

Ορθολογική οδική διάνοιξη της ορεινής περιοχής του Μετσόβου με σκοπό τη Βιώσιμη Ανάπτυξη της

Στ. Ταμπέκης, Διδάκτορας Δασολόγος-Περιβαντολόγος Α.Π.Θ.

Ευάγγ. Καραγιάννης, Αναπληρωτής Καθηγητής, Α.Π.Θ.

Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας, Α.Π.Θ. Σχολή Δασολογίας και
Φυσικού Περιβάλλοντος,

Β. Γιαννούλας, Επίκουρος Καθηγητής, Α.Π.Θ.

Εργαστήριο Μηχανικών Επιστημών και Τοπογραφίας, Α.Π.Θ. Σχολή Δασολογίας και
Φυσικού Περιβάλλοντος,

Περίληψη

Το δασικό σύμπλεγμα του δήμου Μετσόβου εμφανίζει όλα τα χαρακτηριστικά ενός τυπικού ορεινού δάσους της χώρας μας.

Τα οικοσυστήματα των ορεινών περιοχών είναι ευαίσθητα στις αλλαγές, μεταβάλλονται ταχύτατα και στις περισσότερες των περιπτώσεων υφίστανται περιβαλλοντική υποβάθμιση (U.N. 1992). Η οδική διάνοιξη των ορεινών περιοχών αποτελεί από τις πιο σημαντικές ανθρωπογενείς παρεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον. Ωστόσο θεωρείται όμως αναγκαία και αναπόφευκτη για την ορθολογική διαχείριση και την προστασία των δασικών οικοσυστημάτων (Sedlak 1993, Heinimann 1994, Becker 1995). Η ορθολογική διαχείριση των φυσικών διαθέσιμων των ορεινών περιοχών, η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη των ανθρωπίνων διαθέσιμων και η κατασκευή των απαραίτητων υποδομών, αποτελούν τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την επίτευξη της ανάπτυξης τους. Η ανάπτυξη αυτή βέβαια πρέπει να γίνει με σεβασμό στο φυσικό περιβάλλον και με τις μικρότερες δυνατές επεμβάσεις σε αυτό, με σκοπό τελικά να επιτευχθεί η βιώσιμη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών.

Η βιώσιμη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών επιτυγχάνεται με την αειφορική διαχείριση των δασικών οικοσυστημάτων, θεμελιώδης αρχή η οποία αποτελεί τη βάση της δασικής πολιτικής στη χώρα μας. Η αειφορική διαχείριση των δασών προϋποθέτει βέβαια την ύπαρξη των απαραίτητων υποδομών (ολοκληρωμένη διάνοιξη δασών). Η κατασκευή των δασικών οδικών δικτύων προκαλεί επιπτώσεις στο δασικό οικοσύστημα και το περιβάλλον γενικότερα. Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν εν μέρει μόνο να αποκατασταθούν, αλλά τις περισσότερες των περιπτώσεων είναι αδύνατο να γίνει αυτό, αφού τα παραγωγικά δάση της χώρας μας βρίσκονται κυρίως σε ορεινές περιοχές με έντονο τοπογραφικό ανάγλυφο, δυσμενείς εδαφολογικές συνθήκες και ανομοιόμορφη κατανομή της δασικής βλάστησης, παράγοντες οι οποίοι δημιουργούν πολλές δυσχέρειες στο σχεδιασμό, τη χάραξη και την κατασκευή των δασικών δρόμων. Το γεγονός αυτό απαιτεί ιδιαίτερη μελέτη των συνθηκών που επικρατούν σε κάθε περιοχή ξεχωριστά και των παραγόντων που επηρεάζουν την οδική διάνοιξη των δασών ή επηρεάζονται από αυτήν, με σκοπό τη σύνταξη ολοκληρωμένων σχεδίων διάνοιξης, τα οποία βέβαια λαμβάνουν υπόψη τους και τη προστασία του περιβάλλοντος (Καραγιάννης 1992, Γιαννούλας 2001, Δούκας 2004).

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ολοκληρωμένη οδική διάνοιξη της ορεινής περιοχής του δήμου Μετσόβου με βάση τα τεχνικά, οικονομικά, οικολογικά και κοινωνικά κριτήρια της περιοχής. Για την επίτευξη των σκοπών της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δασοπονικά στοιχεία (ξυλαπόθεμα, προσαύξηση, λήμμα), οικονομικά στοιχεία (κόστος κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, κόστος μετατόπισης του ξύλου, καθώς και η αξία του εδάφους της ζώνης κατάληψης) και εδαφοτεχνικά στοιχεία. Με την επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων καθορίστηκε η άριστη οδική πυκνότητα καθώς και η σχέση της με τους παραπάνω παράγοντες (Στεργιάδης και Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991, 1992, 1999).

