



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

**ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΟΜΟΣ ΑΡΤΑΣ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

Επιβλέπων: Ίων Σαγιάς,

Επικ. Καθηγητής Ε. Μ. Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2013



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΑΓΡΟΝΟΜΩΝ ΚΑΙ ΤΟΠΟΓΡΑΦΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΓΕΩΓΡΑΦΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ
ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

**ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ
ΓΕΩΠΛΗΡΟΦΟΡΙΑΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΝΟΜΟΣ ΑΡΤΑΣ**



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΟΝΤΟΓΙΑΝΝΗΣ ΑΝΔΡΕΑΣ

Επιβλέπων: Ίων Σαγιάς,

Επικ. Καθηγητής Ε. Μ. Π.

Μ. Παπαδοπούλου

Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Ι. Σαγιάς

Επικ. Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Α. Σιόλας

Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Μάρτιος 2013

Κοντογιάννης Ανδρέας

Διπλωματούχος Αγρονόμος και Τοπογράφος Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Copyright © Andreas Kontogiannis, 2013

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξολοκλήρου ή μέρους αυτής, για εμπορικό ή κερδοσκοπικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για εμπορικό-κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται στον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή την εργασία εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου συμπεριλαμβανόμενων Σχολών, Τομέων και Μονάδων αυτού.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ενέργεια και η σπουδαιότητά της για την ανθρώπινη ύπαρξη, αλλά και για την πολιτισμική εξέλιξη των εκάστοτε κοινωνιών είναι κάτι που απασχόλησε το ανθρώπινο γένος από την εμφάνισή του στον πλανήτη. Η εκμετάλλευσή της και η διαχείρισή της οδήγησαν πολλές φορές σε σφοδρές συγκρούσεις μεταξύ των πολιτισμών.

Πλέον η εξάντληση των ενεργειακών αποθεμάτων καθώς και οι επιπτώσεις που επιφέρουν στο φυσικό μας περιβάλλον (έντονες κλιματικές αλλαγές) οι καθιερωμένες έως πρόσφατα τεχνολογικές μέθοδοι παραγωγής ενέργειας, έχουν καταστήσει ως αναγκαιότητα το να παράγουμε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές με τη χρήση ήπιων μεθόδων.

Ο ήλιος, ο άνεμος, η δύναμη του νερού και άλλα φυσικά στοιχεία συντελούν όχι μόνο στην παραγωγή ενέργειας, αλλά και στην προστασία του πλανήτη γεγονός ζωτικής σημασίας. Η εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας, που αποτελεί σημαίνουσα μορφή ανανεώσιμης πηγής, με τη χρήση της τεχνολογίας των φωτοβολταϊκών φατνωμάτων (panels), μας δίνει την δυνατότητα να παράγουμε «ανώδυνα» για το φυσικό περιβάλλον σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας. Η χώρα μας έχει το χάρισμα να «λούζεται» για μεγάλα χρονικά διαστήματα από τον ζωοδότη ήλιο.

Έτσι στην παρούσα διπλωματική εργασία γίνεται προσπάθεια στην κατεύθυνση χωροθέτησης φωτοβολταϊκών πάρκων σε κατάλληλες θέσεις για την βέλτιστη αξιοποίηση της ηλιακής ακτινοβολίας. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια των γεωπληροφοριακών συστημάτων, ένα απαραίτητο και εξελιγμένο εργαλείο κάλυψης των ανθρωπίνων αναγκών..!

Ευχαριστίες.....

Νιώθω να εκφράσω τη χαρά και την τιμή που κατάφερα να αποκτήσω γνώσεις και τρόπους σκέψης στο καλύτερο ίσως εκπαιδευτικό ίδρυμα της χώρας μου! Θέλω να ευχαριστήσω από καρδιάς τον επιβλέποντα καθηγητή μου Ι. Σαγιά καθώς και τον Δρ. Θ. Χατζηχρήστο που με στήριξαν απεριόριστα στην προσπάθειά μου για την αποπεράτωση της συγκεκριμένης διπλωματικής εργασίας.

Αφιέρωση.....

Αφιερώνω την παρούσα εργασία ολόψυχα στους γονείς μου, τον αδερφό μου και το πολύ καλό μου φίλο Γιάννη.!!!!

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	10
1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	14
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΓΙΑ ΑΠΕ	14
1.1.1 ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΠΟΥ ΘΕΩΡΟΥΝΤΑΙ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ	14
1.2 ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	14
1.2.1 ΚΥΡΙΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΗΛΙΑΚΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ:	15
1.2.2 Η ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ, Η ΟΠΟΙΑ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΤΑ:	16
1.2.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ	18
1.3 ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	20
1.3.1 Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΗΣ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ	21
1.3.2 ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΑΝΕΜΟΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ	22
1.3.3 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΧΩΡΟ	23
1.4 ΒΙΟΜΑΖΑ	23
1.4.1 ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	24
1.5 ΓΕΩΘΕΡΜΙΑ	25
1.5.1 ΟΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗ ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ	25
1.6 Η ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ	26
1.7 ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΙ ΚΑΙ ΕΘΝΙΚΟΙ ΣΤΟΧΟΙ ΓΙΑ ΑΠΕ	27
1.8 ΝΟΜΟΘΕΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΤΩΝ ΑΠΕ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	29
1.8.1 Ο ΝΟΜΟΣ 2773/1999	30

1.8.2	Ο ΝΟΜΟΣ 3299/2004	31
1.8.3	Ο ΝΟΜΟΣ 3581/2010	32
2	<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜ. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ</u>	34
2.1	ΠΡΟΣΕΓΓΙΖΟΝΤΑΣ ΤΑ Γ.Σ.Π.	34
2.2	ΟΡΙΖΟΝΤΑΣ ΤΑ Γ.Σ.Π.	35
2.2.1	ΒΑΣΙΚΑ ΤΜΗΜΑΤΑ ΕΝΟΣ Γ.Σ.Π.	36
2.3	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΕΣ Γ.Σ.Π	38
2.4	ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ Γ.Σ.Π.	41
2.4.1	ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ Γ.Σ.Π.	41
2.4.2	ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ Γ.Σ.Π.	42
2.4.3	ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΚΑΤΑΛΛΗΛΩΝ ΕΡΓΑΛΕΙΩΝ	43
3	<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒ/ΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ Ν. ΑΡΤΑΣ</u>	45
3.1	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ	45
3.2	ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΝΟΝΕΣ ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗΣ Φ/Β ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΑΣ	47
3.3	ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΔΕΛΟΜΕΝΩΝ ΠΕΡΙΟΧΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ	49
3.3.1	DEM	50
3.3.2	ΚΑΛΥΨΗ	55
3.3.3	ΥΔΑΤΙΝΕΣ ΜΑΖΕΣ	59
3.3.4	ΠΟΛΥΣΥΧΝΑΣΤΟΙ ΧΩΡΟΙ	60
3.3.5	ΒΛΑΣΤΗΣΗ	62
3.3.6	NATURA	63

3.3.7	ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ	66
3.3.8	ΠΡΟΣΑΝΑΤΟΛΙΣΜΟΣ	70
3.3.9	ΚΛΙΣΗ	73
3.4	ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	75
3.5	ΑΝΑΛΥΣΗ ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΣΤΑΘΜΙΣΜΕΝΗΣ ΕΠΙΚΑΛΥΨΗΣ	78
4	ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	88
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	92

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Έχοντας κατανοήσει την σπουδαιότητα, αλλά και την χρηστικότητα της ηλιακής ακτινοβολίας προς παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια με την χρήση των γεωπληροφοριακών συστημάτων, αλλά και του λογισμικού Arc GIS να δώσουμε χαρτογραφικές απεικονίσεις των θέσεων χωροθέτησης φωτοβολταϊκών πάρων στη χωρική ενότητα που οριοθετείται εντός των συνόρων του Νομού Άρτας, με σκοπό τη βέλτιστη απόδοση. Έχοντας κάνει αναφορά στις μορφές των Α.Π.Ε καθώς και το πώς ορίζονται και που χρησιμεύουν τα γεωπληροφοριακά συστήματα, γίνεται διαχείριση και ανάλυση των δεδομένων μας με συγκεκριμένες μεθόδους.

Έτσι επιτυγχάνεται στο να γίνει ορατό με τις μεθόδους που ακολουθήθηκαν σε δύο τελικές χαρτογραφικές απεικονίσεις οι θέσεις χωροθέτησης οι οποίες προκύπτουν από φυσικούς, τεχνικούς και νομικούς περιορισμούς που εισήχθησαν, ώστε να γίνει η εξαγωγή των σωστών συμπερασμάτων και αποτελεσμάτων!

SUMMARY

Appreciating the importance but also the usefulness of the solar radiation, producing electric energy, in this document it is given an effort with the help of geographic information systems and using ArcGIS software to present map depictions placing the photovoltaic modules inside spatial borders of Arta. The purpose is the max electricity. It is given a report according to the categories of the renewable energy sources and also about the geographic information systems, in what way define them, their use, e.c.t . Next follows the management and the analysis of the given facts and data and that is succeeded by specific methods not far from law and technical rules.

At the end it is managed to be visible by the methods are used, in two map depictions the best and the most valuable positions, placing the photovoltaic modules. All the law, the technical and the physical which is imported are certainly observed!

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα εργασία το θέμα το οποίο διαπραγματευόμαστε είναι προσπάθειά μας να χωροθετήσουμε φωτοβολταϊκά πάρκα με τη χρήση γεωπληροφοριακών συστημάτων στην χωρική ενότητα του Νομού τη Άρτας. Έχουν εκπονηθεί παρόμοιες εργασίες με σκοπό τη χωροθέτηση Α.Π.Ε με τη χρήση των γεωπληροφοριακών συστημάτων. Μία τέτοιου είδους προσπάθεια έγινε για την Χωροθέτηση Φωτοβολταϊκού Πάρκου στο νησί της Λέσβου, με την χρήση Σ.Γ.Π. (Χατζόπουλος Ν. κ.α 2007). Στην περίπτωση αυτή εφαρμόζεται η πολυκριτηριακή μέθοδος επικάλυψης, ενώ στην παρούσα εργασία πέραν αυτής της μεθόδου γίνεται ακόμη ανάλυση των κριτηρίων με τη χρήση της σταθμισμένης επικάλυψης. Επίσης έχει γίνει μελέτη χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου 100KW στο Πεντελικό Όρος με χρήση Γεωπληροφοριακών. Συστημάτων όπου εφαρμόζεται η πολυκριτηριακή μέθοδος (Κουτσόπουλος Κ. κ.α , 2013). Ένα ακόμη παράδειγμα αποτελεί η χωροθέτηση αιολικών πάρκων στο Ενωμένο Βασίλειο με τη χρήση γεωπληροφοριακών συστημάτων, όπου γίνεται εφαρμογή της σταθμισμένης επικάλυψης. (Serwan M.J. Baban and Tim Parry, 2000)

Ο Νομός λόγω της γεωμορφολογίας του , αλλά και γεωγραφικής του θέσης πληρεί σε μεγάλο βαθμό την εκμετάλλευση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Ήδη τα τελευταία 35 χρόνια γίνεται εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού του μέσω δύο μεγάλων υδροηλεκτρικών φραγμάτων, αλλά και μικρότερων, τα οποία παράγουν σημαντικά ποσά ηλεκτρικής ενέργειας, η οποία απορροφάται από το διασυνδεδεμένο ενεργειακό δίκτυο στο οποίο εντάσσεται ο Νομός.

Η διπλωματική εργασία κάνει μια συνοπτική περιγραφή της υπάρχουσας κατάστασης από ενεργειακής πλευράς της περιοχής μέσω των Α.Π.Ε και γνωρίζοντας την φέρουσα ικανότητα της για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας, εξετάζουμε την ύπαρξη των βέλτιστων χωρικών θέσεων προς εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων με τη βοήθεια γεωπληροφοριακών συστημάτων με τη μέθοδο της σταθμισμένης επικάλυψης όπως στην παραπάνω παράγραφο αναφέρθηκε.

Συγκεκριμένα στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στις Α.Π.Ε. Ποιες είναι οι μορφές τους , η τεχνολογία που κάνουν χρήση, τα πλεονεκτήματά της και τα μειονεκτήματά της καθώς και

οι επιπτώσεις στο φυσικό μας περιβάλλον. Τέλος γίνεται αναφορά στο νομικό πλαίσιο το οποίο εμπίπτουν τόσο σε ευρωπαϊκό , αλλά και σε ελληνικό επίπεδο.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται λόγος για τα γεωπληροφοριακά συστήματα. Δίνονται οι ορισμοί τους, αναφέρεται η χρησιμότητά τους , τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιούν (αριθμητικά, ποιοτικά, ποσοτικά) και τέλος γίνεται αναφορά στο μεγάλο εύρος πεδίου που βρίσκουν εφαρμογή.

Στο τρίτο κεφάλαιο με τη χρήση ArcMap γίνεται διαχείριση των αρχικών μας δεδομένων και αναλύοντας τα καταλήγουμε στου παραγόμενους χάρτες, όπου απεικονίζονται τα αποτελέσματα των θέσεων. Έτσι φτάνουμε στο τελευταίο κεφάλαιο που είναι και το τέταρτο, όπου εξάγουμε τα συμπεράσματά μας σύμφωνα με τον αρχικό μας στόχο!

1 ΚΕΦΑΛΑΙΟ : ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Γενικά για ΑΠΕ

1.1.1 Πηγές ενέργειας που θεωρούνται ανανεώσιμες

Η γενικότερη έννοια των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας αναφέρεται σε κάθε ήπια πηγή που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και ανανεώνεται μέσω φυσικών φαινομένων μόνιμου κύκλου. Αυτές οι κατηγορίες μορφών ενέργειας, βασίζονται κύριο λόγο στην ηλιακή ακτινοβολία, εξαιρώντας τη γεωθερμική ενέργεια, η οποία είναι παροχή ενέργειας από το εσωτερικό του φλοιού της γης και την ενέργεια από τα κύματα και τις παλίρροιες που αποτελεί μέρος αξιοποίησης του βαρυτικού δυναμικού. Οι παρεχόμενες πηγές ενέργειας που προέρχονται από την εκμετάλλευση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ανανεώσιμες, αφού δεν πρόκειται να εξαντληθούν όσο υπάρχει ο ήλιος, δηλαδή για αρκετά ακόμα δεκατομμύρια χρόνια. Ουσιαστικά είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη κατά τον ένα ή τον άλλο τρόπο: η βιομάζα είναι ηλιακή ενέργεια δεσμευμένη στους ιστούς των φυτών μέσω της φωτοσύνθεσης, η αιολική εκμεταλλεύεται τους ανέμους που προκαλούνται απ' τη θέρμανση του αέρα, ενώ αυτές που οφείλονται στην εκμετάλλευση του νερού χρησιμοποιούν τον κύκλο του νερού και την κυκλοφορία του. Η γεωθερμική ενέργεια δεν είναι ανανεώσιμη, καθώς τα γεωθερμικά πεδία κάποια στιγμή εξαντλούνται.

1.2 Ηλιακή ενέργεια

Είναι το είδος της ενέργειας που μας παρέχεται εκμεταλλευόμενοι την ηλιακή ακτινοβολία. Οι θερμικές αντιδράσεις που γίνονται στον ήλιο εκπέμπουν ενέργεια με τη μορφή πολύ ισχυρής ακτινοβολίας. Η εκπεμπόμενη ενέργεια του ήλιου προέρχεται από μετατροπή 600 περίπου εκατομμυρίων τόνων υδρογόνου σε 700 περίπου εκατομμύρια τόνους ηλίου ανά δευτερόλεπτο στο εσωτερικό της ηλιακής σφαίρας. Η διαφορά των εκατομμυρίων τόνων, που είναι μικρό μόνο κλάσμα της αρχικής ποσότητας υδρογόνου, μετατρέπεται σε ενέργεια με ισοδύναμη θερμαντική αξία 20 περίπου τόνων άνθρακα για κάθε γραμμάριο αερίου υδρογόνου που αφανίζεται.

Η επιφάνεια του ήλιου φιλοξενεί θερμοκρασία περίπου 6.000 Κ. Ο πλανήτης μας βρίσκεται σε πολύ χαμηλότερη θερμοκρασία. Έχει μια μέση τιμή 7-8 βαθμών κελσίου Ο. Το μέρος

εκείνο της γης που βλέπει τον ήλιο, δέχεται μια συνολική ακτινοβολία, επειδή ακριβώς υπάρχει αυτή η θερμοκρασιακή διαφοροποίηση, ίση με 130.000 T\W. Η συνολική ηλιακή ενέργεια που φτάνει στην επιφάνεια της γης είναι περίπου 121.000 T\W ($3,8 \cdot 10^{24}$ J/yr). Για την κάλυψη όλων των ενεργειακών αναγκών της ανθρωπότητας αρκεί η εκμετάλλευση του 0,0001% της ενέργειας. Επομένως είναι φυσιολογικό να πει κανείς ότι η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί τελικά να είναι η εξέχουσα πηγή ενέργειας..

1.2.1 Κύρια χαρακτηριστικά της ηλιακής ακτινοβολίας:

Το βασικότερο χαρακτηριστικό της ηλιακής ακτινοβολίας είναι ότι η ενέργεια που παρέχεται παρουσιάζει μια μεγάλη χρονική διακύμανση μεταξύ μιας μέγιστης τιμής κατά τη διάρκεια των ευνοϊκότερων συνθηκών της ημέρας και της μικρότερης τιμής τη νύχτα. Ακόμη υπάρχει μια σημαντική διακύμανση ανάλογα με την εποχή του χρόνου, όπως και ανάλογα με τη γεωγραφική θέση. Στον ισημερινό της γης είναι τριπλάσια από ότι στις βορειότερες χώρες, στη βόρεια Ευρώπη το χειμώνα είναι το 1/10 του καλοκαιριού.

Ένα δεύτερο χαρακτηριστικό είναι ότι η ακτινοβολία του ήλιου που φθάνει στη γη αποτελεί μια αραιή μορφή ενέργειας π.χ. η θερμική ισχύς που μεταδίδεται μέσω 1 τ.μ θερμαινόμενης επιφάνειας ενός λέβητα είναι περίπου 35 φορές μεγαλύτερη από τη μέγιστη τιμή της ισχύος της ηλιακής ακτινοβολίας στο ίδιο εμβαδόν στην επιφάνεια της γης.

Τα δυο αυτά μειονεκτήματα, η χρονική διακύμανση και η χαμηλή πυκνότητα της ηλιακής ακτινοβολίας, είναι οι κύριες αιτίες για τη δημιουργία προβλημάτων που εντοπίζονται στις εφαρμογές της μετατροπής σε ηλεκτρική ενέργεια ή άλλες χρήσιμες μορφές ενέργειας.

Κατά το πέρας της ηλιακής ακτινοβολίας από την ατμόσφαιρα, ένα μέρος ανακλάται προς το διάστημα, ένα μέρος διαχέεται και επονομάζεται σαν διάχυτη ακτινοβολία, ενώ το υπόλοιπο σαν άμεση ακτινοβολία. Το άθροισμα της διάχυτης και της άμεσης ακτινοβολίας χαρακτηρίζεται ως ολική ακτινοβολία. Το αν όμως ο ήλιος μπορεί να δώσει όλη την ενέργεια που χρειάζεται για ένα κόσμο που θα αναπτύσσεται συνεχώς, εξαρτάται από τους τρόπους που θα βρεθούν για την αξιοποίηση της ηλιακής ενέργειας.

Η ηλιακή ενέργεια είναι αξιοποιήσιμη είτε με παθητικές μεθόδους, είτε με διάφορες μεθόδους μετατροπής της ηλιακής ακτινοβολίας σε μορφές ενέργειας. Αυτό επιτυγχάνεται με διάφορες μεθόδους που μπορούν να χωριστούν σε τρεις μεγάλες κατηγορίες: τις **φωτοχημικές**, τις **φωτοθερμικές** και τις **φωτοηλεκτρικές**.

Μερικά από τα χαρακτηριστικά της έλευσης της ακτινοβολίας σε οριζόντιο επίπεδο είναι η φασματική κατανομή, άμεσα και διάχυτα μέρη, γεωγραφικές διαφοροποιήσεις και ετήσιες, εποχικές και ημερήσιες διαφοροποιήσεις σε δεδομένες τοποθεσίες. Θέλοντας να κάνουμε χρήση πραγματικών εφαρμογών είναι συχνά απαραίτητη η γνώση του ποσού της ακτινοβολίας που δέχονται κεκλιμένες ή σύνθετης μορφής επιφάνειες και είναι απαραίτητο να ερευνηθούν οι σχέσεις που επιτρέπουν την εξαγωγή συγκεκριμένων πληροφοριών από ορισμένα γνωστά βασικά μεγέθη. Για παράδειγμα, δεδομένα για ακτινοβολία συχνά υπάρχουν μόνο για οριζόντια επίπεδα και επομένως χρειάζεται μια σχέση που να προβλέπει τη ροή της ακτινοβολίας σε μια κεκλιμένη επιφάνεια. Στον παρακάτω πίνακα καταγράφονται οι τιμές του συντελεστή ανάκλασης της ηλιακής ακτινοβολίας σε διαφορετικά είδη επιφάνειας

	Συντελεστής ανάκλασης
Επιφάνεια νερού, θάλασσα	0,05
Ασφαλτόστρωμα	0,07
Αγρός με σκοτεινό χρώμα	0,08
Πράσινος αγρός	0,15
Βραχώδης επιφάνεια	0,20
Επιφάνεια παλαιού τσιμέντου	0,24
Επιφάνεια νέου τσιμέντου ή χρωματισμένη με ανοιχτό χρώμα	0,30
Χιόνι	0,60

Πίνακας 1.1 : Διαμόρφωση συντελεστού διάθλασης σε διάφορες επιφάνειες

Πηγή: Χριστοφής Ι. Κορωναίος 2008

1.2.2 Η Ηλιακή Ενέργεια, η οποία αξιοποιείται με τα:

• Παθητικά Ηλιακά Συστήματα

Τα παθητικά ηλιακά συστήματα είναι τα τεχνικά μέρη του κτιρίου, όπου αν αξιοποιήσουμε τους νόμους περί μεταφοράς θερμότητας, απορροφούν την ηλιακή ενέργεια, την αποθηκεύουν σε μορφή θερμότητας και τη κατανέμουν στο χώρο. Η απορρόφηση της

ηλιακής ενέργειας σχετίζεται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου και συγκεκριμένα, με την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας μέσω κάποιου διαφανούς υλικού(π.χ. γυαλί) και την δέσμευση της θερμότητας στο εσωτερικό του χώρου. Τα παθητικά ηλιακά συστήματα πραγματοποιούνται με μεθόδους φυσικού φωτισμού καθώς και παθητικά συστήματα και τρόπους για το φυσικό δροσισμό των κτιρίων τους καλοκαιρινούς μήνες.

• **Ενεργητικά Ηλιακά συστήματα**

Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι κατά βάση τεχνολογικά κατασκευάσματα που δεσμεύουν την ηλιακή ενέργεια, τη μετατρέπουν και τη διανέμουν, χρησιμοποιώντας είτε κάποιο υγρό είτε αέρα ως ρευστό μεταφοράς της θερμότητας. Τα ενεργητικά ηλιακά συστήματα είναι χρήσιμα για θέρμανση νερού, για τον κλιματισμό κτιρίων, για βιομηχανικές πρακτικές, για αφαλάτωση, για διάφορες υπαίθριες εργασίες. Η πιο λυτή και δημοφιλέστερη μορφή των θερμικών ηλιακών συστημάτων είναι οι γνωστοί σε όλους μας ηλιακοί θερμοσίφωνες. Η χώρα μας είναι η πρώτη χώρα στην Ευρώπη μετά την Κύπρο σε συλλέκτες ανά κάτοικο.

• **Φωτοβολταϊκά Συστήματα**

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα (Φ/Β) μετατρέπουν την ηλιακή ενέργεια σε ηλεκτρική, συμμετέχοντας στη λύση του προβλήματος ηλεκτροδότησης περιοχών που είναι δύσκολο να έχουν ρεύμα από το ηλεκτρικό δίκτυο. Η Ελλάδα πληρεί τις αναγκαίες εκείνες συνθήκες για ανάπτυξη και χρήση των Φ/Β συστημάτων, λόγω του ιδιαίτερα υψηλού δυναμικού ηλιακής ενέργειας. Παρ' όλα αυτά στη χώρα μας υπάρχει ένας μικρός αριθμός εγκατεστημένων Φ/Β συστημάτων, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της τάξης των 1000 kWp(ΚΑΠΕ 2007). Οι κυριότερες εφαρμογές Φ/Β στη χώρα μας, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος της τάξης των 1000 kWp, αφορούν μικρά αυτόνομα συστήματα για την ηλεκτροδότηση απομονωμένων περιοχών.



Εικόνα 1.1 : Αυτόματα περιστρεφόμενο Φ/Β panel¹

1.2.3 Περιγραφή Τεχνολογίας

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες τα **αυτόνομα** και τα **διασυνδεδεμένα**.

- Διασυνδεδεμένα (Φ/Β)

Τα διασυνδεδεμένα αποτελούνται από Φ/Β γεννήτριες, μετατροπείς ισχύος, ηλεκτρονικά συστήματα παρακολούθησης, προστασίας και ελέγχου, καλωδιώσεις, και στηρίγματα των (Φ/Β) γεννητριών.

- Αυτόνομα (Φ/Β)

Τα αυτόνομα αποτελούνται από Φ/Β γεννήτριες, μετατροπείς ισχύος, συσσωρευτές, ρυθμιστές φόρτισης, ηλεκτρονικά συστήματα παρακολούθησης, προστασίας και ελέγχου, καλωδιώσεις, στηρίγματα των Φ/Β γεννητριών.

- Φ/Β γεννήτριες

Οι Φ/Β γεννήτριες αποτελούν την καρδιά του Φ/Β συστήματος. Είναι αυτές που μετατρέπουν την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας σε ηλεκτρική ενέργεια. Το υλικό που επικράτησε και χρησιμοποιείται σε Φ/Β συστήματα είναι το κατάλληλα εμπλουτισμένο Πυρίτιο (μονοκρυσταλλικό, πολυκρυσταλλικό ή άμορφο). Τα συνήθη εμπορικά μεγέθη

έχουν επιφάνεια 0,5 - 1 m² και ισχύ 50 - 120 W. Το πάχος τους, μαζί με το μεταλλικό πλαίσιο στήριξης, δεν ξεπερνά τα 4-5 cm.

- Μετατροπείς ισχύος

Οι μετατροπείς ισχύος (αναστροφείς, ρυθμιστές φόρτισης) είναι ειδικές διατάξεις ηλεκτρονικών ισχύος που χρησιμοποιούνται για τη διαχείριση της ενέργειας και τη βέλτιστη λειτουργία του Φ/Β συστήματος. Οι αντιστροφείς μετατρέπουν το συνεχές ρεύμα που παράγεται από τις Φ/Β γεννήτριες σε εναλλασσόμενο και, όταν αυτό απαιτείται, συνδέουν το Φ/Β σύστημα με το δίκτυο ηλεκτρικής ενέργειας. Οι ρυθμιστές φόρτισης, που είναι επίσης διατάξεις ηλεκτρονικών ισχύος, ρυθμίζουν τη φόρτιση των συσσωρευτών στα αυτόνομα Φ/Β συστήματα. Το μέγεθος των μετατροπέων ισχύος είναι ανάλογο της ισχύος του συστήματος.

- Συσσωρευτές

Για την αποθήκευση της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από τα αυτόνομα Φ/Β συστήματα χρησιμοποιούνται συστοιχίες ηλεκτρικών συσσωρευτών (μπαταρίες). Κύρια χρησιμοποιούνται συσσωρευτές μολύβδου οι οποίοι αντέχουν μεγάλο αριθμό κύκλων φορτίσεων - εκφορτίσεων και μεγάλο βάθος εκφόρτισης.

- Στήριξη - Προστασία

Η στήριξη των Φ/Β γεννητριών γίνεται με μεταλλικές ανοξείδωτες κατασκευές και εξαρτάται από τη θέση (κτίρια, έδαφος). Η προστασία από υπερτάσεις εξασφαλίζεται με κατάλληλες γειώσεις. Για τον έλεγχο της λειτουργίας και επικοινωνίας χρησιμοποιούνται ηλεκτρονικές διατάξεις και υπολογιστές.

- Περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Τα ηλιακά φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν αθόρυβη λειτουργία, αξιοπιστία και μεγάλη διάρκεια ζωής, δυνατότητα επέκτασης ανάλογα με τις ανάγκες, δυνατότητα αποθήκευσης της παραγόμενης ενέργειας (στο δίκτυο ή σε συσσωρευτές) και απαιτούν ελάχιστη συντήρηση.

Οι ενδεχόμενες επιπτώσεις που μπορεί να έχει η χρήση και τελική διάθεση των φωτοβολταϊκών, έχουν εξεταστεί αυστηρά εδώ και αρκετά χρόνια, αφού εκατομμύρια συστήματα βρίσκονται ήδη εγκατεστημένα σε όλο τον κόσμο. Οι επιπτώσεις διακρίνονται σ' αυτές που αφορούν:

Την περίοδο λειτουργίας των φωτοβολταϊκών

Την τελική αξιοποίηση των φωτοβολταϊκών μετά το τέλος ζωής τους, όπου αγγίζει τα 30χρόνια περίπου.

