπικές συνεντεύξεις, ξεχωριστά για κάθε ειδικό, που έλαβαν χώρα κατά το διάστημα Οκτώβριος - Δεκέμβριος 2014 η διάρκεια των οποίων κυμάνθηκε από 30 έως 100 λεπτά της ώρας. Στην συγκεκριμένη έρευνα, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν

να απαντήσουν στο ερώτημα «ποιοι παράγοντες επηρεάζουν το βαθμό όχλησης του κοινωνικού συνόλου από τις επιπτώσεις επιφανειακών εκμεταλλεύσεων στο τοπίο και ποιες οι μεταξύ τους αλληλεπιδράσεις» ορίζοντας τη δύναμη της επιρροής της έννοιας Ci στην έννοια Cj, χρησιμοποιώντας την παρακάτω φόρμα:

«Η δύναμη της επιρροής της έννοιας Ci στην έννοια Cj είναι T {επιρροή}»

Όπου: η μεταβλητή *T {επιρροή}* δηλώνει τις αιτιώδεις δια-σχέσεις μεταξύ μέσω μιας ασαφούς γλωσσικής μεταβλητής.

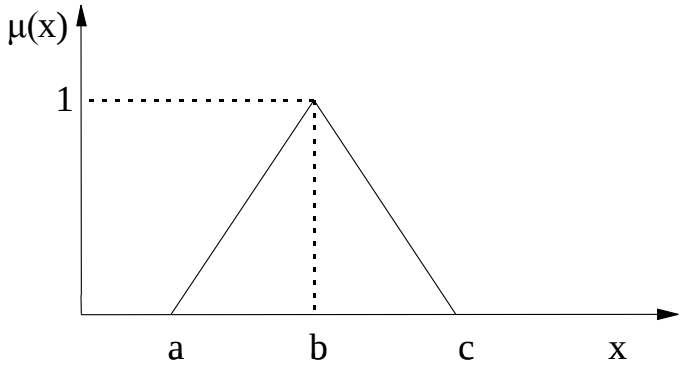
Πιο συγκεκριμένα κατά Papageorgiou and Kontogianni (2012), χρησιμοποιήθηκαν δεκατρείς γλωσσικές μεταβλητές για να γίνει η περιγραφή της επιρροής μιας έννοιας σε μία άλλη, ως εξής:

αρνητικά πάρα πολύ ισχυρή, αρνητικά πολύ ισχυρή, αρνητικά ισχυρή, αρνητικά μέση, αρνητικά αδύναμη, αρνητικά πολύ αδύναμη, μηδέν, θετικά πολύ αδύναμη, θετικά αδύναμη, θετικά μέση, θετικά ισχυρή, θετικά πολύ ισχυρή, θετικά πάρα πολύ ισχυρή

Η γλωσσική αξία μπορεί να χρησιμοποιηθεί προσεγγιστικά για την συλλογιστική στο πλαίσιο της θεωρίας των ασαφών συνόλων για να χειριστεί αποτελεσματικά την αμφιβολία που ενέχει η αξιολόγηση δεδομένων και την αοριστία της γλωσσικής έκφρασης. Κανονικοί τριγωνικοί ασαφείς αριθμοί χρησιμοποιήθηκαν για να χαρακτηρίσουν τις ασαφείς τιμές των γλωσσικών όρων που υιοθετήθηκαν. Ένας τριγωνικός ασαφής αριθμός T με συνάρτηση συμμετοχής μA(x) ορίζεται στο R από το ελάχιστο, το κεντρικό (το πιο πιθανό) και τη μέγιστη τιμή, ως εξής:

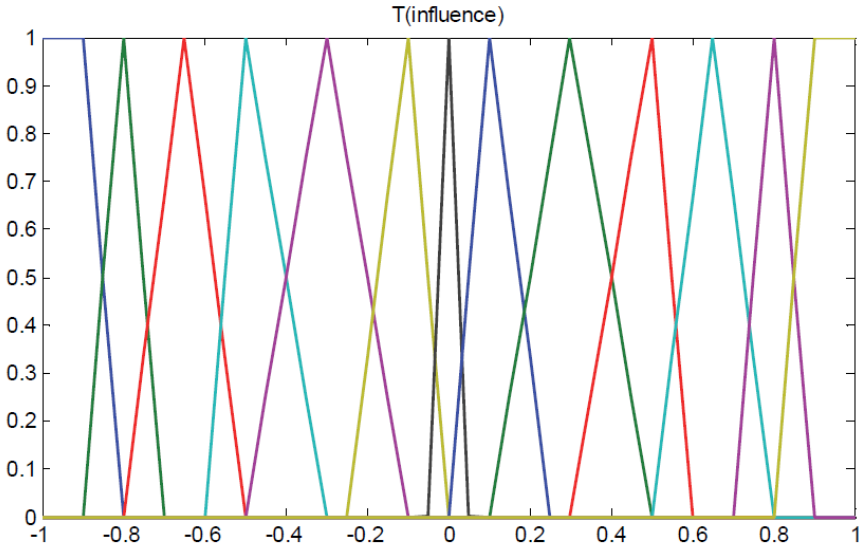
$$T = \begin{cases} x-a/b-a & a \le x \le b \\ x-c/b-c & b \le x \le c \\ 0 & διαφορετικά \end{cases}$$

Όπου: *[a, c]* είναι το στηρικτικό διάστημα και το σημείο *(b, 1)* είναι η ακμή (κορυφή) (Σχ. 1)



Σχήμα 3.1.1. Η συνάρτηση συμμετοχής μ ενός τριγωνικού ασαφούς αριθμού
(Πηγή: Μπέσης, 2016)

Στο επόμενο σχήμα δε, φαίνονται και οι αντίστοιχες συναρτήσεις συμμετοχής για τους όρους που χρησιμοποιούνται στην παρούσα έρευνα.



Σχήμα 3.1.2. Οι δεκατρείς συναρτήσεις συμμετοχής που περιγράφουν την T
(Πηγή: Papageorgiou and Kontogianni, 2012)

Οι ασαφείς αριθμοί του γλωσσικού βάρους μετατράπηκαν σε μια ξεκάθαρη τιμή εντός του εύρους [-1, 1] κατόπιν αποσαφήνισης, χρησιμοποιώντας ασαφή σύνολα και τη θεωρία ενσωμάτωσης (π.χ. Liu et al. 1999, Bojadziev and Bojadziev, 2007). Πιο συγκεκριμένα το κέντρο βάρους (C_B) του τριγωνικού B= (a, b, c) υπολογίστηκε ως ακολούθως:

$$C_{\tilde{B}} = \frac{a+b+c}{3}$$

Έτσι τελικά, αφού κατασκευάστηκαν τα ατομικά ΑΓΧ, δημιουργήθηκε το συλλογικό ΑΓΧ σύμφωνα με τη μεθοδολογία που περιγράφεται στην Ενότητα 2.4, η οποία περιγράφεται παρακάτω.

Οι συμμετέχοντες έχουν δηλώσει *n* τριγωνικούς αριθμούς $A_i = (a_1^{(i)}, a_m^{(i)}, a_2^{(i)})$, με $i = 1, 2, \ldots, n$. Ο τριγωνικός Μ.Ο. $A_{ave} = (m_1, m_M, m_2)$ όλων των A_i υπολογίζεται, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση:

$$A_{ave} = (m_1, m_M, m_2) = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_m^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_2^{(i)} \right)$$

Αν οι εκτιμήσεις που παρέχονται από τους συμμετέχοντες έχουν διαφορετική σπουδαιότητα που εκφράζεται από τα βάρη wi, τότε ο επιβαρυμένος τριγωνικός Μ.Ο. εισάγεται με τον ακόλουθο τύπο:

$$A_{ave}^{w} = m_1^{w}, m_M^{w}, m_2^{w} = \left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} w_i a_1^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} w_i a_m^{(i)}, \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} w_i a_2^{(i)} \right) \quad ,$$

με $w_1 + w_2 + \ldots + w_n = 1$

Ως εκ τούτου, το συλλογικό ΑΓΧ υπολογίζεται χρησιμοποιώντας την ακόλουθη εξίσωση (Taber et al., 2007, Amer et al., 2011):

$$CFCM = \sum_{i=1}^{n} FCM_i * w_i$$

Όπου: το *n* αντιπροσωπεύει τον αριθμό των συμμετεχόντων, το w_i είναι το βάρος του συμμετέχοντος i, και FCM_i είναι η φόρμα του ΑΓΧ του συμμετέχοντος i.

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε η διερεύνηση της συμπεριφοράς του συστήματος υπό το πρίσμα διαφόρων υποθετικών σεναρίων, χρησιμοποιώντας, όπως περιγράφηκε και σε προηγούμενο κεφάλαιο, τη σιγμοειδή συνάρτηση μεταφοράς

$$f(x) = \frac{1}{1+e^{-\lambda x}}$$

Όπου: λ είναι ένας πραγματικός θετικός αριθμός (συνήθως λ=1) και το x είναι η τιμή $A_i^{(k)}$ στο σημείο ισορροπίας.

3.2. ΑΤΟΜΙΚΟΙ ΚΑΙ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΣ ΑΓΧ

Όπως ήδη αναφέρθηκε, για τους σκοπούς της παρούσας διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν 8 συνεντεύξεις σε ειδικούς. Παρακάτω φαίνεται ο πίνακας που παραθέτει το συνολικό αριθμό παραγόντων και συνδέσεων για κάθε έναν από αυτούς.

Πίνακας 3.2.1. Αριθμός παραγόντων και συνδέσεων για κάθε συνεντευξιαζόμενο

	Συνολικός αριθμός παραγόντων	*Συνολικός αριθμός συνδέσεων*
Συμμετέχων 1	11	65
Συμμετέχων 2	9	44
Συμμετέχων 3	14	123
Συμμετέχων 4	13	68
Συμμετέχων 5	9	29
Συμμετέχων 6	10	36
Συμμετέχων 7	12	76
Συμμετέχων 8	9	19

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι μήτρες (φόρμες γειτνιάσεως) του κάθε ατομικού ΑΓΧ που προέκυψε από τη διαδικασία των συνεντεύξεων, καθώς και τα αντίστοιχα ΑΓΧ. Οι μήτρες αυτές κατασκευάστηκαν με τη βοήθεια και του προγράμματος Pajek (http://vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/), με μετατροπή των ασαφών αριθμών του γλωσσικού βάρους σε καθορισμένες τιμές, όπως προαναφέρθηκε.

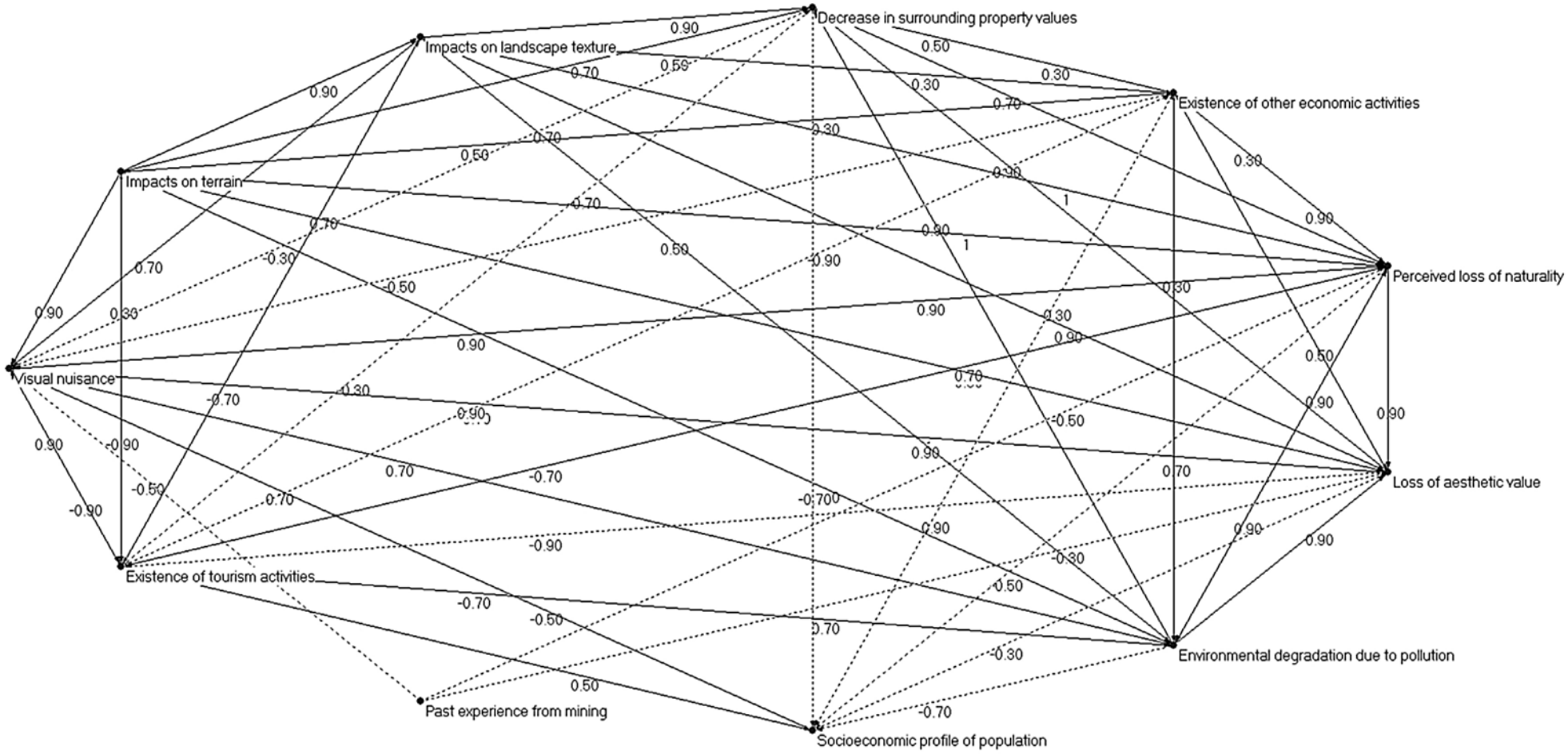
Ο πρώτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο (παράγοντας Π1) συνδέεται με άλλους 10 παράγοντες. Πιο συγκεκριμένα:

→ *Παραμόρφωση εδαφικής επιφάνειας (παράγοντας Π2)*
→ *Παραμόρφωση υφής και σύνθεσης (παράγοντας Π3)*
→ *Υποβάθμιση οικονομικής αξίας γύρω περιοχών (παράγοντας Π4)*
→ *Δραστηριότητες και επιχειρηματικά συμφέροντα (παράγοντας Π5)*
→ *Ελάττωση φυσικότητας (στην ιδιοσυγκρασία ανθρώπων) (παράγοντας Π6)*
→ *Μείωση αισθητικής αξίας θέασης (παράγοντας Π7)*
→ *Οικολογική υποβάθμιση - ρύπανση (παράγοντας Π8)*
→ *Κοινωνικοοικονομικό προφίλ κατοίκων (παράγοντας Π9)*
→ *Γνώση - βιωματική εμπειρία σε αντίστοιχες καταστάσεις (παράγοντας Π10)*
→ *Τουριστικές δραστηριότητες (παράγοντας Π11)*

Μέσα από τη συνέντευξη ο ειδικός συνέδεσε τους παραπάνω παράγοντες που σκέφτηκε και την επιρροή τους, κατά την ακόλουθη μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**	**Π10**	**Π11**
Π1	0	0	0	0,7	0	0,9	1	0	-0,5	0	-0,9
Π2	0,9	0	0,9	0,7	0,3	1	0,9	0,5	0	0	-0,9
Π3	0,7	0	0	0,9	0,3	1	0,9	0,9	0	0	-0,7
Π4	-0,3	0	0	0	0,3	0	0	0	-0,7	0	-0,3
Π5	-0,5	0,5	0,5	0,5	0	0,9	0,5	0,7	0,9	0	-0,7
Π6	0,9	0	0	0,7	0,3	0	0,9	0,9	-0,5	0	-0,7
Π7	0,9	0	0	0,9	0	0	0	0	-0,3	0	-0,9
Π8	0,7	0	0,5	0,9	0,3	0,9	0,9	0	-0,7	0	-0,7
Π9	0,7	0	0	0	-0,3	0	0	0	0	0	0
Π10	-0,5	0	0	0	0	-0,5	-0,3	0	0	0	0
Π11	0,9	0,3	0,7	-0,7	-0,9	0,7	0	0,7	0,5	0	0

Έτσι προέκυψε και το παρακάτω ΑΓΧ του συγκεκριμένου ειδικού (Σχήμα 3.2.1):



Σχήμα 3.2.1. ΑΓΧ Πρώτου Ειδικού

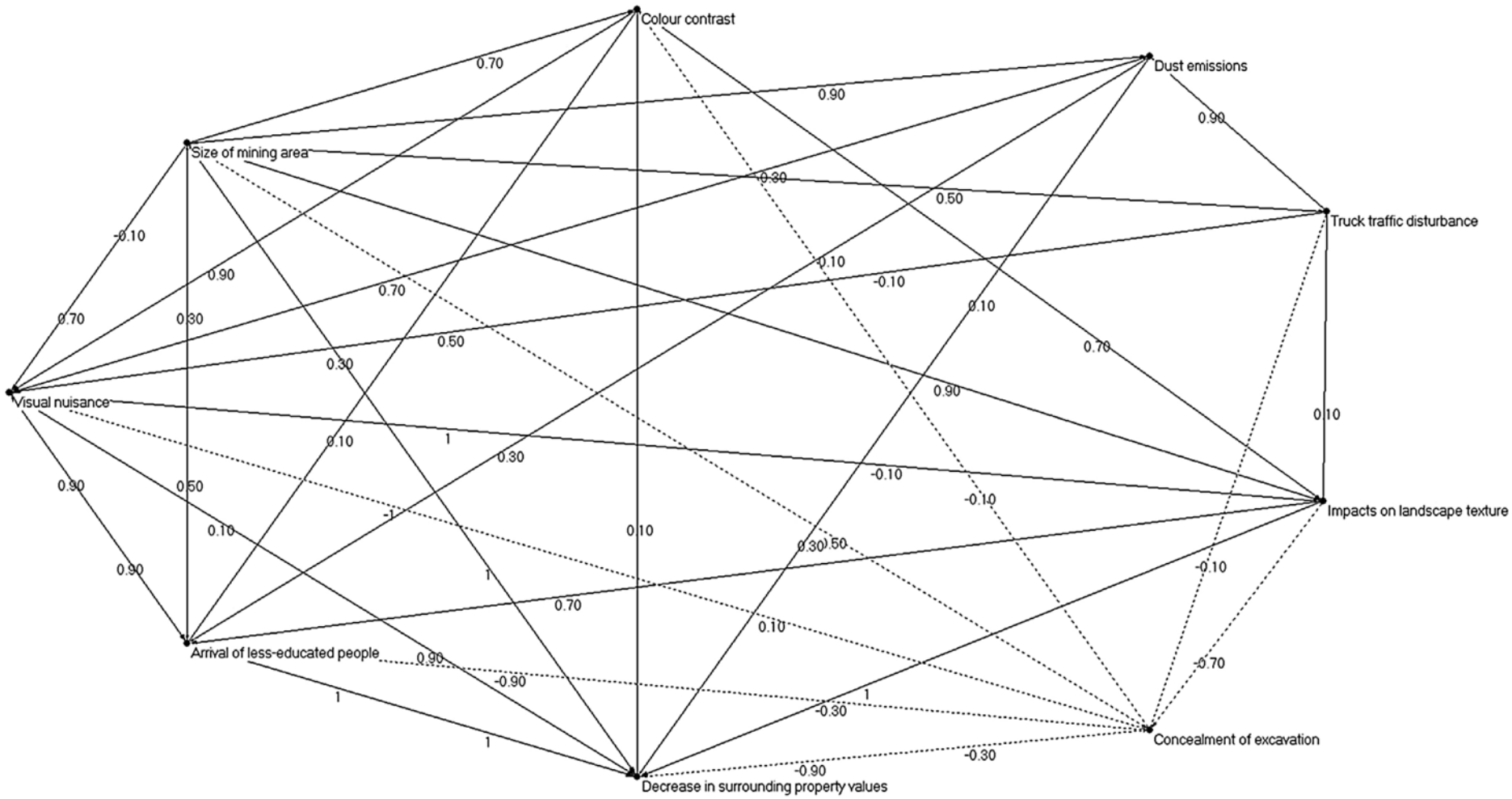
Ο δεύτερος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 8 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

→ *Έκταση εκμετάλλευσης (παράγοντας Π2)*
→ *Χρωματική αντίθεση (παράγοντας Π3)*
→ *Σκόνη και λοιπά αέρια (παράγοντας Π4)*
→ *Κυκλοφορία μεγάλων οχημάτων (παράγοντας Π5)*
→ *Παραμόρφωση υφής (παράγοντας Π6)*
→ *Κάλυψη ορατότητας (στον σχεδιασμό) (παράγοντας Π7)*
→ *Μείωση αξίας γης (παράγοντας Π8)*
→ *Έλευση κατώτερων κοινωνικών ομάδων - μείωση βιοτικού, μορφωτικού επιπέδου (παράγοντας Π9)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**
Π1	0	-0,1	0	-0,3	-0,1	-0,1	0,1	0,9	0,9
Π2	0,7	0	0,7	0,9	0,5	0,9	-0,5	1	0,5
Π3	0,9	0	0	0	0	0,7	-0,1	0,1	0,1
Π4	0,7	0	0	0	0	0	0	0,3	0,3
Π5	0,5	0	0	0,9	0	0,1	-0,1	0	0
Π6	1	0	0	0	0	0	-0,7	1	0,7
Π7	-1	0	0	0	0	0	0	-0,9	-0,9
Π8	0,1	0,3	0	0,1	0	0	-0,3	0	1
Π9	0,9	0,3	0	0,1	0	0	-0,3	1	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.2):



Σχήμα 3.2.2. ΑΓΧ Δεύτερου Ειδικού

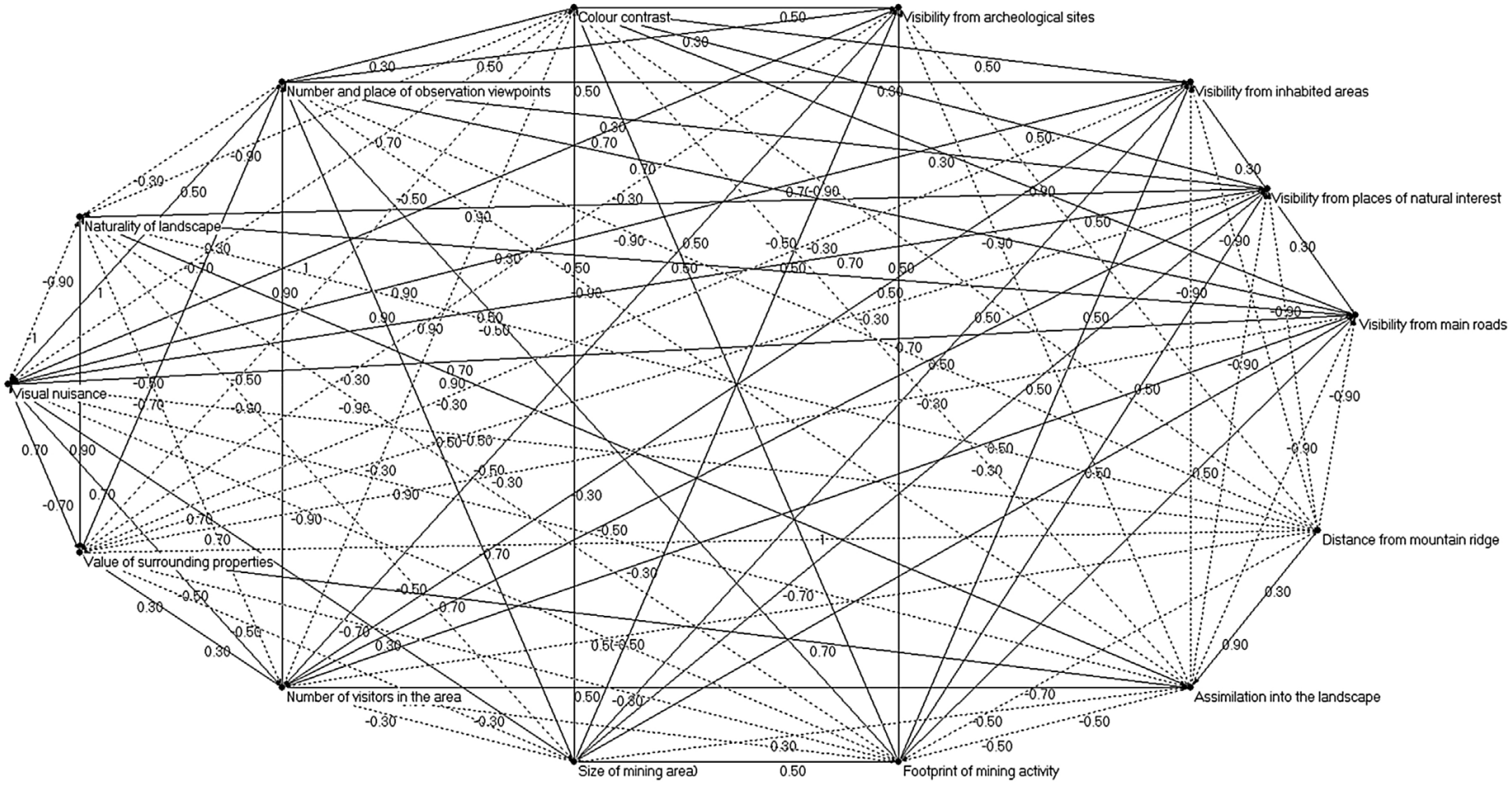
Ο τρίτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 13 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

→ *φυσικότητα τοπίου (παράγοντας Π2)*
→ *αριθμός και θεση σημείων θέασης (παράγοντας Π3)*
→ *χρωματική αντίθεση (παράγοντας Π4)*
→ *ορατοτητα από προστατευόμενες αρχαιολογικές περιοχές (παράγοντας Π5)*
→ *ορατοτητα από κατοικιμένες περιοχές (παράγοντας Π6)*
→ *ορατοτητα από μνημεία της φύσης (παράγοντας Π7)*
→ *ορατοτητα από κύριες οδικές αρτηρίες (παράγοντας Π8)*
→ *απόσταση από κορυφογραμμή (παράγοντας Π9)*
→ *αφομείωση - ένταξη στο φυσικό ανάγλυφο (παράγοντας Π10)*
→ *επιφάνεια κατάληψης - footprint (παράγοντας Π11)*
→ *μέγεθος (παράγοντας Π12)*
→ *αριθμός επισκεπτών περιοχής (παράγοντας Π13)*
→ *αξία χρήσης γης της περιοχής (παράγοντας Π14)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**	**Π10**	**Π11**	**Π12**	**Π13**	**Π14**
Π1	0	-0,9	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0	-0,7	0,5	0,3	-0,5	-0,7
Π2	-1	0	0	0,3	0	0	0	0	0	-1	0	-0,5	0,7	0,9
Π3	1	-0,3	0	0	0,3	0,3	0,3	0,7	0	0	0	0	0	-0,7
Π4	-0,7	-0,9	0,3	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	-0,3	0	0	-0,3	-0,5
Π5	1	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,3
Π6	0,9	0	0,5	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	-0,3	-0,3
Π7	0,9	0,9	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-0,5	-0,5
Π8	0,7	0,3	0,7	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0	-0,3	-0,3
Π9	-0,5	-0,5	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0	0,9	-0,7	0	-0,5	-0,7
Π10	-0,9	0,9	-0,9	-0,5	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	0,3	0	-0,5	-0,3	0,5	0,7
Π11	-0,9	-0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	-0,5	0	0,3	-0,3	-0,7
Π12	0,7	-0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	-0,5	0,5	0	-0,3	-0,5
Π13	0,7	-0,5	0,9	0	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0	0	0,3
Π14	0,7	0	0,3	-0,5	-0,3	-0,3	-0,3	-0,3	0	0,7	-0,3	-0,3	0,3	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.3):



Σχήμα 3.2.3. ΑΓΧ Τρίτου Ειδικού

Ο τέταρτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 12 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