Εισαγωγή

Τα ορεινά οικοσυστήματα αποτελούν σημαντική πηγή νερού, φυσικών υλών, ενεργειακών πόρων, βιοποικιλότητας, μεταλλευμάτων, δασικών και γεωργικών προϊόντων και υπηρεσιών αναψυχής. Αποτελούν οικοσυστήματα που εκφράζουν την πολυπλοκότητα και τις αλληλεπιδράσεις της οικολογίας του πλανήτη μας, αφού τα ορεινά περιβάλλοντα είναι ουσιώδη για την επιβίωση του πλανητικού οικοσυστήματος. Τα οικοσυστήματα των ορεινών περιοχών μεταβάλλονται ταχύτατα. Υπόκεινται σε επιταχυνόμενη διάβρωση του εδάφους, σε κατολισθήσεις και ταχεία απώλεια οικοτόπων και γενετικής βιοποικιλότητας. Από την ανθρώπινη σκοπιά υπάρχει ευρεία εξάπλωση της φτώχειας στους κατοίκους των ορεινών περιοχών και απώλεια της αυτόχθονης (indigenous) γνώσης. Ως αποτέλεσμα αυτού οι περισσότερες ορεινές περιοχές βιώνουν περιβαλλοντική υποβάθμιση. Έτσι η κατάλληλη διαχείριση των φυσικών διαθέσιμων των ορεινών περιοχών και η κοινωνικοοικονομική ανάπτυξη των ανθρωπίνων διαθέσιμων τους απαιτεί άμεση δράση. Περίπου το 10% του πληθυσμού της γης ζει σε ορεινές περιοχές με μεγάλα υψόμετρα και συνεπώς εξαρτάται από τα φυσικά διαθέσιμα των ορεινών οικοσυστημάτων. Ένα πολύ μεγαλύτερο ποσοστό (40%, ζει σε περιοχές με μέσα και μικρότερα υψόμετρα) επωφελείται από αυτά και ειδικότερα από το νερό. Τα ορεινά οικοσυστήματα αποτελούν αποθήκη βιοποικιλότητας και απειλούμενων ειδών (U.N. Agenda 21, Κεφάλαιο 13, 1992).

Η βιώσιμη ανάπτυξη των ορεινών περιοχών με τη ταυτόχρονη εκμετάλλευση των δασών αποτελεί κύριο σκοπό της δασικής πολιτικής στην χώρα μας και στις περισσότερες των περιπτώσεων προϋποθέτει ανθρωπογενείς επεμβάσεις στο φυσικό περιβάλλον, οι συνέπειες των οποίων πολλές φορές οδηγούν στην αλλοίωση και υποβάθμιση του (Γιαννούλας 2001, Δρόσος 2000, Δούκας 2004).

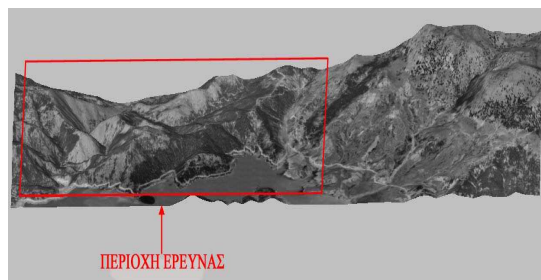
Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η ολοκληρωμένη οδική διάνοιξη της ορεινής περιοχής του δήμου Μετσόβου με βάση τα τεχνικά, οικονομικά, οικολογικά και κοινωνικά κριτήρια της περιοχής. Για την πραγματοποίηση της έρευνας χρησιμοποιήθηκαν δασοπονικά στοιχεία (ξύλαπόθεμα, προσαύξηση, λήμμα), οικονομικά στοιχεία (κόστος κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, κόστος μετατόπισης του ξύλου, καθώς και αξία του εδάφους της ζώνης κατάληψης) και εδαφοτεχνικά στοιχεία. Από την επεξεργασία των παραπάνω στοιχείων καθορίστηκε η άριστη οδική πυκνότητα και εξετάστηκε η επίδραση των παραπάνω παραγόντων στο μέγεθος της άριστης οδικής πυκνότητας (Στεργιάδης και Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991, 1992, 1999).

Υλικά και Μέθοδοι

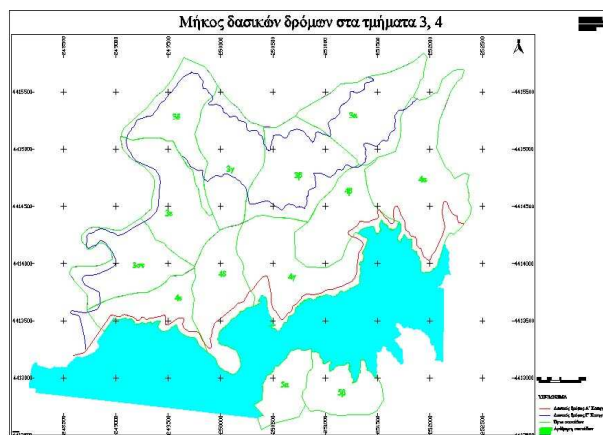
Υλικά

Ως περιοχή έρευνας επιλέχθηκαν τα τμήματα 3 και 4 του δημοτικού δάσους του δημοτικού διαμερίσματος Μετσόβου, του νομού Ιωαννίνων. Ο δήμος Μετσόβου αποτελεί μια αμιγώς ορεινή περιοχή της οποίας το δασικό σύμπλεγμα εμφανίζει όλα τα χαρακτηριστικά ενός τυπικού ορεινού δάσους της χώρας μας. Η περιοχή έρευνας φαίνεται στα σχήματα 1 και 2.