Ήδη, σε ευρωπαϊκό επίπεδο έχει δημιουργηθεί η πρώτη μονάδα ανακύκλωσης φωτοβολταϊκών πλαισίων (πχ: Γερμανία) αν και ο μεγάλος όγκος 'απορριμμάτων προς ανακύκλωση αναμένεται μετά από δύο τουλάχιστον δεκαετίες.

Σε ότι αφορά το στάδιο της χρήσης των φωτοβολταϊκών συστημάτων για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, οι σχετικές επιπτώσεις είναι αμελητέες, αφού τα φωτοβολταϊκά δεν εκπέμπουν αέριους ή άλλους ρύπους και είναι αθόρυβα.

Σχετικές επιπτώσεις στο περιβάλλον όπως έκρηξη διαφυγή επικίνδυνων αερίων και ουσιών είναι δυνατόν να προκαλέσει βλάβη στις συστοιχίες συσσωρευτών των αυτόνομων Φ/Β συστημάτων. Για τον περιορισμό της πιθανότητας βλάβης στις συστοιχίες συσσωρευτών χρειάζεται συνεχής έλεγχος των συσσωρευτών, αερισμός ειδική ηλεκτρική εγκατάσταση στο χώρο των συσσωρευτών και αυτόματο σύστημα ανίχνευσης αερίων και στον χώρο.

Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον από τυχόν απαιτήσεις για τη διάνοξη δρόμων και επέκταση του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας αντιμετωπίζονται.

1.3 Αιολική ενέργεια

Η εκμετάλλευση της ενέργειας του ανέμου υπήρξε από την αρχαιότητα μια λύση για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του ανθρώπου: ιστιοφόρα, ανεμόμυλοι κ.λπ. Για την αξιοποίηση της αιολικής ενέργειας χρησιμοποιούμε σήμερα τις ανεμογεννήτριες, οι οποίες μετατρέπουν την κινητική ενέργεια του ανέμου σε ηλεκτρική. Οι νησιωτικές περιοχές της χώρας μας είναι από τις ευνοϊκότερες γεωγραφικές θέσεις παγκοσμίως για την παραγωγή ηλεκτρισμού μέσω της αιολικής ενέργειας.



Εικόνα1.2: Ανεμογεννήτριες παράγωγης ηλ. ενέργειας σε θαλάσσιο χώρο²

1.3.1 Η Τεχνολογία της Ανεμογεννήτριας

Σήμερα στην παγκόσμια αγορά έχουν επικρατήσει οι Α/Γ οριζόντιου άξονα και οι βασικές συνιστώσες μιας τυπικής Α/Γ οριζόντιου άξονα είναι ο δρομέας, η γεννήτρια και ο πύργος.

Αναλυτικότερα, μια ανεμογεννήτρια έχει τα εξής κύρια μέρη:

1. Τον πύργο: Είναι κυλινδρικής μορφής κατασκευασμένος από χάλυβα και συνήθως αποτελείται από δύο η τρία συνδεδεμένα τμήματα..
2. Τον θάλαμο που περιέχει τα μηχανικά υποσυστήματα (κύριος άξονας, σύστημα πέδησης, κιβώτιο ταχυτήτων και ηλεκτρογεννήτρια):

Ο κύριος άξονας με το σύστημα πέδησης (φρένα) είναι παρόμοιος με τον άξονα των τροχών ενός αυτοκινήτου με υδραυλικά δισκόφρενα.

Το κιβώτιο ταχυτήτων είναι παρόμοιας κατασκευής με εκείνο του αυτοκινήτου μας με την διαφορά ότι έχει μόνον μια σχέση.

Η ηλεκτρογεννήτρια είναι παρόμοια με αυτές που χρησιμοποιούνται από τη ΔΕΗ στους σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ηλεκτροπαραγωγό ζεύγη ή με τις γεννήτριες που έχουμε στα εξοχικά μας.

Ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου ασφαλούς λειτουργίας. Αποτελούνται από ένα ή περισσότερα υποσυστήματα μικροελεγκτών και «φροντίζουν» για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία της ανεμογεννήτριας σε όλες τις συνθήκες.

Τα πτερύγια είναι κατασκευασμένα από σύνθετα υλικά (υαλονήματα και ειδικές ρητίνες), παρόμοια με αυτά που κατασκευάζονται τα ιστιοπλοϊκά σκάφη. Είναι δε σχεδιασμένα για να αντέχουν σε μεγάλες καταπονήσεις.

1.3.2 Χωροθέτηση των Ανεμογεννητριών

«Σύμφωνα με τη κείμενη νομοθεσία, για μία γραμμική ανάπτυξη Α/Γ η ελάχιστη οριζόντια απόσταση του ακροπτερυγίου από τα όρια του οικοπέδου πρέπει να απέχει μισή ακτίνα, δηλαδή απόσταση του κέντρου της Α/Γ από τα όρια 1,5 ακτίνα. Για μια απλή συστοιχία $N=10$ Α/Γ ισχύος 20 ΜW με μέση διάμετρο $O=85$ m, διατεταγμένη κάθετα στις κύριες διευθύνσεις του ανέμου, απαιτείται μεταξύ τους απόσταση ίση με το τριπλάσιο της διαμέτρου αυτών. Κατόπιν αυτού η κάλυψη ανά Α/Γ είναι:

$$[3 \cdot O \cdot (N-1) + 1] \cdot 5 \cdot O / 20 = 15,44 \text{ στρέμματα/MW}$$

Για ευρύτερες περιοχές με πολλές συστοιχίες Α/Γ $N \cdot M$ (γραμμική και παράλληλη διάταξη) με τις μεταξύ τους αποστάσεις 3 και 7 διαμέτρους (O), αντίστοιχα, για πλήθος τέτοιο ώστε $N \cdot M \sim (N-1) \cdot (M-1)$ και για Α/Γ με μέση διάμετρο $O=85$ m και ισχύ 2 ΜW η κάλυψη ανά Α/Γ:

$$3 \cdot 85 \cdot 7 \cdot 85 / 2 = 75,86 \text{ στρέμματα/MW}$$

Τα 75,86 στρ./MW είναι ένας συντελεστής ο οποίος προκύπτει από μία τυπική Α/Γ με ρότορα διαμέτρου 85m και θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια για να προσδιοριστεί η φέρουσα ικανότητα, σε επίπεδο ισχύος (MW), μίας ευρύτερης περιοχής» (Ασημακόπουλος Γ., 2007).

Σε στάδιο τελικής πλέον τοποθέτησης αυτού του είδους κατασκευών, αυτό που θα ορίζει την κάλυψη ανά Α/Γ είναι η διάμετρος των πτερύγων.

«Κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών η εξέλιξη της τεχνολογίας οδήγησε στην εγκατάσταση ανεμογεννητριών στην Ελλάδα που κυμαίνονται περί τα 0,85-0,9 MWe η κάθε μία. Κατά το πιο πρόσφατο χρονικό διάστημα έχουν τοποθετηθεί ανεμογεννήτριες ισχύος 1,3MWe και 3MWe η κάθε μία. Γενικά εκτιμάται ότι η τάση εγκατάστασης

ανεμογεννητριών όλο και μεγαλύτερης ισχύος θα συνεχισθεί αλλά όχι απεριόριστα, δεδομένων και των προβλημάτων μεταφοράς και εγκατάστασης τους». (Ασημακόπουλος Γ., 2007).

1.3.3 Οι Επιπτώσεις στο Χώρο

Τα αιολικά πάρκα είναι αποτέλεσμα ενός συνδυασμού κατασκευής ηλεκτροπαραγωγικών έργων και συνοδευτικών έργων, γι αυτό πρέπει να εξετάζονται και να αντιμετωπίζονται συνολικά.

Ένα πάρα πολύ θετικό γεγονός από την ανάπτυξη της αιολικής ενέργειας είναι η μείωση των ανθρωπογενών επιπτώσεων (ως συνέπεια της ατμοσφαιρικής ρύπανσης) με την αντικατάσταση καύσης συμβατικών καυσίμων για ηλεκτροπαραγωγή, το οποίο μέχρι σήμερα δεν αποτιμάται επαρκώς. Οι σπουδαιότερες επιπτώσεις των αιολικών έχουν να κάνουν με την αισθητική τους εικόνα στον περιβάλλοντα χώρο ανάλογα με τον τρόπο και τόπο χωροθέτησης των ανεμογεννητριών. Οι επιπτώσεις αυτές μπορεί να χαρακτηριστούν ως τοπικού χαρακτήρα και μπορούν να μειωθούν σημαντικά ή να αποφευχθούν με συγκεκριμένη μελέτη του έργου και προσοχή κατά την κατασκευή του.

Οι κύριες περιβαλλοντικές παράμετροι που συνδέονται με τη λειτουργία των αιολικών πάρκων είναι οι ακόλουθες:

- ✚ Αισθητική της εικόνας που παρουσιάζει το έργο ενσωματωμένο στο τοπίο
- ✚ Θόρυβος-Ηλεκτρομαγνητικές Παρεμβολές
- ✚ Επιδράσεις στο φυσικό μας περιβάλλον: (Χλωρίδα – Πανίδα)

1.4 Βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα εννοούμε, τα φυτικά και δασικά υπολείμματα (κλαδοδέματα, άχυρα, πριονίδια, ελαιοπυρήνες, κουκούτσια), τα ζωικά απόβλητα (κοπριά, άχρηστα αλιεύματα), τα φυτά που καλλιεργούνται στις ενεργειακές φυτείες ειδικά για να χρησιμοποιηθούν ως πηγή ενέργειας, καθώς επίσης και τα αστικά απορρίμματα και τα υπολείμματα της βιομηχανίας τροφίμων και της αγροτικής βιομηχανίας.

Οι κυριότερες χρήσεις της βιομάζας είναι:

- ✚ Θέρμανση θερμοκηπίων.
- ✚ Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες.
- ✚ Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες.
- ✚ Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου.

Τηλεθέρμανση : είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια.

Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ).

1.4.1 Οι επιπτώσεις στο περιβάλλον κατά την παραγωγή Βιομάζας

Αέριοι Ρύποι.

Η χρήση βιομάζας ως καύσιμο μπορεί να συμβάλει στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και στη μείωση των εκπομπών κάποιων αέριων ρύπων σε σύγκριση με τους αντιστοίχους που εκπέμπονται από συμβατικά καύσιμα, αλλά παράλληλα μπορεί να παρουσιάζει αυξημένες εκπομπές σε μονοξείδιο του άνθρακα, σωματιδίων, σκόνης και οσμών.

Διοξείδιο του άνθρακα.

Κατά τη διεργασία της καύσης οποιασδήποτε οργανικής ένωσης παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Το διοξείδιο του άνθρακα δεν είναι ρύπος, παρ' όλα αυτά συντελεί στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Υδρατμοί

Κατά την καύση βιομάζας παράγεται νερό (H₂O) υπό μορφή υδρατμών. Οι υδρατμοί που θα εκλύονταν δεν αναμένεται να είναι ορατοί παρά μόνο στις περιπτώσεις που η ατμόσφαιρα παρουσιάζει υψηλή υγρασία.

Μονοξειδίο του άνθρακα. CO

Η εκπομπή μονοξειδίου του άνθρακα είναι αποτέλεσμα ατελούς καύσης, και πρέπει να διατηρείται στα χαμηλότερα δυνατά επίπεδα.

Διάθεση στερεών αποβλήτων.

Μετά την καύση της βιομάζας προκύπτει τέφρα η οποία συλλέγεται είτε από τον πυθμένα του θαλάμου καύσης είτε από τους μηχανισμούς κατακράτησης σωματιδίων στα απαέρια. Η τέφρα αυτή περιέχει όλα τα ανόργανα συστατικά που βρίσκονται στην χρησιμοποιούμενη βιομάζα. Στη μελέτη περιβαλλοντικών επιπτώσεων πρέπει να αναφέρεται η σύσταση της τέφρας και ο προτεινόμενος τρόπος διάθεσης της.

1.5 Γεωθερμία

Η Γεωθερμία αποτελεί πλέον μια φιλική πηγή ενέργειας που δύναται με τις σύγχρονες τεχνολογικές μεθόδους να καλύψει ενεργειακές ανάγκες θέρμανσης, αλλά και να παραγάγει ηλεκτρική ενέργεια σε ορισμένες περιπτώσεις. *«Η θερμοκρασία του γεωθερμικού ρευστού ή ατμού ποικίλει από περιοχή σε περιοχή και μπορεί να έχει τιμές από 25 °C μέχρι 350 °C. Στις περιπτώσεις που τα γεωθερμικά ρευστά έχουν υψηλή θερμοκρασία (πάνω από 150 °C) η γεωθερμική ενέργεια χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας»³. Όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλότερη, η γεωθερμική ενέργεια αξιοποιείται για τη θέρμανση κατοικιών, θερμοκηπίων, κτηνοτροφικών μονάδων, ιχθυοκαλλιεργειών κ.λπ.*

1.5.1 Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις κατά τη γεωθερμική εκμετάλλευση

- Ρύπανση αέρα
- Ρύπανση επιφανειακών ή υπόγειων υδάτων
- Διάθεση στερεών αποβλήτων
- Παραγόμενος θόρυβος

1.6 Η υδραυλική ενέργεια

Η υδραυλική ενέργεια, όπως λέγεται η ενέργεια του νερού, είναι μια παραδοσιακή πηγή ενέργειας που χρησιμοποιείται εδώ και πολλά χρόνια από τον άνθρωπο. Το νερό πέφτοντας από κάποιο ύψος ή ρέοντας με μεγάλη ταχύτητα μπορεί να περιστρέψει τροχούς με πτερύγια (υδροστροβίλους). Αυτή την περιστροφή την αξιοποιούμε παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια σε ειδικές εγκαταστάσεις (υδροηλεκτρικοί σταθμοί).

«Τα υδροηλεκτρικά έργα χωρίζονται ανάλογα με την εγκατεστημένη ισχύ σε:

μικρό όταν είναι κάτω από 15 MW (αρ 17 του Ν 3489/2006)

micro<100 Kw

mini<1MW

Γενικά, μετά την έκδοση του Ν.3468/2006 μικρά υδροηλεκτρικά εννοούνται τα έργα μικρότερης ισχύος από 15 MW». (Γ. Ασημακόπουλος 2007)

Τα ΜΥΗΕ μπορεί να είναι είτε μεγάλου είτε μεσαίου είτε μικρού ύψους πτώσης, ανάλογα με τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της διαθέσιμης θέσης.

μικρού ύψους, $H < 20\text{m}$

μεσαίου ύψους, $20\text{m} < H < 150\text{m}$

μεγάλου ύψους, $H > 150\text{m}$

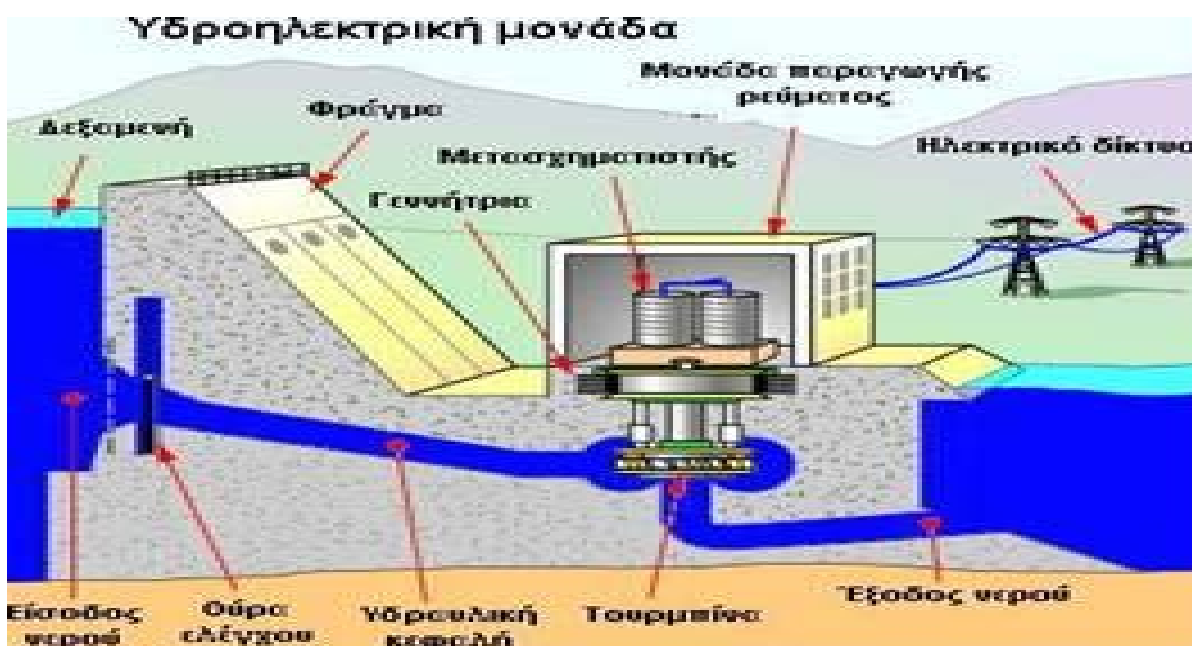
Τα υδροηλεκτρικά έργα χαρακτηρίζονται:

- είτε από κατασκευή φράγματος με αντίστοιχη λεκάνη κατάκλισης και υδροηλεκτρικό σταθμό στον πόδα του φράγματος ή σε απόσταση κατάντη του φράγματος με αντίστοιχη εκτροπή του ρέματος
- είτε από (στην πλειοψηφία των περιπτώσεων) μικρό αναβαθμό που κατασκευάζεται στο ρέμα, με αντίστοιχο αγωγό προσαγωγής ύδατος, με τον οποίο γίνεται εκτροπή της φυσικής κοίτης και εγκατάσταση υδροηλεκτρικού σταθμού.

Τα χωρικά μέρη που είναι πρόσφορα για την εκμετάλλευση του υδάτινου δυναμικού αποτελούν κυρίως σε ημιορεινές-ορεινές περιοχές όπου ή ύπαρξη του νερού σε

συνδυασμό με την υψομετρική διαφορά που επιτυγχάνεται από το σημείο υδροληψίας μέχρι τον σταθμό παραγωγής ενέργειας, εξασφαλίζουν την σκοπιμότητα και βιωσιμότητα του έργου. Είναι γνωστό πως τα ΜΥΗΕ λειτουργούν με την συνεχή παροχή του υδατορεύματος και συνήθως δεν απαιτείται η κατασκευή ταμιευτήρων με τη κατασκευή μεγάλων φραγμάτων όπως συνήθως γίνεται στα Μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα.

Τελευταία στον ελληνικό χώρο παρατηρούνται περιπτώσεις σχεδιασμού έργων που σχηματίζουν ταυτόχρονα και ταμιευτήρα μικρού μεγέθους. Ο ταμιευτήρας δημιουργείται από την παρεμβολή φραγμάτων ύψους 10-20 m επί της ροής σχετικά μεγάλων ποταμών με μικρές κλίσεις.



Εικόνα 1.3: Σκαρίφημα μιας υδροηλεκτρικής μονάδας με δεξαμενή.⁴

1.7 Ευρωπαϊκοί και Εθνικοί Στόχοι για ΑΠΕ

Η ανάπτυξη των ΑΠΕ είναι από τις κυριότερες προτεραιότητες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, με σκοπό την διαφύλαξη του φυσικού μας χώρου (Λευκή Βίβλος) και την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Ακόμη, όπως είναι γνωστό, συνακόλουθα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, που τέθηκε σε ισχύ τον Φεβρουάριο 2005, προβλέπεται μείωση των εκπομπών των Αερίων του Θερμοκηπίου στην ΕΕ κατά 8% κατά το διάστημα 2008 – 2012 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Ο στόχος αυτός για την Ελλάδα εξειδικεύεται στη συγκράτηση των αυξητικών τάσεων εκπομπής κάτω από το +25%, και στα μέσα για την επίτευξή του προβλέπεται, μεταξύ άλλων, η προώθηση της χρήσης ΑΠΕ για την παραγωγή ηλεκτρισμού

και θερμότητας. «Με βάση την Οδηγία 2001/77/ΕΚ, έχει τεθεί ως στόχος στην ΕΕ, μέχρι το 2010, το 22,1% της ηλεκτροπαραγωγής να προέρχεται από ΑΠΕ».

«Στην χώρα μας συντασσόμενοι με τον Ν. 3468/2006, ο στόχος, όσον αφορά στη συμμετοχή της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παράγεται από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας, ανέρχεται σε ποσοστό 20,1% μέχρι το 2010 και σε ποσοστό 29% μέχρι το 2020. Σύμφωνα με το Παράρτημα της Οδηγίας 2009/28/ΕΚ ορίζεται σαν Εθνικός συνολικός στόχος για τη χώρα μας μέχρι το 2020 το 18% του μεριδίου από ανανεώσιμες πηγές στην τελική κατανάλωση ενέργειας.

Τα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα, αν και συνυπολογίζονται στο στόχο της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ, δεν θεωρούνται ΑΠΕ, σύμφωνα με την ελληνική νομοθεσία. Με δεδομένο ότι, η συμβολή των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, δεν θα μπορεί να υπερβεί το 6,7% της καταναλώσεως του 2010 (~68 TWh), έπεται ότι ποσοστό 13,4% θα πρέπει να προέρχεται από ΑΠΕ. Αυτό σημαίνει ότι με βάση την σημερινή κατανομή, η εγκατεστημένη ισχύς των ΑΠΕ (εκτός των μεγάλων υδροηλεκτρικών), πρέπει να αυξηθεί κατά 3.300 MW περίπου».(Ασημακόπουλος Γ., 2007).

Η προσπάθεια που συντελείται από τα κράτη μέλη της ευρωπαϊκής ένωσης, ώστε να πετύχουν τα παραπάνω, καθορίζουν μέτρα υποστήριξης, καθώς και κριτήρια για την άσκηση όμοιων πολιτικών σε σχέση με τις ΑΠΕ, όπως απλούστευση διαδικασιών αδειοδότησης, σύνδεσης στα δίκτυα, ενίσχυσης οικονομικών επενδύσεων ΑΠΕ, εγγυημένη τιμή πώλησης kWh.

Σημειώνονται ιδιαίτερα οι ακόλουθες παρατηρήσεις:

1. Σύμφωνα με την κεντρική πολιτική της ΕΕ και τον καταμερισμό των υποχρεώσεων των χωρών μελών σύμφωνα με το Πρωτόκολλο του Κιότο, προβλέπεται για την χώρα μας συγκράτηση του ρυθμού αύξησης κατά το έτος 2010 του CO₂ και άλλων αερίων που επιδεινώνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.
2. Σύμφωνα με τα αναγγελθέντα της ελληνικής κυβέρνησης σε σχέση με τη *Βιώσιμη Ανάπτυξη*, επαναλαμβάνεται η παραπάνω δέσμευση, ενώ γίνεται σε συγκεκριμένες κατηγορίες γίνεται ρητή αναφορά στις ΑΠΕ, και επίσης γίνεται προσπάθεια για την αύξηση της συμμετοχής των ΑΠΕ, με πρωταρχικό μέλημα τη συμμετοχή τους στην ηλεκτροπαραγωγή έως το 2010 στο 20%.

3. Η Πράσινη Βίβλος για την διασφάλιση της παροχής ενέργειας, στοχεύει στο ότι οι εθνικοί, περιφερειακοί κανονισμοί, θα πρέπει να προσαρμοστούν σ' αυτό που ονομάζουμε πολεοδομικό σχεδιασμό και χρήσεων γης, ώστε να είναι ξεκάθαρη και άμεση η εγκατάσταση μονάδων ΑΠΕ για την παραγωγή ενέργειας.

Με βάση τα στοιχεία της μέχρι τώρα πορείας των ΑΠΕ στην Ελλάδα, μπορεί να διεξαχθεί μια εκτίμηση για την κατανομή της παραγωγής στις διαφορετικές τεχνολογίες. Μια τέτοια εκτίμηση περιέχεται στην 4η Εθνική Έκθεση για το Επίπεδο Διείδυσης της Ανανεώσιμης Ενέργειας το Έτος 2010 του Υπουργείου Ανάπτυξης που συντάχθηκε τον Οκτώβρη του 2007, απ' όπου και αντλούνται τα στοιχεία του επόμενου πίνακα.

Τεχνολογία	Ισχύς 2007 (MW)	Ισχύς - Στόχος 2010 (MW)	Συμβολή στην ηλεκτροπαραγωγή 2010
Αιολικά	853	3648	10,7%
Μικρά ΥΗΕ	95	364	1,5%
Βιομάζα	38	103	1,1%
Φωτοβολταϊκά	1	200	0,3%
Γεωθερμία	0	12	0,1%
Μεγάλα ΥΗΕ	3016	3325	6,4%
Σύνολο	4003	7652	20,1%

Πίνακας 1.2 :Εκτιμήσεις για την επίτευξη του στόχου για το 2010⁵

1.8 Νομοθετικό πλαίσιο των ΑΠΕ στην Ελλάδα

Σημαντικό και άξιο λόγου για την τελευταία δεκαετία είναι πως το νομικό πλαίσιο στον χώρο της ενέργειας και συγκεκριμένα για τια ανανεώσιμες πηγές ενέργειας έχει βοηθήσει στη περάτωση ενός αξιοσημείωτου αριθμού επενδυτικών πλάνων. Οι σπουδαιότεροι λόγοι που μας οδήγησαν σ' αυτού του είδους τα γεγονότα είναι η βελτίωση των τεχνολογικών διαδικασιών και η υποστήριξη των οικονομικών επενδύσεων από ιδιωτικές πρωτοβουλίες και η μεθοδευμένη εφαρμογή πολιτικών.

Η έντονη δραστηριότητα που παρατηρείται την τελευταία δεκαετία οι ιδιωτικές επενδύσεις στο χώρο της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ αναμένεται να αυξηθεί ακόμα περισσότερο, τόσο με την περαιτέρω υλοποίηση ιδιωτικών επενδυτικών σχεδίων όσο και με τη συμμετοχή του ιδιωτικού τομέα στην υλοποίηση μεγάλων έργων υποδομής. Κινητήρια δύναμη προς την

κατεύθυνση αυτή αποτελεί η ανάπτυξη ανταγωνιστικής αγοράς στον ενεργειακό τομέα, καθώς και η εφαρμογή του Επιχειρησιακού Προγράμματος για την Ενέργεια (ΕΠΑΝ), στα πλαίσια του Γ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης και Δ' (ΚΠΣ ΙΙΙ,ΙV) 2000 – 2006, 2012 έως σήμερα.

Το νέο θεσμικό πλαίσιο για την απελευθέρωση της αγοράς ηλεκτρικής ενέργειας εξ' άλλου, όπως διαμορφώθηκε από το Νόμο 2773/99, αλλά και από τη σχεδιαζόμενη από το ΥΠΑΝ τροποποίησή του, επηρέασε ακόμα περισσότερο τον τομέα της παραγωγής ενέργειας από ανεξάρτητους παραγωγούς. Τα κύρια θεσμικά μέτρα για την υποστήριξη και προώθηση των ενεργειακών επενδύσεων περιλαμβάνονται στο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα Ανταγωνιστικότητας (ΕΠΑΝ) του Γ' ΚΠΣ, καθώς και στον Αναπτυξιακό Νόμο 2601/98, ο οποίος προβλέπει διάφορους μηχανισμούς επιδοτήσεων για την υλοποίηση επενδυτικών σχεδίων στον τομέα της ενέργειας και ιδιαίτερα των ΑΠΕ.

1.8.1 Ο Νόμος 2773/1999

Ο Νόμος αυτός, στον οποίο ενσωματώθηκε μετά από σημαντικές παρεμβάσεις και τροποποιήσεις ο Ν. 2244/94 για τις ΑΠΕ και τη συμπαραγωγή, δεν παρέχει πλέον εγγυημένη τιμή κιλοβατώρας, θεσπίζοντας ένα καθεστώς καθορισμού μέγιστων τιμών και δυνατότητας απαίτησης, από το ΥΠΑΝ, εκπτώσεων επί των τιμών αυτών.

Είναι φανερό ότι οι ρυθμίσεις αυτές του Ν. 2773/99 ανατρέπουν πλήρως την όλη φιλοσοφία και τις βασικές κατευθύνσεις του Ν. 2244/94, ο οποίος πρωτίστως καθιέρωνε την άμεση σύνδεση (και μάλιστα με σταθερό, διαχρονικά, τρόπο) της τιμής της παραγόμενης από ΑΠΕ και πωλούμενης στη ΔΕΗ ηλεκτρικής ενέργειας, με την αντίστοιχη τιμή καταναλωτού, όπως αυτή θα διαμορφώνεται στο άμεσο μέλλον σε συνθήκες απελευθερωμένης αγοράς.

Η ρύθμιση αυτή του Ν. 2244/94 αποτέλεσε μέχρι σήμερα την κινητήρια δύναμη, το βασικό μέσον για την προσέλκυση μεγάλων επενδυτών και την ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ στη χώρα μας. Το εργαλείο αυτό ακυρώνεται με τις παραπάνω διατάξεις του Ν. 2773/99, πριν αρχίσει να αποδίδει και αντικαθίσταται με ένα αμφίβολης αποτελεσματικότητας, στενά ρυθμιζόμενο από το κράτος, περιβάλλον, που το χαρακτηρίζει η ασάφεια και η γενικότητα.