→ *Μέγεθος επένδυσης (αντίληψη πολιτών) (παράγοντας Π2)*

→ *Μέγεθος κτηριακών υποδομών εγκατάστασης (παράγοντας Π3)*

→ *Απόσταση από οικισμό (παράγοντας Π4)*

→ *Απόσταση από χώρους αναψυχής (παράγοντας Π5)*

→ *Επίδραση στο ανάγλυφο (παράγοντας Π6)*

→ *Μέγεθος και έκταση συνοδών έργων (παράγοντας Π7)*

→ *Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση κόσμου (παράγοντας Π8)*

→ *Εισόδημα (παράγοντας Π9)*

→ *Προσφερόμενες θέσεις εργασίας από το έργο (παράγοντας Π10)*

→ *Αξία φυσικού περιβάλλοντος (παράγοντας Π11)*

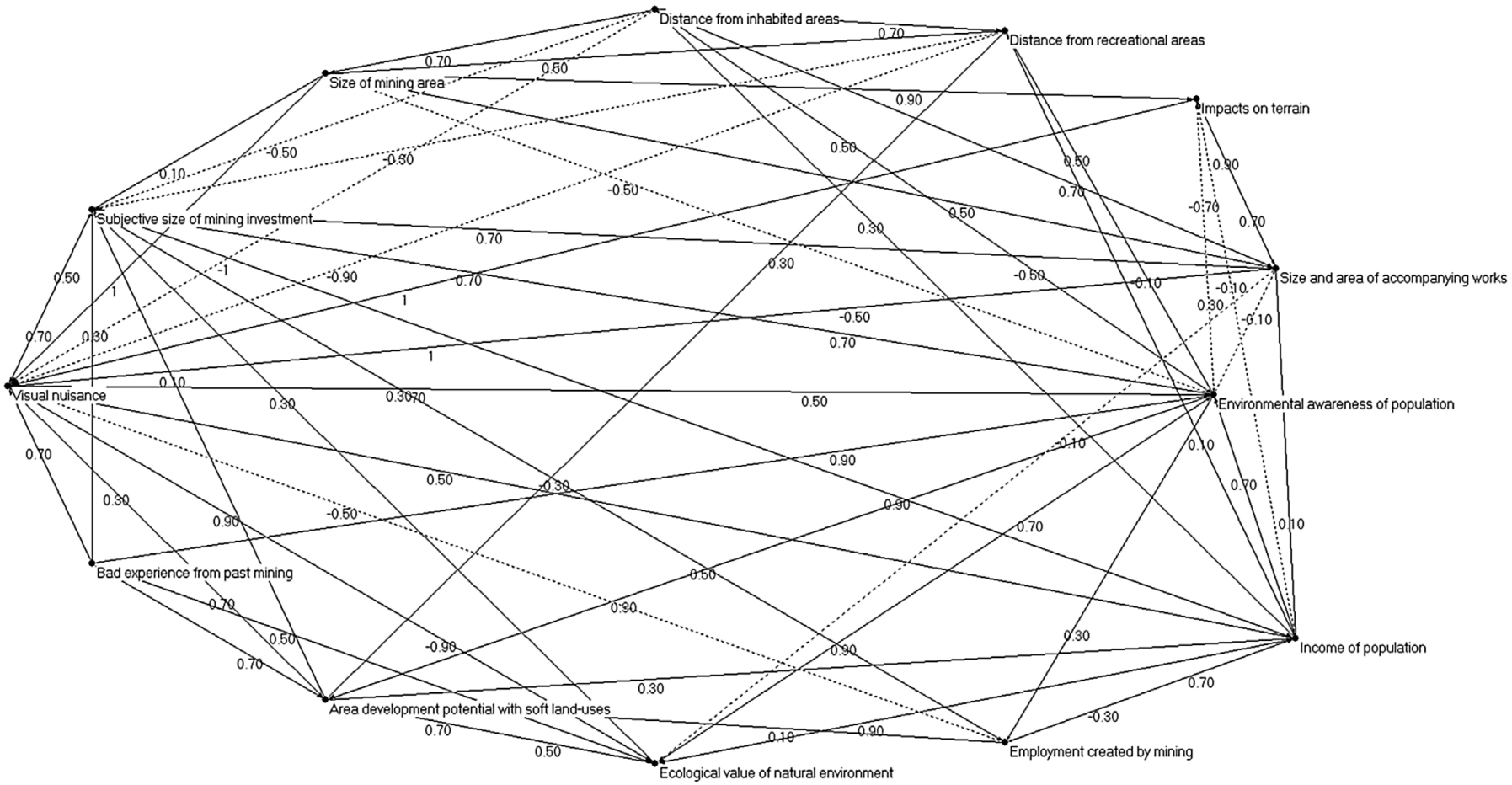
→ *Προσδοκία για εκμετάλλευση περιοχής με ηπιότερους τρόπους (παράγοντας Π12)*

→ *Προηγούμενες δυσάρεστες εμπειρίες από παρόμοιες δραστηριότητες (παράγοντας Π13)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**	**Π10**	**Π11**	**Π12**	**Π13**
Π1	0	0,5	0	0	0	0	-0,5	0,5	0	0	-0,9	0,7	0
Π2	0,7	0	0	0	0	0	0	0,7	0,9	0,5	0	0	0
Π3	1	0,1	0	0	0	0,9	0,5	0	0	0	0	0	0
Π4	-1	-0,5	0,7	0	0,7	0	0,7	-0,5	0	0	0	0	0
Π5	-0,9	-0,3	0,5	0	0	0	0	-0,1	0,1	0	0	-0,3	0
Π6	1	0	0	0	0	0	0,7	0,3	0	0	0	0	0
Π7	1	0,7	0	0	0	0,9	0	0	0,1	0	0	0	0
Π8	0,7	0,7	-0,5	0,5	0,5	-0,7	-0,1	0	0	0,3	0,9	0,9	0
Π9	0,5	0	0	0,3	0	-0,1	0	0,7	0	-0,3	0,9	0,3	0
Π10	-0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0,7	0	0	0	0
Π11	0,9	0,3	0	0	0	0	-0,1	0,7	0	0	0	0,7	0,5
Π12	0,3	0,1	0	0	0,3	0	0	0	0	0,1	0,5	0	0
Π13	0,7	0,3	0	0	0	0	0	0,9	0	0	0,3	0,7	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.4):



Σχήμα 3.2.4. ΑΓΧ Τέταρτου Ειδικού

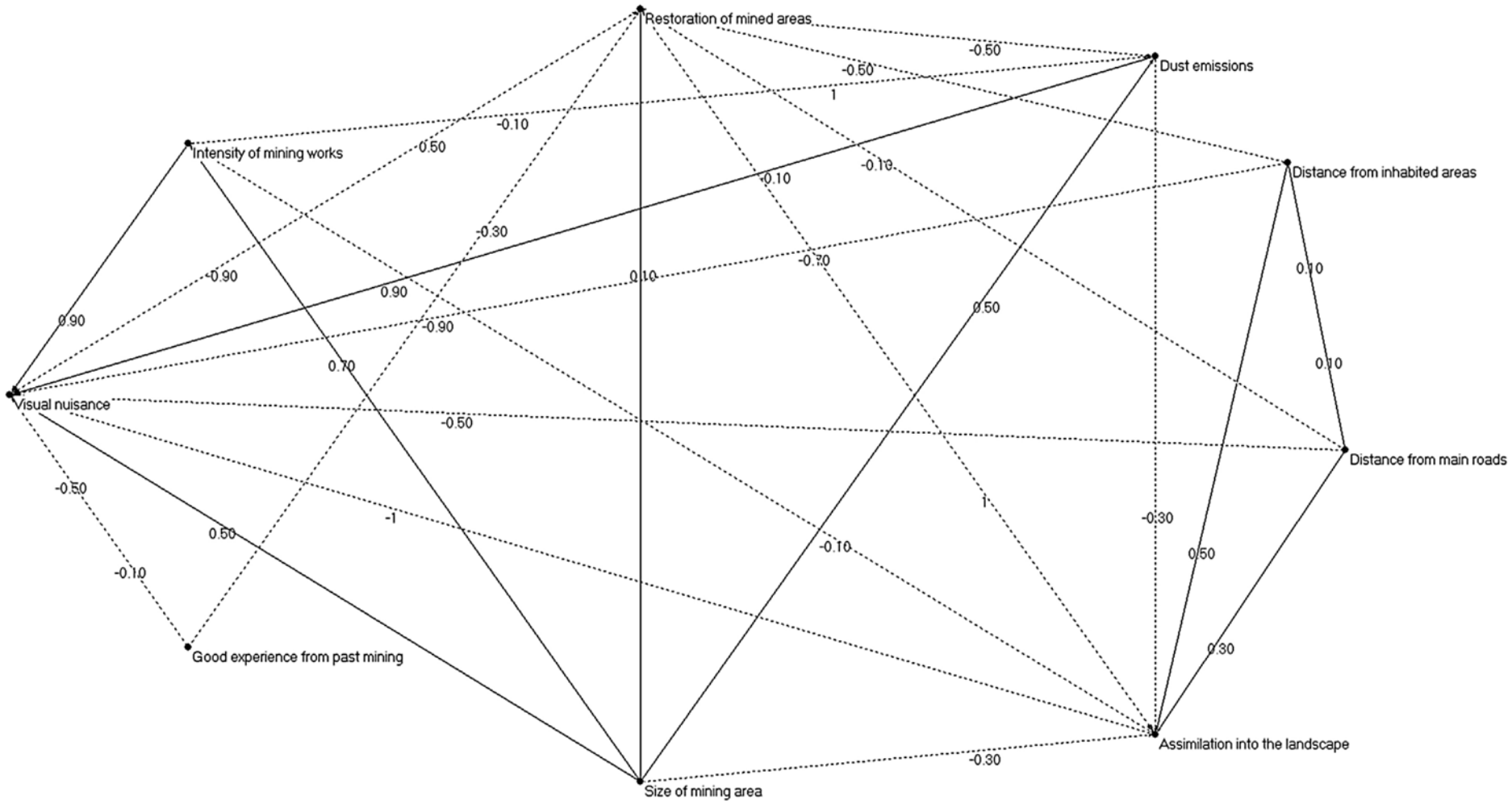
Ο πέμπτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 8 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

→ *Κινητικότητα έργου (παράγοντας Π2)*
→ *Βαθμός αποκατάστασης (παράγοντας Π3)*
→ *Ποσότητα σκόνης (παράγοντας Π4)*
→ *Απόσταση από οικισμό (παράγοντας Π5)*
→ *Απόσταση από δρόμους (παράγοντας Π6)*
→ *Ενσωμάτωση στο γύρω τοπίο (παράγοντας Π7)*
→ *Μέγεθος - Έκταση (παράγοντας Π8)*
→ *Εξοικείωση κατοίκων (ιστορικά) (παράγοντας Π9)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**
Π1	0	0	0,5	-0,1	0	0	0	0	-0,1
Π2	0,9	0	0	1	0	0	-0,1	0	0
Π3	-0,9	0	0	-0,5	0	0	1	0	0
Π4	0,9	-0,1	0	0	0	0	-0,3	0	0
Π5	-0,9	0	-0,5	0	0	0,1	0,5	0	0
Π6	-0,5	0	-0,1	0	0,1	0	0,3	0	0
Π7	-1	0	-0,7	0	0	0	0	0	0
Π8	0,5	0,7	0,1	0,5	0	0	-0,3	0	0
Π9	-0,5	0	-0,3	0	0	0	0	0	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.5):



Σχήμα 3.2.5. ΑΓΧ Πέμπτου Ειδικού

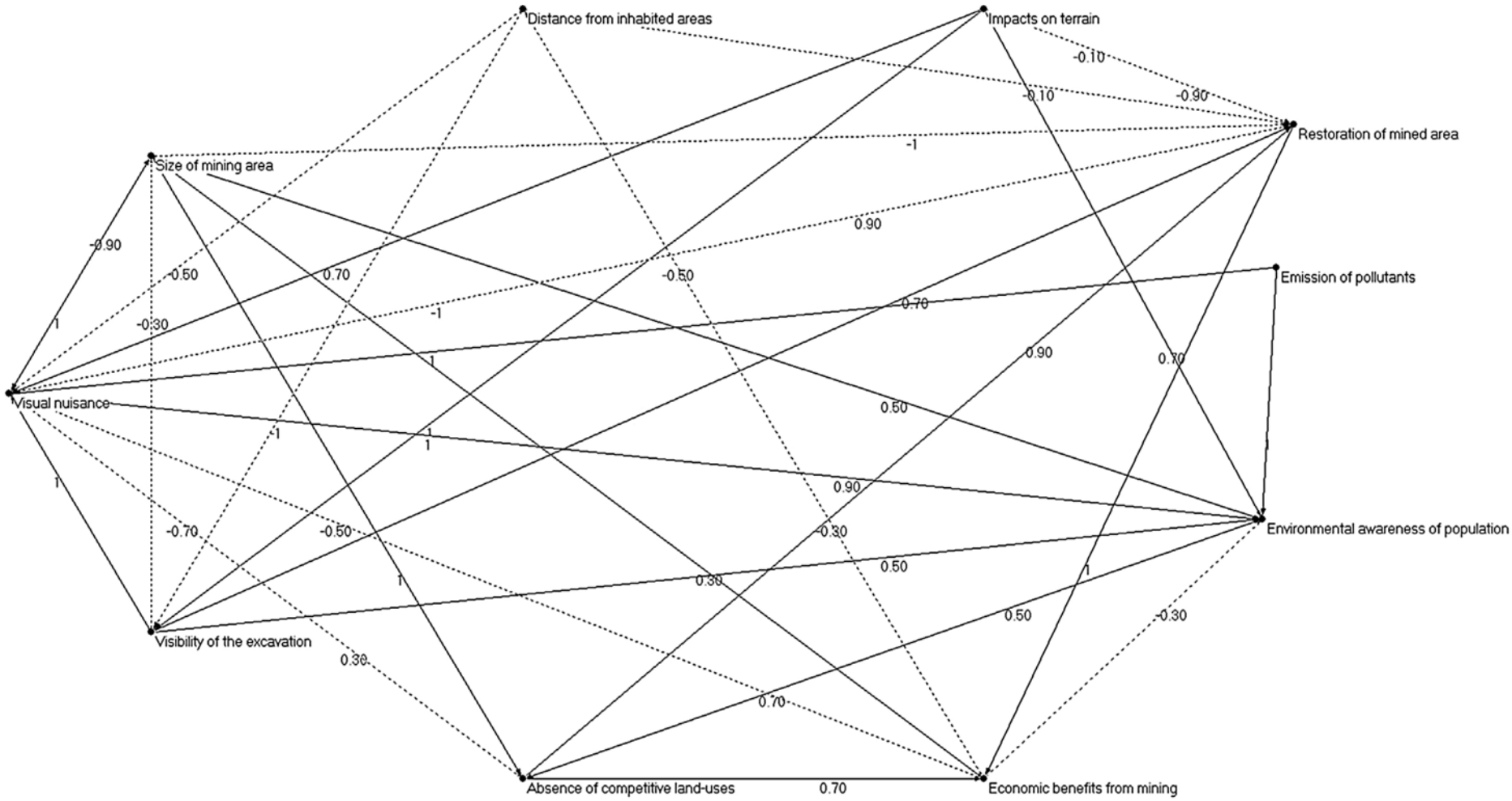
Ο έκτος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 9 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