Επιλέχθηκε αυτή η περιοχή μετά από προτροπή του Δασαρχείου Μετσόβου το οποίο διαθέτει σχετική εμπειρία σε θέματα της περιοχής και επειδή παρουσιάζει ιδιαίτερο δασοπονικό ενδιαφέρον αφού τα τμήματα 3 και 4 είναι από τα πιο παραγωγικά.



Σχήμα 1. Περιοχή έρευνας.
Figure 1. Research area.



Σχήμα 2. Οδικό δίκτυο περιοχή έρευνας.
Figure 2. Forest road network of research area.

Στον Πίνακα 1 δίνονται τα παραγωγικά στοιχεία των τμημάτων 3, 4 του δημοτικού δάσους Μετσόβου περιόδου 2005-2014. Τα στοιχεία αυτά προέρχονται από την Διαχειριστική Μελέτη του δημοτικού δάσους του δήμου Μετσόβου για την περίοδο 2005-2014. Η πολιτική που ακολουθείται στον υπολογισμό του λήμματος σύμφωνα με την Δασική Υπηρεσία του Μετσόβου είναι συντηρητική. Επίσης μένουν εκτός διαχείρισης τρεις συστάδες 4α, 4β (22 εκτάρια) και η 4ε.

Επιφάνειες, ξυλαπόθεμα και λήμμα δεκαετίας 2005-2014									
Τμήμα	Συστάδα	Έκταση (ha)	Αφλ. Ξυλ. Όγκ. (m ³)	Μέση ετήσια προσαύξηση όγκου ανά m ³		Δασ. Είδος	Μέση προσαύξηση 10ετίας (m ³)	Λήμμα 10ετίας m ³	
				Ανά εκτάριο	Συνολική			Ανά ha	Συνολικό
3	α	58.00	12684.00	6.92	290.64	Μ. Πεύκη	2906.40	20.00	840.00
			2755.00	4.34	82.46	Οξιά	824.60		
	β	61.00	19845.00	8.66	424.34	Μ. Πεύκη	4243.40	22.00	1078.00
			637.00	1.00	49.00	Οξιά	490.00		
	γ	52.00	6441.00	7.65	145.35	Μ. Πεύκη	1453.50	15.00	285.00
	δ	44.00	5695.00	7.81	132.77	Μ. Πεύκη	1327.70	15.00	255.00
ε	50.00	7744.00	8.16	179.52	Μ. Πεύκη	1795.20	17.00	374.00	
4	α	86.00	1598.00	2.81	47.77	Μ. Πεύκη	477.70		
			1292.00	2.12	36.04	Λ. Πεύκη	360.40		
	β	42.00	8875.00	8.17	204.25	Μ. Πεύκη	2042.50	25.00	625.00
			325.00	1.00	25.00	Λ. Πεύκη	250.00		
			150.00	1.00	25.00	Οξιά	250.00		
	γ	63.00	9972.00	7.07	254.52	Μ. Πεύκη	2545.20	19.00	684.00
δ	45.00	5681.00	6.82	129.58	Μ. Πεύκη	1295.80	21.00	399.00	
ε	32.00	1953.00	7.21	50.47	Μ. Πεύκη	504.70			
Συνολο n=11		580.00	92570.00				22522.00	167.00	4839.00
Μ. Ο.								18.56	

Πίνακας 1. Επιφάνειες τμημάτων 3, 4, δημοτικού δάσους δ/δ Μετσόβου και παραγωγικά στοιχεία.
Table 1. Surfaces of 3 and 4 forest sections of the municipal forest of Metsovo and production data.

Παρατηρούμε λοιπόν ότι το πραγματικό ξυλαπόθεμα για την δεκαετία 2005-2014 στα τμήματα 3, 4, (Διαχειριστική Κλάση Μαύρης Πεύκης) ανέρχεται σε 92570 m³. Στο συνολικό ξυλαπόθεμα εκτός της Μαύρης Πεύκης περιλαμβάνονται και η Λευκόδερμος Πεύκη με την

Οξιά, ενώ το συνολικό λήμμα ανέρχεται σε 4839 m³/δεκαετία για την συνολική έκταση των συγκεκριμένων τμημάτων, άρα ο μέσος όρος είναι 1,86 m³/ha/έτος, που αποτελεί και την ετήσια κάρπωση στα τμήματα 3 και 4.