Το πόσο αμφίβολης αποτελεσματικότητας είναι οι νέες ρυθμίσεις επιβεβαιώνεται άμεσα και από τη σχετική ευρωπαϊκή εμπειρία. Η ανάπτυξη των ΑΠΕ ήταν επιτυχημένη και προχώρησε με εντυπωσιακούς ρυθμούς σε εκείνες ακριβώς τις χώρες όπου θεσπίστηκε το

λεγόμενο σύστημα εγγυημένης τροφοδοσίας, δηλ. της εγγυημένης, σταθερής και εύλογης τιμής αγοράς της παραγόμενης κιλοβατώρας από ΑΠΕ. «Με το σύστημα αυτό π.χ. εγκαταστάθηκαν, μέσα στο 1999 και μόνο, στη μεν Γερμανία 1000 μεγαβάτ (MW) έργων ΑΠΕ, στην Ισπανία 300 MW, στην Δανία 300 MW, κ.λπ. Αντίθετα, στη Βρετανία, όπου καθιερώθηκε τα τελευταία χρόνια ένα περιβάλλον ανάλογο με αυτό που προωθείται στην Ελλάδα από τις ρυθμίσεις του Ν. 2773/99, εγκαταστάθηκαν μόνο 14 MW μέσα στο 1998 και μόνο 17 MW μέσα στο 1999»⁶.

1.8.2 Ο Νόμος 3299/2004

Ο παραπάνω νόμος καθορίζει μέτρα στήριξης των ΑΠΕ μέσα από φοροαπαλλαγές ή επιδοτήσεις. Ο νόμος αυτός ορίζει:

Απαλλαγή φόρου 100% στο κόστος επένδυσης από ΑΠΕ για μία δεκαετία.

40% επιδότηση στο ολικό κόστος κατασκευής για ΑΠΕ στη Θράκη και την Ανατολική Μακεδονία και 30% στο νομό Αττικής και στο νομό της Θεσσαλονίκης.

Είναι αναγκαίο να διατίθενται ιδιωτικά κεφάλαια στο 25% του συνολικού κόστους επένδυσης.

Τα ιδιωτικά κεφάλαια επένδυσης κυμαίνονται από 100.000€ έως 500.000€.

Το υψηλότερο κεφάλαιο επιχορήγησης αγγίζει τα είκοσι εκατομμύρια ευρώ.

Ποσοστό επιχορήγησης ή φοροαπαλλαγής ανεξάρτητο της τεχνολογίας ΑΠΕ.

Προσαύξηση των επιδοτήσεων κατά 5% στις νέες επιχειρήσεις και από 5 έως 15% για μικρές και μεσαίου μεγέθους επιχειρήσεις. Ιδιαίτερη σημασία έχει το γεγονός ότι ο αναπτυξιακός νόμος 3299/2004 δεν θέτει κάποιο ανώτατο όριο προϋπολογισμού, γεγονός που σημαίνει ότι όλες οι επενδυτικές πρωτοβουλίες ανεξαρτήτως του μεγέθους τους, μπορούν να χρηματοδοτηθούν. Έτσι, απεικονίζεται ανάγλυφα η πρόθεση της πολιτείας να προωθήσει και να επιτύχει τους στόχους που θέτουν οι διεθνείς δεσμεύσεις της χώρας για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ στο 20.1% το 2010 και στο 29% στο 2020. (Ενviοπlan Μελετητική., 2007)

1.8.3 Ο Νόμος 3581/2010

Η σταθερή τιμή αγοράς είναι μαζί με την επιδότηση των έργων των ΑΠΕ οι δύο βασικοί πυλώνες στήριξης και προώθησής τους. Στα πλαίσια αυτά ο νόμος αυτός καθορίζει τις τιμές πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ΑΠΕ. Ορίζεται ότι:

Ο Διαχειριστής του συστήματος ή του δικτύου παραγωγής πρέπει να δίνει έμφαση σε εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ ανεξάρτητα από την ισχύ παραγωγής τους και σε υδροηλεκτρικές μονάδες παραγωγικότητας έως και 15MWe. Επίσης προτεραιότητα δίνεται σε σταθμούς Συμπαραγωγής Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης (ΣΗΘΥΑ) με χρήση ΑΠΕ ανεξαρτήτως εγκατεστημένου ισχύος. Για τη συγκεκριμένη κατηγορία προβλέπεται προτεραιότητα για σταθμούς ΣΗΘΥΑ σε συνδυασμό και με αέρια καύσιμα. Σε περίπτωση που οι σταθμοί ΣΗΘΥΑ παράγουν ενέργεια με τρόπο διάφορο από αυτόν που ορίστηκε προηγουμένως, η εγκατεστημένη ισχύς θα πρέπει να είναι μέχρι 35MWe. Ορίζεται τιμή ανά μεγαβατώρα (MWh) σε ευρώ, όπου διαχωρίζεται από άποψη τιμής, η ενέργεια που παράγεται στο Διασυνδεδεμένο Σύστημα και στα Μη Διασυνδεδεμένα Νησιά. Οι τιμές παρουσιάζονται στον πίνακα

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΗΛ. ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΑΠΟ:	ΤΙΜΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ (ΕΥΡΩ/MW)	
	ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ	ΜΗ ΔΙΑΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ ΣΥΣΤΗΜΑ
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΕΣ ΤΩΝ 50KW	87,85	99,45
ΑΙΟΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ Η ΙΣΕΣ ΤΩΝ 50KW	250	
ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΙΚΑ ΕΩΣ 10KW ΣΤΟΝ ΟΙΚΙΑΚΟ ΤΟΜΕΑ ΚΑΙ ΣΕ ΜΙΚΡΕΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ	550	
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΜΕ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΕΩΣ 15KW	87,85	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΗΛΙΟΘΕΡΜΙΚΟΥΣ ΣΤΑΘΜΟΥΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	264,85	
ΗΛΙΑΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ		

ΑΠΟ ΗΛ ΘΕΡΜ ΣΤ ΠΑΡΑΓ ΜΕ ΣΥΣΤΗΜ ΑΠ ΠΟΥ ΕΞΑΣΦ 2 ΩΡ ΛΕΙΤ ΟΝΟΜ ΦΟΡΤΙΟΥ	284,85
ΓΕΩΘΕΡΜΙΚΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ Ν 3175/2003	99,45
ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ Η ΙΣΗΣ ΜΕ 1 MW	200
ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗΣ ΑΠΟ 5 MW ΚΑΙ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟ 1 MW	175
ΒΙΟΜΑΖΑ ΠΟΥ ΑΞΙΟΠΟΙΕΙΤΑΙ ΑΠΟ ΣΤΑΘ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΑΠΟ 5 MW	150
ΑΕΡΙΑ ΕΚΛΥΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛ ΣΤΑΘ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΕΓΚΑΤ ΙΣΧΥΟΣ ΕΩΣ ΚΑΙ 2 MW	120
ΑΕΡΙΑ ΕΚΛΥΟΜΕΝΑ ΑΠΟ ΧΥΤΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛ ΣΤΑΘ ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΥ ΕΚΑΤΕΣΤΙΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗΣ ΤΩΝ 2 MW	99,45
ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΒΙΟΜ ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΙΜΕΝΗ ΙΣΧΥ ΕΩΣ ΚΑΙ 3 MW	220
ΒΙΟΑΕΡΙΟ ΠΟΥ ΠΡΟΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΒΙΟΜ ΜΕ ΕΓΚΑΤΕΣΤΙΜΕΝΗ ΙΣΧΥ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΤΩΝ 3 MW	200

Πίνακας 1.3: Τιμές πώλησης ηλεκτρικής ενέργειας από ΑΠΕ

Πηγή: Εφημερίδα της Κυβερνήσεως αρ. φύλλου 85 4/6/2010 (ν.3581/10)

Έχοντας υπόψη όλα τα προαναφερθέντα περί Α.Π.Ε, τις κατηγορίες τους, τα χαρακτηριστικά τους και τη χρηστικότητα τους στο φυσικό μας περιβάλλον, παραθέσαμε μια εικόνα για αυτές και στη συνέχεια παρουσιάσαμε μια άποψη του Ευρωπαϊκού καθώς και του Ελληνικού νομικού πλαισίου που τις διέπουν. Εμείς στην προσπάθειά μας να χωροθετήσουμε φωτοβολταϊκά πάρκα στη χωρική ενότητα του Νομού της Άρτας θα αναζητήσουμε πληροφορίες και βοήθεια κάνοντας χρήση των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών, ενώ στη συνέχεια θα πούμε λίγα λόγια για αυτά.

2 ΚΕΦΑΛΑΙΟ:ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΑ ΣΥΣΤΗΜ. ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ

Η εξέλιξη της τεχνολογίας των Γ.Σ.Π., τα τελευταία χρόνια, έχει γνωρίσει μεγάλη πρόοδο και έχει γίνει ένα απαραίτητο εργαλείο σε πολλές εφαρμογές των ανθρωπίνων αναγκών. Πρέπει να αναφέρουμε πως από το 1950, η ανάπτυξη χαρτογραφικών τεχνικών, η ανάπτυξη των ψηφιακών συστημάτων υπολογιστών και η εξέλιξη της ανάλυσης του χώρου έδωσαν ώθηση για την ανάπτυξη των Γ.Σ.Π. Πολύ σπουδαίο ρόλο έπαιξαν και η εξέλιξη της τηλεπισκόπησης και φωτοερμηνείας, της ψηφιακής χαρτογραφίας καθώς και η διαχείριση των δεδομένων απογραφής.« Έτσι, το 1964 δημιουργήθηκε το πρώτο επίσημα αναγνωρισμένο Γ.Σ.Π. από τον Καναδά με σκοπό την αναμόρφωση και εξέλιξη της γεωργικής γης στον Καναδά (CGIS)» (Πανταζοπούλου Ουρανία.,2008)

Στο συγκεκριμένο κεφάλαιο θα αναφερθούμε για το περιεχόμενο ενός Γ.Σ.Π., τα μέρη από τα οποία συνίσταται, στις διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στη δημιουργία του και τα πλαίσια εφαρμογής του, ώστε να κατανοηθεί η σημασία του ως εργαλείο διαχείρισης και ανάλυσης του χώρου.

2.1 Προσεγγίζοντας τα Γ.Σ.Π.

Παρά την εξέλιξη που έχει σημειώσει η ανάπτυξη των Γ.Σ.Π τα τελευταία χρόνια, γεγονός είναι ότι έχουν διατυπωθεί πολλά και οι μελετητές προσεγγίζουν την τεχνολογία αυτή από διάφορες οπτικές γωνίες. Στην συνέχεια θα κάνουμε διάκριση των προσεγγίσεων αυτών που έχουν εκφραστεί (Κουτσόπουλος Κ., 2005):

Προσέγγιση με βάση τη διαχείριση : Σύμφωνα αυτής, τα Γ.Σ.Π. εστιάζουν στη δημιουργία και ακολούθως στη διαχείριση των χωρικών στοιχείων.(Διακρίνονται τρεις ομάδες: στοιχεία σημείων (τιμές που αποδίδονται σε σημεία του χώρου), στοιχεία γραμμών (τιμές που αποδίδονται στη σύνδεση μεταξύ δύο σημείων στο χώρο και στοιχεία επιφανειών (τιμές που αποδίδονται σε κάποια γεωγραφική ενότητα σαν σύνολο ή σε κάθε σημείο στο χώρο)) (Καο 1968). Διακρίνονται σε δύο υποκατηγορίες:

- Τη Χαρτογραφική Προσέγγιση, η οποία εστιάζει στη διαχείριση χαρτογραφικών αντικειμένων.

- Την Πληροφοριακή Προσέγγιση, η οποία θεωρεί τη χρήση των Γ.Σ.Π. ως μέσο ανάπτυξης συστημάτων διαχείρισης βάσεων δεδομένων.
- Προσέγγιση Χωρικής Ανάλυσης: Σε αυτή την προσέγγιση, τα Γ.Σ.Π αντιμετωπίζονται ως μέσο Χωρικής Ανάλυσης και όχι απλά σαν «μηχανές» παραγωγής χαρτών.
- Σχεδιαστική Προσέγγιση: σύμφωνα με αυτή την οπτική, τα Γ.Σ.Π. γίνονται το μέσο για την επίλυση χωρικών προβλημάτων και τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στο χωρικό σχεδιασμό.

«Ένας πρώτος σχολιασμός που μπορεί να γίνει είναι ότι ενώ η κάθε μία προσέγγιση εστιάζει το αντικείμενο μελέτης της σε μία διαφορετική διαδικασία –η πρώτη στη διαδικασία της διαχείρισης, η δεύτερη στη διαδικασία της ανάλυσης και η τρίτη στη διαδικασία του σχεδιασμού. Και οι τρεις διαδικασίες μαζί αποτελούν τμήματα του χωρικού σχεδιασμού. Στην ουσία, λοιπόν, αυτό που ξεχωρίζει είναι ότι τα Γ.Σ.Π., παρά τον παραπάνω διαχωρισμό, παρέχουν εργαλεία τόσο για τη διαχείριση χωρικών στοιχείων, όσο και για την ανάλυση τους αλλά και για τη διαδικασία λήψης αποφάσεων στο χωρικό σχεδιασμό και σε άλλες παρεμφερείς εφαρμογές». (Πανταζοπούλου Ουρανία, ,2008)

2.2 Ορίζοντας τα Γ.Σ.Π.

Ως ένα πρώτο ορισμό που μπορούμε να παραθέσουμε πριν αναλύσουμε παραπάνω την τεχνολογία Γ.Σ.Π., είναι αυτός του Burrough (1986) ο οποίος θεωρεί τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών «... σαν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για τη συλλογή, αποθήκευση, ανάλυση ανά πάσα στιγμή, μετασχηματισμό και απεικόνιση χωρικών στοιχείων του πραγματικού κόσμου».

Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών αποτελούν σύμφωνα με τους Scolten και Stillwell (Scholten, H.J. and Stillwell, 1990) μία υποκατηγορία των Χωρικών Συστημάτων Πληροφοριών. Με τον όρο Χωρικό Σύστημα Πληροφοριών νοείται ένα πληροφοριακό σύστημα, του οποίου η βάση δεδομένων διαχειρίζεται δεδομένα με χωρική αναφορά και το οποίο είναι ικανό να μας παρέχει πληροφορίες ανάλογα με το σκοπό για τον οποίο έχει αναπτυχθεί. Έτσι τα Χ.Σ.Π. χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

- τα Συστήματα Χωρικής Απεικόνισης (CAD),

- τα Πληροφοριακά Συστήματα Χρήσεων Γης (L.I.S και
- τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (G.I.S).

Ενώ τα πρώτα αφορούν σε ποιοτικές και ποσοτικές σχεδιαστικές αναλύσεις και τα δεύτερα στη διαχείριση γεωγραφικών στοιχείων για χρήσεις γης, τα Γ.Σ.Π. και η τεχνολογία τους προσανατολίστηκαν στην ανάλυση χωρικών δεδομένων και σε τεχνικές χωρικής ανάλυσης, που με τη σειρά τους αυτά οδηγούν στο χωρικό σχεδιασμό. Επομένως όταν γίνεται αναφορά στα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, εννοείται μία συγκεκριμένη τεχνολογία αποτελούμενη από εργαλεία και διαδικασίες που έχουν σχέση με στοιχεία που αναφέρονται στο χώρο, δομημένα σε μία βάση δεδομένων που οι μελετητές θα μπορούν να διαχειρίζονται και να επεξεργάζονται με σκοπό να ληφθούν πληροφορίες για το γεωγραφικό περιβάλλον. Έτσι, Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών είναι μία οργανωμένη συλλογή μηχανικών υπολογιστικών συστημάτων, «*Αξίζει να σημειωθεί εδώ ότι στην πιο απλή μορφή ένα Γ.Σ.Π. δεν έχει ανάγκη ένα αυτοματοποιημένο περιβάλλον Η/Υ για να οριστεί (μία βιβλιοθήκη χαρτών και μία σειρά από εργαλεία της Γεωγραφίας θα αρκούσε για να αποτελέσει Γ.Σ.Π., αρκεί να διαθέτει ένα ενιαίο σύνολο από διαδικασίες για εισαγωγή, αποθήκευση, διαχείριση και απόδοση γεωγραφικής πληροφορίας. Παρ' όλα αυτά, ένα τέτοιο σύστημα επιτυγχάνεται αρτιότερα και καθίσταται πιο λειτουργικό μέσω της τεχνολογίας των υπολογιστών*». (Martin D., 1996 και Κουτσόπουλος Κ., 2005) λογισμικών συστημάτων, χωρικών δεδομένων και ανθρώπινου δυναμικού, με σκοπό τη συλλογή, καταχώρηση, ενημέρωση, διαχείριση, ανάλυση και απόδοση κάθε μορφής πληροφορίας που αφορά στο γεωγραφικό περιβάλλον» (Κουτσόπουλος Κ., 2005), θεωρητική βάση του οποίου είναι η Γεωπληροφορική «*Γεωπληροφορική είναι ο επιστημονικός και τεχνολογικός τομέας που ασχολείται με τη συστηματοποίηση και κατανόηση του γεωγραφικού χώρου, και με τη συλλογή, επεξεργασία, ανάλυση, ερμηνεία, παρουσίαση και διαχείριση των στοιχείων του*» (Κάβουρας Μ., 2003).

2.2.1 Βασικά τμήματα ενός Γ.Σ.Π.

Το περιβάλλον μέσα στο οποίο ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών δημιουργείται περιλαμβάνει τρία θεμελιώδη συστατικά μέρη, τα οποία βρίσκονται σε συνεχή αλληλεξάρτηση και συμπληρώνουν το ένα το άλλο (Σχήμα 2-1):

Μηχανήματα - υλικό: Ένα σύγχρονο περιβάλλον Γ.Σ.Π. δε θα μπορούσε να λειτουργήσει χωρίς τον απαραίτητο υλικό-τεχνικό εξοπλισμό. Σε αυτόν συμμετέχουν η κεντρική μονάδα επεξεργασίας που φέρει το λειτουργικό σύστημα του ηλεκτρονικού υπολογιστή, τα περιφερειακά τμήματα τα οποία διακρίνονται σε περιφερειακά εισόδου, εξόδου και διαχείρισης των στοιχείων και το τερματικό το οποίο αποτελεί το μέσο με το οποίο ο χρήστης ελέγχει τον υπολογιστή και τα περιφερειακά τμήματα.

Λογισμικό: Αφορά σε προγράμματα μέσα στα οποία είναι ενσωματωμένοι

αλγόριθμοι και εργαλεία για:

- i. την εισαγωγή των χωρικών στοιχείων
- ii. την αποθήκευση και διαχείρισή τους,
- iii. την ανάλυση και τον μετασχηματισμό τους,
- iv. την απόδοση και παρουσίαση τους,
- v. το σχηματισμό ερωτήσεων (queries) προς αναζήτηση πληροφοριών και
- vi. την ανάλυση χώρου

Διαθέσιμα: Με τον όρο αυτό εννοούνται οι υπόλοιποι απαραίτητοι συντελεστές ενός Γ.Σ.Π. που θα κάνουν το σύστημα λειτουργικό και αποδοτικό. Ο λόγος γίνεται για τα χωρικά στοιχεία που θα εισαχθούν στο σύστημα, το ανθρώπινο δυναμικό που θα τα διαχειριστεί, επεξεργαστεί και αναλύσει και την οργανωτική υποδομή των διαδικασιών που λαμβάνουν μέρος σε ένα Γ.Σ.Π.

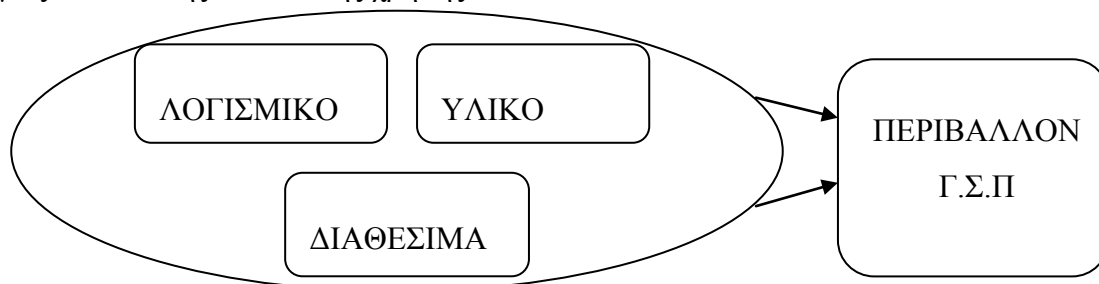
Χωρικά στοιχεία: <<Ως χωρικά στοιχεία εννοούνται είτε στοιχεία σημείων δηλ. τιμές που παρατηρούνται σε σημεία στο χώρο είτε στοιχεία γραμμών δηλ. τιμές που παρατηρούνται για τη σύνδεση μεταξύ δύο σημείων στο χώρο είτε στοιχεία επιφανειών δηλ. τιμές που αποδίδονται σε κάποια γεωγραφική ενότητα>> (Καο, 1968). Με βάση αυτό το διαχωρισμό, γίνεται κατανοητό ότι τα χωρικά στοιχεία που εισάγονται σε ένα Γ.Σ.Π. περιέχουν τόσο χωρική πληροφορία όσο και περιγραφική. Η μεν χωρική πληροφορία αναφέρεται στη γεωμετρική διάσταση των χωρικών στοιχείων και λαμβάνει μορφή απεικόνισης σημειακή, γραμμική, επιφανειακή ή μέσω φατνίων ανάλογα με τον τύπο

χωρικού μοντέλου (διανυσματικά και κανονικοποιημένα μοντέλα) που επιλέγεται να χρησιμοποιηθεί.

Η δε περιγραφική πληροφορία αναφέρεται σε ιδιότητες και χαρακτηριστικά που περιγράφουν τα χωρικά στοιχεία και μπορεί να αντιστοιχούν σε διαφορετική κλίμακα μέτρησης (ονομαστική, τάξης, διαστήματος και αναλογίας). Τα χωρικά στοιχεία με τις δύο συνιστώσες τους (χωρικά και μη χωρικά χαρακτηριστικά) οργανώνονται σε μία βάση δεδομένων στην οποία και συσχετίζεται η γεωμετρική με την περιγραφική πληροφορία.

Ανθρώπινο δυναμικό : Περιλαμβάνονται όλοι οι άνθρωποι που είναι υπεύθυνοι για τη διαχείριση και τη χρήση ενός Γ.Π.Σ χωρίς τους οποίους ένα τέτοιο σύστημα δε θα μπορούσε να λειτουργήσει ούτε και να χρησιμοποιηθεί. Το «έμψυχο υλικό» αποτελούν τεχνικοί, εξειδικευμένοι χειριστές, απλοί χρήστες, φορείς υπηρεσιών κ.ά.

Οργανωτική υποδομή: Η κατάλληλη οργάνωση όλων των τμημάτων ενός Γ.Σ.Π. και των διαδικασιών που το συνοδεύουν είναι απαραίτητο συστατικό της διασφάλισης της λειτουργίας του και της αποδοτικής χρήσης του.



Σχήμα 2-1: Συστατικά μέρη ενός Γ.Σ.Π.

2.3 Διαδικασίες Γ.Σ.Π

Δουλεύοντας σε ένα περιβάλλον Γ.Σ.Π., οι χρήστες χρησιμοποιούν το λογισμικό που είναι εγκατεστημένο στο σύστημα (υλικό) και μέσα από συγκεκριμένες διαδικασίες χειρίζονται τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στη βάση δεδομένων για να συλλέξουν και αποδώσουν τις πληροφορίες που διαθέτουν. Οι διαδικασίες που ακολουθούν βασίζονται σε μία σειρά εργαλείων που σκοπό έχουν να διευκολύνουν το χρήστη στο χειρισμό των χωρικών στοιχείων που τον ενδιαφέρουν σε επίπεδο εισαγωγής των στοιχείων στο σύστημα,

διαχείρισης τους μέσα από την οργάνωση της βάσης των δεδομένων, ανάλυσης τους και απόδοσης τους σε κάποιο μέσο και με την επιθυμητή μορφή. (Σχήμα 2-2).

- Καθορισμός της Βάσης Δεδομένων: Στη φάση αυτή πρέπει να προσδιοριστεί ο σκοπός της εφαρμογής και οι δραστηριότητες που θα λάβουν χώρα ώστε να καθοριστούν τα χωρικά στοιχεία που θα εισαχθούν στο σύστημα τόσο στη γεωμετρική τους συνιστώσα όσο και στη περιγραφική τους.
- Εισαγωγή δεδομένων: Αφού συλλεχθούν τα στοιχεία από τις αντίστοιχες πηγές, απαιτείται να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή τέτοια που να μπορεί να «διαβάσει» ένας υπολογιστής ώστε να μπορέσουν να εισαχθούν σε αυτόν.

Συλλογή των δεδομένων: Αναλόγως με την εφαρμογή για την οποία υλοποιείται ένα Γ.Σ.Π., αναζητούνται τα στοιχεία που θα την ικανοποιήσουν. Τα στοιχεία αφορούν στο φυσικό χώρο, στους ανθρώπους (πληθυσμιακές μεταβλητές), στις οικονομικές δομές και στις κοινωνικές δομές (Κουτσόπουλος Κ., 2005) και η προέλευσή τους μπορεί να είναι πρωτογενής ή δευτερογενής. Στις μεν πρωτογενείς πηγές, τα δεδομένα παρατηρούνται άμεσα και προέρχονται είτε από τοπογραφικές

μετρήσεις είτε από τη φωτοερμηνεία και την τηλεπισκόπηση (δορυφορικές εικόνες) και στις δευτερογενείς πηγές λαμβάνονται έμμεσα από ήδη υπάρχοντες χάρτες, από άλλα επεξεργασμένα προϊόντα κ.ά.

- Αποτύπωση των δεδομένων και αποθήκευσή τους: Τα χωρικά στοιχεία προσδιορίζονται από τις μετρητικές τους ιδιότητες (θέση, σύστημα αναφοράς), τις τοπολογικές και από τις περιγραφικές τους ιδιότητες. Αυτό σημαίνει ότι η γεωμετρική πληροφορία που περιέχουν (μετρητικές- τοπολογικές ιδιότητες) πρέπει να καταγραφεί ψηφιακά είτε σε διανυσματική μορφή (vector) είτε σε κανονικοποιημένη μορφή (raster) αναλόγως με το σκοπό που ο χρήστης θέλει να εκμεταλλευτεί τα δεδομένα και αναλόγως της προέλευσης των δεδομένων. Τα κύρια μέσα που χρησιμοποιούνται για την ψηφιακή απόδοση των στοιχείων είναι είτε ψηφιοποιητές είτε σαρωτές. Να σημειωθεί εδώ ότι υπάρχουν περιπτώσεις που απαιτείται να γίνει διανυσματοποίηση (από raster σε vector) των δεδομένων (π.χ. δεδομένα από σαρωμένους χάρτες ή από δορυφορικές εικόνες) πριν εισαχθούν στο σύστημα. Τέλος, ανεξάρτητα του χωρικού μοντέλου που θα χρησιμοποιηθεί, μετά τη δόμηση τοπολογίας, αποδίδονται τα περιγραφικά χαρακτηριστικά των στοιχείων

σε συσχετισμό με τη χωρική τους πληροφορία με βάση έναν κοινό και παράλληλα μοναδικό κωδικό σύνδεσης..

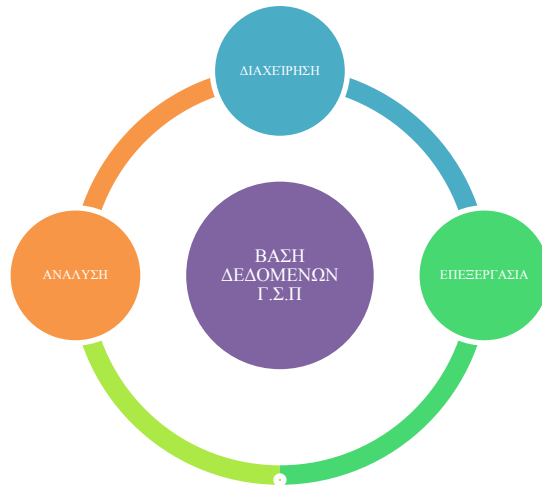
1. Διαχείριση: Τα χωρικά στοιχεία (γεωμετρική και περιγραφική πληροφορία) για να είναι διαχειρίσιμα από τους χρήστες, οργανώνονται στη βάση δεδομένων του συστήματος. Η διαχείριση αφορά στο σχεδιασμό και την οργάνωση της βάσης δεδομένων με τέτοιο τρόπο που ο χρήστης του Γ.Σ.Π. να μπορεί να έχει πρόσβαση σε αυτή εύκολα, ενημερώνοντας την, συντηρώντας την και ανακτώντας στοιχεία που αναζητά. Οι μηχανισμοί αυτοί καθοδηγούνται από το Σύστημα Διαχείρισης της Βάσης Δεδομένων του Γ.Σ.Π.

2. Ανάλυση και Επεξεργασία: Η δημιουργία ενός Γ.Σ.Π. έχει σαν τελικό στόχο την ανάλυση του χώρου μέσα από την οποία επιδιώκεται να ληφθούν πληροφορίες για το γεωγραφικό χώρο, οι οποίες βασίζονται κύρια στην αναζήτηση και ανάλυση χωρικών προτύπων και σχέσεων, και στο χωρικό σχεδιασμό και στη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Μέσα από τη διαδικασία χωρικής ανάλυσης, ο χρήστης θέτει ερωτήματα προσπαθώντας να κατανοήσει το γεωγραφικό χώρο μέσα από την επεξεργασία των εγγενών χαρακτηριστικών του, να αναζητήσει με βάση κριτήρια συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του χώρου και να διερευνήσει τάσεις των γεωγραφικών φαινομένων.