- → *Μέγεθος (παράγοντας Π2)*
- → *Απόσταση από αστικό περιβάλλον (παράγοντας Π3)*
- → *Διαφοροποίηση αναγλύφου (παράγοντας Π4)*
- → *Βαθμός αποκατάστασης (δυνατότητας) (παράγοντας Π5)*
- → *Έκκλιση ρύπων (παράγοντας Π6)*
- → *Περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση (παράγοντας Π7)*
- → *Οικονομικά οφέλη (παράγοντας Π8)*
- → *Χωροταξική οργάνωση εκμεταλλεύσεων κράτους (παράγοντας Π9)*
- → *Ορατότητα έργου (παράγοντας Π10)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**	**Π10**
Π1	0	-0,9	0	0	0,9	0	0,9	0	0,3	0
Π2	1	0	0	0	-1	0	0,5	0,3	1	0
Π3	-0,5	0	0	0	-0,1	0	0	-0,3	0	-1
Π4	0,7	0	0	0	-0,9	0	0,7	0	0	1
Π5	-1	0	0	-0,1	0	0	0	1	0	0
Π6	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Π7	1	0	0	0	0	0	0	0	0,7	0
Π8	-0,5	0	-0,5	0	0	0	-0,3	0	0,9	0
Π9	-0,7	0	0	0	0,9	0	0,5	0,7	0	0
Π10	1	-0,3	0	0	0,7	0	0,5	0	0	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.6):



Σχήμα 3.2.6. ΑΓΧ Έκτου Ειδικού

Ο έβδομος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 11 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

→ *Φυσική διαφορά με το γύρο τοπίο (παράγοντας Π2)*

→ *Εγκατάλειψη τοπικών περιοχών από μόνιμους κατοίκους (παράγοντας Π3)*

→ *Υποβάθμιση τουριστικής οικονομίας (παράγοντας Π4)*

→ *Οικονομική υποβάθμιση επιχειρήσεων με οπτική επαφή (παράγοντας Π5)*

→ *Ψυχολογική διάθεση κατοίκων (παράγοντας Π6)*

→ *Αναγνωρισιμότητα - Διαφήμιση περιοχής (παράγοντας Π7)*

→ *Περεταίρω ανάπτυξη έργου (συνοδά έργα) (παράγοντας Π8)*

→ *Θέσεις εργασίας στο έργο (παράγοντας Π9)*

→ *Απομάκρυνση ειδών πανίδας (παράγοντας Π10)*

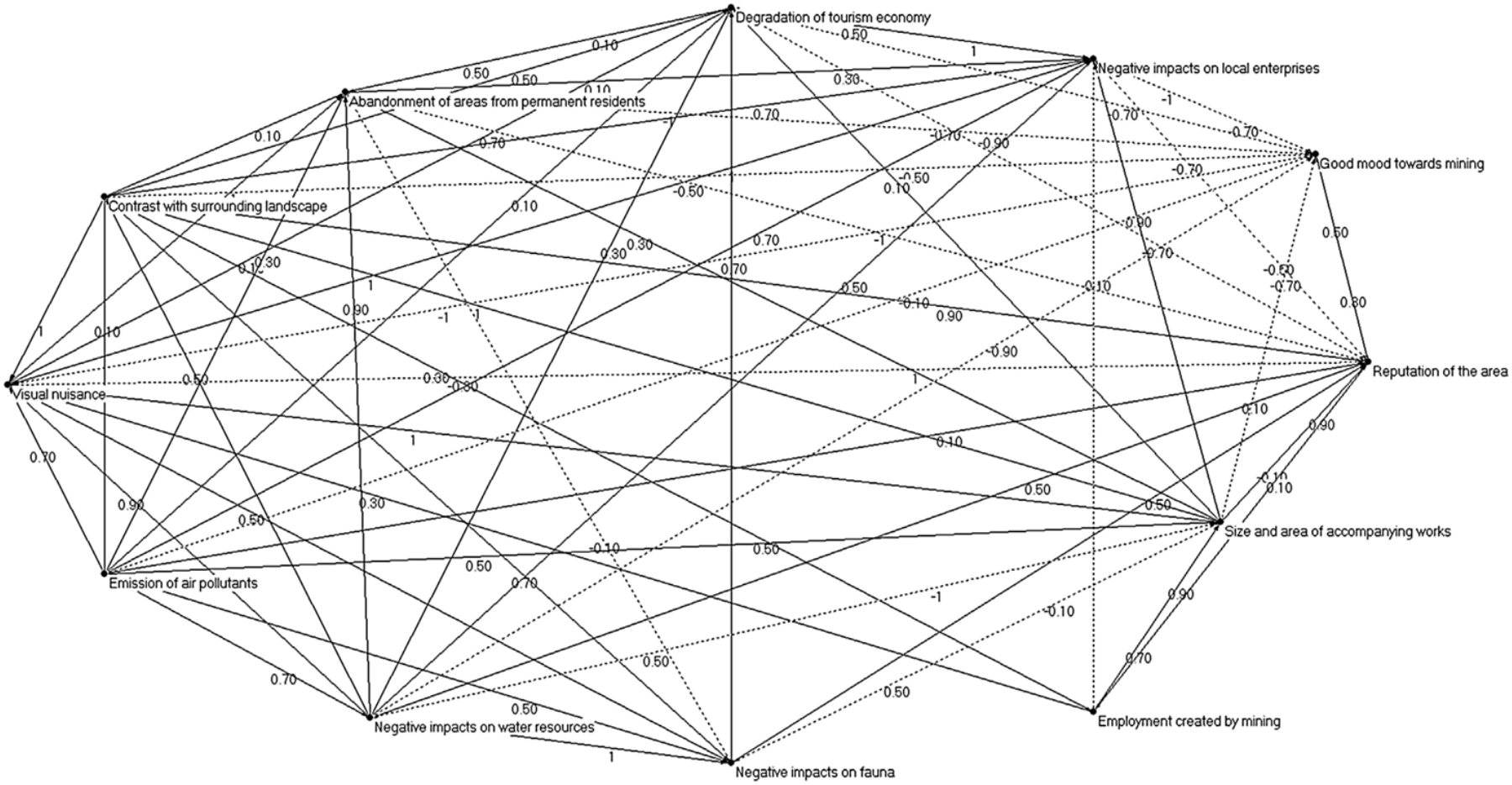
→ *Υποβάθμιση υδάτων (αλλαγή ισορροπίας) (παράγοντας Π11)*

→ *Ατμοσφαιρική ρύπανση (παράγοντας Π12)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**	**Π11**	**Π12**
Π1	0	0	1	0,7	1	-1	1	0	0	0	0
Π2	1	0	0,1	0,5	0,7	-0,5	0,9	0	0,5	0,7	0
Π3	0	0	0	0,1	0,3	-0,9	0	0	0	-0,1	0
Π4	0,1	0	0,5	0	1	-0,7	-0,7	0	0	0	0
Π5	1	0	0,1	0,5	0	-0,7	-0,5	0	0	0	0
Π6	-1	0	-1	0	-1	0	0,3	0,1	0	0	0
Π7	-0,3	0	-0,5	-0,7	-0,7	0,5	0	-0,1	0	0	0
Π8	1	1	0,3	0,1	0,9	-0,7	0,9	0	0,7	0,5	0,5
Π9	0,3	0,3	0	0	-0,1	0	0,1	0,9	0	0	0
Π10	0,5	0	0	0,7	0	0	0,5	-0,1	0	0	0
Π11	0,9	0,5	0,9	0,3	0,5	-0,9	0,5	-1	0	1	0
Π12	0,7	0,1	0,3	0,1	0,7	-0,1	0,1	0	0	0,5	0,7

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.7):



Σχήμα 3.2.7. ΑΓΧ Έβδομου Ειδικού

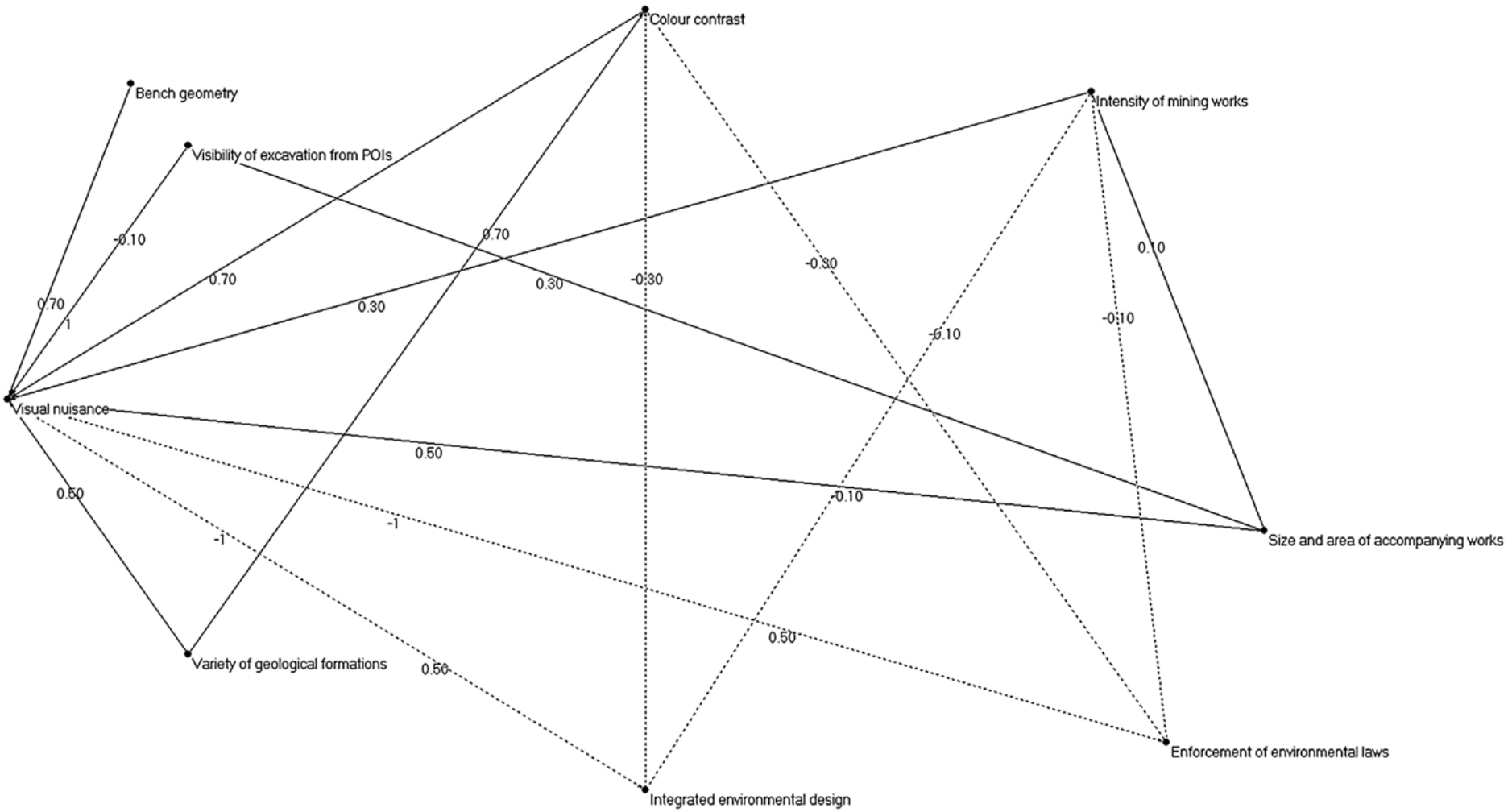
Ο όγδοος και τελευταίος ειδικός που συμμετείχε στην έρευνα σημείωσε ότι ο βαθμός όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο συνδέεται με άλλους 8 παράγοντες. Συγκεκριμένα:

- → *Ορατότητα από θέσεις διέλευσης ή διαμονής (παράγοντας Π2)*
- → *Χρωματική αντίθεση (παράγοντας Π3)*
- → *Κλίση και γεωμετρία πρανούς (παράγοντας Π4)*
- → *Περεταίρω κινητικότητα (κόσμος, μηχανήματα) (παράγοντας Π5)*
- → *Κατασκευή συνοδών έργων πρόσβασης (παράγοντας Π6)*
- → *Τήρηση περιβαλλοντικών όρων (παράγοντας Π7)*
- → *Ολοκληρωμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός (παράγοντας Π8)*
- → *Ποικιλομορφία γεωλογικών σχηματισμών (στρωματογραφικά - τεκτονικά χαρακτηριστικά) (παράγοντας Π9)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων κατά την επιρροή τους έγινε με την εξής μήτρα:

	Π1	**Π2**	**Π3**	**Π4**	**Π5**	**Π6**	**Π7**	**Π8**	**Π9**
Π1	0	-0,1	0	0	0	-0,1	0,5	0,5	0
Π2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Π3	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Π4	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0
Π5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0
Π6	0,5	0,3	0	0	0,1	0	0	0	0
Π7	-1	0	-0,3	0	-0,1	0	0	0	0
Π8	-1	0	-0,3	0	-0,1	0	0	0	0
Π9	0,5	0	0,7	0	0	0	0	0	0

Δημιουργήθηκε έτσι το παρακάτω ΑΓΧ (Σχήμα 3.2.8):



Σχήμα 3.2.8. ΑΓΧ Όγδοου Ειδικού

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται συγκεντρωτικά και οι τιμές των δεικτών της θεωρίας Γράφων, όπως προκύπτουν από τη δομική ανάλυση των ΑΓΧ.