Ακόμη για την επίτευξη των ερευνητικών στόχων που τέθηκαν στα πλαίσια της εργασίας αυτής χρησιμοποιήθηκαν:

α) Ορθοφωτοχάρτες και τα διαγράμματα των ορθοφωτοχαρτών 248-413 και 252-413 κλίμακας 1:5000 σε μορφή TIFF, DGN, DWG και τα αντίστοιχα μοντέλα εδάφους (DTM) σε μορφή XYZ.

β) Η διαχειριστική μελέτη από την Δασική Υπηρεσία Μετσόβου του δημοτικού δάσους του δ/δ Μετσόβου περιόδου 2005-2014.

γ) Αναλυτικές Τιμές Έργων Οδοποιίας (ΑΤΕΟ) και Υδραυλικών Έργων (ΑΤΕΥΔ) 2^{ου} τριμήνου 2006.

Μεθοδολογία

Για τον υπολογισμό της άριστης οδικής πυκνότητας καθορίστηκαν ηλεκτρονικά τα απαραίτητα οικονομικοτεχνικά στοιχεία με τη βοήθεια των λογισμικών του AutoCAD Civil 3D 2009 και το Raster Design on AutoCAD Map 3D 2009.

Συγκεκριμένα καθορίστηκαν:

- Η υπάρχουσα οδική πυκνότητα, ο συντελεστής ελιγμών και εδάφους του υπάρχοντος οδικού δικτύου
- Η απώλεια της εδαφικής προσόδου εξαιτίας της κατασκευής του δρόμου
- Το κόστος κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, το επιτόκιο και ο χρόνος απόσβεσης των κεφαλαίων
- Το κόστος μετατόπισης του ξύλου.

Επίσης καθορίστηκε η επίδραση των διαφόρων παραγόντων στο μέγεθος της άριστης οδικής πυκνότητας.

Υπολογισμός της υπάρχουσας οδικής πυκνότητας

Στον Πίνακα 2 φαίνονται τα μήκη των δασικών δρόμων (Σχήμα 2), η υπάρχουσα οδική πυκνότητα και οι συντελεστές ελιγμών του κατασκευασμένου δασικού οδικού δικτύου που διέρχεται από τα τμήματα 3 και 4.

Ο συντελεστής ελιγμών υπολογίστηκε όπως φαίνεται Πίνακα 2 και ανέρχεται σε $W=1.504$.

Σχέσεις δαπανών και οδικής πυκνότητας

Η τιμή της οδικής πυκνότητας D επηρεάζεται σημαντικά από τα έξοδα που απαιτούνται τόσο για τη κατασκευή και συντήρηση του οδικού δικτύου, όσο και για τη μετακίνηση του ξύλου και αφετέρου από την απώλεια της εδαφικής προσόδου. Οι παράγοντες αυτοί συνδέονται με την οδική πυκνότητα με ορισμένες σχέσεις που δίνονται συνοπτικά παρακάτω (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991):

1. Εδαφική πρόσοδος

Η κατασκευή των δασικών δρόμων καταστρέφει παραγωγική δασική επιφάνεια, η έκταση της οποίας είναι ίση με την επιφάνεια που θα καταλάβει το κατάστρωμα και τα πρανή του δασικού δρόμου (ζώνη κατάληψης). Η απώλεια της εδαφικής προσόδου που προέρχεται από την καταστροφή της παραγωγικής δασικής επιφάνειας υπολογίζεται από τη σχέση (Στεργιάδης, Στάμου 1982, Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991):

$$K_B = b \cdot B \cdot 0.0p \cdot D \quad (1)$$

Όπου τα στοιχεία της συμβολίζουν:

K_B : Την εδαφική πρόσοδο σε ευρώ/τρ. μ. δασικού δρόμου

b : Το πλάτος σε μέτρα της ζώνης που καταλαμβάνει ο δασικός δρόμος

B : Την αξία του εδάφους σε ευρώ/m³

p : Το επιτόκιο σε ποσοστό % και

D : Την οδική πυκνότητα.