3. Έξοδος: Αφορά στην απόδοση της εξαγόμενης πληροφορίας από την προηγηθείσα ανάλυση και στην παρουσίασή της. Τρεις είναι οι βασικές μορφές εξόδου:

- Στατιστικοί πίνακες, μαθηματικές συναρτήσεις και άλλες μη σχεδιαστικές αποδόσεις,
- Γραφήματα διαφόρων ειδών, όπως ιστογράμματα, πίτες, μπάρες κ.ά. και
- Χάρτες διαφόρων ειδών π.χ. ισοπληθείς, χάρτες κουκκίδων, χωροπληθείς κ.ά.

Μονάδες απόδοσης μπορούν να αποτελέσουν είτε η οθόνη του Η/Υ είτε αυτόματοι σχεδιαστές (plotters) και απλοί εκτυπωτές (printers)



Σχήμα 2-2: Βασικές διαδικασίες στα Σ.Γ.Π

2.4 Χρήση των Γ.Σ.Π.

Ένα σύγχρονο Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών προσφέρει σήμερα ένα σύνολο από εργαλεία για στατιστική επεξεργασία δεδομένων και παραγωγή χαρτών καθώς και εργαλεία για μία περισσότερο σε βάθος ανάλυση των δεδομένων εφαρμόζοντας μεθόδους χωρικής ανάλυσης και εξέτασης χωρικών σχέσεων και προτύπων. Είναι γεγονός ότι η χωρική ανάλυση ενσωματώνεται στην τεχνολογία των Γ.Σ.Π., καθώς αποτελεί σημαντικό υπόβαθρο για τον χωρικό σχεδιασμό και την επέμβαση στο χώρο και παράλληλα νέες προοπτικές απορρέουν από την εφαρμογή της ως εργαλεία υποστήριξης για λήψη αποφάσεων. Ακόμα και όταν τα Γ.Σ.Π χρησιμοποιούνται εκτός πλαισίων κάποιας συγκεκριμένης εφαρμογής χωρικής ανάλυσης, οι δυνατότητες που παρέχουν όσον αφορά στο χειρισμό χωρικών στοιχείων είναι αρκετές για να ωθήσουν κάποιον να εργαστεί σε περιβάλλον Γ.Σ.Π.

2.4.1 Δυνατότητες Γ.Σ.Π.

Αυτό που διαφοροποιεί τα Γ.Σ.Π. από άλλα συστήματα είναι η ικανότητα τους να διαχειρίζονται τόσο γεωγραφική όσο και περιγραφική πληροφορία. Το συγκριτικό πλεονέκτημα που έχει ένα Γ.Σ.Π. είναι ότι διαχειρίζεται ξεχωριστά την αποθήκευση των δεδομένων από την οπτική τους αναπαράσταση. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ότι τα ίδια

δεδομένα μπορούν να οπτικοποιηθούν με διαφορετικούς τρόπους (π.χ. μεγέθυνση τμήματος του χάρτη, ανίχνευση-αναζήτηση-παρουσίαση περιοχών που συγκεντρώνουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, διαδικασίες γενίκευσης κ.ά.) και να εξυπηρετηθούν διαφορετικές εφαρμογές στο ίδιο περιβάλλον τεχνολογίας Γ.Σ.Π. Γενικότερα, μερικές βασικές συνθήκες κάτω από τις οποίες η εργασία σε ένα τέτοιο περιβάλλον ενθαρρύνεται και προτείνεται είναι όταν:

- τα δεδομένα είναι αναφέρονται γεωγραφικά
- τα δεδομένα είναι κυρίως διανυσματικής μορφής (τα περισσότερα πακέτα
- Γ.Σ.Π. υποστηρίζουν τις διανυσματικές βάσεις δεδομένων)

η τοπολογία κατέχει σημαντικό ρόλο στην ανάλυση των δεδομένων

- πρόκειται να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι χωρικής ανάλυσης σε καμπυλωτές επιφάνειες (τα Γ.Σ.Π. έχουν δυνατότητες προσαρμογής σε διάφορα συστήματα αναφοράς)
- χρησιμοποιείται μεγάλος όγκος δεδομένων που συνοδεύεται από μεγάλο αριθμό περιγραφικών χαρακτηριστικών και έτσι απαιτούνται προηγμένα Συστήματα διαχείρισης Βάσεων Δεδομένων
- το υπόβαθρο μίας μελέτης είναι γεωγραφικό
- απαιτείται μία Ολοκληρωμένη Χωρική Προσέγγιση όπου οι επεμβάσεις στο χώρο και η αντίστοιχη διαδικασία λήψης αποφάσεων βασίζεται σε εξειδικευμένες τεχνικές ανάλυσης χώρου

2.4.2 Εφαρμογές Γ.Σ.Π.

Σύμφωνα με την Couclelis (*Couclelis H. , 1999*) , «τα Γ.Σ.Π. μπορούν να περιγραφούν σαν τη ‘χαρτογραφική’ όψη του κόσμου, σε έναν απόλυτο χώρο εφοδιασμένο με ένα καρτεσιανό ή άλλο σύστημα αναφοράς». Όντως, όσο ο χώρος εξελίσσεται σε συνάρτηση με τις ανθρώπινες δραστηριότητες, τόσο τα Γ.Σ.Π. θα αποτελούν ένα χρήσιμο εργαλείο για

πλήθος εφαρμογών, χρησιμοποιώντας όσα η τεχνολογία Γ.Σ.Π. δύναται να προσφέρει. Μερικές από αυτές τις εφαρμογές αναφέρονται παρακάτω:

- ανάπτυξη γεω-δημογραφικού συστήματος
- διαχείριση του περιβάλλοντος
- χωροθέτηση οικονομικών δραστηριοτήτων
- ανάλυση αγοράς για διαδικασία λήψης αποφάσεων
- αστικός σχεδιασμός (κτηματολόγιο, χρήσεις γης, χωρική ανάλυση αστικών περιοχών/δήμων/γειτονιών, διαχείριση δημογραφικών και άλλων κοινωνικο-οικονομικών δεδομένων)
- περιφερειακός σχεδιασμός (επενδυτικά σχέδια, χωρική ανάλυση περιφερειακών ανισοτήτων, προγράμματα ανάπτυξης περιφερ. σχεδιασμού)
- δίκτυα διανομών-πωλήσεων
- εκπαίδευση-υγεία-πρόνοια (χωροθέτηση σχολείων, νοσοκομείων)
- φορολογία (διαχείριση και ανάλυση φορολογικών στοιχείων)
- διαχείριση δικτύων
- Οργανισμών Κοινής Ωφέλειας

2.4.3 Χρήση των κατάλληλων εργαλείων

Στο επόμενο κεφάλαιο γίνεται μια προσπάθεια καθορισμού των κατάλληλων περιοχών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων. Βασικό εργαλείο για τον εντοπισμό των περιοχών αυτών αποτελεί το λογισμικό πρόγραμμα ArcGIS της ESRI και συγκεκριμένα το εργαλείο ArcMap, με τη βοήθεια του οποίου πραγματοποιείται η ανάλυση και προετοιμασία των επιμέρους κριτηρίων χωροθέτησης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων ώστε να μπορέσουν να συνθέσουν το τελικό προϊόν, το οποίο δεν είναι άλλο από ένα χάρτη υπόδειξης των βέλτιστων θέσεων χωροθέτησης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Καθώς δύο από τα επίπεδα – κριτήρια χωροθέτησης (έκθεση και κλίση) είναι σε raster μορφή – ως παράγωγα

του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους – η επεξεργασία όλων των θεματικών επιπέδων θα γίνει σε raster μορφή. Τα εργαλεία που θα χρησιμοποιηθούν θα είναι, η δημιουργία ζωνών επιρροής (buffer overlay), η σύνθεση raster επιπέδων (weighted sum), τόσο μεταχειριζόμενοι να κριτήρια ως ισοβαρή, όσο και ως ανισοβαρή, με βάρη τα οποία προκύπτουν μέσω της διαδικασίας σύγκρισης ανά ζεύγη. Τέλος, θα γίνει μια σύγκριση των αποτελεσμάτων των ισοβαρών και των ανισοβαρών κριτηρίων χωροθέτησης και θα εξαχθούν ορισμένα συμπεράσματα. Θα επικεντρώσουμε το ενδιαφέρον μας στην περιοχή μελέτης μας που είναι και ο Ν. Άρτας έτσι ώστε να καταλήξουμε σε κάποια συμπεράσματα σε σχέση με την εύρεση των καταλληλότερων, αλλά και των ιδανικότερων θέσεων χωροθέτησης των φωτοβολταϊκών πάρκων σε σχέση με την βέλτιστη απόδοσή τους, κινούμενοι πάντα εντός των νομικών κανονισμών, αλλά και των τεχνικών περιορισμών που τα διέπουν.

3 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΧΩΡΟΘΕΤΗΣΗ ΦΩΤΟΒΟΛΤΑΪΚΩΝ ΠΑΡΚΩΝ ΣΤΟ Ν. ΑΡΤΑΣ

Στόχος της συγκεκριμένης εργασίας είναι η χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων στο Νομό Άρτας με τη χρήση των γεωπληροφοριακών συστημάτων, προκειμένου να προσδιοριστούν αφενός οι περιοχές στις οποίες επιτρέπεται η εγκατάσταση σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία και αφετέρου τα τμήματα των περιοχών αυτών στα οποία μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση μεγιστοποιεί την απόδοσή της.

3.1 Περιοχή μελέτης

Ο Νομός Άρτας χωροθετείται στο βορειοδυτικό κομμάτι της χώρας μας και ανήκει γεωγραφικά και διοικητικά στην περιφέρεια Ηπείρου . Η χωρική επιφάνεια που καταλαμβάνει ο νομός στην περιφέρεια φτάνει στα 1.662 τ.χλμ. και αυτό ερμηνεύεται αριθμητικά στο ποσοστό του 16.5% της συνολικής έκτασης της περιφέρειας. Η γεωγραφική θέση του είναι συνδεδετικό σημείο για βορειοδυτική Ελλάδα και δεν έχει αξιοποιηθεί όσο θα έπρεπε. Ο νομός Άρτας έχει ως σύνορα τους εξής νομούς της χώρας: βόρεια με τους Νομούς Ιωαννίνων και Τρικάλων, ανατολικά με τους Νομούς Τρικάλων, Καρδίτσας και Αιτωλοακαρνανίας, νότια με το Ν. Αιτωλοακαρνανίας, δυτικά με τους Ν. Πρεβέζης και Ιωαννίνων, ενώ νότια βρέχεται από τον Αμβρακικό Κόλπο³.

Ο νομός διοικητικά διαιρείται σύμφωνα με το σχέδιο Καλλικράτης και αποτελείται από: 4 δήμους, 16 δημοτικές ενότητες. Στα όρια του Νομού εκτός από το Δήμο Αρταίων δεν αναπτύχθηκαν άλλα οικιστικά κέντρα, και αυτό οφείλεται σε γεωγραφικούς και κοινωνικοοικονομικούς λόγους.

Για τον συγκεκριμένο νομό θα μπορούσαμε να πούμε ότι από γεωμορφολογικής άποψης παρουσιάζει έντονες αντιθέσεις. Το 20% του νομού περίπου χαρακτηρίζεται ως πεδινό (κάμπος) και το υπόλοιπο είναι ορεινό. Συγκεκριμένα ο νομός αποτελείται από το αστικό κέντρο, την πεδιάδα, που εκτείνεται περιμετρικά του αστικού κέντρου, τους μεγάλους ορεινούς όγκους αλλά και παραλιακή γραμμή που διαθέτει στο νότιο τμήμα του . Συγκεκριμένα τα εδάφη του

είναι κατά 23,77% (395χλμ²) πεδινά, κατά 10,59% (176χλμ²) ημιορεινά και κατά 65,58% (1.090χλμ²) ορεινά. (Ε.Σ.Υ.Ε)



Χάρτης 3.1 : Διοικητική διαίρεση νομού Άρτας ⁷

Ο νομός έχει το φυσικό χάρισμα να αρδεύεται από πολλούς ποταμούς και παραποτάμους όπως ο Λούρος ο οποίος εκβάλλει στον Αμβρακικό και αποτελεί και φυσικό όριο με το νομό Πρεβέζης, ενώ στα δυτικά του όριο με την Περιφέρεια Θεσσαλίας αποτελεί ο ποταμός Αχελώος. Κεντρικά και προς τα δυτικά ο νομός διασχίζεται, με κατεύθυνση από Β → Ν, από τον ποταμό Άραχθο που επίσης εκβάλλει στον Αμβρακικό κόλπο. Ο ποταμός Άραχθος έχει συμβάλλει καθοριστικά στις τοπικές κοινωνίες τόσο οικονομικά όσο και πολιτιστικά. Η οικονομική και πολιτιστική διαδρομή των παρόχθιων οικισμών, της πόλης της Άρτας αλλά και ολόκληρου του νομού είναι στενά συνδεδεμένη με τα έργα που υπάρχουν στον ποταμό και τη συμπεριφορά του ίδιου ποταμού. Ο Άραχθος αποτελεί τον κυριότερο ρυθμιστή εξέλιξης κι ευημερίας των κατοίκων της περιοχής. Στα ΝΔ παράλια του Νομού σχηματίζονται δύο μεγάλες λιμνοθάλασσες, πλούσιες σε ψάρια: το Τσουκαλιό με επιφάνεια 22 km² και η Λογαρού με επιφάνεια 30 km. ⁸

Ο νομός Άρτας όπως ήδη αναφέραμε αποτελεί την περιοχή μελέτης μας. Είναι ο δεύτερος σε μέγεθος νομός στην περιφέρεια της Ηπείρου. Στην προσπάθειά μας να εφαρμόσουμε συγκεκριμένους κανόνες χωροθέτησης των διαφόρων κατηγοριών ΑΠΕ και συγκεκριμένα φ/β πρέπει να εξετάσουμε με βάση τη γεωμορφολογία του νομού και τη φέρουσα ικανότητα που

παρουσιάζει στην δημιουργία και την εκμετάλλευση των διάφορων ανανεώσιμων μορφών – πηγών ενέργειας καθώς και σε ποιά χωρική – γεωγραφική κατηγορία ανήκει η περιοχή μελέτης μας από θεσμικής άποψης . Ο νομός Άρτας ανήκει στην κατηγορία κατοικημένα ηπειρωτική χώρα. Η περιοχή μελέτης μας παρουσιάζει ικανοποιητικά επίπεδα ηλιοφάνειας και το αιολικό δυναμικό είναι τέτοιο που ενισχύει την προσπάθεια δημιουργίας φωτοβολταϊκών πάρκων. Η περιοχή μας εντάσσεται στο διασυνδεδεμένο ενεργειακό δίκτυο της χώρας, πράγμα που προσδίδει σταθερότητα στο δίκτυο και ευκολία στην εξαγωγή ποσοτήτων ενέργειας. Η Ήπειρος καθώς και ο νομός Άρτας παρουσιάζουν αυτάρκεια και επάρκεια στο θέμα της ενέργειας καθ’ ότι παράγονται μεγάλα ποσά ηλεκτρικής ενέργειας από μεγάλα και μικρά υδροηλεκτρικά έργα τα μεγαλύτερα στην περιοχή μελέτης μας είναι το φράγμα Πουρνάρι I και το Πουρνάρι II εγκατεστημένης ισχύος 300MW και 33,6MW αντίστοιχα. (*Αργυράκης Ι. ,2009*)

3.2 Κριτήρια και κανόνες χωροθέτησης φ/β στην περιοχή μας

Οι παράγοντες οι οποίοι περιορίζουν την εγκατάσταση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων και χαρακτηρίζονται ως ζώνες ή περιοχές **αποκλεισμού** μπορούν να θεωρηθούν:

- Οι οριοθετημένες ζώνες αρχαιολογικού ενδιαφέροντος Ζώνες Προστασίας Α και τα κηρυγμένα διατηρητέα μνημεία της παγκόσμιας πολιτιστικής κληρονομιάς και τα άλλα μνημεία μείζονος σημασίας της παρ. 5ββ) του άρθρου 50 του ν.3028/2002
- Οι περιοχές απολύτου προστασίας και προστασίας της Φύσης των παρ 1 και 2 του άρθρου 19 του ν. 1650/1986
- Οι πυρήνες των Εθνικών Δρυμών, τα κηρυγμένα μνημεία της Φύσης, τα αισθητικά δάση, που δεν περιλαμβάνονται στην παραπάνω περίπτωση.
- Οι οικότοποι προτεραιότητας του Εθνικού Καταλόγου του Ευρωπαϊκού Οικολογικού δικτύου NATURA 2000
- Περιοχές στις οποίες υπάρχει αξιόλογη βλάστηση (δάση, συμπαγείς θαμνώνες)
- Οι πολυσύχναστοι χώροι, απ’ όπου η αντανάκλαση του φωτός από τις εγκαταστάσεις μπορεί να αποτελέσει σημαντική όχληση
- Οι γεωργικές εκτάσεις γης Α προτεραιότητας

Οι αποστάσεις εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών συστημάτων από τις παραπάνω περιοχές όπως και οι κανόνες χωροθέτησης των συνοδευτικών έργων, καθορίζονται κατά περίπτωση στο

πλαίσιο της περιβαλλοντικής αδειοδότησης σύμφωνα με τα γενικά κριτήρια της νομοθεσίας και τυχόν ειδικούς κανονισμούς. Με βάση τα παραπάνω δεν μπορούν να διατυπωθούν συγκεκριμένα κριτήρια χωροθέτησης των εγκαταστάσεων εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας (με εξαίρεση τις ζώνες αποκλεισμού που προαναφέραμε) και κανόνες εγκατάστασης κατά περίπτωση, ακολουθώντας το πλαίσιο περιβαλλοντικής αδειοδότησης κάθε φορά. (Ασημακόπουλος Γ., 2007)

Σε ότι αφορά τα τμήματα στα οποία η απόδοση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων μεγιστοποιείται σύμφωνα με το Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ν. 2742/1999) καθώς και με τα επίκαιρα νομοθετήματα για τις Α.Π.Ε (ν. 3581/2010) ως περιοχές προτεραιότητας εγκατάστασης μπορούν ενδεικτικά να θεωρηθούν:

- Οι γυμνές και άγονες περιοχές
- Οι περιοχές χαμηλού υψομέτρου (ηπειρωτικής και νησιώτικης χώρας),(ανά 500μ αλλάζει το επίπεδο αποδοτικότητας)
- Οι περιοχές που είναι αθέατες από πολυσύχναστους χώρους (λόγω μεγάλης όχλησης και αντανάκλασης)
- Ο σωστός προσανατολισμός.(για την χώρα μας οι συλλέκτες πρέπει να έχουν νότιο προσανατολισμό)
- Η ιδανική θερμοκρασία λειτουργίας τους είναι από 20 έως και 22°C

Η δυνατότητα διασύνδεσης με τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας καθίσταται αναγκαία και αυτονόητη. (Χριστόφης Ι. Κορωναίος., 2008)

Σκοπός της όλης διαδικασίας είναι η δημιουργία ενός ολοκληρωμένου συστήματος απεικόνισης των κατάλληλων εκτάσεων για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε ολόκληρο το Νομό Άρτας πραγματοποιώντας με αυτόν τον τρόπο μια πρώτη ανάλυση μικρής κλίμακας.

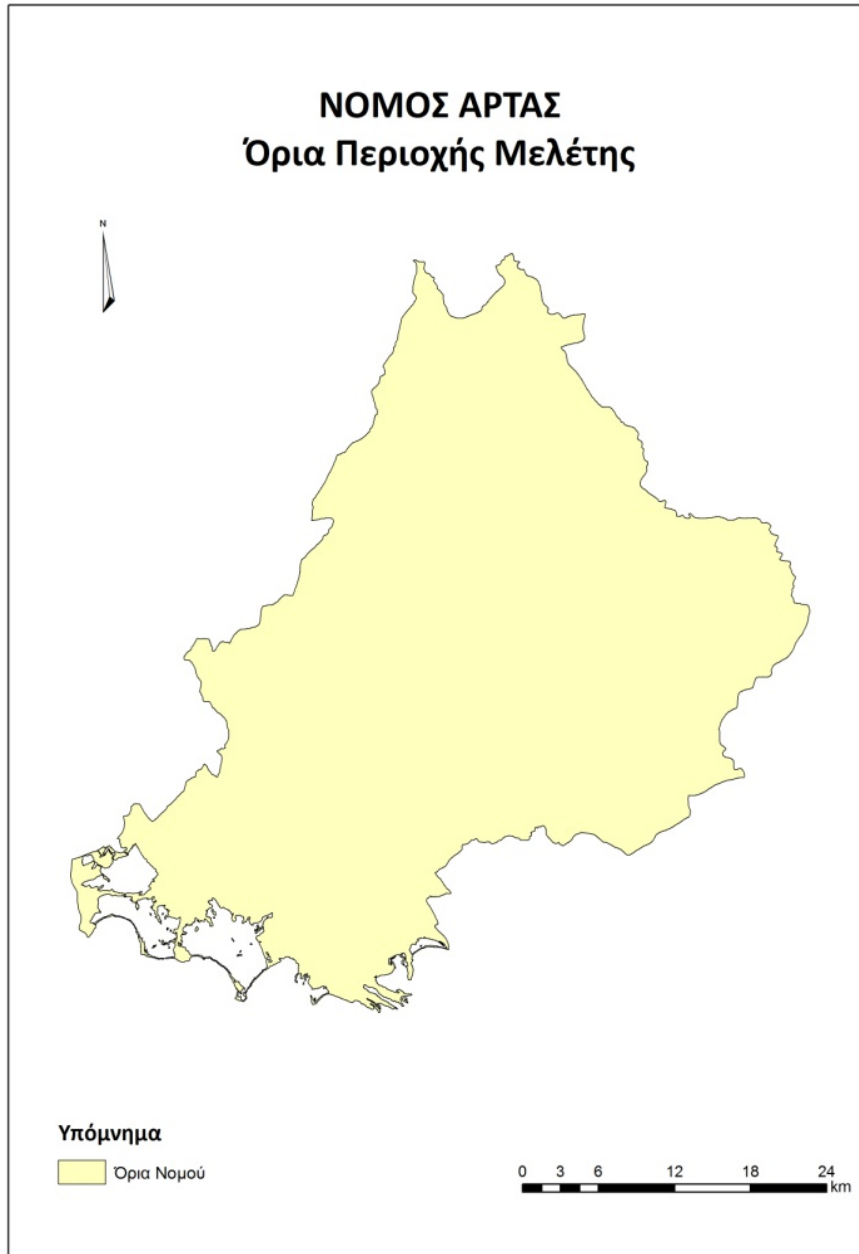
Τελικό παράγωγο του τεχνικού τμήματος της διπλωματικής εργασίας είναι τέσσερεις χάρτες. Ο χάρτης ο οποίος κατηγοριοποιεί τα εδάφη του Νομού σε κατάλληλα και ακατάλληλα για τη χωροθέτηση φωτοβολταϊκών και ο χάρτης ο οποίος θα υποδεικνύει τα βέλτιστα σημεία χωροθέτησης. Αυτό γίνεται εις διπλούν. Εξετάζουμε τα κριτήρια που τα αντιμετωπίζουμε αρχικά ως ισοβαρή καταλήγοντας σε έναν παράγωγο χάρτη και στη δεύτερη περίπτωση δίνοντάς τους βάρη, καταλήγοντας επίσης σε ένα παράγωγο χάρτη.

Για να ξεκινήσει η ανάλυση των θεματικών επιπέδων γίνεται χρήση των προγραμμάτων Arc Map και Arc Catalog της ESRI. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται τα θεματικά επίπεδα και η ανάλυσή τους, μέχρι τη σύνθεση των τελικών προϊόντων.

3.3 Διαχείριση Δεδομένων περιοχής μελέτης

Αρχικά, δημιουργείται ένα νέο αρχείο “New Map File” και μέσω των ιδιοτήτων των επιπέδων “Layer” → “Properties” ορίζεται ως σύστημα αναφοράς το “Greek Grid” το οποίο είναι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς 1987 (ΕΓΣΑ '87).

Η περιοχή μελέτης είναι ο Νομός Άρτας. Συνεπώς, αρχικό θεματικό επίπεδο θα αποτελεί το διανυσματικό επίπεδο των ορίων του Νομού. Το συγκεκριμένο θεματικό επίπεδο “nomos.shp” εισάγεται σε περιβάλλον ArcMap μέσω της εντολής “Add Data”. Το συγκεκριμένο επίπεδο είναι ορισμένο σε ΕΓΣΑ '87. Το επίπεδο αυτό θα αποτελεί και τα όρια εκτέλεσης κάθε εντολής περιορίζοντας έτσι την υπολογιστική ισχύ στο ελάχιστο. Ο Νομός Άρτας, όπως εισήχθη σε περιβάλλον ArcMap, εμφανίζεται στην Εικόνα 3-1 που ακολουθεί:



Εικόνα 3-1, Θεματικό επίπεδο των ορίων της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας)

3.3.1 DEM

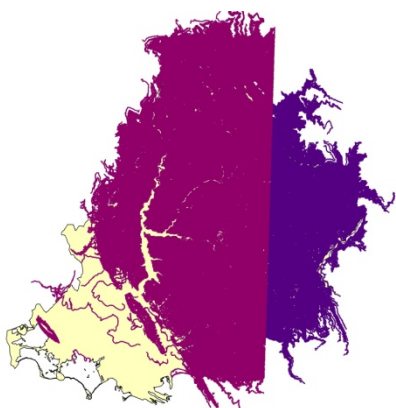
Στη συνέχεια, δημιουργείται το θεματικό επίπεδο του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους (DEM). Για να γίνει αυτό, χρησιμοποιείται ως αρχικό υπόβαθρο το διανυσματικό επίπεδο των ψηφιοποιημένων υψομετρικών καμπύλων, οι οποίες έχουν εξαχθεί από τους χάρτες της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ). Για να καλυφθεί ολόκληρη η έκταση του Νομού

Άρτας γίνεται χρήση 2 δύο χαρτών Γ.Υ.Σ κλίμακας 1:50.000. Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης δίνει δύο διανυσματικά επίπεδα υψομετρικών καμπύλων τα αρχεία iso1.shp και iso2.shp (Εικόνα 3-2).

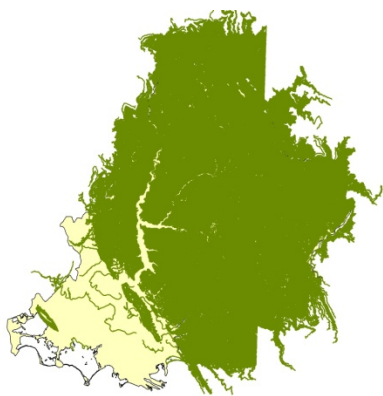
Αρχικά, μέσω του ArcToolbox και με τη χρήση της εντολής “Data Management Tools”→”Projections and Transformations”→”Define Projection”, ορίζεται το σύστημα προβολής των δύο αυτών διανυσματικών επιπέδων σε “ Projected Coordinate Systems/ National Grids/ Greek Grid.prj”, δηλαδή σε ΕΓΣΑ ’87.

Στη συνέχεια, μέσω της εντολής “Data Management Tools”→”General”→”Merge”, πραγματοποιείται η συνένωση των δύο διανυσματικών επιπέδων σε ένα “iso_merge.shp” (Εικόνα 3-3).

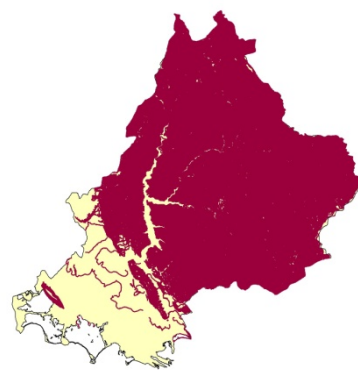
Τέλος, το επίπεδο αυτό περιορίζεται στα όρια της περιοχής μελέτης μέσω της εντολής “Analysis Tools”→”Extract”→”Clip”, χρησιμοποιώντας ως επίπεδο περιορισμού το διανυσματικό επίπεδο των ορίων του νομού nomos.shp (Εικόνα 3-4).