Πίνακας 3.2.2. Δείκτες θεωρίας γράφων ανά ατομικό ΑΓΧ

	Πυκνότητα	**Δείκτης Ιεράρχησης**	**Συνολικός αριθμός παραγόντων**	**Συνολικός αριθμός συνδέσεων**	**Αριθμός «πομπών»**	**Αριθμός κανονικών παραγόντων**	**Συνδέσεις/ Παράγοντες**
Ειδικός 1	0,53719	0,34218	11	65	1	10	5,9
Ειδικός 2	0,54321	0,23526	9	44	0	9	4,9
Ειδικός 3	0,62755	0,32532	14	123	0	14	8,8
Ειδικός 4	0,40237	0,08808	13	68	0	13	5,2
Ειδικός 5	0,35802	0,05170	9	29	1	8	3,2
Ειδικός 6	0,36000	0,05044	10	36	1	9	3,6
Ειδικός 7	0,52778	0,25886	12	76	0	12	6,3
Ειδικός 8	0,23457	0,01793	9	19	2	7	2,1
Μέσος Όρος	0,44884	0,17122	10,9	57,5	0,6	10,3	5,0

Κατά μέσο όρο λοιπόν, υπάρχουν περίπου 11 παράγοντες (factors) που επηρεάζουν το βαθμό όχλησης του κοινωνικού συνόλου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις στο τοπίο, που κυμαίνονται από τους 9 έως τους 14.

Ο μέσος αριθμός των μεταβλητών - πομπών (transmitter), οι οποίες επηρεάζουν ανεξάρτητα το σύστημα, είναι 0,6 (κυμαίνονται ανάμεσα σε 0 και 2), ενώ ο αριθμός των μεταβλητών - δεκτών βρέθηκε μηδενικός.

Τα ΑΓΧ που προέκυψαν είχαν έναν μέσο όρο διασυνδέσεων (connections) μεταξύ των παραγόντων 57,5 (με τις συνδέσεις να κυμαίνονται μεταξύ 19 και 123) και μια μέση πυκνότητα, που εκφράζει το πόσο συνδεδεμένοι ή ασύνδετοι είναι οι χάρτες, της τάξεως του 0,45.

Ακόμη, ο μέσος όρος του πηλίκου του αριθμού των διασυνδέσεων προς τον αριθμό των παραγόντων (connection/factor), ο οποίος αποτελεί δείκτη της πυκνότητας μεταξύ των περιγραφόμενων μεταβλητών και των σχέσεων αιτιότητας, είναι 5,0 (από 2,1 μέχρι 8,8).

Επιπρόσθετα, ο μέσος δείκτης ιεραρχίας βρέθηκε να είναι 0,171 (ανάμεσα από 0,018 και 0,342). Ο εν λόγω δείκτης παρουσιάζει τον τύπο του συστήματος ως «ιεραρχικό» ή «δημοκρατικό», ανάλογα με το πόσο κοντά είναι στο μηδέν («δημοκρατικό» σύστημα).

Παρατηρείται τέλος, ότι τα κριτήρια, στα οποία βάσισαν τους παράγοντες και τη σκέψη τους οι οκτώ ειδικοί, χωρίζονται κυριότερα σε κατηγορίες τεχνικών - μεταλλευτικών κριτηρίων (π.χ. μέγεθος έργου, περιβαλλοντικές επιπτώσεις), κοινωνικοοικονομικών κριτηρίων (π.χ. βιοτικό επίπεδο, ύπαρξη τουρισμού) και κριτηρίων τοπίου (π.χ. αλλαγές χρωμάτων, απόσταση και ορατότητα από περιοχές).

Κάποιοι από τους παράγοντες που αναφέρθηκαν από τους ειδικούς, διαπιστώθηκε ότι ήταν κοινοί για πολλούς εξ' αυτών. Κάποιοι άλλοι πάλι, μπορεί να ήταν διαφορετικοί και αρκετά πιο σπάνια αναφερόμενοι, αλλά με πολύ ισχυρή σημασία για τους ειδικούς που τους είχαν αναφέρει. Έτσι, λαμβάνοντας υπ' όψιν όλες αυτές τις ομοιότητες ή διαφορές μεταξύ των

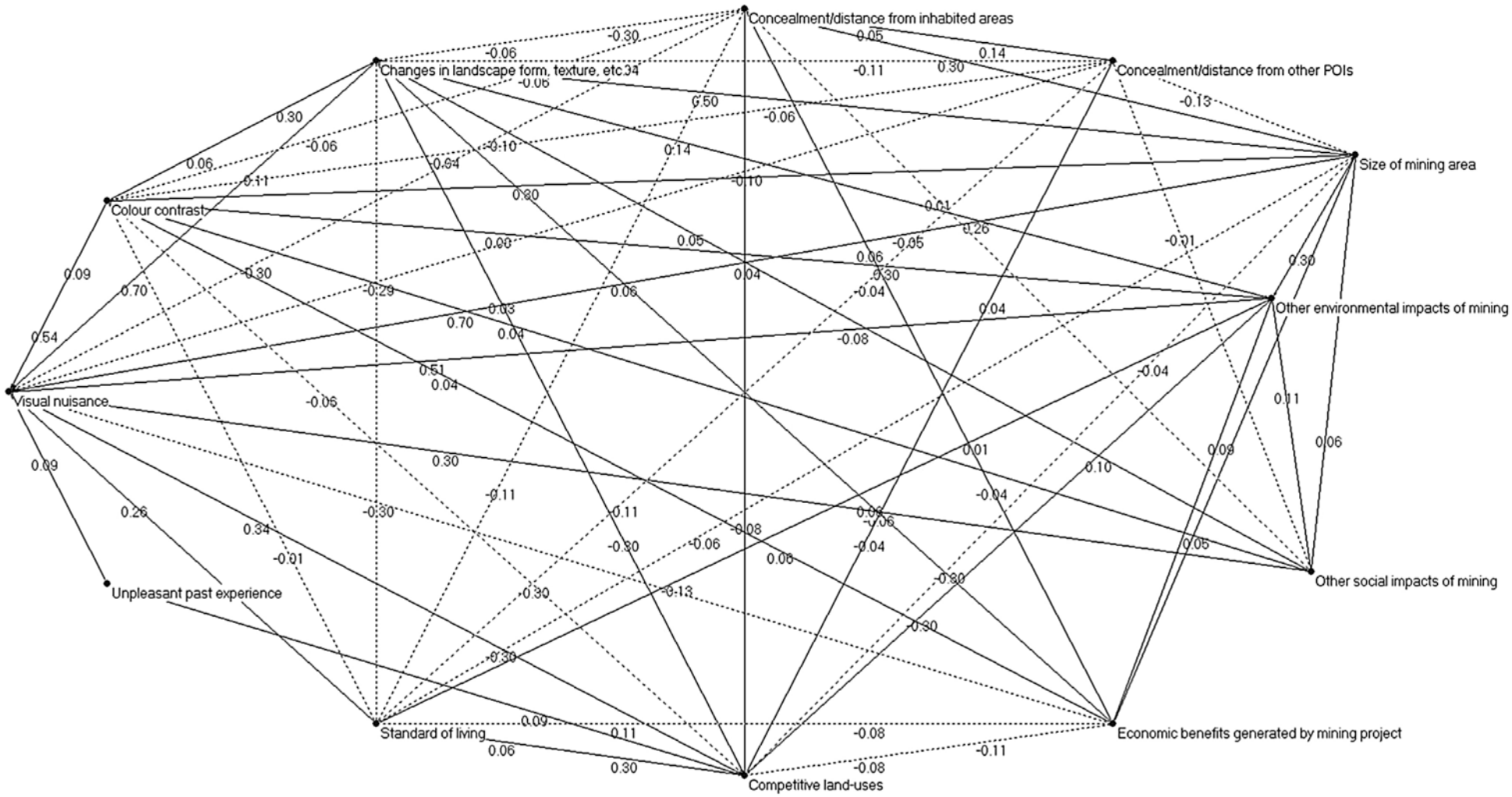
ατομικών ΑΓΧ και τη θεωρία που περιγράφηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο, δημιουργήθηκε το συλλογικό ΑΓΧ με τους παρακάτω 12 παράγοντες:

- → *Οπτικός βαθμός όχλησης (παράγοντας Π1)*
- → *Χρωματική αντίθεση (παράγοντας Π2)*
- → *Αλλαγή μορφής εδάφους (υφή, γραμμή κλπ.) (παράγοντας Π3)*
- → *Απόκρυψη/απόσταση από κατοικημένες περιοχές (παράγοντας Π4)*
- → *Απόκρυψη/απόσταση από σημεία ενδιαφέροντος (δρόμους, τουριστικά αξιοθέατα κλπ.) (παράγοντας Π5)*
- → *Έκταση έργου (παράγοντας Π6)*
- → *Άλλες περιβαλλοντικές επιπτώσεις (μολύνσεις νερού, αέρα, χλωρίδας κλπ.) (παράγοντας Π7)*
- → *Άλλες μεταλλευτικές επιπτώσεις (θόρυβος, αρνητικό αντίκτυπο σε τοπικές επιχειρήσεις, υποβάθμιση αξιών ακινήτων κλπ.) (παράγοντας Π8)*
- → *Οικονομικά οφέλη από τη μεταλλευτική δραστηριότητα (οικονομική ενίσχυση κράτους, δημιουργία θέσεων εργασίας κλπ.) (παράγοντας Π9)*
- → *Ύπαρξη ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων (τουριστικές επιχειρήσεις κλπ) που επηρεάζονται αρνητικά (παράγοντας Π10)*
- → *Πρότυπα ζωής της γύρω κοινωνίας σε κάθε τομέα (ποιότητα οικονομίας, εργασίας, εκπαίδευσης, ασφάλειας, περιβάλλοντος κλπ) (παράγοντας Π11)*
- → *Αρνητικό παρελθόν από μεταλλευτικές δραστηριότητες (εγκατάλειψη, ανυπακοή στους νόμους, μόλυνση περιβάλλοντος κλπ.) (παράγοντας Π12)*

Η σύνδεση των παραπάνω παραγόντων έγινε σύμφωνα με την ακόλουθη φόρμα γειτνίασης:

	Π1	Π2	Π3	Π4	Π5	Π6	Π7	Π8	Π9	Π10	Π11	Π12
Π1	0,0	0,1	0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	-0,1	0,0	-0,3	0,0	0,0
Π2	0,5	0,0	0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	-0,3	0,0	0,0
Π3	0,7	0,1	0,0	-0,3	-0,1	0,0	0,3	0,0	0,1	-0,3	-0,1	0,0
Π4	-0,3	-0,1	-0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0
Π5	-0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0
Π6	0,7	0,3	0,5	0,3	-0,1	0,0	0,3	0,1	0,1	-0,3	-0,1	0,0
Π7	0,5	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,3	-0,1	0,0
Π8	0,3	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Π9	-0,3	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	-0,1	0,1	0,0
Π10	0,3	-0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	-0,1	0,0	0,1	0,0
Π11	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,3	0,0	0,0
Π12	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0

Έτσι, δημιουργήθηκε τελικά το συλλογικό ΑΓΧ του παρακάτω σχήματος:



Σχήμα 3.2.9. Συλλογικό ΑΓΧ

Αναλύοντας δομικά το συλλογικό ΑΓΧ που δημιουργήθηκε, προκύπτουν οι εξής δείκτες:

Πίνακας 3.2.3. Δείκτες θεωρίας γράφων συλλογικού ΑΓΧ

Πυκνότητα	**Δείκτης Ιεράρχησης**	**Συνολικός αριθμός παραγόντων**	**Συνολικός αριθμός συνδέσεων**	**Αριθμός «πομπών»**	**Αριθμός κανονικών παραγόντων**	**Συνδέσεις/ Παράγοντες**
0,5625	0,03803	12	81	1	11	7,4

Παρατηρείται ότι υπάρχει μόλις ένας «πομπός», που ονομάζεται «Αρνητικό παρελθόν από μεταλλευτικές δραστηριότητες», ενώ οι λοιποί παράγοντες είναι «κανονικοί», πράγμα που μαρτυρά ένα χάρτη χαμηλής πολυπλοκότητας. Ο χάρτης έχει 81 συνολικές συνδέσεις, με αναλογία προς τους παράγοντες 7,4. Η πυκνότητά του βρέθηκε να είναι 0,5625, ενώ ο δείκτης ιεραρχίας είναι της τάξης του 0,04, που σημαίνει ότι πρόκειται για ένα «δημοκρατικό» χάρτη, ανοικτό σε αλλαγές.

Για την καλύτερη μελέτη του συλλογικού ΑΓΧ που προέκυψε, πολύ χρήσιμοι είναι και οι βαθμοί εισόδου, εξόδου και η κεντρικότητα του κάθε παράγοντα ξεχωριστά, οι οποίοι παρατηρούνται στον επόμενο πίνακα.