	Τμήμα	Δασ. Συστ	Έκταση (ha)	Δρόμοι	Μήκη δασικών δρόμων				D=L/F (m/ha)	Συντ. ελιγμών w	Μέσες τιμές συντελεστών		
					Α΄ Κατ. (m)	Γ' Κατ. (m)	Ανάπτυγμα L (m)	Ευθ. Μήκ (m)			w ₁	w ₂	w _μ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10=(8)/Σ(4)	11=(8)/(9)	12=Σ(11)/n	13=Σ[(8)*(11)]/Σ(8)	14=Σ[(12)+(13)]/2
1	3	α	58.00	Γ ₁	-	858.29	858.29	637.56		1.346		1155.44	
2				Γ ₂	-	824.93	824.93	630.58		1.308		1079.18	
3		β	61.00	Γ ₁	-	898.77	898.77	620.14		1.449		1302.59	
4				Γ ₂	-	1493.08	1493.08	1043.92		1.430		2135.50	
5		γ	52.00	Γ ₁	-	841.88	841.88	655.83		1.284		1080.71	
6				Γ ₂	-	527.28	527.28	431.33		1.222		644.57	
7		δ	44.00	Γ ₁	-	1222.51	1222.51	892.52		1.370		1674.51	
8				Γ ₂	-	324.87	324.87	281.60		1.154		374.79	
9		ε	50.00	Γ ₁	-	962.33	962.33	751.52		1.281		1232.27	
10		στ	47.00	Γ ₁	-	1783.44	1783.44	827.08		2.156		3845.65	
11	4	α	86.00	A ₁	1603.95	-	1603.95	669.93		2.394		3840.19	
12				Γ ₂	-	158.79	158.79	156.55		1.014		161.06	
13		β	42.00	A ₁	693.42	-	693.42	422.60		1.641		1137.79	
14				Γ ₂	-	79.05	79.05	75.94		1.041		82.29	
15		γ	63.00	A ₁	1904.52	-	1904.52	1077.70		1.767		3365.68	
16		δ	45.00	A ₁	778.19	-	778.19	637.21		1.221		950.36	
17		ε	32.00	Γ ₁	-	150.16	150.16	136.85		1.097		164.76	
18				A ₁	1313.96	-	1313.96	938.16		1.401		1840.29	
Μερικό Σύνολο ή μέσοι όροι			580.00		6294.04	10125.38	16419.42	10887.02	28.31	25.577		26067.64	
Ποσοστό (%)					38.33	61.67				1.508	1.421	1.588	1.504

Πίνακας 2. Μήκη δασικών δρόμων, οδική πυκνότητα και συντελεστές ελιγμών του δασικού οδικού δικτύου που υπάρχει.

Table 2. Length of the forest roads, the road density and the road spatial constant factor.

Η μέση απόσταση μετατόπισης REm υπολογίστηκε ψηφιακά και βρέθηκε ότι κυμαίνεται από 96.34m έως 231.48m. Ειδικότερα υπολογίστηκε ως εξής (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984): Πάνω στη περιοχή μελέτης και στον ψηφιακό χάρτη αυτής, τοποθετήθηκε επίπεδο τετραγωνισμένο πλέγμα (δικτυωτό) πλευράς 100 m. Μετρήθηκε πάνω στον χάρτη που προέκυψε ψηφιακά, η ευθύγραμμη απόσταση κάθε κορυφής των τετραγώνων που ήταν μέσα στην περιοχή έρευνας (δασικά τμήματα 3 και 4) από τον κοντινότερο δασικό δρόμο. Η κάθε κορυφή αποτελεί την θέση υλοτομίας (υλοτόμιο). Έτσι μετράται η ευθύγραμμη απόσταση που διανύεται από την θέση υλοτομίας στον κοντινότερο δασικό δρόμο.

Ο αριθμός των σημείων που χρησιμοποιήθηκαν για την μέτρηση της μέσης απόστασης μετατόπισης ανέρχεται σε 540 που είναι μεγαλύτερος από τον αριθμό που προκύπτει από την σχέση (Stergiadis, Stamou 1982):

$$n \geq \left(\frac{Z_1 - \frac{1}{2}a}{d} \right)^2 * p*(1-p) = \left(\frac{1.96}{0.05} \right)^2 * 0.5*(1-0.5) = 385$$

όπου συμβολίζεται με:

n: το μέγεθος του δείγματος

Z: η τυπική απόκλιση που για πιθανότητα 95% είναι 1.96

p: η πιθανότητα για την οποία η τυπική απόκλιση παίρνει την μεγαλύτερη τιμή (p=0.5)

d: το επιθυμητό σφάλμα 5%.

Επίσης υπολογίστηκε με τη βοήθεια της οριζόντιας απόστασης μετατόπισης και της οδικής πυκνότητας, ο συντελεστής εδάφους για το κατασκευασμένο δίκτυο δασικών δρόμων στα τμήματα 3 και 4 ο οποίος ανέρχεται σε F=2.41.

Ο καθορισμός του ύψους του επιτοκίου αποτελεί καθοριστικό σημείο, επειδή τα χρηματικά κεφάλαια που επενδύονται στη κατασκευή των δρόμων είναι πολύ μεγάλα. Έτσι το επιτόκιο μπορεί να ανέρχεται σε 6% (Στεργιάδης, Καραγιάννης 1980), 6% (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984), 3.5% (Dietz et al 1984), 6% (Καραγιάννης 1991). Με βάση λοιπόν τη βιβλιογραφία, τις Ελληνικές δασοπονικές συνθήκες σε συνδυασμό με τον πληθωρισμό και την οικονομική κατάσταση που επικρατεί σαν επιτόκιο επιλέγεται το 3%.