Εικόνα3-2, Εισαγωγή των διανυσματικών επιπέδων iso1 και iso2

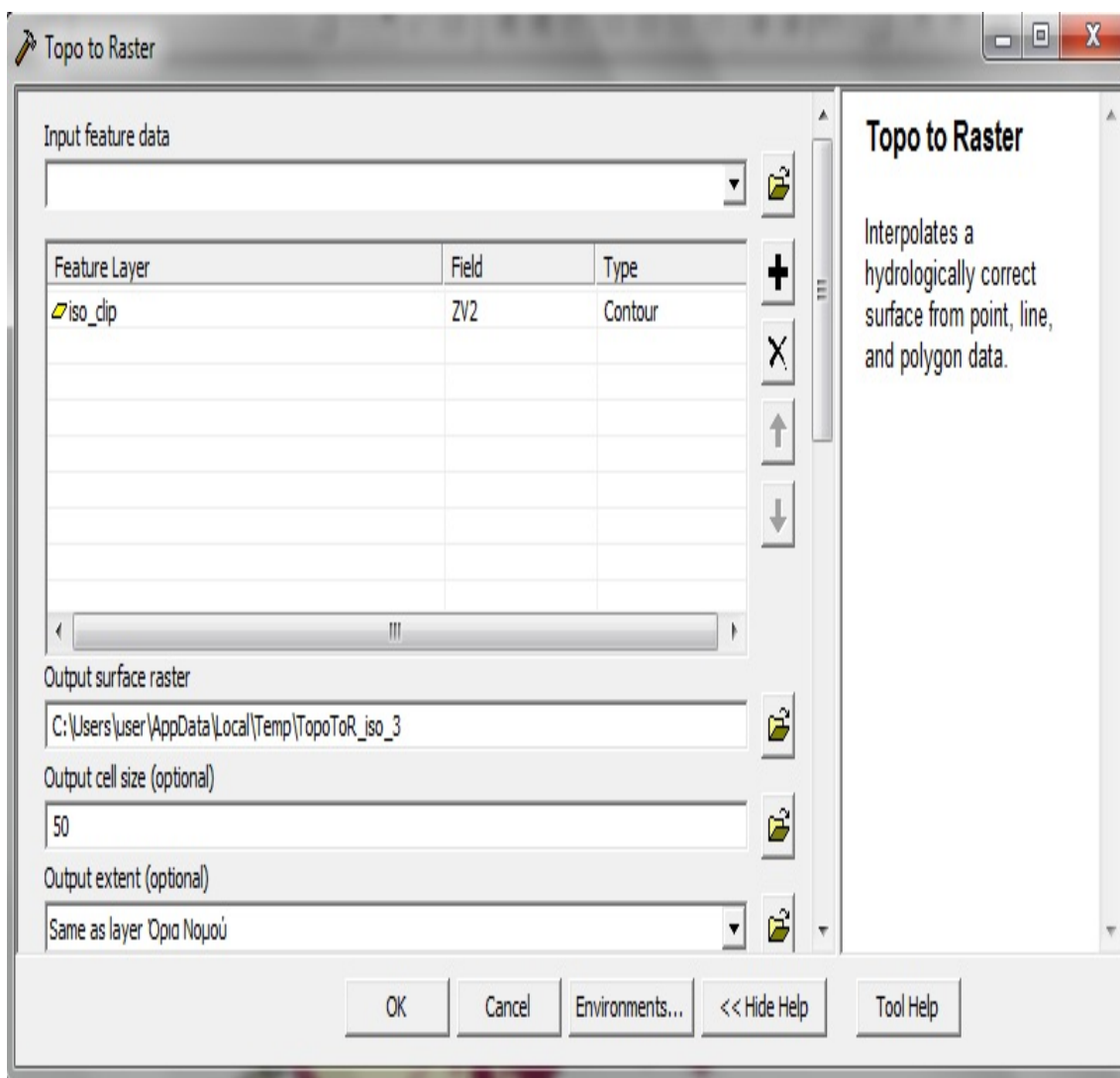


Εικόνα 3-3, Εκτέλεση της εντολής "merge" για συνένωση των δύο shapefiles



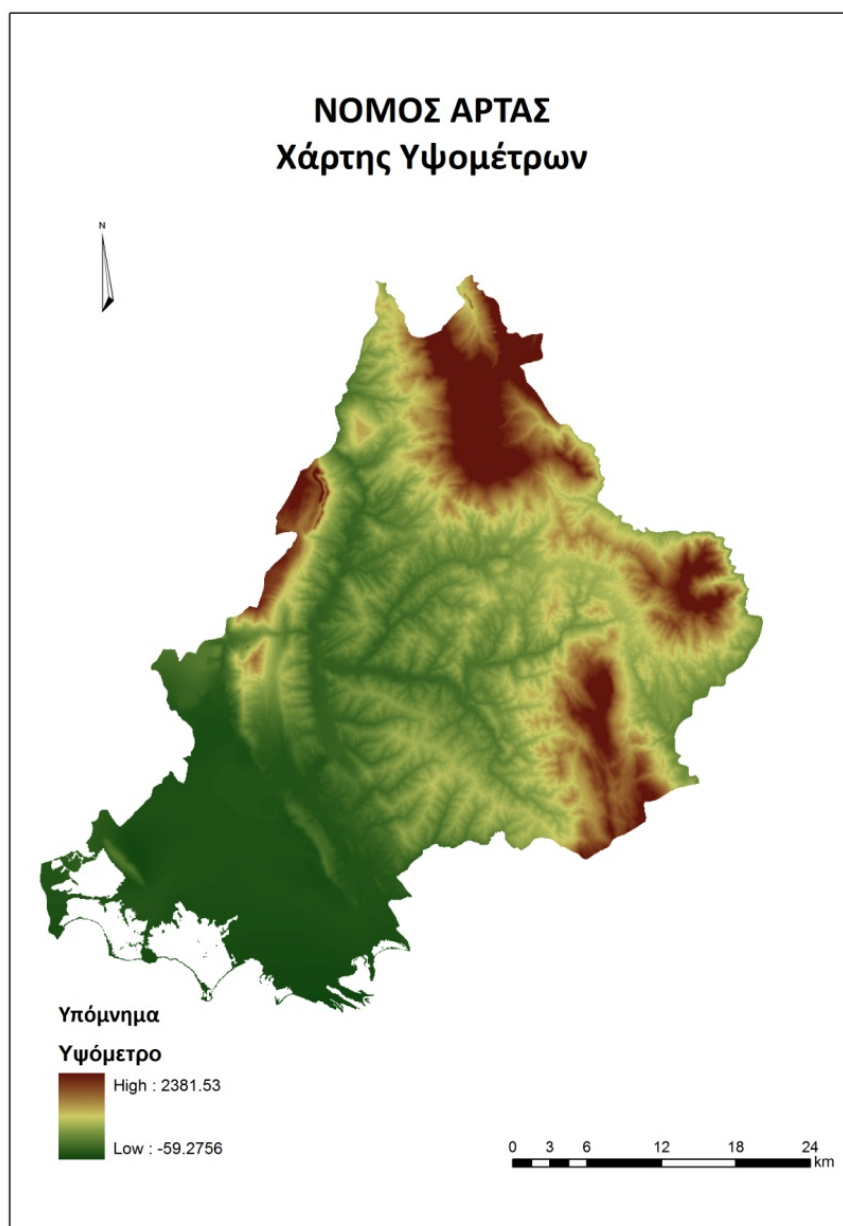
Εικόνα3-4, Εκτέλεση της εντολής "clip" για περιορισμό του shapefile των ισοϋψών στην περιοχή μελέτης

Επόμενο βήμα είναι η δημιουργία του Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους, μέσω του επιπέδου των ισοϋψών. Για να γίνει αυτό, εκτελείται η εντολή “3D Analyst Tools”→”Raster Interpolation”→”Topo to Raster”. Ως αρχικό επίπεδο επιλέγεται το επίπεδο “iso_merge.shp” και ως πεδίο ορισμού των υψομέτρων ορίζεται η στήλη “ZV2”. Επίσης, καθώς το παράγωγο του εργαλείου αυτού είναι σε raster μορφή, επιλέγεται ως μέγεθος pixel του τελικού προϊόντος τα 50x50 m² (Εικόνα 5).



Εικόνα 3-5, Στοιχεία εισαγωγής στο εργαλείο "Topo to Raster" για την παραγωγή raster Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους από το διανυσματικό επίπεδο των υψομετρικών καμπύλων

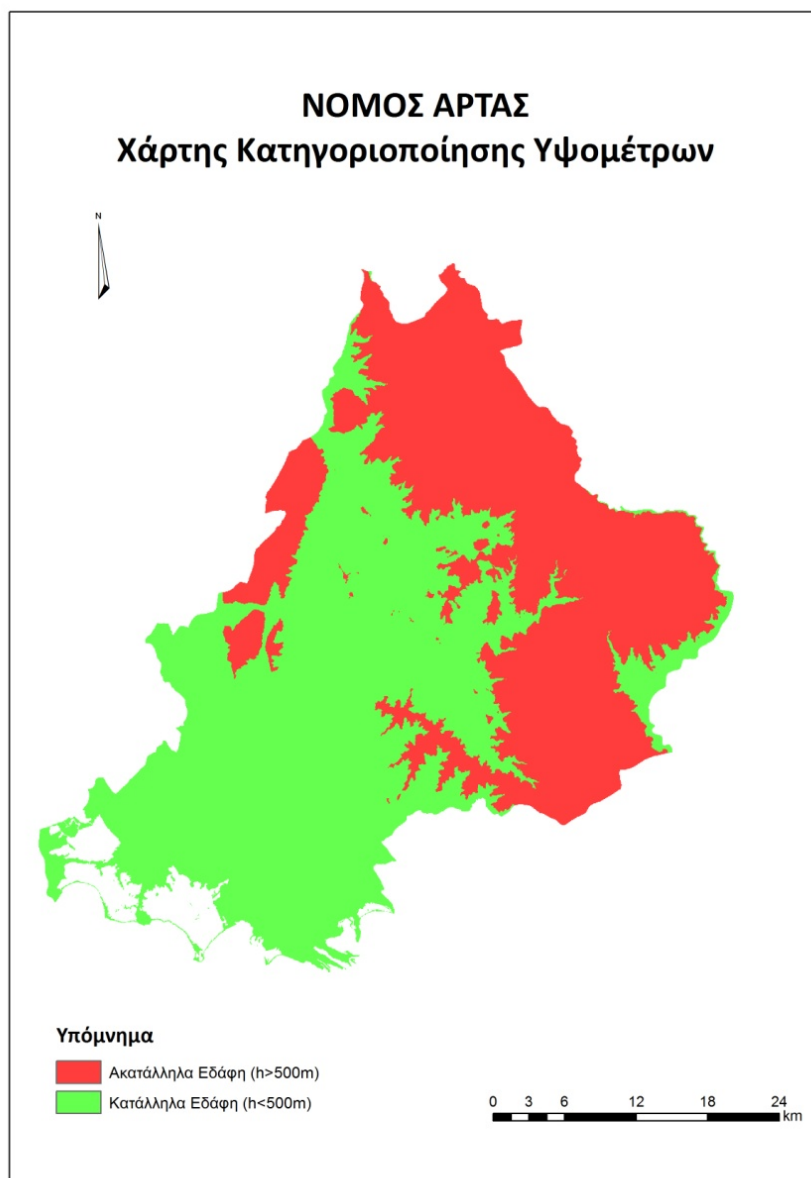
Το αποτέλεσμα της μετατροπής αυτής εμφανίζεται στην Εικόνα 3-6 που ακολουθεί.



Εικόνα 3-6, Raster θεματικό επίπεδο των υψομέτρων των εδαφών του Νομού Άρτας, όπως δημιουργήθηκε με την εντολή "Topo to Raster" (συνεχές raster θεματικό επίπεδο)

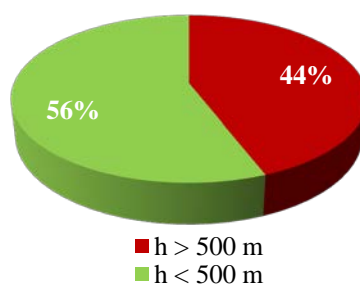
Στη συνέχεια, καθώς ένα από τα στοιχεία που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων είναι το υψόμετρο των εδαφών, γίνεται κατηγοριοποίηση (reclassify) του raster επιπέδου των υψομέτρων σε δύο κλάσεις κάτω από 500 m και πάνω από 500 m. Η

κατηγοριοποίηση αυτή εκτελείται με το εργαλείο “Reclassify” του Spatial Analyst. Για τη διευκόλυνση της τελικής σύνθεσης των επιπέδων των παραγόντων που επηρεάζουν την απόδοση των φωτοβολταϊκών, επιλέγεται να δοθεί η τιμή 1 στα εδάφη τα οποία βρίσκονται κάτω από 500 m και η τιμή 0 στα εδάφη τα οποία βρίσκονται σε υψόμετρο άνω των 500 m. Το αποτέλεσμα της διεργασίας εμφανίζεται στην Εικόνα 3-7 που ακολουθεί.



Εικόνα3- 7, Κατηγοριοποίηση (reclassify) εδαφών του Ν. Άρτας με βάση το υψόμετρο. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται τα κατάλληλα εδάφη για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών ($h < 500 m$), ενώ με κόκκινο χρώμα τα ακατάλληλα ($h > 500 m$)

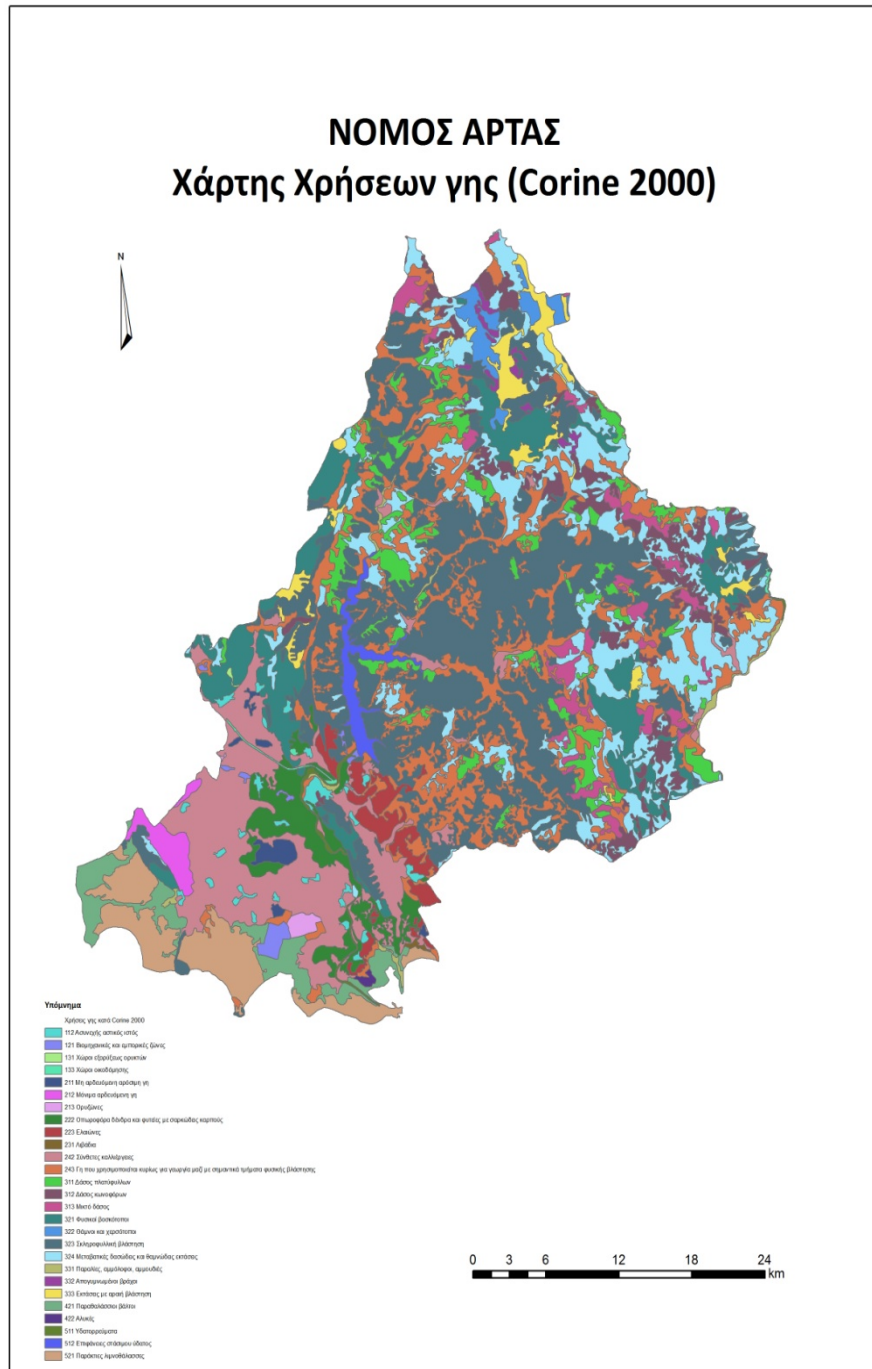
Τα στατιστικά στοιχεία της κατηγοριοποίησης των εδαφών, εμφανίζονται στο Διάγραμμα 3-1 που ακολουθεί.



Διάγραμμα 3-1, Στατιστικά στοιχεία εδαφών Ν. Άρτας με βάση την κατηγοριοποίηση λόγω υψομέτρου, με break value τα 500 m

3.3.2 Κάλυψη

Επόμενο θεματικό επίπεδο είναι αυτό της κάλυψης γης (Land Cover). Ως αρχικό επίπεδο, χρησιμοποιήθηκε η κάλυψη γης σύμφωνα με τους χάρτες του προγράμματος Corine 2000. Το πρόγραμμα Corine (Coordination of Information on the Environment) ξεκίνησε αρχικά το 1985 στην Ευρωπαϊκή Ένωση και αποτέλεσε μια πρωτότυπη βάση για την αντιμετώπιση ποικίλων περιβαλλοντικών θεμάτων. Στη συνέχεια, οι βάσεις δεδομένων του Corine και αρκετές από τις εφαρμογές του προγράμματος περιήλθαν υπό τον έλεγχο της ΕΕΑ (European Environment Agency). Μία από αυτές τις βάσεις υπό τη μορφή χάρτη είναι και η βάση κάλυψη γης, χωρισμένης σε 44 κλάσεις, με αρχική κλίμακα δεδομένων 1:100.000, η οποία και είναι ελεύθερη στο κοινό. Τα δεδομένα για την περιοχή μελέτης προήλθαν από τον ισότοπο geodata.gov.gr. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην Εικόνα 3-8.



Εικόνα 3-8, Κάλυψη γης του Ν. Άρτας, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του Corine 2000⁹

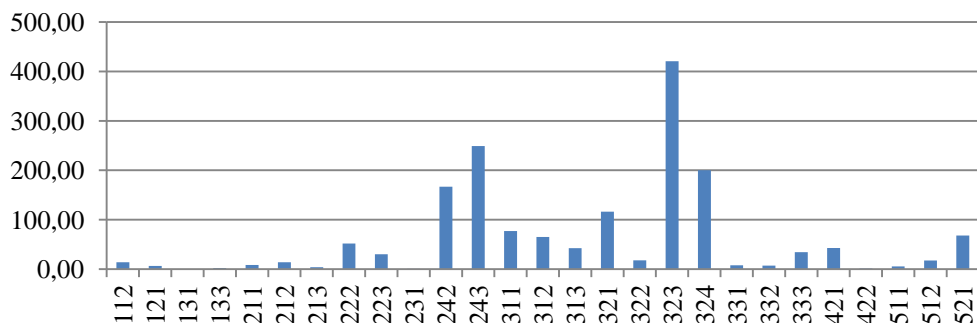
Σύμφωνα με το χάρτη του προγράμματος Corine 2000, στο Ν. Άρτας παρατηρούνται οι εξής χρήσεις γης:

1ο επίπεδο	2ο επίπεδο	3ο επίπεδο
1. ΤΕΧΝΗΤΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	1.1 ΑΣΤΙΚΟΣ ΙΣΤΟΣ	1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός
	1.2 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ- ΕΜΠΟΡΙΚΕΣ ΖΩΝΕΣ ΚΑΙ ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΑΦΟΡΩΝ	1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες
	1.3 ΟΡΥΧΕΙΑ, ΧΩΡΟΙ ΑΠΟΡΡΙΨΕΩΣ ΑΠΟΡΡΙΜΜΑΤΩΝ ΚΑΙ ΧΩΡΟΙ ΟΙΚΟΔΟΜΗΣΗΣ	1.3.1 Χώροι εξορύξεως ορυκτών 1.3.3 Χώροι οικοδόμησης
2. ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.1 ΑΡΩΣΙΜΗ ΓΗ	2.1.1 Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη 2.1.2 Μόνιμα αρδευόμενη γη 2.1.3 Ορυζώνες
	2.2 ΜΟΝΙΜΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ	2.2.2 Οπωροφόρα δένδρα και φυτείες με σαρκώδεις καρπούς 2.2.3 Ελαιώνες
	2.3 ΛΙΒΑΔΙΑ	2.3.1 Λιβάδια
	2.4 ΕΤΕΡΟΓΕΝΕΙΣ ΓΕΩΡΓΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	2.4.2 Σύνθετες καλλιέργειες 2.4.3 Γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης
3. ΔΑΣΗ ΚΑΙ ΗΜΙΦΥΣΙΚΕΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ	3.1 ΔΑΣΗ	3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων 3.1.2 Δάσος κωνοφόρων 3.1.3 Μικτό δάσος
	3.2 ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΙ ΘΑΜΝΩΔΟΥΣ Η/ΚΑΙ ΠΟΩΔΟΥΣ ΒΛΑΣΤΗΣΗΣ	3.2.1 Φυσικοί βοσκότοποι 3.2.2 Θάμνοι και χερσότοποι

		3.2.3 Σκληροφυλλική βλάστηση 3.2.4 Μεταβατικές δασώδεις και θαμνώδεις εκτάσεις
	3.3 ΑΝΟΙΧΤΟΙ ΧΩΡΟΙ ΜΕ ΛΙΓΗ Ή ΚΑΘΟΛΟΥ ΒΛΑΤΗΣΗ	3.3.1 Παραλίες, αμμόλοφοι, αμμουδιές 3.3.2 Απογυμνωμένοι βράχοι 3.3.3 Εκτάσεις με αραιή βλάστηση
4. ΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.2 ΠΑΡΑΘΑΛΑΣΣΙΟΙ ΤΥΓΡΟΤΟΠΟΙ	4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι 4.2.2 Αλυκές
5. ΥΔΑΤΙΝΕΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ	5.1 ΧΕΡΣΑΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.1.1 Υδατορρέυματα 5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος
	5.2 ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΥΔΑΤΑ	5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες

Πίνακας 3-1, Χρήσεις γης που παρατηρούνται στο Ν. Άρτας κατά Corine 2000 ⁸

Στατιστικά, τα εδάφη του Ν. Άρτας χαρακτηρίζονται στην πλειοψηφία τους από Συνδυασμό Θαμνώδους και Ποώδους Βλάστησης και από Ετερογενείς Περιοχές (Σχήμα 1). Τα στοιχεία εκείνα του πίνακα 3-1 που τονίζονται με κίτρινο χρώμα, είναι εκείνα που επιλέξαμε για την περιοχή μας.



Σχήμα 3-1, Έκταση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με τη χρήση γης κατά Corine 2000 σε km²

Ένα μεγάλο τμήμα των κριτηρίων χωροθέτησης προκύπτει από τις χρήσεις γης. Στη συνέχεια, δημιουργούνται με βάση το διανυσματικό επίπεδο των χρήσεων γης, τα απαραίτητα επίπεδα των επιμέρους κριτηρίων.

3.3.3 Υδάτινες μάζες

Όπως είναι λογικό, οι φωτοβολταϊκές εγκαταστάσεις δεν δύναται να εγκατασταθούν σε περιοχές οι οποίες είναι καλυμμένες από υδάτινες μάζες. Συνεπώς, θα αποκλειστούν από τις επιτρεπόμενες περιοχές χωροθέτησης οι εξής χρήσεις γης:

4.2.1 Παραθαλάσσιοι βάλτοι

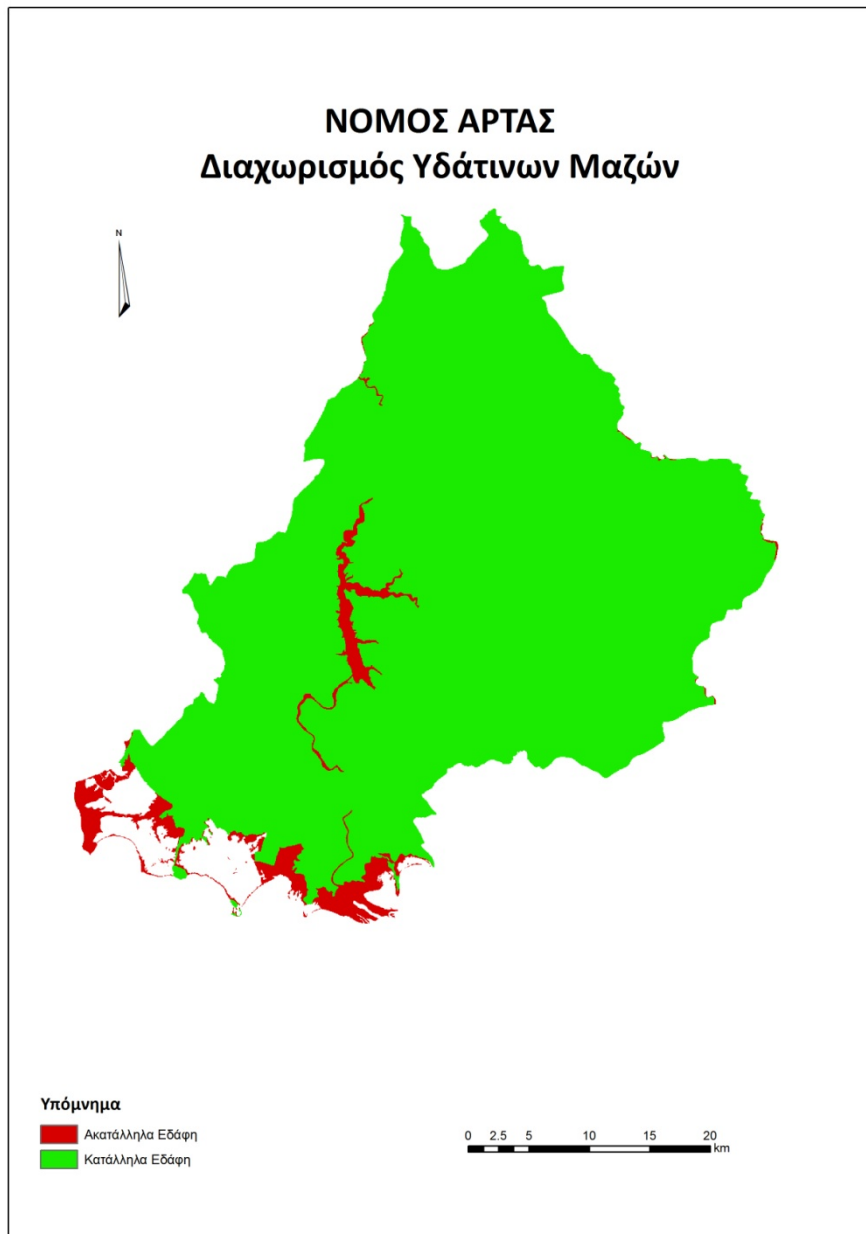
4.2.2 Αλυκές

5.1.1 Υδατορρεύματα

5.1.2 Επιφάνειες στάσιμου ύδατος

5.2.1 Παράκτιες λιμνοθάλασσες

Για να γίνει ο διαχωρισμός των εδαφών σε κατάλληλα και ακατάλληλα, μετατρέπεται το διανυσματικό θεματικό επίπεδο των χρήσεων γης σε raster, με μέγεθος pixel 50x50 m². Στη συνέχεια το νέο αυτό επίπεδο επαναταξινομείται (reclassify) και οι περιοχές οι οποίες αποτελούνται από υδάτινες μάζες λαμβάνουν την τιμή 0, ενώ όλες οι υπόλοιπες την τιμή 1. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-9, Διαχωρισμός υδάτινων μαζών στο Ν. Άρτας