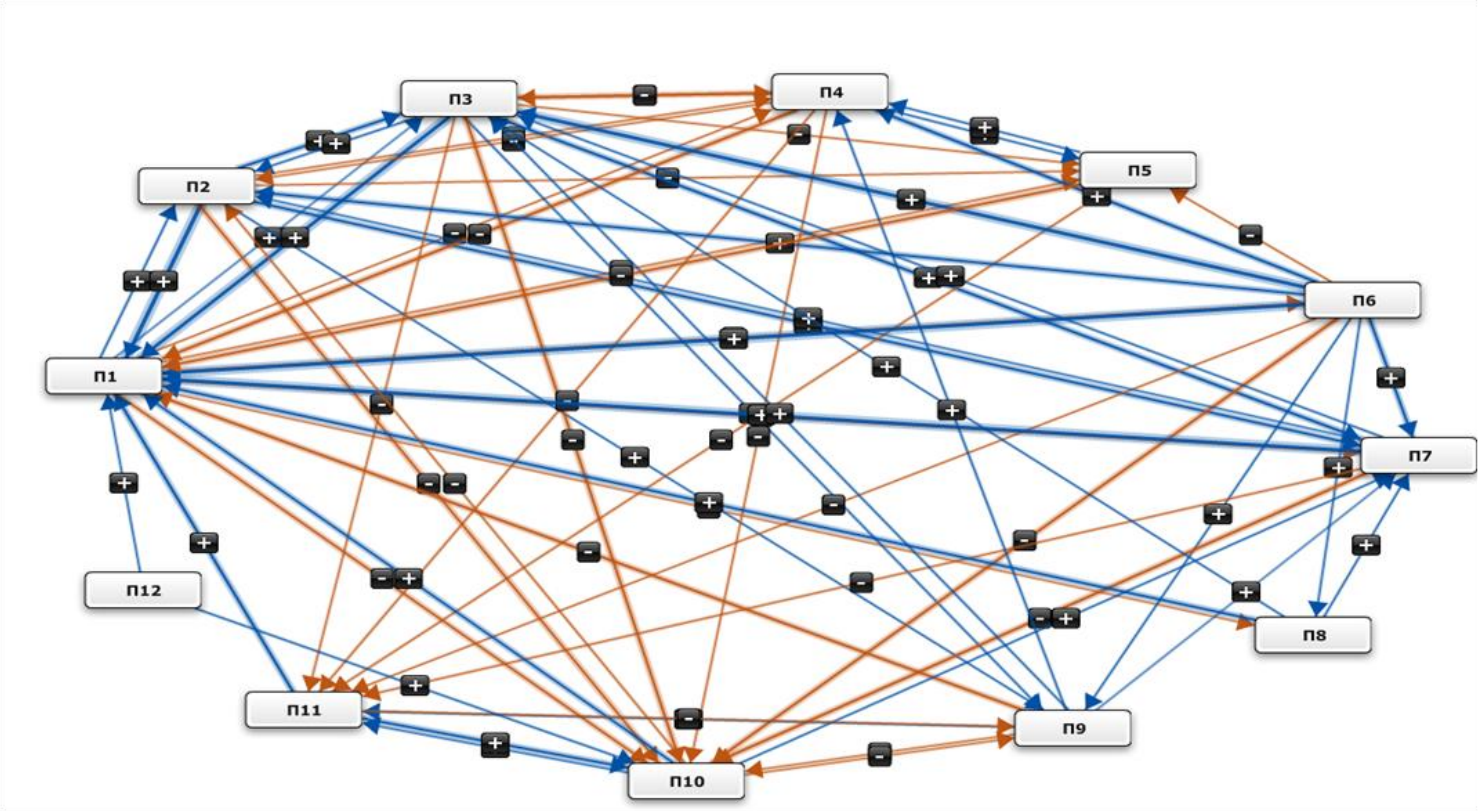
Πίνακας 3.2.4. Βαθμοί εισόδου/εξόδου και κεντρικότητα παραγόντων συλλογικού ΑΓΧ

	Βαθμός Εξόδου	**Βαθμός Εισόδου**	**Κεντρικότητα**
Π1	0,89	4,33	5,2
Π2	1,64	0,76	2,4
Π3	1,89	1,29	3,2
Π4	0,79	0,93	1,7
Π5	0,56	0,63	1,2
Π6	2,70	0,09	2,8
Π7	1,15	1,25	2,4
Π8	0,52	0,13	0,6
Π9	0,74	0,40	1,1
Π10	0,81	2,08	2,9
Π11	0,69	0,69	1,4
Π12	0,17	0,00	0,2

Από την ανάλυση του Πίνακα 4 λοιπόν, παρατηρείται ότι ο παράγοντας με τη μεγαλύτερη επιρροή (με διαφορά) στο συνολικό χάρτη είναι η «έκταση του έργου», ενώ έπεται σε επιρροή η «γεωμορφολογική αλλαγή» του τοπίου και η «αλλαγή χρώματος». Παράλληλα, πέρα από τον «οπτικό βαθμό όχλησης», που, όπως είναι λογικό, εμφανίζει τη μεγαλύτερη κεντρικότητα, επίσης αισθητή (με σειρά σημαντικότητας) είναι και αυτή της «αλλαγής μορφής του εδάφους», της «ύπαρξης ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων», της «έκταση του έργου» και της «χρωματικής αντίθεσης».

3.3. ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΟΥ ΣΥΛΛΟΓΙΚΟΥ ΑΓΧ

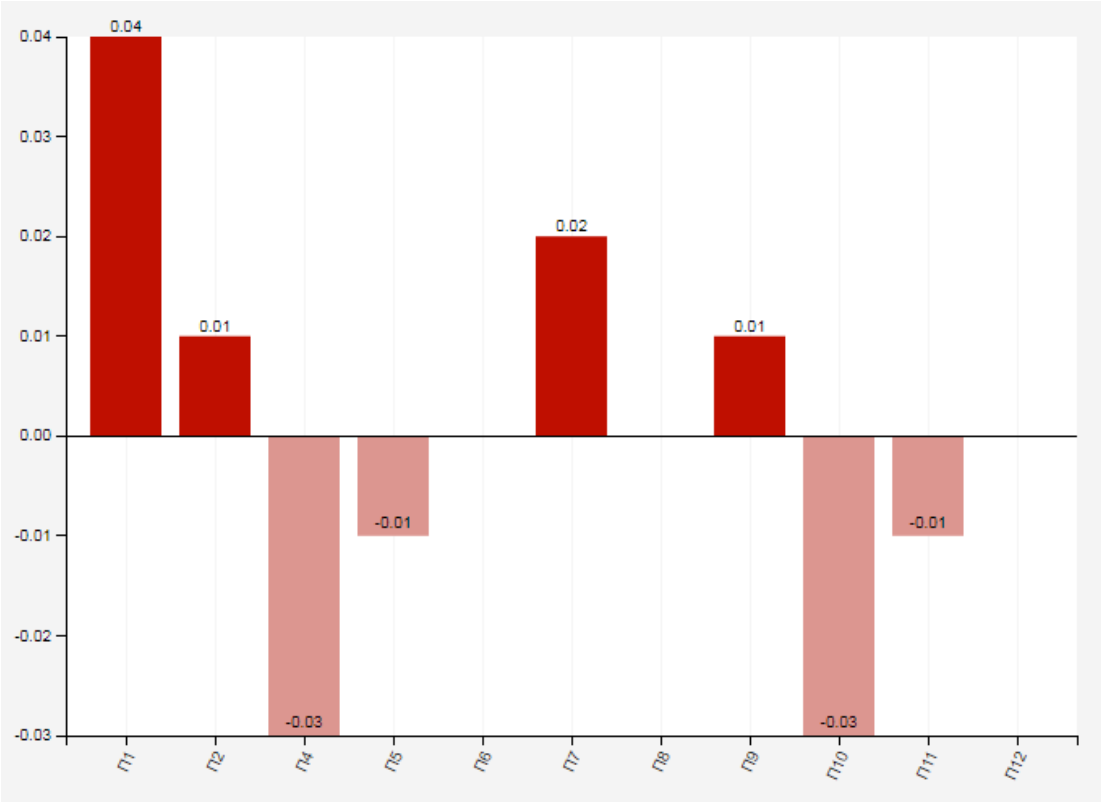
Προκειμένου να γίνει δυναμική ανάλυση του συλλογικού ΑΓΧ, χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος που περιγράφεται στο προηγούμενο κεφάλαιο ως θεωρητική βάση, αλλά και τα λογισμικά του Matlab και τελικώς του Mental Modeler. Έτσι, κατασκευάστηκε ο συλλογικός χάρτης ως ποιοτικό εννοιολογικό μοντέλο και δόθηκε η δυνατότητα δημιουργίας διαφόρων σεναρίων και παρατήρησης των εκάστοτε αλλαγών στο σύστημα με την αυξομείωση του κάθε παράγοντα ξεχωριστά. Παρακάτω φαίνεται ο συλλογικός χάρτης, όπως προέκυψε στο περιβάλλον του Mental Modeler, όπου και διερευνήθηκαν τα πιθανά σενάρια.



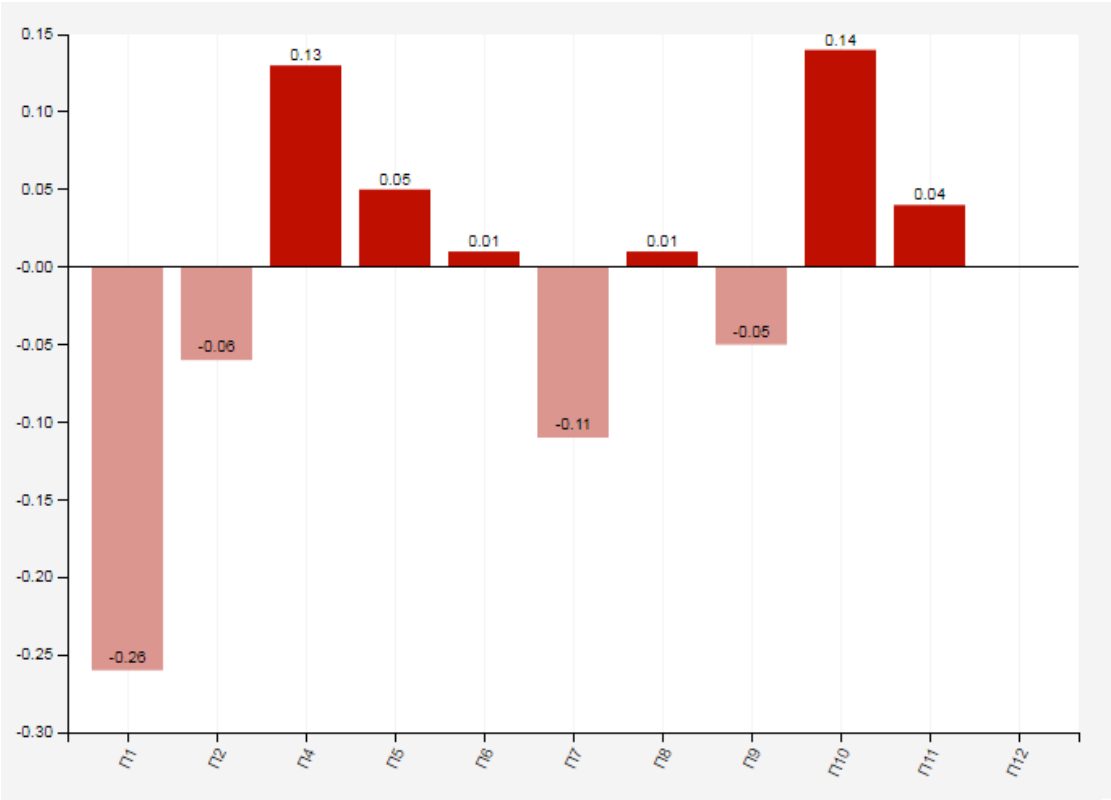
Σχήμα 3.3.1. Το συλλογικό ΑΓΔ στο Mental Modeler

Σενάρια αύξησης ή μείωσης του κάθε παράγοντα μελετήθηκαν ενδελεχώς, όμως, όπως ήταν και αναμενόμενο, το μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσίασαν οι μεταβολές στους παράγοντες εκείνους, που θα περίμενε κανείς να παίξουν σημαντικό ρόλο, λόγω των βαθμών εισόδου/εξόδου και της κεντρικότητάς τους.

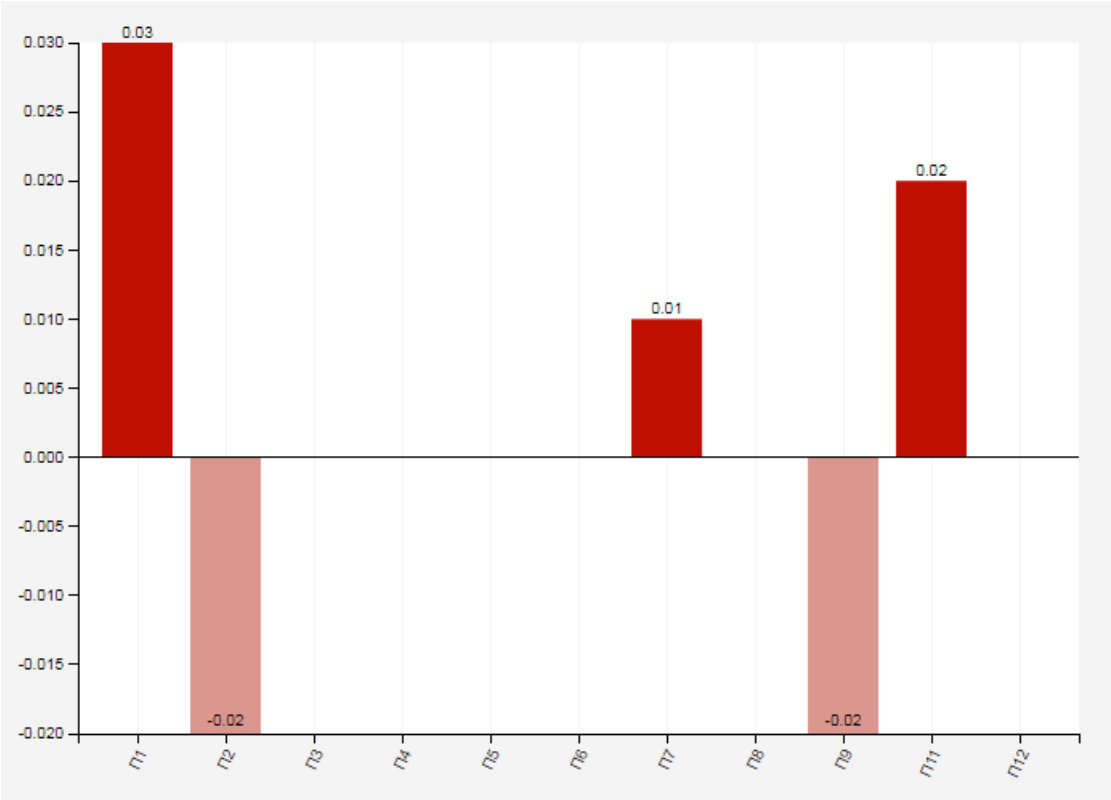
Παρακάτω παρατίθενται εικόνες από τα σενάρια αύξησης και μείωσης των τεσσάρων σημαντικότερων παραγόντων, όπως αυτοί προέκυψαν στο συλλογικό ΑΓΧ, στο Mental Modeler, δηλαδή της «αλλαγής μορφής του εδάφους», της «ύπαρξης ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων», της «έκταση του έργου» και της «χρωματικής αντίθεσης».