Η κατασκευή κάθε δασικού δρόμου προκαλεί μείωση της παραγωγικής επιφανείας του δάσους. Η μείωση αυτή εξαρτάται κυρίως από το πλάτος του δασικού δρόμου, τη εγκάρσια κλίση του εδάφους που κατασκευάζεται ο δασικός δρόμος και τις κλίσεις των πρανών του.

Το πλάτος της ζώνης καταλήψεως που καταλαμβάνουν οι δασικοί δρόμοι στη περιοχή έρευνας υπολογίστηκε για την Α' κατηγορία δασικών δρόμων σε 16.65 m, με μήκος 6294.04 m και για την Γ' κατηγορία δασικών δρόμων σε 10.33 m, με μήκος 10125.38 m.

$$\text{Όποτε έχουμε: } b = \frac{6294.04}{16419.42} * 16.65 + \frac{10125.38}{16419.42} * 10.33 = 12.73 \text{ m.}$$

Ο υπολογισμός της αξίας του εδάφους στην περιοχή υπολογίζεται ως εξής: Το κάθε εκτάριο των δασικών τμημάτων παράγει και θα παράγει κατά τη διάρκεια της χρήσης του οδικού δικτύου ορισμένη ποσότητα κατά μέσο όρο κυβικών μέτρων ξύλου, σαν ετήσιο λήμμα. Το λήμμα αυτό αν μετατραπεί σε αξία, με βάση τις τιμές που πωλείται στην αγορά, αποτελεί την ετήσια χρηματική πρόσοδο για ένα εκτάριο. Η χρηματική αυτή πρόσοδος αν θεωρηθεί πως είναι αειφορική, μπορεί με την κεφαλαιοποίησή της, να δώσει την αξία για ένα εκτάριο του δασικού εδάφους μαζί με το ξυλαπόθεμα, σύμφωνα με τον τύπο (Στεργιάδης, Στάμου 1982, Καραγιάννης 1991):

$$B = \frac{A}{0.0p}$$

όπου: A: η ετήσια χρηματική πρόσοδος σε ευρώ/ha

p: το επιτόκιο της κεφαλαιοποίησης

B: η ζητούμενη αξία του εδάφους σε ευρώ/ha.

Τα δάση διαχειρίζονται υποχρεωτικά με βάση την αρχή της αειφορίας των καρπώσεων, πρέπει λοιπόν να γίνει παραδεκτό ότι κάθε δασικό σύμπλεγμα θα παράγει και στο μέλλον τουλάχιστον τόσο λήμμα, εκτός αν σήμερα γίνονται υπερκαρπώσεις για λόγους εξυγίανσης του ξυλαποθέματος. Στην περιοχή όμως μελέτης κάτι τέτοιο δεν συμβαίνει. Επομένως το προβλεπόμενο λήμμα μπορεί να θεωρηθεί σαν το κατώτατο όριο ενός αειφορικού λήμματος.

Η μετατροπή του λήμματος σε χρηματική πρόσοδο πραγματοποιήθηκε με βάση τις τρέχουσες τιμές του έτους 2007. Η αξία ανά m³ λήμματος βασίστηκε στη σύνθεση του λήμματος από τα διάφορα επιμέρους προϊόντα που δίνονται στη διαχειριστική μελέτη

περιόδου 2005-2014 του δημοτικού δάσους Μετσόβου και στις αντιστοιχίες ανά μονάδα προϊόντος για τις τιμές της αγοράς για το έτος 2007.

Από τη διαχειριστική μελέτη περιόδου 2005-2014 για το δημοτικό δάσος Μετσόβου και τα αποληφθέντα προϊόντα στα τμήματα 3 και 4 του δάσους, προκύπτει ότι η αναλογία τεχνικής ξυλείας και καυσόξυλων είναι: 82% τεχνική ξυλεία και 18% καυσόξυλα. Πρόκειται για τεχνική ξυλεία και καυσόξυλα Μαύρης Πεύκης και Οξιάς αντίστοιχα. Στην εν λόγω περιοχή επικρατεί η Μαύρη Πεύκη κατά 96.72% και η Οξιά κατά 3.28%. Οι τιμές για τις αντίστοιχες κατηγορίες δασικών προϊόντων στην αγορά δίνονται στον Πίνακα 3:

Δασ. Προϊόν	Τιμές Δασικών Προϊόντων			
	Τεχνική Ξυλεία (ευρώ/κ.μ.)		Καυσόξυλα (ευρώ/χ.κ.μ.)	
Δασ. Είδος	Μ. Πεύκη	Οξιά	Μ. Πεύκη	Οξιά
Αξία σε ευρώ	52.19	65.55	8.04	17.49

Πίνακας 3. Πίνακας Τιμών Δασικών Προϊόντων.

Table 3. Table of rates of the forest products.

*Πίνακας Διατίμησης Δασικών Προϊόντων Διαχειριστικού έτους 2007. ΦΕΚ.90/Τεύχος Β' /30-1-2007.