3.3.4 Πολυσύχναστοι χώροι

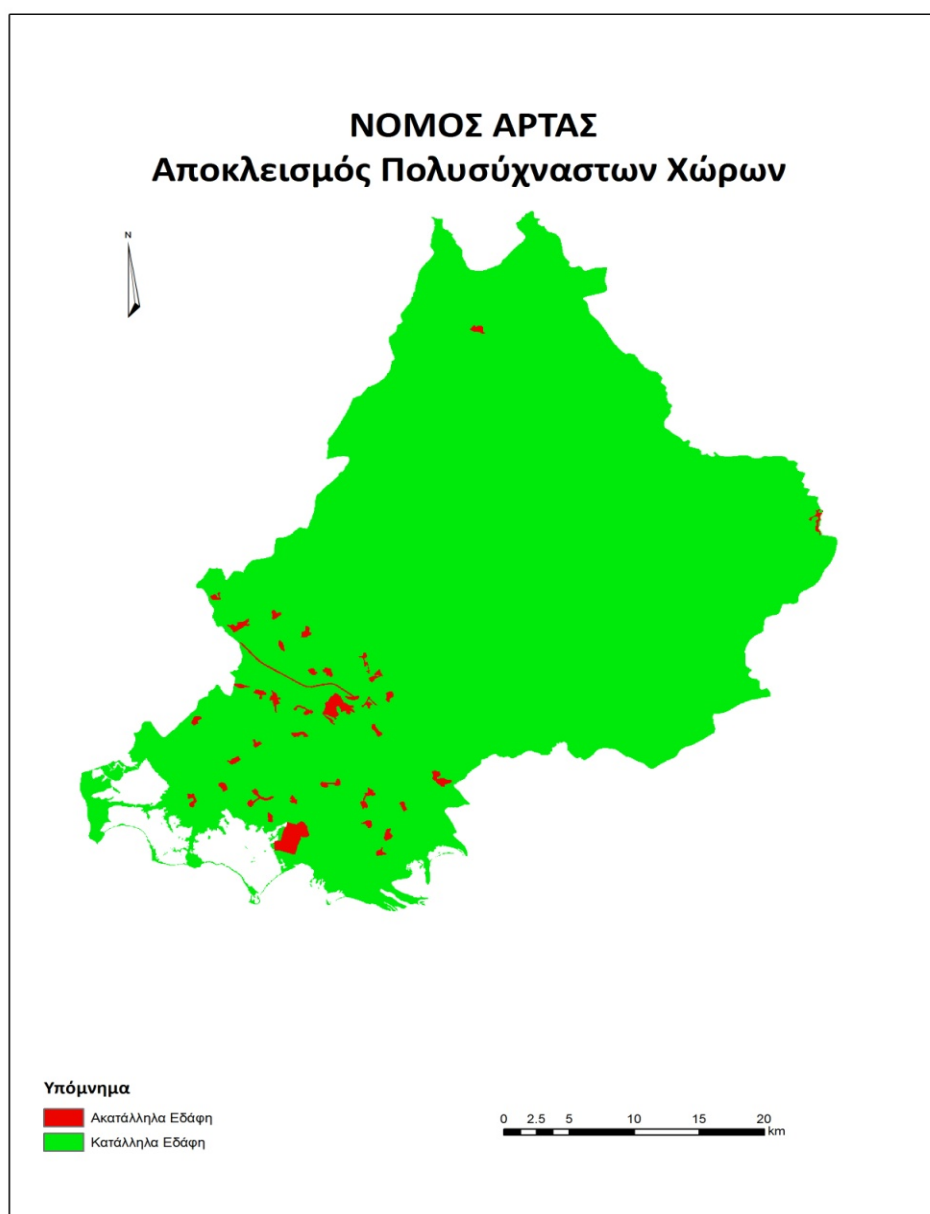
Για το θεματικό επίπεδο των πολυσύχναστων χώρων οι οποίοι αποτελούν περιοχές απαγόρευσης εγκατάστασης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων καθώς η αντανάκλαση του φωτός από τις εγκαταστάσεις μπορεί να αποτελέσει σημαντική όχληση, θα χρησιμοποιηθούν τα πολύγωνα των εξής χρήσεων γης:

1.1.2 Ασυνεχής αστικός ιστός

1.2.1 Βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες

1.3.3 Χώροι οικοδόμησης

Και σε αυτή την περίπτωση γίνεται διαχωρισμός των εδαφών σε κατάλληλα και ακατάλληλα, μέσω επαναταξινόμησης (reclassify) όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Οι περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται πολυσύχναστοι χώροι λαμβάνουν την τιμή 0, ενώ όλες οι υπόλοιπες την τιμή 1. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-10, Αποκλεισμός Πολυσύχναστων Χώρων στο Ν. Άρτας

3.3.5 Βλάστηση

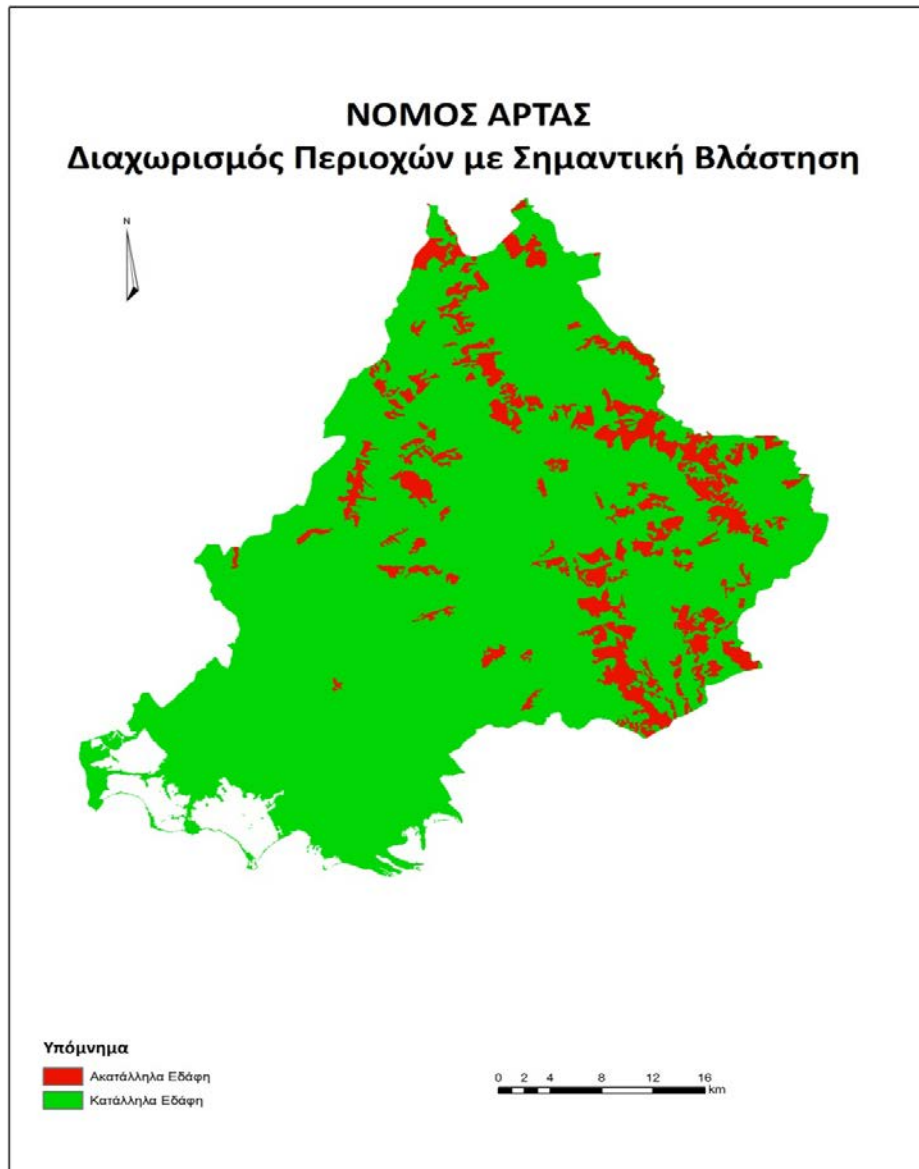
Επίσης, είναι πρακτικά αδύνατη η χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων σε περιοχές στις οποίες υπάρχει αξιόλογη βλάστηση (δάση, συμπαγείς θαμνώνες). Σύμφωνα με τον πίνακα των χρήσεων γης κατά Corine 2000, οι περιοχές αυτές είναι:

3.1.1 Δάσος πλατύφυλλων

3.1.2 Δάσος κωνοφόρων

3.1.3 Μικτό δάσος

Ομοίως, γίνεται διαχωρισμός των εδαφών σε κατάλληλα και ακατάλληλα, μέσω επαναταξινόμησης (reclassify) όπως και στην προηγούμενη περίπτωση. Οι περιοχές οι οποίες χαρακτηρίζονται με σημαντική βλάστηση λαμβάνουν την τιμή 0, ενώ όλες οι υπόλοιπες την τιμή 1. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-11, Διαχωρισμός περιοχών με σημαντική βλάστηση στο Ν. Άρτας

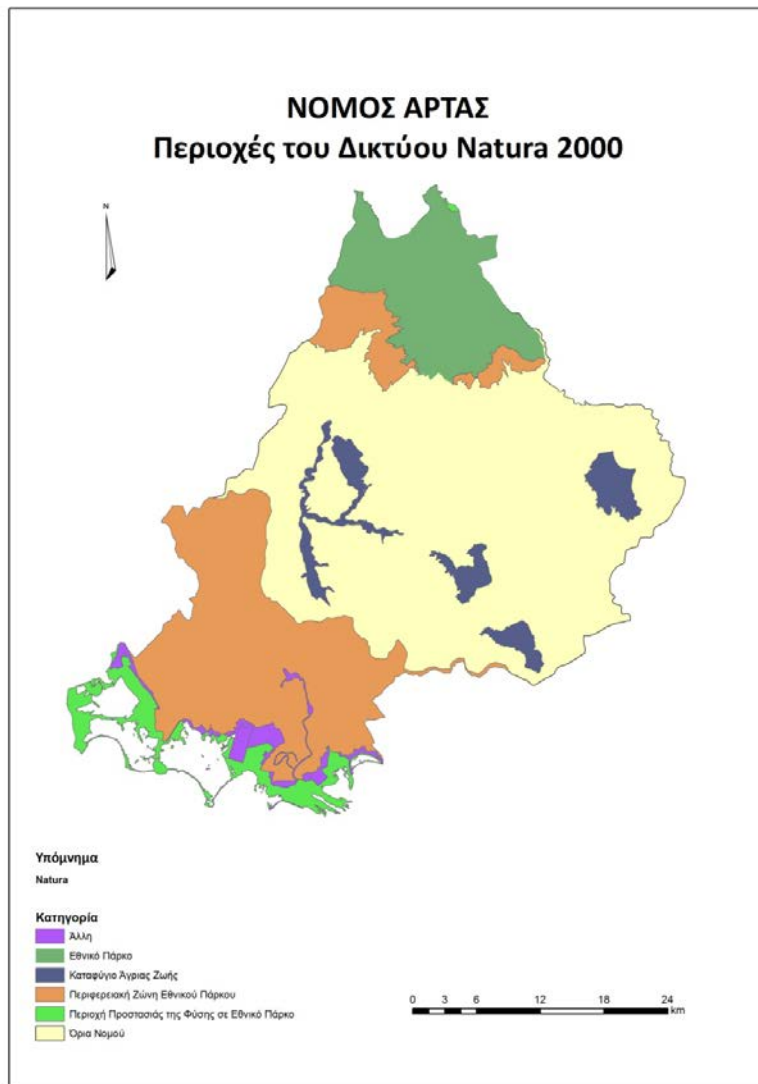
3.3.6 Natura

Για τον εντοπισμό των περιοχών που κατατάσσονται σε κάποια από τις κατηγορίες του δικτύου Natura 2000, έγινε χρήση των δεδομένων της ΕΕΑ (European Environment Agency), τα οποία υπάρχουν διαθέσιμα στον δικτυακό της τόπο. Οι περιοχές Natura που εντοπίζονται εντός των ορίων του Ν. Άρτας συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί.

Είδος Περιοχής Natura	Έκταση σε km²
Καταφύγιο Άγρια Ζωής	152,20
Εθνικό Πάρκο	1010,43
Περιοχή Προστασίας της φύσης σε Εθνικό Πάρκο	277,94
Περιφερειακή Ζώνη Εθνικού Πάρκου	1584,84
Άλλη	208,88
Σύνολο	3234,29

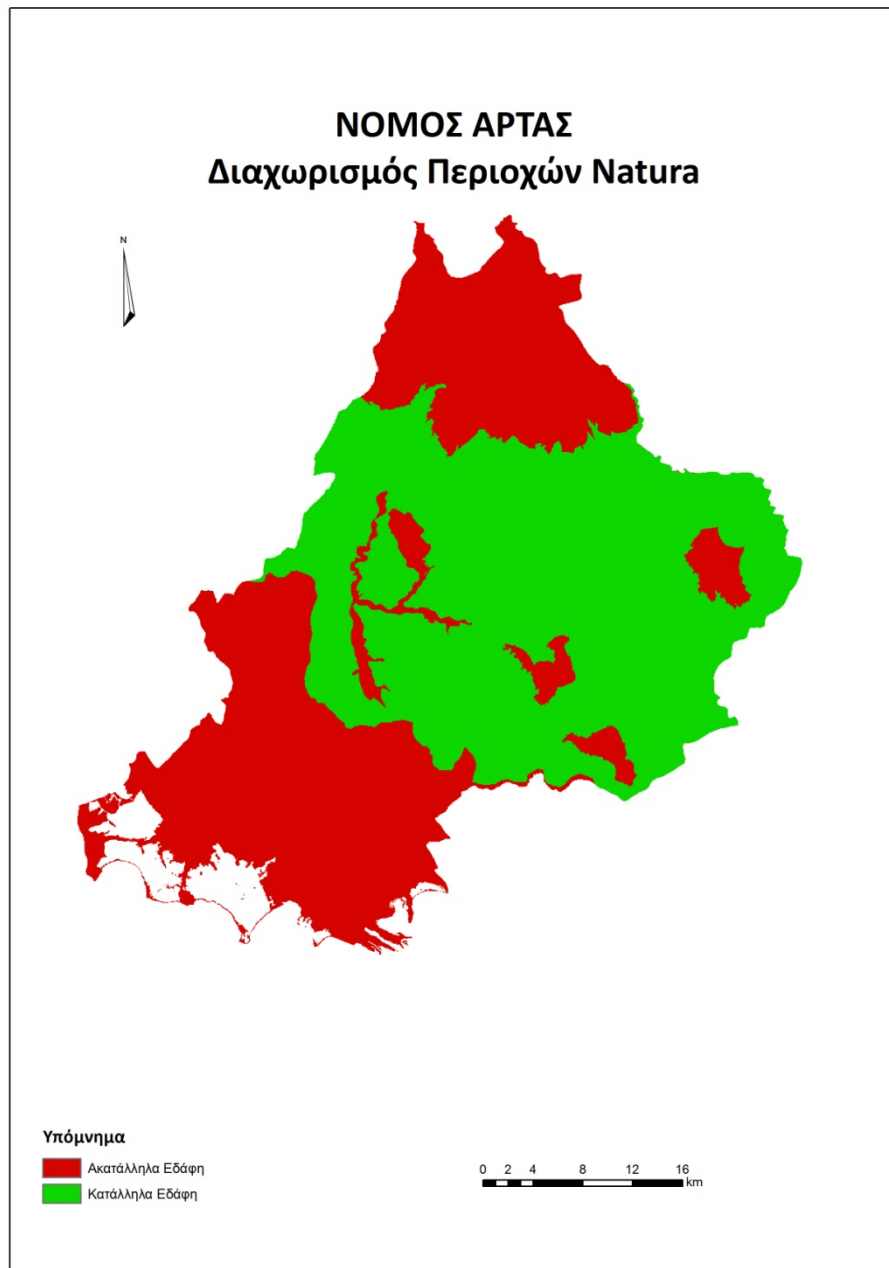
Πίνακας 3-2, Κατηγορίες και έκταση περιοχών του δικτύου Natura 2000 που εντοπίζονται εντός των ορίων της περιοχής μελέτης (N. Άρτας)

Σχηματικά, η εικόνα που παρουσιάζουν οι περιοχές του δικτύου Natura 2000 εμφανίζεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 3-1, Περιοχές του Δικτύου Natura 2000, οι οποίες βρίσκονται εντός των ορίων της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας)

Και πάλι, για τη δημιουργία του θεματικού χάρτη των περιοχών Natura, γίνεται διαχωρισμός των εδαφών σε κατάλληλα και ακατάλληλα, μέσω επαναταξινόμησης (reclassify). Οι περιοχές οι οποίες ανήκουν στο δίκτυο Natura 2000 λαμβάνουν την τιμή 0, ενώ όλες οι υπόλοιπες την τιμή 1. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-2, Διαχωρισμός των περιοχών Natura στο Ν. Άρτας

3.3.7 Οδικό δίκτυο

Ένα ακόμα επίπεδο το οποίο επηρεάζει τη χωροθέτηση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων είναι και το οδικό δίκτυο, καθώς αποτελεί ένα ακόμα στοιχείο αποκλεισμού. Τα δεδομένα του οδικού δικτύου προήλθαν από ψηφιοποίηση και χωρίζονται σε δύο αρχεία, τα οποία ενώθηκαν σε ένα ενιαίο μέσω της εντολής “merge” και στη συνέχεια περιορίστηκαν στην περιοχή μελέτης

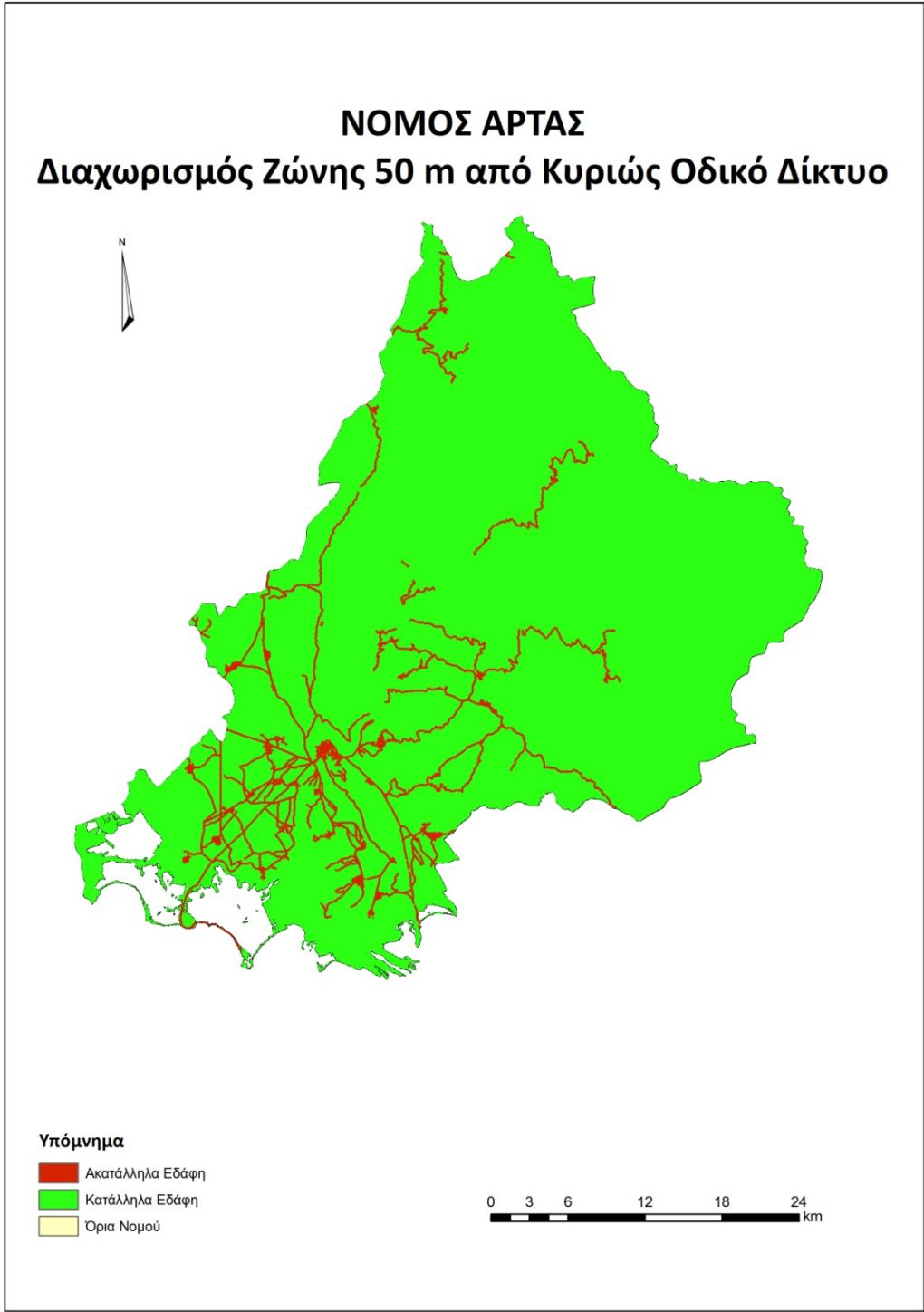
μέσω της εντολής “clip”, διαδικασίες οι οποίες περιγράφηκαν σε προηγούμενες παραγράφους. Η εικόνα που παρουσιάζει το οδικό δίκτυο της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας) παρουσιάζεται στην Εικόνα που ακολουθεί.

Στη συνέχεια, γίνεται μια απλοποίηση του οδικού δικτύου, αποτέλεσμα της οποίας είναι η διατήρηση μόνο των 3 βασικών κατηγοριών του. Το αποτέλεσμα αυτής της απλοποίησης, εμφανίζεται στην Εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-3, Κύριοι οδικοί άξονες του Ν. Άρτας και διάκρισή τους σε τρεις κατηγορίες

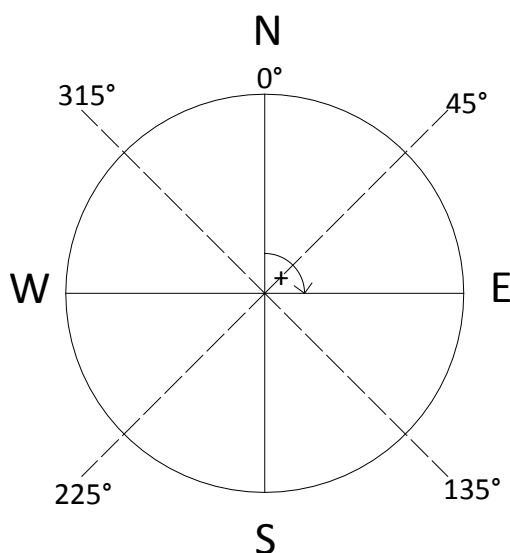
Για να δημιουργηθεί το θεματικό επίπεδο του κριτηρίου του οδικού δικτύου, θα δημιουργηθεί μια ζώνη 50 μέτρων γύρω από τις τρεις κύριες κατηγορίες του οδικού δικτύου. Για να γίνει αυτό, δημιουργείται αρχικά το επίπεδο της Ευκλείδειας Απόστασης (Ευθεία Απόσταση) από το διανυσματικό επίπεδο του οδικού δικτύου. Στη συνέχεια γίνεται επαναταξινόμηση του επιπέδου της απόστασης από το οδικό δίκτυο σε δύο κλάσεις. Τα εδάφη με απόσταση μικρότερη των 50 μέτρων από το οδικό δίκτυο λαμβάνουν την τιμή 0 (ακατάλληλα για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών) και τα εδάφη τα οποία απέχουν περισσότερο από 50 μέτρα λαμβάνουν την τιμή 1 (κατάλληλα εδάφη). Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-4, Διαχωρισμός των εδαφών του Ν. Άρτας με βάση την απόσταση των 50 μέτρων από το κυρίως οδικό δίκτυο

3.3.8 Προσανατολισμός

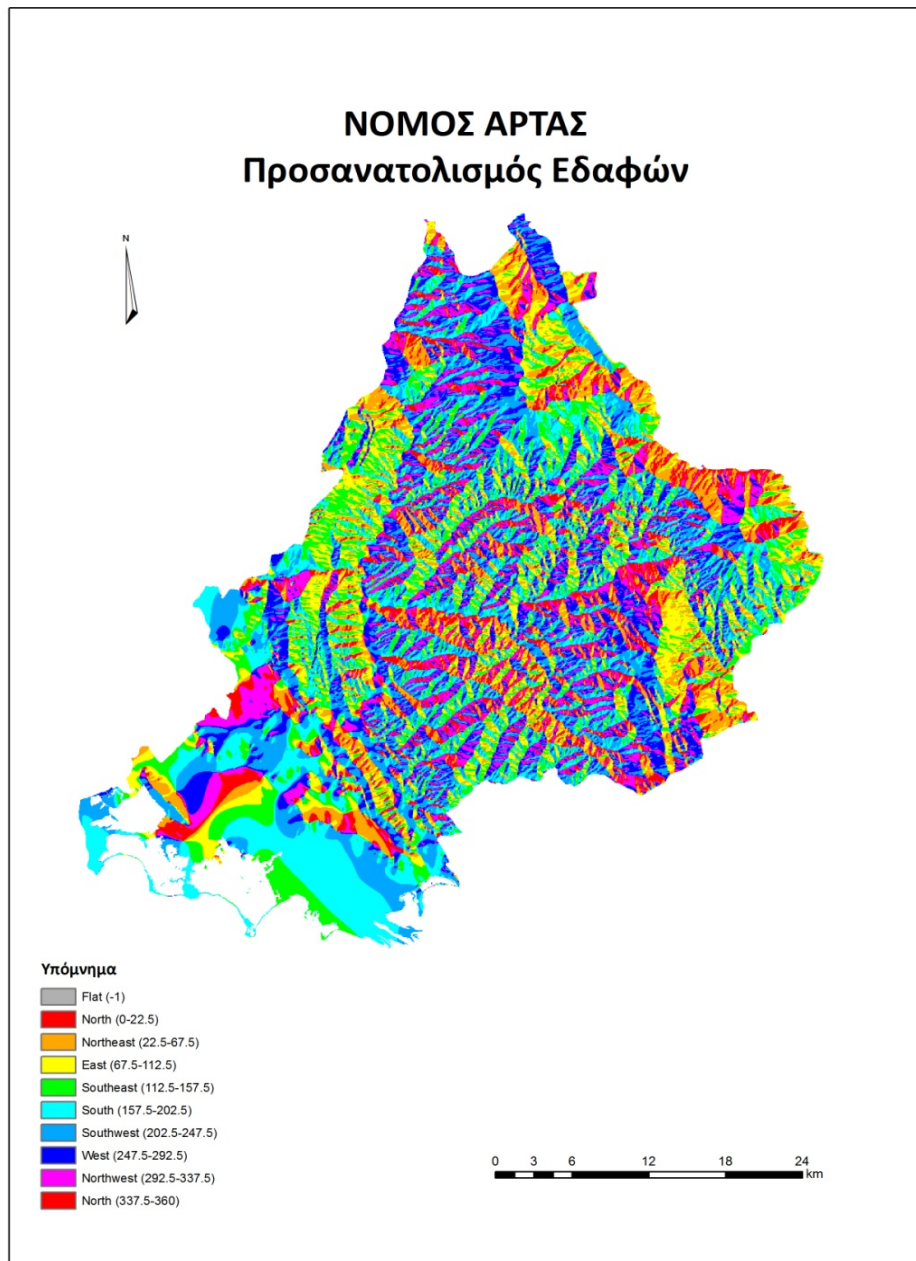
Σημαντικό στοιχείο για μεγιστοποίηση της απόδοσης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων είναι η χωροθέτησή τους σε εδάφη με νότιο προσανατολισμό. Ο προσανατολισμός των εδαφών θα προκύψει από το θεματικό επίπεδο της Έκθεσης (Aspect). Το συγκεκριμένο θεματικό επίπεδο αποτελεί δευτερογενές προϊόν του θεματικού επιπέδου των υψομέτρων (DEM). Για να προκύψει το επίπεδο της έκθεσης των εδαφών, εκτελείται η εντολή “Spatial Analyst Tools”→”Surface”→”Aspect”. Η εντολή αυτή αποτυπώνει τον προσανατολισμό των κλίσεων των εδαφών της περιοχής μελέτης και επιτρέπει το διαχωρισμό τους ανάλογα με την κατηγορία στη οποία ανήκουν. Για τον παράγοντα της έκθεσης ο διαχωρισμός των κατηγοριών των κλάσεων γίνεται με βάση το βορρά. Πιο αναλυτικά, ακολουθείται το παρακάτω Σχήμα.



Σχήμα 3-2, Ορισμός του προσανατολισμού των κλίσεων των εδαφών σύμφωνα με την αυτοματοποιημένη κατάταξη της εντολής “aspect”

Η κατηγοριοποίηση γίνεται στα τέσσερα βασικά σημεία του ορίζοντα και συγκεκριμένα, βόρειος προσανατολισμός από $315^{\circ} - 0^{\circ}$ και από $0^{\circ} - 45^{\circ}$, ανατολικός από $45^{\circ} - 135^{\circ}$, νότιος από $135^{\circ} - 225^{\circ}$ και δυτικός από $225^{\circ} - 315^{\circ}$.

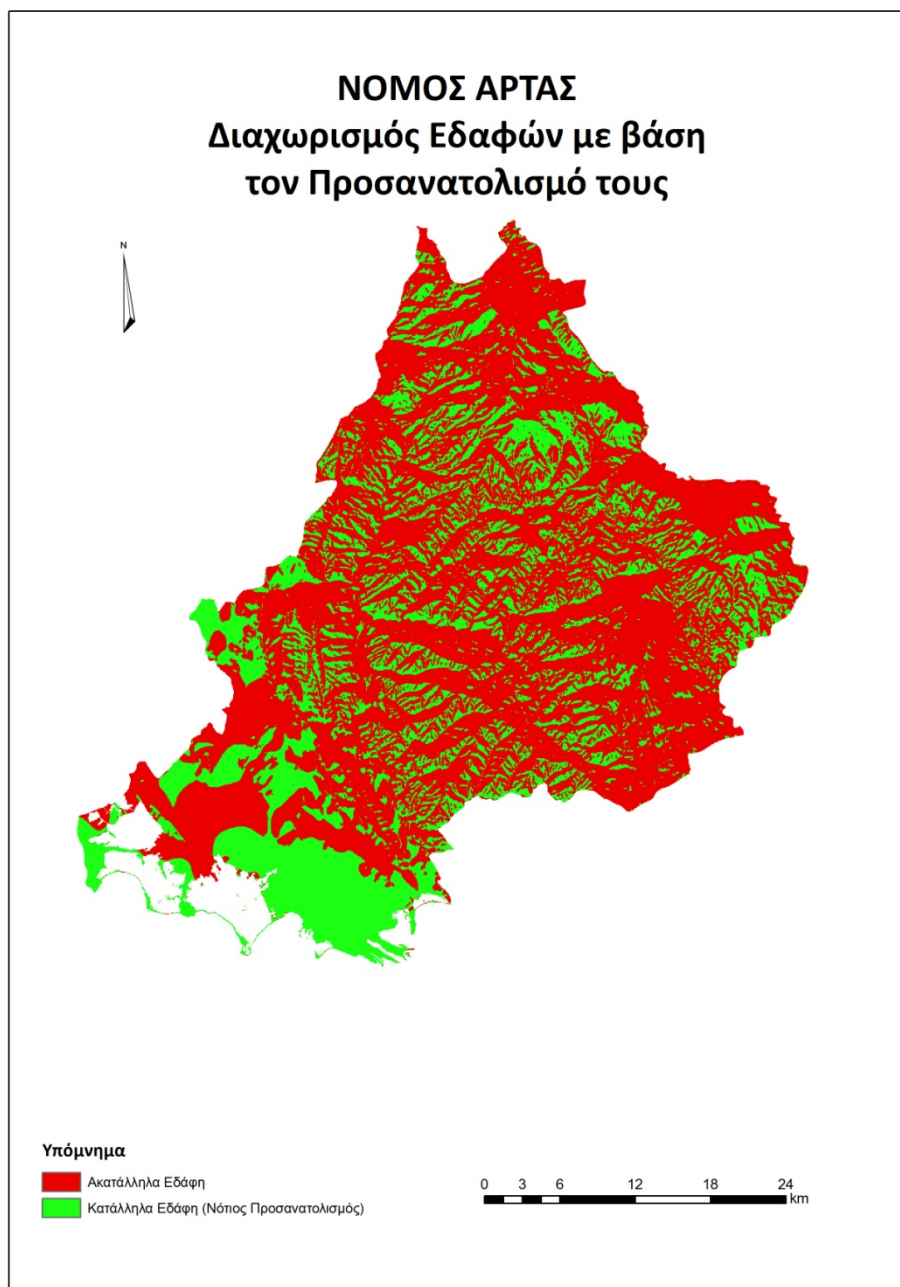
Το οπτικό αποτέλεσμα της έκθεσης των εδαφών του Ν. Άρτας παρουσιάζεται στην Εικόνα 3-16 που ακολουθεί.