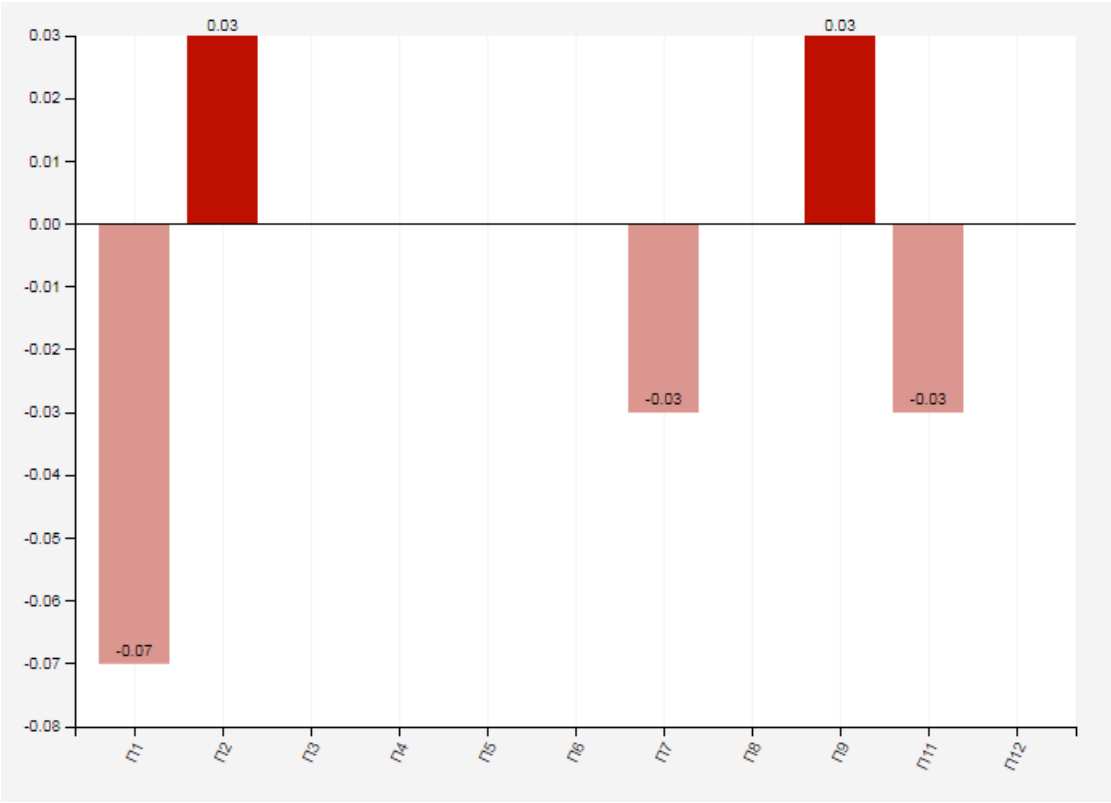
Σχήμα 3.3.2. Επίδραση της αύξησης των γεωμορφολογικών αλλαγών του τοπίου στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



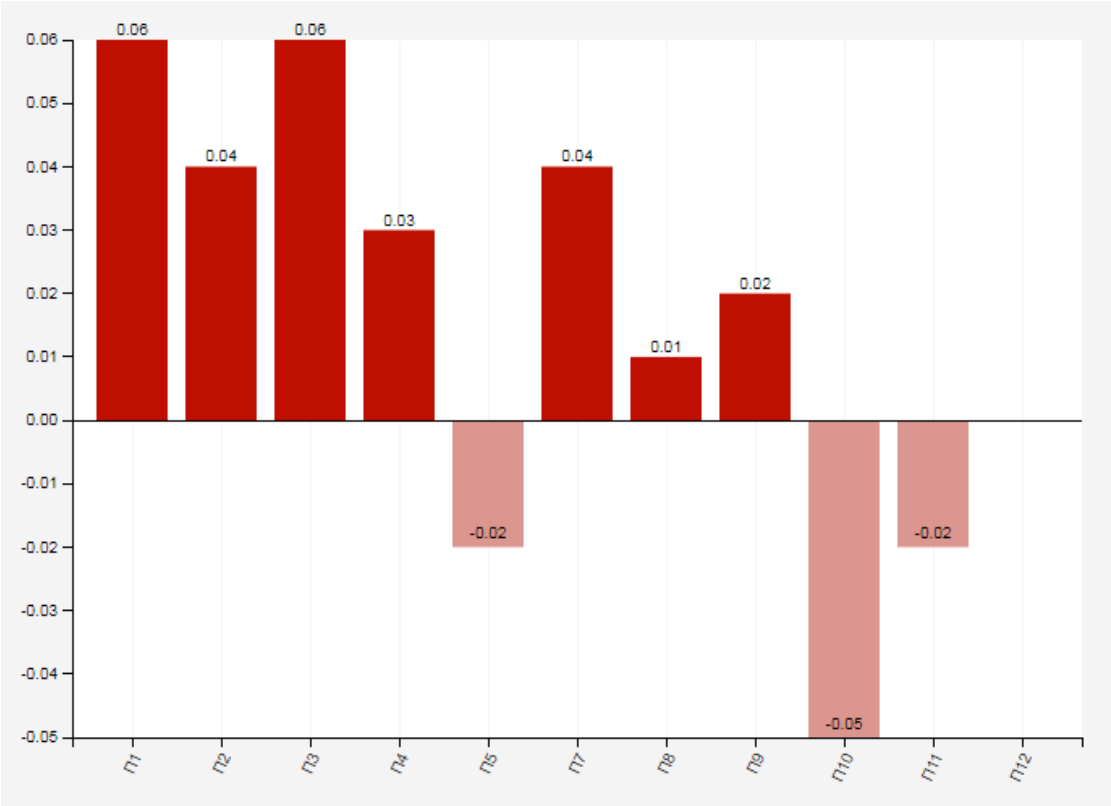
Σχήμα 3.3.3. Επίδραση της μείωσης των γεωμορφολογικών αλλαγών του τοπίου στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



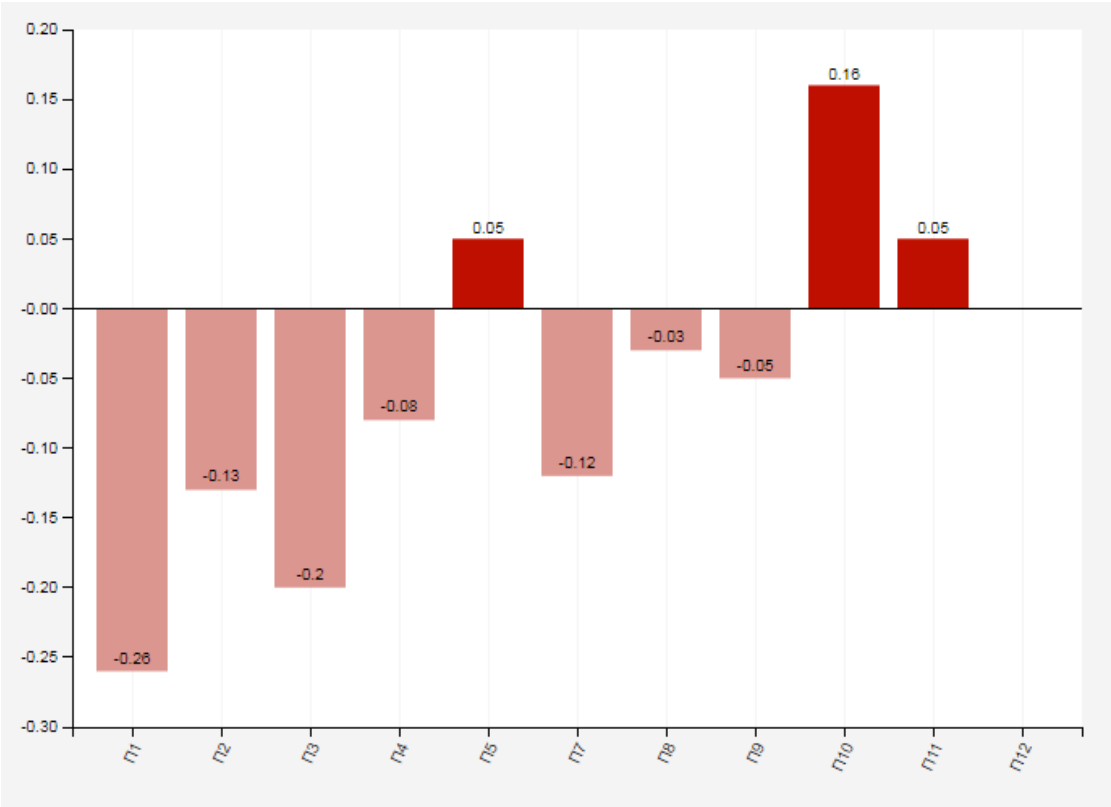
Σχήμα 3.3.4. Επίδραση της αύξησης των ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



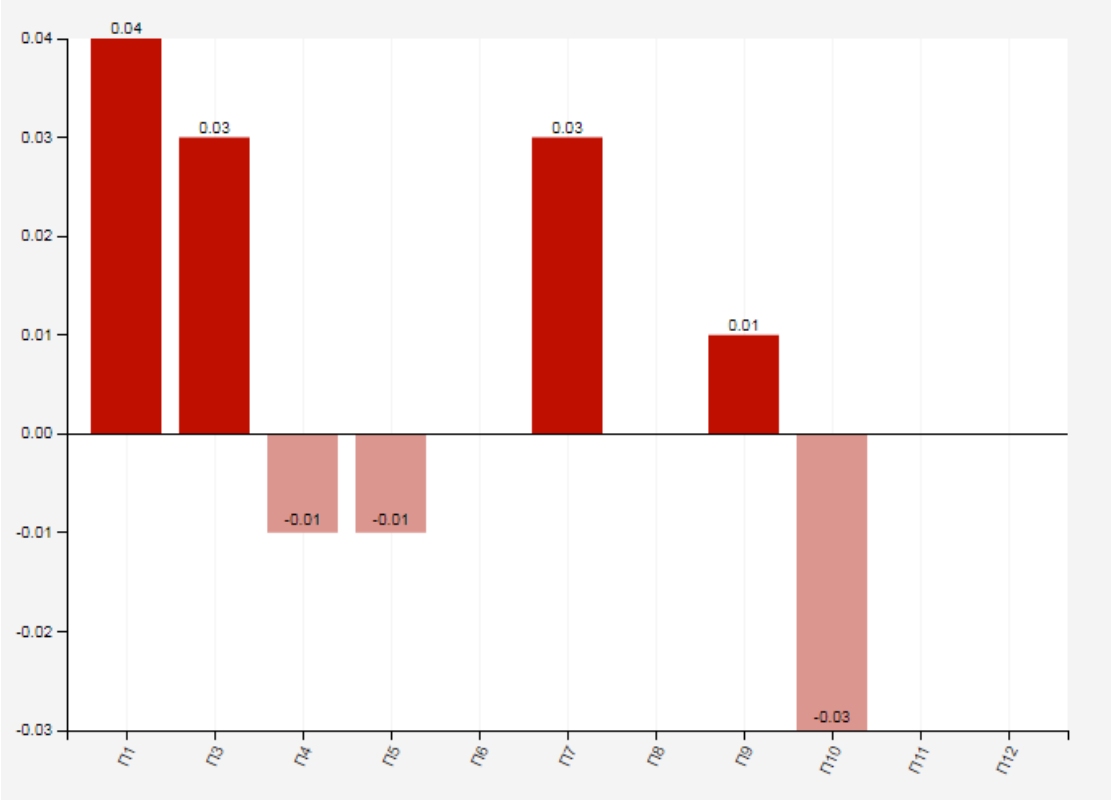
Σχήμα 3.3.5. Επίδραση της μείωσης των ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



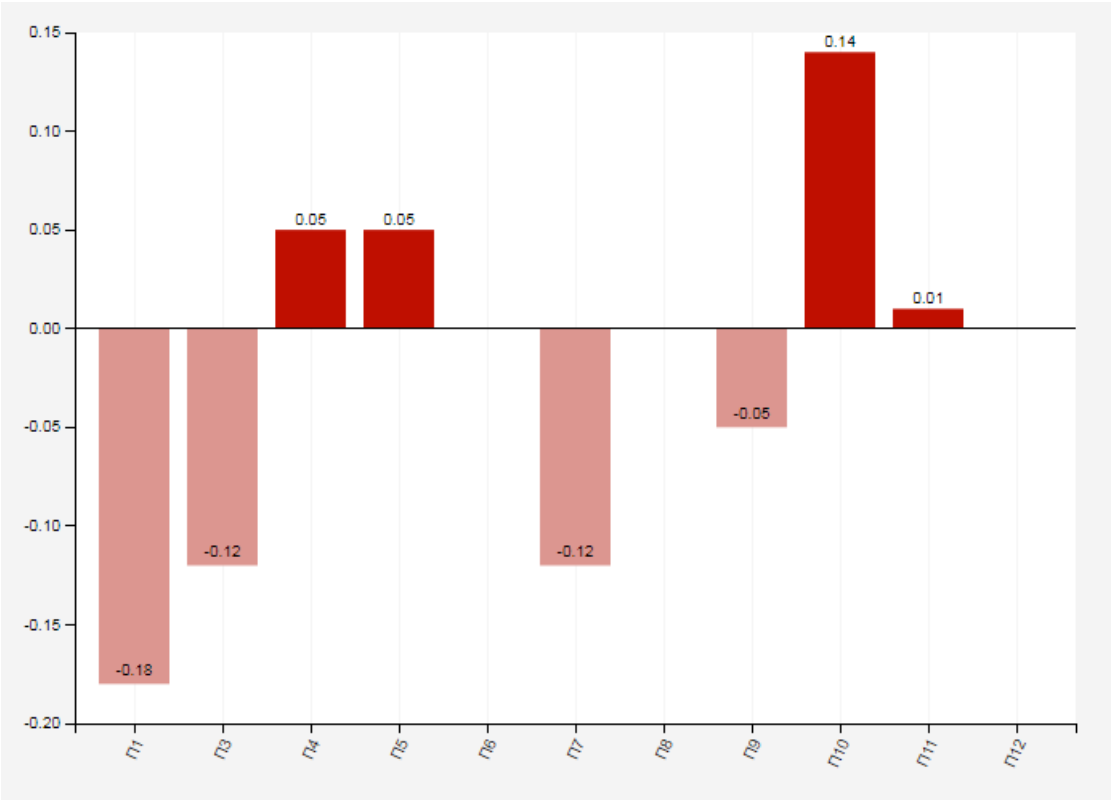
Σχήμα 3.3.6. Επίδραση της αύξησης της έκτασης του έργου στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