Έχουμε:

I. Τεχνική ξυλεία: $0.82(0.9672*52.19+0.0328*65.55)=43.16 \text{ €/m}^3$.

II. Καυσόξυλα: $0.18(0.9672*8.04+0.0328*17.49)*1.49=2.24 \text{ €/m}^3$.

(0.67 συντελεστής μετατροπής των χ.κ.μ. σε m^3 .)

Συνολικά λοιπόν η αξία τεχνικής ξυλείας και καυσόξυλου είναι $43.16+2.24=45.40 \text{ €/m}^3$.

Άρα η ζητούμενη αξία του εδάφους είναι: $B = \frac{1.86*45.40}{0.03} = 2814.8 \text{ €/ha}$ ή 0.28 €/m^2 .

Αν τώρα η εδαφική πρόσδοδος συσχετιστεί με την οδική πυκνότητα που ανάγεται στην ποσότητα του ξύλου (N) που παράγεται στη μονάδα επιφάνειας, τότε προκύπτει η σχέση:

$$K_B = \frac{b * B * 0.0p}{N} * D \quad (2)$$

Όπου $b=12.73\text{m}$

$B=0.28\text{ευρώ/m}^2$

$p=3\%$

$N=$ η παραγόμενη ποσότητα ξύλου $1.86\text{m}^3/\text{ha}$ (Πίνακας 1).

Άρα $K_B = \frac{12.73 * 0.28 * 0.03}{1.86} * D = 0.06D \quad (3)$.

2. Απόσβεση και τόκος του κεφαλαίου που επενδύεται για την κατασκευή των δασικών δρόμων

Το ετήσιο τοκοχρεωλύσιο των εξόδων κατασκευής των δασικών δρόμων σε συνάρτηση με την οδική πυκνότητα και την ετήσια κάρπωση υπολογίζεται από τον τύπο (Στεργιάδης, Καραγιάννης 1980, Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991):

$$K_R = \frac{A}{N} * \frac{1.0p^n * 0.0p}{1.0p^n - 1} * D \quad (4)$$

όπου είναι:

K_R : Ετήσιο τοκοχρεωλύσιο των εξόδων κατασκευής των δασικών δρόμων

A: Κόστος κατασκευής δασικών δρόμων ευρώ/τρ. μ.

D: Οδική πυκνότητα m/ha

n: Διάρκεια σε χρόνια για την απόσβεση των κεφαλαίων που χρειάζονται για την κατασκευή δασικών δρόμων

p: Επιτόκιο σε ποσοστά %

N: Η ποσότητα ξύλου που λαμβάνεται από το δάσος σε m³/ha.

Η χρονική διάρκεια για την απόσβεση των κεφαλαίων που χρειάζονται για την κατασκευή των δασικών δρόμων κυμαίνεται για τους διάφορους ερευνητές. Έτσι ανέρχεται σε 25 χρόνια απόσβεσης (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984), 30 χρόνια (Dietz et al 1984), 30 χρόνια απόσβεσης (Καραγιάννης 1991). Με βάση λοιπόν τη βιβλιογραφία και τις Ελληνικές δασοπονικές συνθήκες ως χρόνος απόσβεσης επιλέγονται τα 30 χρόνια.

Το κόστος κατασκευής των δασικών δρόμων όπως προέκυψε από την επιτόπια έρευνα στην περιοχή του δήμου Μετσόβου και τη ψηφιοποίηση του αλλά και με βάση το τιμολόγιο του ΑΤΕΟ Έργων Οδοποιίας και ΑΤΕΥΔ Υδραυλικών Έργων του 2^{ου} τριμήνου του 2007 (Γ.Γ.Δ.Ε. 2007) ανέρχεται σε 135.64 €/m. για τους δασικούς δρόμου Α' κατηγορίας και σε 10.89 €/m για τους δασικούς δρόμου Γ' κατηγορίας.

$$\text{Άρα: } A = \frac{6294.04}{16419.42} * 135.64 + \frac{10125.38}{16419.42} * 10.89 = 51.51 + 6.75 = 58.29 \text{ €/m.}$$

n= 30 χρόνια, για την απόσβεση των κεφαλαίων που χρειάζονται για την κατασκευή δασικών δρόμων

p= 3%

N= 1.86m³/ha.

Τότε το ετήσιο τοκοχρεολύσιο που προέρχεται από τα έξοδα κατασκευής δασικών δρόμων εκφράζεται σε συνάρτηση με την οδική πυκνότητα από την εξής σχέση:

$$K_R = \frac{58.29}{1.86} * \frac{1.03^{30} * 0.03}{1.03^{30} - 1} * D = 1.59D. \quad (5)$$

3. Δαπάνες συντήρησης

Οι δαπάνες που χρειάζονται για τη συντήρηση των δασικών δρόμων και που επιβαρύνουν κάθε κυβικό μέτρο ξύλου που παράγεται στο δασικό σύμπλεγμα υπολογίζονται από την παρακάτω σχέση (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984, Καραγιάννης 1991):

$$K_{SU} = \frac{Su}{N} * D \quad (6)$$

όπου είναι:

S_U: ετήσιες δαπάνες συντήρησης €/τρ. μ.