Εικόνα 3-5, Προσανατολισμός των εδαφών του Ν. Άρτας

Σύμφωνα με τα κριτήρια χωροθέτησης σημαντικό προβάδισμα έχουν τα εδάφη με νότιο προσανατολισμό. Για να δημιουργηθεί το συγκεκριμένο κριτήριο και πάλι ακολουθείται η διαδικασία της επαναταξινόμησης σε τρεις κλάσεις, με τιμές: 0-135°, 135-225°, 225-360°. Στην μεσαία κλάση 135-225°, ο προσανατολισμός των εδαφών είναι νότιος, και η απόδοση των φωτοβολταϊκών μεγιστοποιείται. Για το λόγο αυτό, θα πάρει την τιμή 1 κατά τη διαδικασία της

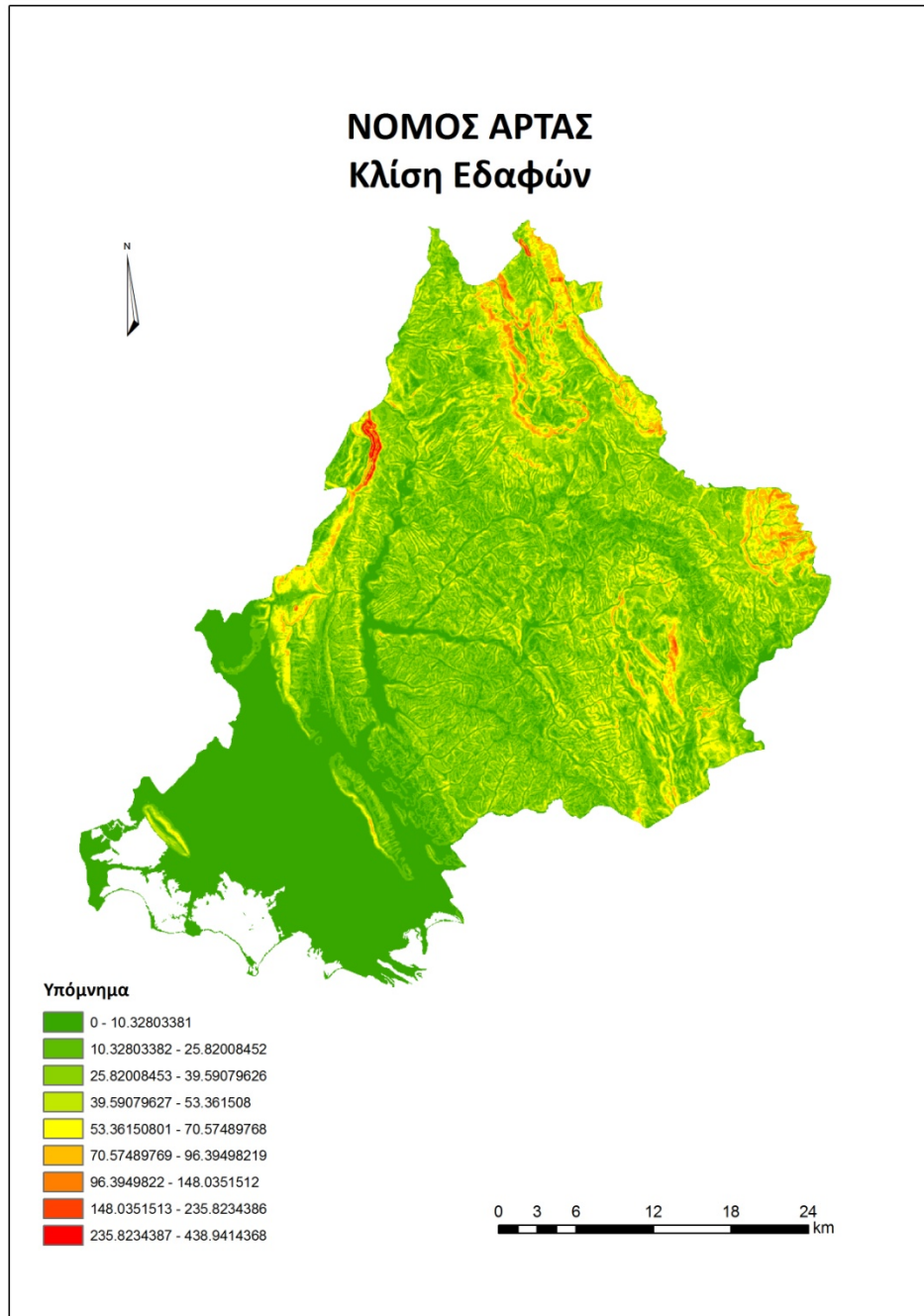
επαναταξινόμησης. Οι υπόλοιπες δύο κλάσεις, θα πάρουν τιμή 0. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-6, Διαχωρισμός των εδαφών του Ν. Άρτας με βάση τον προσανατολισμό τους

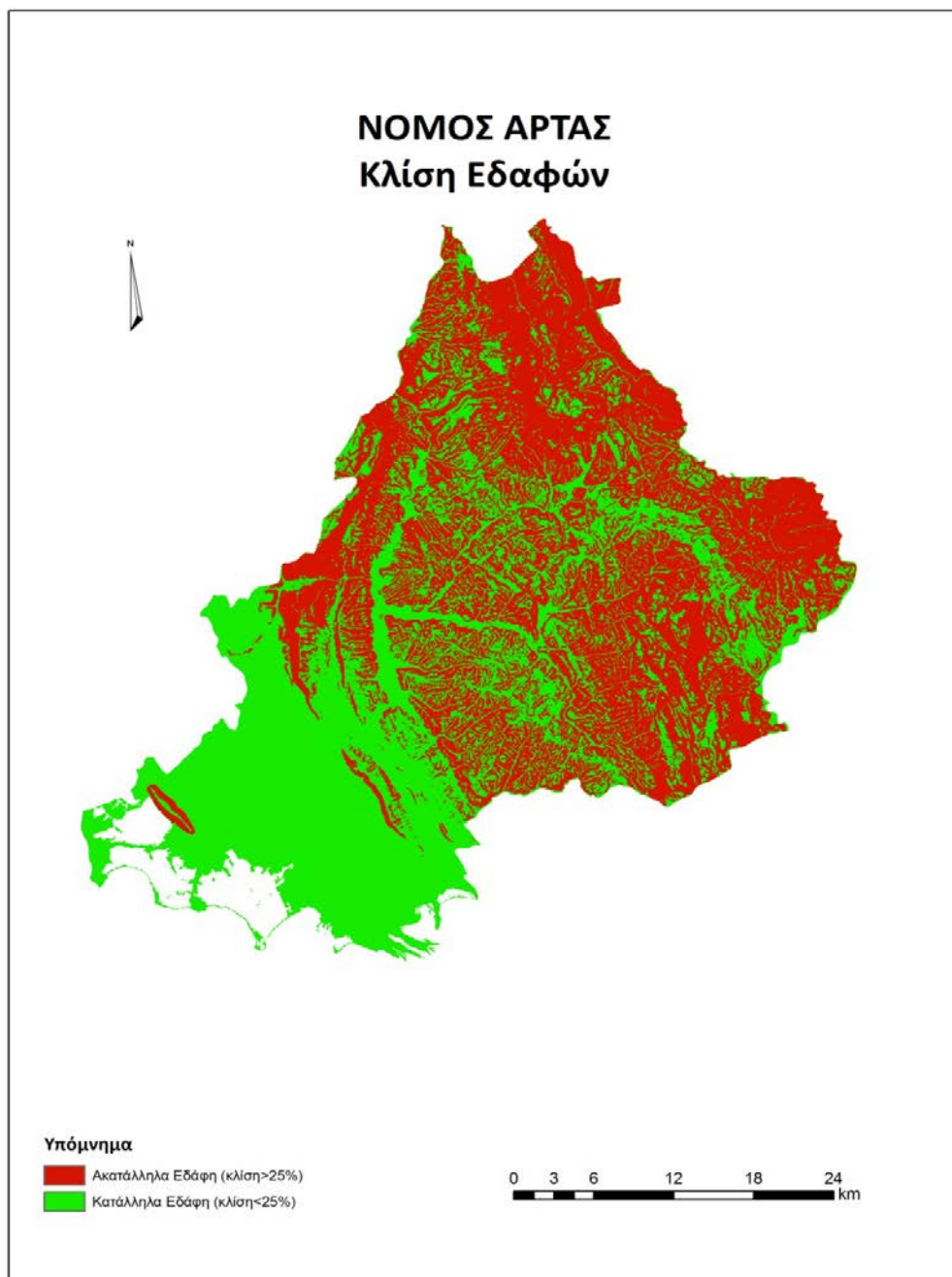
3.3.9 Κλίση

Ένα επιπλέον στοιχείο για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων είναι και η κλίση του εδάφους στο οποίο πρόκειται να γίνει η τοποθέτηση, καθώς υπερβολικά μεγάλες κλίσεις καθιστούν αδύνατη την τοποθέτηση. Για να γίνει αυτό, δημιουργείται το θεματικό επίπεδο των κλίσεων, χρησιμοποιώντας ως αρχικό επίπεδο των θεματικό επίπεδο των υψομέτρων. Μέσω της εντολής “Slope” του ‘Spatial Analyst’, δημιουργείται το επίπεδο των κλίσεων, εκφρασμένο σε ποσοστό %. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-7, Κλίση εδαφών Ν. Άρτας εκφρασμένη σε ποσοστό %

Στη συνέχεια, γίνεται επαναταξινόμηση του θεματικού επιπέδου της κλίσης και ορίζεται ως προτεινόμενο εύρος κατάλληλης κλίσης από 0 έως 25%. Τα εδάφη αυτά λαμβάνουν την τιμή 1 και όλα τα υπόλοιπα την τιμή 0. Το αποτέλεσμα παρουσιάζεται στην εικόνα που ακολουθεί.

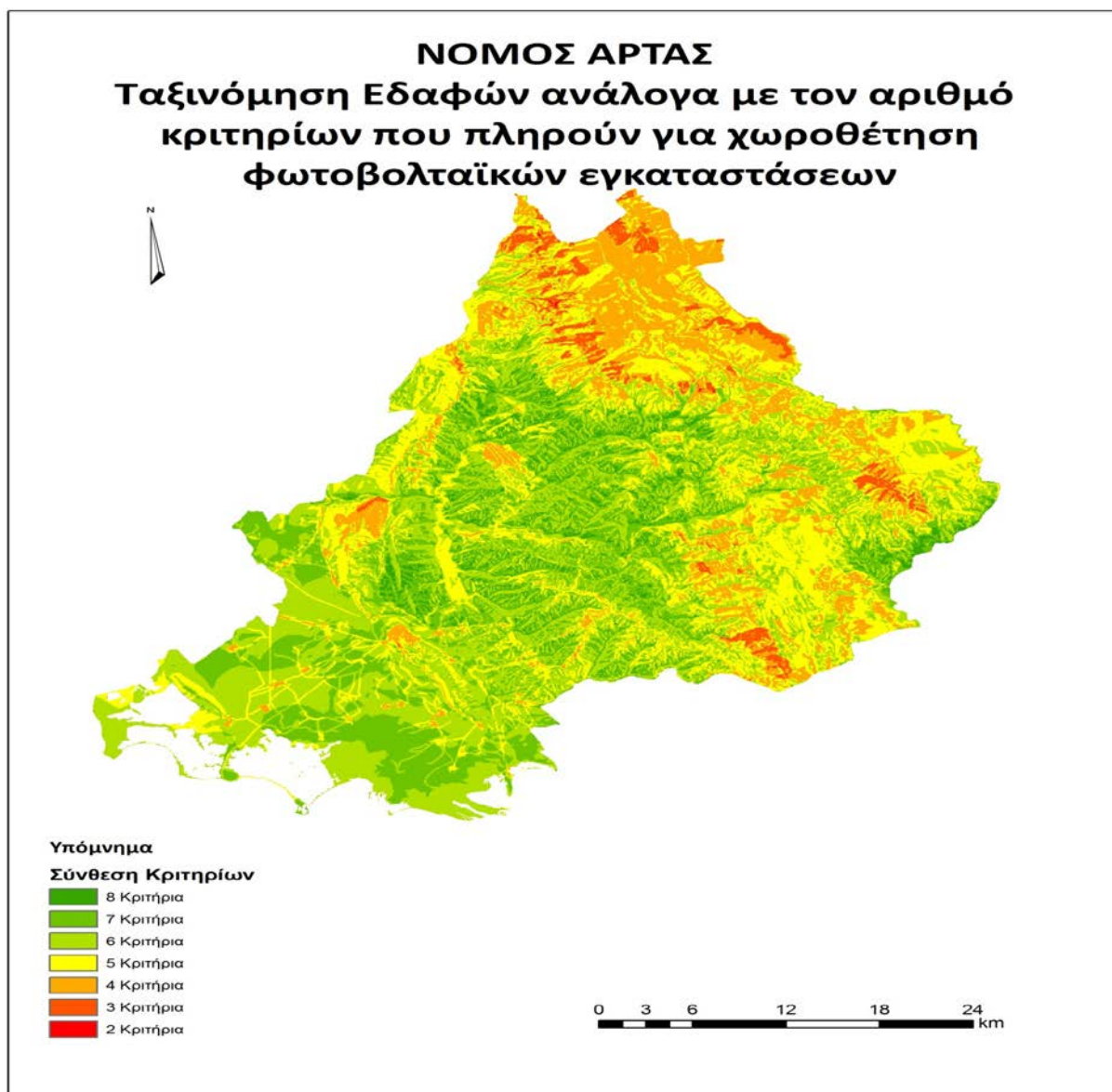


Εικόνα 3-8, Ταξινόμηση των εδαφών του Ν. Άρτας ανάλογα με την κλίση τους

3.4 Ανάλυση Δεδομένων

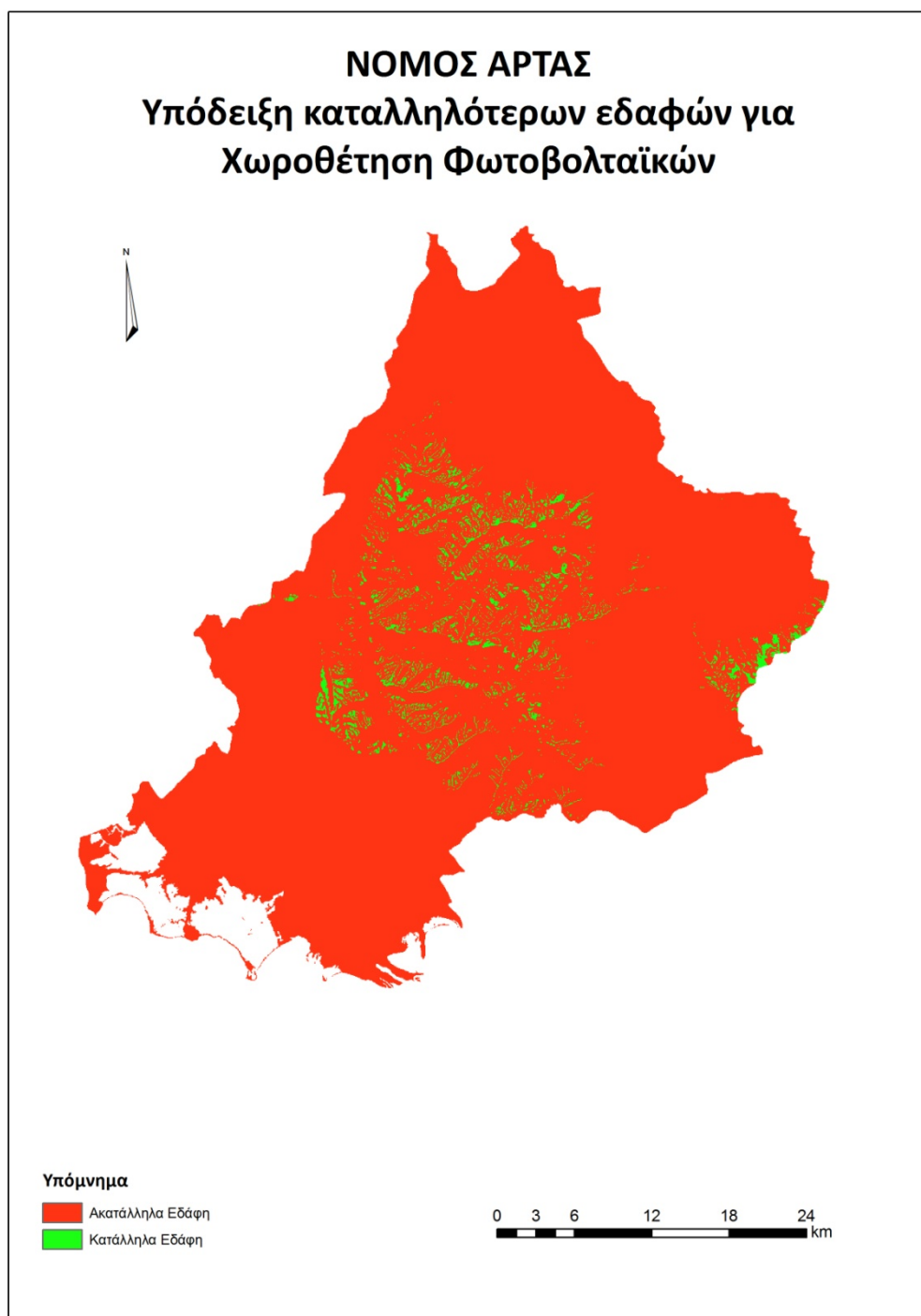
Στη συνέχεια, ακολουθεί η ανάλυση των 8 επιμέρους κριτηρίων για να εντοπιστούν τα εδάφη τα οποία πληρούν όλες τις προϋποθέσεις. Θα μπορούσε να ονομαστεί η συγκεκριμένη μέθοδος Συχνότητα Πλήρωσης Κριτηρίων. Η σύνθεση αυτή γίνεται μέσω της εντολής “Spatial

Analyst”→”Overlay”→”Weighted Sum”. Σαν επίπεδα εισόδου επιλέγονται τα επαναταξινομημένα θεματικά επίπεδα τα οποία έχουν μόνο τιμές 0 και 1. Συνεπώς, τελικό προϊόν της σύνθεσης θα είναι ένα raster επίπεδο του οποίου τα pixels θα έχουν τιμές από 0 έως 8, ανάλογα με τον αριθμό των κριτηρίων που πληροί κάθε pixel. Το αποτέλεσμα αυτό εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-9, Ταξινόμηση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με τον αριθμό κριτηρίων που ικανοποιούν για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων

Τέλος, γίνεται μια τελευταία επαναταξινόμηση για εντοπισμό των περιοχών οι οποίες πληρούν όλα τα κριτήρια. Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στη τελική εικόνα.



Εικόνα 3-10, Υπόδειξη καταλληλότερων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων στο Ν. Άρτας

Σύμφωνα με τον παραπάνω χάρτη, τα κατάλληλα εδάφη για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών ανέρχονται σε 51,11 km² και αποτελούν το 3,18 % των συνολικών εδαφών του Ν. Άρτας, έναντι 1557,24 km², τα οποία δεν πληρούν και τα 8 κριτήρια που έχουν τεθεί.



Σχήμα3- 3, Ταξινόμηση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με την καταλληλότητα για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου

3.5 Ανάλυση με τη μέθοδο Σταθμισμένης Επικάλυψης

Στη συνέχεια γίνεται μια νέα ανάλυση των κριτηρίων που αναλύθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, αυτή τη φορά χρησιμοποιώντας βάρη. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να σταθμιστεί το καθένα από αυτά με κάποιο συντελεστή βαρύτητας. Για να γίνει αυτό ακολουθείται η μέθοδος της σύγκρισης των κριτηρίων ανά δύο. Κάποια από τα κριτήρια που προαναφέρθηκαν αποτελούν απαγορευτικά κριτήρια χωροθέτησης φωτοβολταϊκών πάρκων, ενώ κάποια άλλα αποτελούν κριτήρια μεγιστοποίησης της απόδοσης των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Τα κριτήρια τα οποία απαγορεύουν την εγκατάσταση είναι:

- Οι υδάτινες μάζες
- Οι περιοχές Natura

Αντίστοιχα, τα κριτήρια τα οποία χρησιμοποιούνται προκειμένου να επιτευχθεί όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απόδοση των φωτοβολταϊκών είναι τα εξής:

- Το υψόμετρο
- Οι πολυσύχναστοι χώροι
- Η βλάστηση
- Η απόσταση από το οδικό δίκτυο
- Ο προσανατολισμός των εδαφών

- Η κλίση των εδαφών. Συνεπώς, η σύγκριση των κριτηρίων προκειμένου να προκύψουν οι συντελεστές βαρύτητας του κάθε ενός θα γίνει μόνο στα έξι κριτήρια της δεύτερης κατηγορίας.

Σημαντικότερο κριτήριο χωροθέτησης αποτελεί η **βλάστηση** η οποία καλύπτει μια περιοχή, καθώς όσο πιο αραιή είναι η βλάστηση τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοση των φωτοβολταϊκών συστημάτων, κυρίως λόγω σκίασης. Στην ίδια λογική κυμαίνεται και η αξιολόγηση του κριτηρίου των **πολυσύχναστων χώρων**. Επίσης, σημαντικό κριτήριο για τη σύνθεση του τελικού χάρτη αποτελεί ο **προσανατολισμός** των εδαφών, καθώς στα εδάφη με νότιο προσανατολισμό παρατηρείται σημαντικά αυξημένη πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας σε σχέση με τα εδάφη τα οποία έχουν βόρειο προσανατολισμό. Εξίσου σημαντική είναι και η **κλίση** των εδαφών, καθώς μικρές κλίσεις εδάφους εγκατάστασης σημαίνει χαμηλότερο κόστος κατασκευής και συντήρησης, κυρίως λόγω προσβασιμότητας. Λιγότερο σημαντικό και από τα τέσσερα αυτά κριτήρια είναι το **υψόμετρο**, καθώς η απόδοση μειώνεται ελάχιστα όσο αυξάνει το υψόμετρο. Τέλος, με το μικρότερο συντελεστή βαρύτητας θα παρουσιαστεί το κριτήριο του **οδικού δικτύου**, εφόσον η απόδοση των φωτοβολταϊκών επηρεάζεται ανεπαίσθητα από την κίνηση των οχημάτων. Με βάση όσα προαναφέρθηκαν, γίνεται η σύγκριση των κριτηρίων ανά δύο και προκύπτει ο πίνακας που ακολουθεί:

	βλάστηση	πολυσύχναστοι χώροι	προσανατολισμός	κλίση	υψόμετρο	οδικό δίκτυο
βλάστηση	1.00	1.20	1.50	1.60	4.00	8.00
πολυσύχναστοι χώροι	0.83	1.00	1.45	1.70	4.50	7.00
προσανατολισμός	0.67	0.69	1.00	2.00	3.50	5.00
κλίση	0.63	0.59	0.50	1.00	3.20	4.50
υψόμετρο	0.25	0.22	0.29	0.31	1.00	3.00
οδικό δίκτυο	0.13	0.14	0.20	0.22	0.33	1.00

Πίνακας 3-3, Σύγκριση των κριτηρίων με βάση τα βάρη τους

Στη συνέχεια, ο παραπάνω πίνακας κανονικοποιείται, διαιρώντας το κάθε κελί του με το άθροισμα της κάθε στήλης. Τέλος, για να προκύψει ο συντελεστής βαρύτητας κάθε κριτηρίου, υπολογίζεται ο μέσος όρος της κάθε γραμμής του νέου κανονικοποιημένου πίνακα. Το αποτέλεσμα αυτό εμφανίζεται στον πίνακα που ακολουθεί.

ΚΡΙΤΗΡΙΟ	ΒΑΡΟΣ
βλάστηση	0.2764
πολυσύχναστοι χώροι	0.2598
προσανατολισμός	0.2087
κλίση	0.1551
υψόμετρο	0.0664
οδικό δίκτυο	0.0335

Πίνακας 3-4, Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων

Με τον πολλαπλασιασμό των δύο πινάκων που προηγούνται, προκύπτει ένας νέος πίνακας ο οποίος χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό του δείκτη συνέπειας της κατανομής των βαρών που έγινε μέσω του τύπου:

$$CI = \frac{\bar{R} - n}{n - 1}$$

Όπου:

CI: ο δείκτης συνέπειας

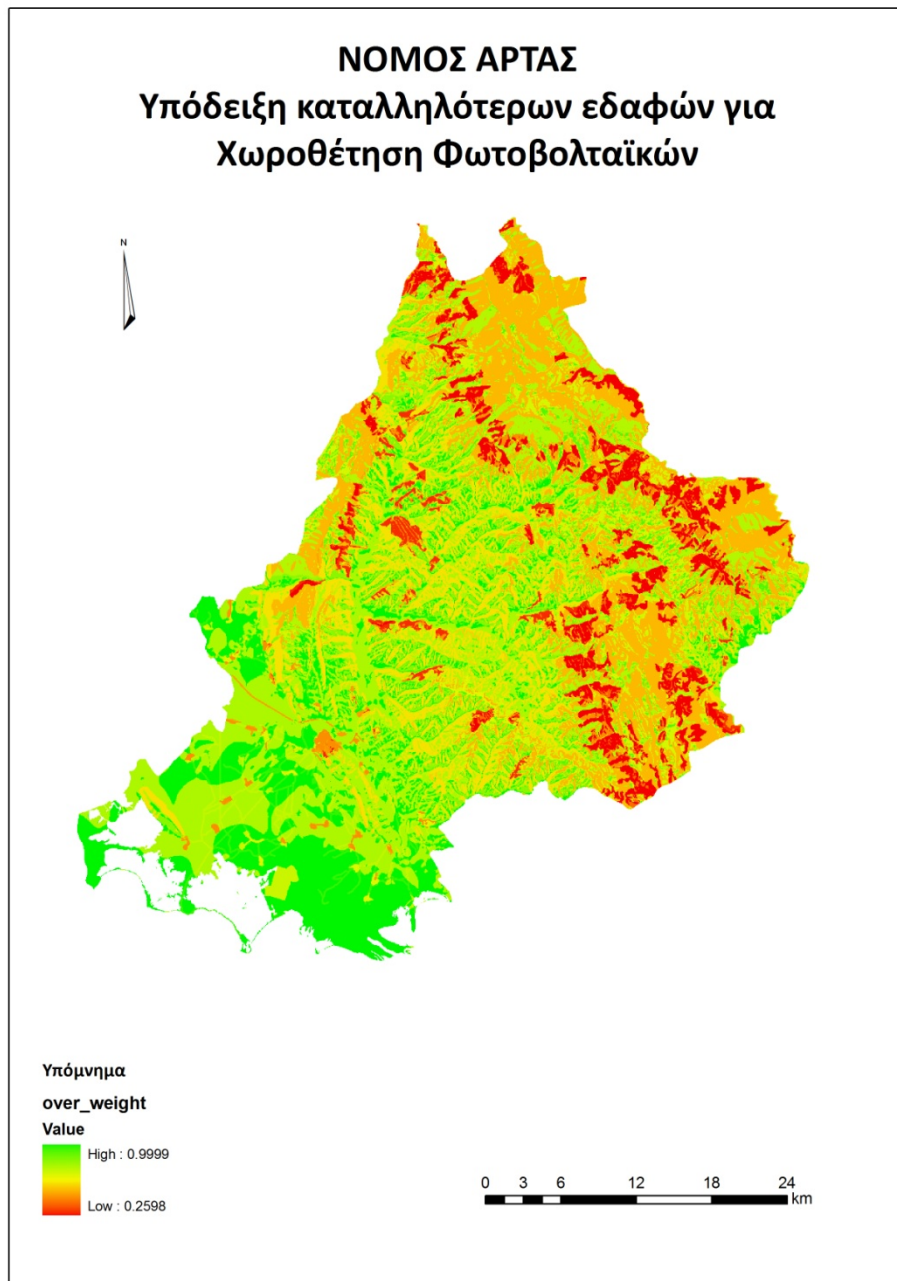
\bar{R} : ο μέσος όρος του πηλίκου των στηλών του πίνακα που προέκυψε από τον πολλαπλασιασμό του πίνακα των βαρών με τον αρχικό πίνακα, προς τις στήλες του πίνακα των βαρών

n: το πλήθος των κριτηρίων

Στην προκειμένη περίπτωση, ο δείκτης συνέπειας ισούται με **0,027**, κάτι το οποίο καταδεικνύει την ορθότητα του συσχετισμού μεταξύ των κριτηρίων. Σε γενικές γραμμές, θα θεωρούνταν αποδεκτές τιμές του δείκτη συνέπειας κάτω από 0,1 , καθώς ο αριθμός των κριτηρίων ήταν μικρός, οπότε μια τέτοια ακρίβεια είναι σχετικά εύκολο να επιτευχθεί. Στην περίπτωση ύπαρξης ενός μεγάλου αριθμού κριτηρίων, θα μπορούσαν να γίνουν αποδεκτές και υψηλότερες τιμές του δείκτη (έως 0,2).