Σχήμα 3.3.7. Επίδραση της μείωσης της έκτασης του έργου στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



Σχήμα 3.3.8. Επίδραση της αύξησης της χρωματικής αντίθεσης στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ



Σχήμα 3.3.9. Επίδραση της μείωσης της χρωματικής αντίθεσης στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ

Παρατηρούνται επομένως οι εξής περιπτώσεις:

- Η μεταβολή των γεωμορφολογικών αλλαγών στο τοπίο, όπως είναι φυσιολογικό, συνεπάγεται και ανάλογη μεταβολή των υπόλοιπων περιβαλλοντικών επιπτώσεων, όπως η χλωρίδα και η πανίδα. Αυτό που, ίσως, δεν θα περίμενε κανείς είναι η επιρροή που έχει σε άλλους παράγοντες, όπως η απόκρυψη από τους κατοίκους της περιοχής ή η ύπαρξη ανταγωνιστικών συμφερόντων, όπως οι τουριστικές επιχειρήσεις. Σε αυτές τις περιπτώσεις η αλλαγή μορφής του τοπίου έχει αντιστρόφως ανάλογη επίδραση, πράγμα -εκ πρώτης όψεως- παράλογο, μα εκ δεύτερης λογικό, αφού αυτές δεν είναι άμεσες αλλά έμμεσες συνέπειες της αλλαγής αυτής. Ο κόσμος ενοχλείται περισσότερο και έτσι είναι προφανές ότι δεν θα επενδύσει, για

παράδειγμα, στον τουρισμό ούτε ως επιχειρηματίας, ούτε ως επισκέπτης.

- Οι ανταγωνιστικές δραστηριότητες παρουσιάζουν επιρροές καθόλα λογικές και όχι πολύ μεγάλες. Φαίνεται και είναι λογικό, για παράδειγμα, ότι όσο αυτές αυξάνονται ή μειώνονται, ανάλογη μεταβολή υφίσταται και η ποιότητα ζωής των κατοίκων μιας περιοχής, αφού αυτή είναι άμεσα πια συνδεδεμένη με την οικονομία. Αντίθετα, αντιστρόφως ανάλογη επίδραση έχει στα συμφέροντα μιας περιοχής από τη μεταλλευτική. Πράγμα επίσης αναμενόμενο, αφού εξ' ορισμού γίνεται λόγος για ανταγωνιστική αγορά και αντικρουόμενα συμφέροντα. Καμιά όμως μεταβολή δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικής ισχύος, διότι, σε αντίθεση με ό,τι κανείς μπορεί να περίμενε βάση του δείκτη κεντρικότητας του εν λόγω παράγοντα, ο δείκτης αυτός προκύπτει υψηλός κυρίως βάση του βαθμού εισόδου του και όχι του βαθμού εξόδου. Έτσι, καταλήγει να είναι ένας παράγοντας που θα 'λεγε κανείς ότι περισσότερο επηρεάζεται, παρά επηρεάζει, κάτι που αποδεικνύεται και από το ότι είναι ο παράγοντας που μεταβάλλεται περισσότερο κατά τις μεταβολές των υπολοίπων.

- Οι μεταβολές στην έκταση του έργου, όπως ήταν αναμενόμενο, προκαλούν και τις περισσότερες και πιο έντονες μεταβολές στους υπόλοιπους παράγοντες του συλλογικού ΑΓΧ. Ανάλογες μεταβολές προξενούν σε παράγοντες όπως η αλλαγή της μορφής του εδάφους, η χρωματική αντίθεση, τα λοιπά περιβαλλοντικά προβλήματα και άλλα, ενώ αντιστρόφως ανάλογη είναι η επίδρασή τους στις ανταγωνιστικές δραστηριότητες. Παρατηρούνται επομένως αρκετές μεταβολές αριθμητικά, αλλά και με μεγαλύτερη ισχύ, δεδομένα, βέβαια, που δικαιολογούνται, αφού πρόκειται για τον παράγοντα με το μεγαλύτερο βαθμό εξόδου και μια από τις μεγαλύτερες κεντρικότητες.

- Τέλος, οι μεγάλες διαφοροποιήσεις στη χρωματική αντίθεση ενός έργου με το γύρω τοπίο προκαλούν σημαντικές ανάλογες μεταβολές στο γενικότερο περιβάλλον της περιοχής, όπως η χλωρίδα, η πανίδα, αλλά και τα στοιχεία του τοπίου, όπως η υφή και η γραμμή. Εν αντιθέσει, βέβαια, με ό,τι μεταβολές προκαλούν στα ανταγωνιστικά συμφέροντα, τα οποία και επηρεάζουν αρκετά. Μάλιστα, ένα ενδιαφέρον στοιχείο που παρατηρείται είναι ότι ένας τέτοιος παράγοντας, όπως η χρωματική αντίθεση, παρόλο που εμφανίζει σχετικά μικρότερη κεντρικότητα από τις ανταγωνιστικές δραστηριότητες, καταλήγει να επηρεάζει σημαντικότερα στο σύστημα και κυρίως τον βασικό παράγοντα (βαθμός όχλησης). Και αυτό σαφώς χάρη στο μεγαλύτερο βαθμό εξόδου που εμφανίζει.

Κεφάλαιο 4

Συμπεράσματα

Από τα παλιά χρόνια το πρόβλημα της αλλοίωσης των χαρακτηριστικών του τοπίου συνοδεύει τη μεταλλευτική δραστηριότητα κατά τις προσπάθειες εξόρυξης ορυκτών πρώτων υλών και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα της. Μάλιστα, τις τελευταίες δεκαετίες η προσβολή του τοπίου από τα μεταλλευτικά έργα έχει αναδειχτεί ως πρόβλημα μείζονος σημασίας και συνεχώς η ανθρωπότητα εφευρίσκει νέους κανόνες και μεθόδους για την καταπολέμηση αυτού. Ένα ακόμη εργαλείο που προστίθεται πια ανάμεσα σ' όλα τ' άλλα είναι και οι Ασαφείς Γνωστικοί Χάρτες.

Σίγουρα, όταν κανείς χρησιμοποιεί τη μέθοδο των ΑΓΧ, δεν πρέπει να περιμένει πλήρη επίλυση προβλημάτων ή άψογη στατιστική ανάλυση. Άλλο τόσο σίγουρα όμως, πρόκειται για ένα σημαντικό εργαλείο που θα μπορούσε να λειτουργήσει ιδανικά ως ξεκίνημα για να μπουν οι βάσεις για οποιαδήποτε έρευνα. Ιδιαίτερα μάλιστα, για έρευνες με πιο πολύπλοκα, περιβαλλοντικά και όχι τόσο σαφή εξ' αρχής συστήματα.

Σ' αυτό το πλαίσιο τα ΑΓΧ κατάφεραν και στην παρούσα εργασία να παίξουν έναν σημαντικότατο ρόλο εντοπίζοντας, ποσοτικοποιώντας και ποιοτικοποιώντας τους παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό όχλησης του κοινωνικού συνόλου από τις επιπτώσεις επιφανειακών εκμεταλλεύσεων στο τοπίο. Έδωσαν έτσι την ευκαιρία να διερευνηθεί ο ακριβής ρόλος και η σημασία που έχει ο κάθε παράγοντας στο σύστημα, μέσα από τη μελέτη πιθανών σεναρίων και τελικά να ερμηνευθεί καλύτερα το αρχικά ασαφές τεχνικό-κοινωνικό-περιβαλλοντικό αυτό πρόβλημα.

Πιο συγκεκριμένα, η ανάλυση με τη χρήση των ΑΓΧ απέδειξε ότι οι αλλαγές στη γεωμορφολογική δομή ή στο χρώμα του τοπίου επηρεάζουν

άμεσα τον βαθμό όχλησης των κατοίκων μιας περιοχής από τις επιφανειακές δραστηριότητες, ενώ παράγοντες όπως η απόσταση από κατοικημένες περιοχές και σπουδαιότερα η ύπαρξη ανταγωνιστικών δραστηριοτήτων, επηρεάζονται σημαντικότερα από τους υπόλοιπους. Θα μπορούσε κανείς να πει με λίγα λόγια, ότι τέτοιοι παράγοντες εμφανίζουν, πρακτικά, μεγάλη κεντρικότητα, καθώς επηρεάζονται από πολλούς άλλους και διοχετεύουν έμμεσα την επιρροή αυτή, ενισχύοντας έτσι, ως μεσάζοντες, τη δράση τους.

Βιβλιογραφία

Αγγελή Γ. (2012). Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα σε Ιατρικές Εφαρμογές - Διαγνωστικά Εργαλεία. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Πατρών.

Αννίνου Α. (2012). Εφαρμογές των Ασαφών Γνωστικών Δικτύων στην Ιατρική. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Πατρών.

Ζητόπουλος Γ. (2015). Ασαφείς γνωστικές απεικονίσεις στον κλάδο των Logistics, Διπλωματική εργασία, Τμήμα Οικονομικών Επιστημών Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.

Κασσιός Κ. (1989). Φυσικά Διαθέσιμα. Αθήνα: Ε.Μ.Π.

Κραουνάκης - Γκώγκος Δ. (2014). Εκτίμηση των επιπτώσεων στο τοπίο από τις μεταλλευτικές εγκαταστάσεις στη θέση Σκουριές στη Χαλκιδική, με εφαρμογή της μεθοδολογίας LETOPID. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μενεγάκη Μ. (2003). Συμβολή στην Αντιμετώπιση των Επιπτώσεων στο Τοπίο από τη Μεταλλευτική Δραστηριότητα. Διδακτορική διατριβή, Τομέας Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μπέσης Π. (2016). Η χρήση των Ασαφών Γνωστικών Χαρτών στη διαχείριση των Αστικών Στερεών Αποβλήτων. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Μπρόφας Γ. (1989). Η αποκατάσταση πράσινου στα λατομεία. Συνέδριο ΓΕΩΤΕΕ, 12-13 Απριλίου, Αθήνα.

Ξηρόκωστας Σ. (2011). Εξελικτικός αλγόριθμος για την εκπαίδευση και την βελτιστοποίηση του μοντέλου των Ασαφών Γνωστικών Απεικονίσεων και των Νευρωνικών Δικτύων. Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Πατρών.

Παπαγεωργίου Ε. (2004). Νέες μέθοδοι εκμάθησης για Ασαφή Γνωστικά Δίκτυα και εφαρμογές στην Ιατρική και Βιομηχανία. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Ηλεκτρονικών Υπολογιστών, Πανεπιστημίου Πατρών.

ΦΕΚ Α΄160/10.10.1986

ΦΕΚ Α΄30/25.2.2010

ΦΕΚ Α΄60/31.3.2011

Χριστόπουλος Κ. (2014). Ανάπτυξη κώδικα σε περιβάλλον GIS για τον υπολογισμό του Βαθμού Μεταβολής Αναγλύφου από επιφανειακές εκμεταλλεύσεις. Διπλωματική Εργασία, Τομέας Μηχανικών Μεταλλείων - Μεταλλουργών, Ε.Μ.Π., Αθήνα.

Axelrod R. (1976). Structure of Decision: The Cognitive Maps of Political Elites. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

Bojadziev G. and Bojadziev M. (2007). Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management, Advances in Fuzzy Systems - Applications and Theory - Vol. 23 2nd Edition, Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd.

European Communities. (1985). The Assessment of the Effects of Certain Public and Private Projects on the Environment. Official Journal of the European Communities, 85/337/EEC.

Gagen P. (1992). Quarrying and the Evolution of New Landscapes. In Institution of mining and metallurgy (pp. 628-642). London, UK: Elsevier Appliad Science.

Hage P. and Harary F. (1983). Structural models in anthropology, Cambridge: Cambridge University Press.

Kaliampakos D. & Damigos D. (1998a). Quarry Rehabilitation in Attica. Mining Environmental Management, Vol 6(No 1), pp. 13-14.

Kosko B. (1986). Fuzzy Cognitive Maps. International Journal of Man-Machine Studies.

Liu Z.Q. and Satur R. (1999). Contextual fuzzy cognitive map for decision support in geographic information systems, IEEE Transactions of Fuzzy Systems, Vol.5, pp. 495-507.

McDonnell L. J. (1997). Mining Environmental Handbook. London, UK: Imperial College Press, pp. 723-725.

Miller D. R., Morrice J., Horne P. L., and Aspinall R. (1994). The Use of Geographic Information Systems for Analysis of Scenery in the Cairngorm Mountains, Scotland. London, pp.119-131: Mountain Environments & Geographic Information Systems Taylor and Francis.

Özesmi U. and Özesmi S. L. (2004). Ecological models based on people's knowledge: a multi-step fuzzy cognitive mapping approach. Environmental Science Chair, Department of Environmental Engineering, Erciyes University, Kayseri 38039, Turkey.

Papageorgiou E. and Kontogianni A. (2012). Using Fuzzy Cognitive Mapping in Environmental Decision Making and Management: A Methodological Primer and an Application, International Perspectives on Global Environmental Change, Dr. Stephen Young (Ed.), InTech, DOI: 10.5772/29375.

Smardon C. (1981). Development of Visual Activity Classification and Advanced Testing on Visual Impact Assessment Manual Procedures. Syracuse, N.Y.: S.U.N.Y.

USDA Forest Service. (1973). National Forest Landscape Management, Vol. 1: Agriculture Handbook No 434. Washington: U.S. Government Printing Office.

USDA Forest Service. (1973). The Visual Management System, National Forest Landscape Management, Vol. 2, Agriculture Handbook No 462. Washington: U.S. Government Printing Office.