Τέλος, γίνεται ανάλυση των κριτηρίων σε περιβάλλον ArcMap, αυτή τη φορά χρησιμοποιώντας τα σταθμισμένα βάρη που προέκυψαν. Η σύνθεση αυτή γίνεται και πάλι μέσω της εντολής “Spatial Analyst”→”Overlay”→”Weighted Sum”. Σαν επίπεδα εισόδου επιλέγονται ξανά τα επαναταξινομημένα θεματικά επίπεδα τα οποία έχουν μόνο τιμές 0 και 1, αλλά αυτή τη φορά χρησιμοποιούνται αρχικά μόνο τα έξι θεματικά επίπεδα στα οποία αποδόθηκαν βάρη.

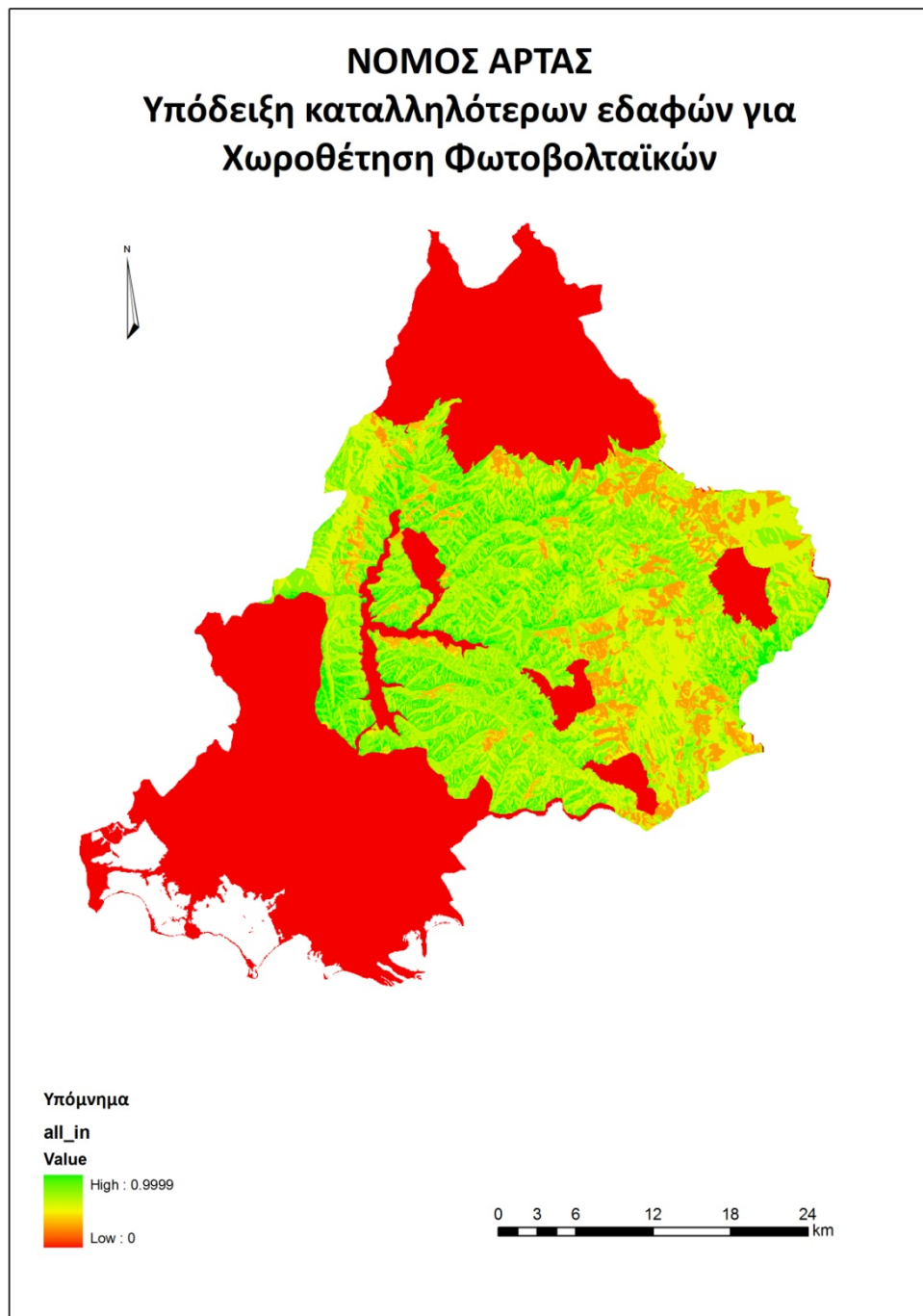
Το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 3-11, Παρουσίαση των κατάλληλων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών στο Ν. Άρτας με βάση τη σύνθεση σταθμισμένων κριτηρίων (απεικόνιση σε συνεχές raster). Με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα καταλληλότερα εδάφη, ενώ με κόκκινο τα ακατάλληλα

Στην παραπάνω ανάλυση, δεν έχουν υπολογιστεί τα δύο απαγορευτικά θεματικά επίπεδα. Αυτό των υδάτινων μαζών και αυτό των περιοχών Natura. Για να ολοκληρωθεί η ανάλυση θα πρέπει να υπολογιστούν και οι περιοχές οι οποίες αποκλείονται λόγω των συγκεκριμένων κριτηρίων. Για να γίνει αυτό χρησιμοποιείται το εργαλείο “Raster Calculator” του Spatial Analyst. Στο

συγκεκριμένο εργαλείο, εισάγεται η έκφραση της μορφής: $[all_in]=[over_weight] * [r_water] * [natura_rec]$, η οποία ουσιαστικά, πολλαπλασιάζει τις τιμές των κελιών τριών διαφορετικών raster επιπέδων του τελικού σταθμισμένου επιπέδου των κατάλληλων προς χωροθέτηση εδαφών (συνεχές raster με τιμές από 0 έως 1), και των δύο απαγορευτικών κριτηρίων, υδάτινες μάζες και περιοχές Natura (διακριτά raster με τιμές 0 και 1). Αποτέλεσμα αυτού του πολλαπλασιασμού είναι ο μηδενισμός της τιμής κάθε pixel του τελικού χάρτη αν συμπίπτει με κάποιο pixel ενός εκ των δύο απαγορευτικών κριτηρίων. Το τελικό αποτέλεσμα εμφανίζεται στην εικόνα που ακολουθεί.

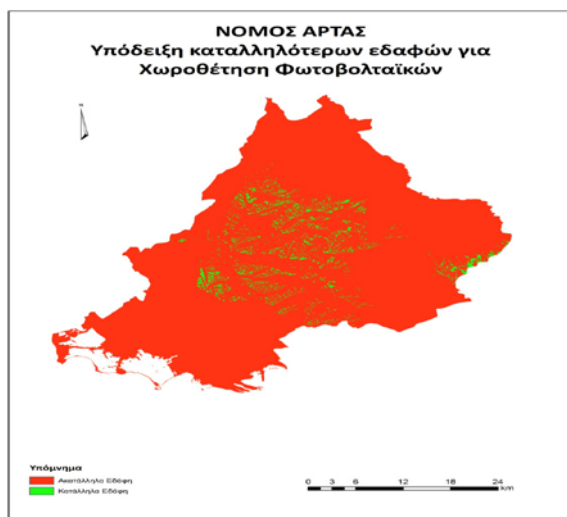


Εικόνα 3-12, Παρουσίαση των κατάλληλων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών στο Ν. Άρτας με βάση τη σύνθεση σταθμισμένων κριτηρίων και απαγορευτικών κριτηρίων χωροθέτησης (απεικόνιση σε συνεχές raster). Πάντα με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα καταλληλότερα εδάφη, ενώ με κόκκινο τα ακατάλληλα

Η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε μπορεί να ονομαστεί στην πρώτη περίπτωση Συχνότητα Πλήρωσης Κριτηρίων όπως προαναφέραμε και προέρχεται από τη συνδυασμένη χρήση της

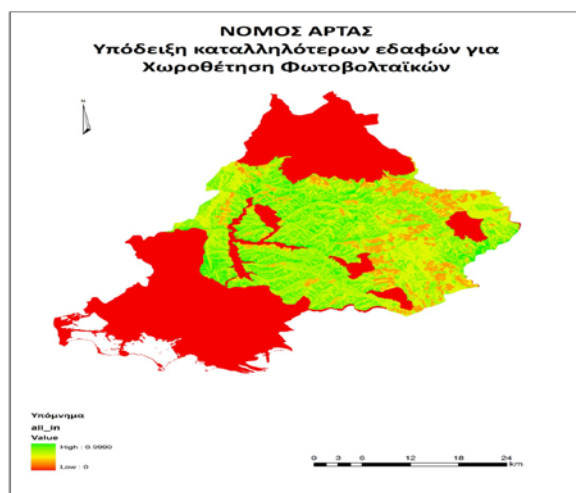
τεχνολογίας των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και της μεθόδου διαστασιολόγησης μέσω οκτώ κριτηρίων εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάρκων. Τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών χρησιμοποιήθηκαν για να κατασκευαστούν και να αναλυθούν μια σειρά raster επιπέδων για μια πληθώρα περιορισμών, έτσι ώστε τελικά να εντοπιστούν οι περιοχές ενδιαφέροντος, δηλαδή αυτές που πληρούν όλα τα σχετικά κριτήρια.

Τελικό προϊόν είναι ένας χάρτης ταξινόμησης των εδαφών του Ν. Άρτας με βάση τις βέλτιστες θέσεις εγκατάστασης φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων. Η δημιουργία αυτού του τελικού χάρτη πραγματοποιήθηκε με δύο τρόπους. Αρχικά, όλα τα κριτήρια εγκατάστασης θεωρήθηκαν ισοβαρή και επομένως κάθε ένα από τα οκτώ αρχικά κριτήρια συμμετείχε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο στη διαμόρφωση του τελικού αποτελέσματος.



Εικόνα 3-13Α, Υπόδειξη καταλληλότερων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων στο Ν. Άρτας

Στη συνέχεια, ακολουθήθηκε η διαδικασία σταθμισμένης επικάλυψης των θεματικών επιπέδων των κριτηρίων. Πρώτα, διαχωρίστηκαν τα κριτήρια σε απαγορευτικά (περιοχές στις οποίες απαγορεύεται με βάση την κείμενη νομοθεσία η εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων) και σε κριτήρια επιλογής (περιοχές στις οποίες η απόδοση των φωτοβολταϊκών εγκαταστάσεων μεγιστοποιείται). Έπειτα, πραγματοποιήθηκε μια σύγκριση ανά δύο των έξι κριτηρίων επιλογής και προέκυψαν συγκεκριμένα βάρη στάθμισης.



Εικόνα 3-14Α, Παρουσίαση των κατάλληλων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών στο Ν. Άρτας με βάση τη σύνθεση σταθμισμένων κριτηρίων και απαγορευτικών κριτηρίων χωροθέτησης (απεικόνιση σε συνεχές raster). Πάντα με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα κατάλληλότερα εδάφη, ενώ με κόκκινο τα ακατάλληλα

Σε γενικές γραμμές, η δεύτερη μέθοδος δίνει καλύτερα και πιο ακριβή αποτελέσματα, καθώς κάθε κριτήριο χρησιμοποιείται με διαφορετικό συντελεστή βαρύτητας, κάτι το οποίο προσεγγίζει περισσότερο την πραγματική κατάσταση. Η αξιολόγηση όμως των κριτηρίων αποτελεί από μόνη της ένα πολύ σημαντικό ερευνητικό κομμάτι και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται με την ανάλογη προσοχή. Στη διεθνή βιβλιογραφία την αξιολόγηση των επιμέρους κριτηρίων αναλαμβάνουν ανεξάρτητοι, έγκριτοι επιστημονικοί συνεργάτες οι οποίοι κατέχουν όσο το δυνατόν καλύτερα το γνωστικό αντικείμενο το οποίο πραγματεύεται η ανάλυση πολλών κριτηρίων. Συχνά ο μελετητής αναθέτει την αξιολόγηση των κριτηρίων σε περισσότερους του ενός συνεργατών, ώστε να έχει τη δυνατότητα να αποκλείσει αποτελέσματα τα οποία δεν πληρούν τις απαιτήσεις που έχει θέση αναφορικά με το δείκτη συνεπείας. Στη προκειμένη περίπτωση της εγκατάστασης φωτοβολταϊκών πάρκων, το ρόλο των επιστημονικών συνεργατών ενδεχομένως να μπορούσαν να παίξουν οι εταιρίες οι οποίες ασχολούνται με την κατασκευή τους, αλλά κάτι τέτοιο δεν κατέστη δυνατό στα χρονικά πλαίσια της παρούσας διπλωματικής εργασίας. Για το λόγο αυτό δίνεται περισσότερο βάρος στη μέθοδο στάθμισης και στη συνέπεια των τελικών βαρών, παρά στην ορθότητα των συσχετισμών.

Συμπερασματικά, θεωρείται ότι η μεθοδολογία που παρουσιάζεται σε αυτήν την εργασία προσφέρει έναν γρήγορο και σχετικά απλό τρόπο εξέτασης μεγάλων εκτάσεων και εντοπισμού

πιθανών θέσεων για την εγκατάσταση φωτοβολταϊκών πάρκων τα οποία θα είναι σε θέση να αποδίδουν όσο το δυνατόν καλύτερα.

4 ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την προκαταρκτική επιλογή, μέσω των Γεωπληροφοριακών Συστημάτων, χώρων κατάλληλων για την χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων. Η εφαρμογή έγινε στην περιοχή του Ν. Άρτας, σε μια έκταση περίπου 1608,35 km².

Για την επίτευξη της εφαρμογής έγινε χρήση της τεχνολογία των γεωπληροφοριακών συστημάτων, όπου τα τελευταία χρόνια, έχει γνωρίσει μεγάλη ανάπτυξη και έχει γίνει απαραίτητο εργαλείο σε πολλές εφαρμογές. Ήδη από τη δεκαετία του 60, η ανάπτυξη χαρτογραφικών τεχνικών, η ανάπτυξη των ψηφιακών συστημάτων υπολογιστών και η εξέλιξη της ανάλυσης του χώρου, έδωσαν την ώθηση για την ανάπτυξη των Γ.Σ.Π. Έτσι, το 1964 δημιουργήθηκε το πρώτο αναγνωρισμένο γεωπληροφοριακό σύστημα από τον Καναδά.

Η τεχνολογία των γεωπληροφοριακών συστημάτων θεωρείται απαραίτητη για την μελέτη και την ανάλυση της γήινης επιφάνειας, τη μελέτη και ανάλυση του τρόπου ζωής απειλούμενων ειδών και την παρακολούθηση και προστασία περιοχών ιδιαίτερης περιβαλλοντικής ευαισθησίας. Μερικές από τις βασικές κατηγορίες εφαρμογών είναι οι ακόλουθες:

- Ο σχεδιασμός και προγραμματισμός χρήσεων γη
- Η παρακολούθηση και η προστασία του περιβάλλοντος
- Η καταγραφή ης ιδιωτικής και δημόσιας ακίνητης περιουσίας
- Ο πολεοδομικός και χωροταξικός σχεδιασμός

Τα ΓΣΠ όπως και κάθε εργαλείο μελέτης έχουν τόσο πλεονεκτήματα όσο και μειονεκτήματα. (Moore & Chow,1987). Αυτά είναι τα ακόλουθα:

Τα δεδομένα διατηρούνται σε ψηφιακή μορφή με αποτέλεσμα αφενός μεν να καταλαμβάνουν μικρό χώρο, αφετέρου δε να είναι εύχρηστα. Οι γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι ποσοτικές πληροφορίες οι οποίες είναι δυνατόν να καταχωρούνται κατά οποιαδήποτε γεωγραφική μονάδα ή διάταξη, για παράδειγμα, κατά δήμο ,κατά τοπογραφικό φύλλο χάρτη, κατά νομό. Γεωγραφικές βάσεις δεδομένων είναι δυνατόν να δημιουργηθούν για

οποιοδήποτε αντικείμενο, χαρακτηριστικό, ιδιότητα ή συνδυασμό των πιο πάνω δεδομένων. Τα γεωπληροφοριακά συστήματα κατά την χρήση τους μας δίνουν τη δυνατότητα επιλογής δύο διαφορετικών μοντέλων απεικόνισης των γεωγραφικών φαινομένων. Τα διανυσματικά μοντέλα (vector) και τα ψηφιδωτά μοντέλα (raster). Εδώ στην παρούσα εφαρμογή οι απεικονίσεις μας αποδίδονται μέσω του μοντέλου raster. Η επιλογή έγινε για τους παρακάτω λόγους:

Η γεωγραφική θέση του κάθε στοιχείου υποδηλώνεται έμμεσα από τη θέση του στοιχείου στον πίνακα, το μοντέλο αυτό διατηρεί απλές δομές δεδομένων, η διαδικασία της επικάλυψης και ο συνδυασμός με τηλεσκοπικά δεδομένα είναι εύκολος. Ακόμη οι χωρικές αναλύσεις των διαφόρων ειδών πραγματοποιούνται με εύκολο τρόπο. Εξαιτίας της ίδιας μορφής και μεγέθους της χωρικής μονάδας η μαθηματική μοντελοποίηση είναι εύκολη. Κάτι που είναι σημαντικό για την συγκεκριμένη εφαρμογή το μοντέλο αυτό αντιπροσωπεύει καλύτερα τον συνεχή χρόνο, μιας και η χωρική συνέχεια της χωρικής μας ενότητας (N. Άρτας) μας ενδιαφέρει. Τέλος που θα πρέπει να αναφέρουμε είναι το γεγονός ότι τα σύγχρονα μέσα συλλογής στοιχείων, αποδίδουν σε μορφή raster, άρα η δημιουργία βάσεων δεδομένων είναι άμεση και εύκολη.

Με τα εργαλεία που χρησιμοποιήσαμε και την βοήθεια των γεωπληροφοριακών συστημάτων με όλα τα πλεονεκτήματα και το εύρος των εφαρμογών τα οποία διέπουν, κατέστη δυνατό να εφαρμοστούν οι δύο μεθοδολογίες θα λέγαμε, ώστε να επετεύχθη ο στόχος της εργασίας, που ήταν: η χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων στη χωρική ενότητα του Νομού της Άρτας με τη χρήση των γεωπληροφοριακών συστημάτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Burrough P.A., Principles of Geographical Information Systems for Land Resources Assessment, Oxford Science Publications, 1986.

Couclelis H., Space, time, geography. Geographical Information Systems: principles, techniques, management, and applications. 2d ed., vol. 1, pp 29-38, New York, 1999.

Kao C.R., The Use of Computers in the Processing and Analysis of Geographical Information στο: Berry, J.L.B and Marble, F.D. (ed.), Spatial Analysis: A Reader in the Statistical Geography, Englewoods Cliffs: Prentice Hall, 1968.

Martin D., An assessment of surface and zonal models of population, International Journal of Geographical Information Systems, vol. 10, issue 8, pp 973-989, 1996.

Moore & Chow., A mapping and analysis or recourses system application, Northern Forestry Center, Canada, 1987.

Scholten, H.J and Stillwell, J.C.H, Geographical Information Systems for Urban and Regional Planning, Kluwer Academic Publishers, Delft, 1990.

Serwan M.J Baban and Tim Parry, Developing and applying a G.I.S – assisted approach to locating wind farms in the U.K, Renewable Energy, vol.24, issue 1, pp 59-71, 2001.

Αργυράκης Ι., Εκμετάλλευση των Υδροηλεκτρικών Σταθμών ως Έργων πολλαπλού σκοπού ,παρουσίαση, 1^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Μεγάλων Φραγμάτων, Τ.Ε.Ε Τμήμα κεντρικής και δυτικής Θεσσαλίας, Λάρισα, 2009.

Ασημακόπουλος Γ., Ειδικό Πλαίσιο Χωροταξικού Σχεδιασμού και Αειφόρου Ανάπτυξης για της Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ν.2742/1999),Υποστηρικτική μελέτη, Αθήνα 2007.

Εφημερίδα της Κυβερνήσεως: ΦΕΚ 85/4-6-10/Ν.3581

Κάβουρας Μ., Αρχές Γεωπληροφορικής και Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο/Σχολή Αγρονόμων και Τοπογράφων Μηχανικών, Αθήνα, 2003.

Κουτσόπουλος Κ. κ.α, Μελέτη, Χωροθέτησης φωτοβολταϊκού πάρκου 100KW στο Πεντελικό Όρος με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών, Αθήνα, 2013

Κουτσόπουλος Κ., Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, εκδόσεις Παπασωτηρίου, Αθήνα, 2005

Πανταζοπούλου Ουρανία., Διπλωματική Εργασία, Δημιουργία Γεωγραφικής Βάσης Δημογραφικών Δεδομένων και Χωρική Ανάλυση Στοιχείων Σύνθεσης Πληθυσμού, Σ.Α.Τ.Μ, Ε.Μ.Π, Αθήνα, 2008

Χριστόφης Ι. Κορωναίος., Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, Διδακτικές σημειώσεις, Διεπιστημονικό – Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών (Περιβάλλον και Ανάπτυξη), Ε.Μ.Π, Αθήνα, 2008

ΔΙΑΔΙΚΤΥΑΚΟΙ ΙΣΟΤΟΠΟΙ

www.eac.com ³

www.geodata.gov.gr ⁹

www.Google.gr/images/ανεμογεννήτριες ²

www.Google.gr/images/φωτοβολταϊκά ¹

www.google.gr/imgres?q=Καλλικράτης+δήμοι+Άρτα ⁷

www.Google/images/υδροηλεκτρικά ⁴

www.hellasres.gr ⁶

www.library.tee.gr/digital/m2470/m2470_vougiouklakis ⁵

www.nomarxia-artas.gr 2006 ⁸

ΠΙΝΑΚΕΣ

Πίνακας: 1.1 : Διαμόρφωση συντελεστού διάθλασης σε διάφορες επιφάνειες.....	16
Πίνακας: 1.2 :Εκτιμήσεις για την επίτευξη του στόχου για το 2010.....	29
Πίνακας: 3-3, Χρήσεις γης που παρατηρούνται στο Ν. Άρτας κατά Corine 2000....	57
Πίνακας: 3-4, Κατηγορίες και έκταση περιοχών του δικτύου Natura 2000 που εντοπίζονται εντός των ορίων της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας).....	64
Πίνακας: 3-3, Σύγκριση των κριτηρίων με βάση τα βάρη τους.....	79
Πίνακας: 3-4, Συντελεστές βαρύτητας κριτηρίων.....	80

ΣΧΗΜΑΤΑ

Σχήμα: 2-1: Συστατικά μέρη ενός Γ.Σ.Π.....	38
Σχήμα: 2-2: Βασικές διαδικασίες στα Σ.Γ.Π.....	41
Σχήμα: 3-4, Έκταση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με τη χρήση γης κατά Corine 2000 σε km ²	58
Σχήμα: 3-5, Ορισμός του προσανατολισμού των κλίσεων των εδαφών σύμφωνα με την αυτοματοποιημένη κατάταξη της εντολής “aspect”.....	70
Σχήμα: 3-6, Ταξινόμηση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με την καταλληλότητα για χωροθέτηση φωτοβολταϊκού πάρκου.....	78

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα: 1.1:ΑυτόματαπεριστρεφόμενοΦ/Βpanel.....	18
Εικόνα: 1.2: Ανεμογεννήτριες παράγωγης ηλ. ενέργειας σε θαλάσσιο χώρο.....	21
Εικόνα 1.3: Σκαρίφημα μιας υδροηλεκτρικής μονάδας με δεξαμενή.....	27

Εικόνα: 3-1, Θεματικό επίπεδο των ορίων της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας).....	50
Εικόνα: 3-2, Εισαγωγή των διανυσματικών επιπέδων iso1 και iso2.....	51
Εικόνα: 3-3, Εκτέλεση της εντολής "merge" για συνένωση των δύο shapefiles.....	51
Εικόνα: 3-4, Εκτέλεση της εντολής "clip" για περιορισμό του shapefile των ισοϋψών στην περιοχή μελέτης.....	51
Εικόνα: 3-5, Στοιχεία εισαγωγής στο εργαλείο "Topo to Raster" για την παραγωγή raster Ψηφιακού Μοντέλου Εδάφους από το διανυσματικό επίπεδο των υψομετρικών καμπύλων.....	52
Εικόνα: 3-6, Raster θεματικό επίπεδο των υψομέτρων των εδαφών του Νομού Άρτας, όπως δημιουργήθηκε με την εντολή "Topo to Raster" (συνεχές raster θεμ. επ).....	53
Εικόνα: 3-7, Κατηγοριοποίηση (reclassify) εδαφών του Ν. Άρτας με βάση το υψόμετρο. Με πράσινο χρώμα απεικονίζονται τα κατάλληλα εδάφη για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών ($h < 500$ m), ενώ με κόκκινο χρώμα τα ακατάλληλα ($h > 500$ m) λόγω υψομέτρου, με break value τα 500 m	54
Εικόνα: 3-8, Κάλυψη γης του Ν. Άρτας, σύμφωνα με την κατηγοριοποίηση του Corine 2000.....	56
Εικόνα: 3-9, Διαχωρισμός υδάτινων μαζών στο Ν. Άρτας.....	60
Εικόνα: 3-10, Αποκλεισμός Πολυσύχναστων Χώρων στο Ν. Άρτας.....	61
Εικόνα: 3-11, Διαχωρισμός περιοχών με σημαντική βλάστηση στο Ν. Άρτας.....	63
Εικόνα: 3-15, Περιοχές του Δικτύου Natura 2000, οι οποίες βρίσκονται εντός των ορίων της περιοχής μελέτης (Ν. Άρτας).....	65
Εικόνα: 3-16, Διαχωρισμός των περιοχών Natura στο Ν. Άρτας.....	66
Εικόνα: 3-17, Κύριοι οδ. Αξ. του Ν. Άρτας και διάκρισή τους σε κατηγορίες...	67
Εικόνα: 3-18, Διαχωρισμός των εδαφών του Ν. Άρτας με βάση την απόσταση των 50 μέτρων από το κυρίως οδικό δίκτυο.....	69

Εικόνα: 3-19, Προσανατολισμός των εδαφών του Ν. Άρτας.....	71
Εικόνα 3-20, Διαχωρισμός των εδαφών του Ν. Άρτας με βάση τον προσανατολισμό τους.....	72
Εικόνα: 3-21, Κλίση εδαφών Ν. Άρτας εκφρασμένη σε ποσοστό %.....	74
Εικόνα: 3-22, Ταξινόμηση των εδαφών του Ν. Άρτας ανάλογα με την κλίση τους.....	75
Εικόνα 3-23, Ταξινόμηση εδαφών Ν. Άρτας ανάλογα με τον αριθμό κριτηρίων που ικανοποιούν για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων.....	76
Εικόνα: 3-24, Υπόδειξη καταλληλότερων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών πάρκων στο Ν. Άρτας.....	77
Εικόνα: 3-25, Παρουσίαση των κατάλληλων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών στο Ν. Άρτας με βάση τη σύνθεση σταθμισμένων κριτηρίων (απεικόνιση σε συνεχές raster). Με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα καταλληλότερα εδάφη, ενώ με κόκκινο τα ακατάλληλα.....	82
Εικόνα: 3-26, Παρουσίαση των κατάλληλων εδαφών για χωροθέτηση φωτοβολταϊκών στο Ν. Άρτας με βάση τη σύνθεση σταθμισμένων κριτηρίων και απαγορευτικών κριτηρίων χωροθέτησης (απεικόνιση σε συνεχές raster). Πάντα με πράσινο χρώμα εμφανίζονται τα καταλληλότερα εδάφη, ενώ με κόκκινο τα ακατάλληλα.....	84

ΧΑΡΤΕΣ

Χάρτης: 3.1 : Διοικητική διαίρεση νομού Άρτας.....	46
--	----

ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ

Διάγραμμα: 3-2, Στατιστικά στοιχεία εδαφών Ν. Άρτας με βάση την κατηγοριοποίηση Πηγή δεδομένων: geodata.gov.gr.....	55
---	----