N: ετήσια κάρπωση σε m³/ha.

Από την έρευνα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή έρευνας προέκυψε ότι οι ετήσιες δαπάνες συντήρησης ανέρχονται σε 0.42 €/τρ.μ. Το κόστος συντήρησης υπολογίστηκε βάση των τιμών ΑΤΕΟ 2^{ου} τριμήνου 2006.

Επομένως έχουμε:

S_U: 0.42 €/τρ. μ.

N: 1.86 m³/ha.

$$\text{Άρα } K_{SU} = \frac{0.42}{1.86} * D = 0.23D \quad (7).$$

4. Δαπάνες μετατόπισης

Ο υπολογισμός των δαπανών που χρειάζονται για τη μετατόπιση του ξύλου γίνεται με την εφαρμογή της παρακάτω σχέσης που ισχύει στη μονόπλευρη μετατόπιση αφού ο υπολογισμός του κόστους μετατόπισης πραγματοποιείται με βάση το μήκος της σύρτας:

$$K_T = E\pi + E\mu * REt = E\pi + E\mu * \frac{5000}{D} * F * W \quad (8)$$

Όπου συμβολίζουν:

Επ: Τα σταθερά (πάγια) έξοδα της μετατόπισης του ξύλου σε ευρώ/κ. μ.

Εμ: Τα μεταβλητά έξοδα μετατόπισης του ξύλου σε ευρώ/κ. μ./τ.μ.

REt: Την πραγματική μέση απόσταση μετατόπισης

F: Τον συντελεστή εδάφους

W: Τον συντελεστή ελιγμών

Το σταθερό κόστος μετατόπισης Επ είναι ανεξάρτητο από την απόσταση μετατόπισης και εξαρτάται από τη μεταφορά του εξοπλισμού μετατοπίσεως στον τόπο υλοτομίας, τις εργασίες προετοιμασίας, την αναζήτηση των κορμοτεμαχίων που πρόκειται να μετατοπιστούν, τη φόρτωση ή πρόσδεση των κορμοτεμαχίων, την απομάκρυνση τυχόν εμποδίων, το ξεφόρτωμα ή την αποσύνδεση των φορτιών και την αποθήκευσή τους (ταξινόμηση ή στοίβαξη) στον τόπο συγκεντρώσεως.

Το μεταβλητό κόστος μετατόπισης Εμ εξαρτάται από την μέση απόσταση μετατόπισης REt και επηρεάζεται από τις εδαφικές συνθήκες, τις κλιματικές συνθήκες, από τον απολαμβανόμενο όγκο ξύλου στη μονάδα επιφανείας, από τις διαστάσεις των κορμοτεμαχίων, τη μέθοδο και τα μέσα μετατόπισης, τον όγκο του φορτίου, την απόδοση των μετατοπιστών, των ζώων και των μηχανημάτων, την οργάνωση της εργασίας μετατόπισης και την απόσταση μετατόπισης.

Τα έξοδα μετατόπισης του ξύλου (Επ σταθερά και Εμ μεταβλητά) υπολογίζονται με βάση τις Τιμές Ανάθεσης Δασικών Προϊόντων έτους 2007, ΦΕΚ, 85238/137/12-1-2007 που καθορίζονται από τη Δασική Υπηρεσία Μετσόβου για την μετατόπιση ξύλου κωνοφόρων και πλατύφυλλων ειδών με τη βοήθεια γραμμικών εξισώσεων πρώτου βαθμού (Πίνακας 4) για την περίπτωση της μετατόπισης του ξύλου σε απόσταση $x \leq 500\text{m}$, αφού η απόσταση μετατόπισης υπολογίστηκε προηγουμένα και ανέρχεται σε 146.76m.

Κατηγορία ξύλου	Απόσταση (m)	Μ. Πεύκη	Πλατύφυλλα Οξιά
Τεχνικό ξύλο άφλοιο (κ.μ.)	$x \leq 500$	$3.68+1.32x^*$	$4.18+1.60x^*$
Καυσόξυλο άφλοιο (ευρώ/χ.κ.μ./τρ.μ.)	$x \leq 500$	$2.60+0.98x^*$	$3.43+0.98x^*$

Πίνακας 4. Εξισώσεις υπολογισμού δαπανών μετατόπισης του ξύλου σε συνάρτηση απόσταση μετατόπισης που δίνονται από τη Δασική Υπηρεσία, έτος 2007.

Table 4. Equations for calculation of the skidding cost in relation to skidding direction. Forestry Service 2007.

*Τιμές Ανάθεσης Δασικών Προϊόντων έτους 2007, ΦΕΚ, 85238/137/12-1-2007.

*x η απόσταση μετατόπισης σε εκατόμετρα

Στα τμήματα 3 και 4 του δημοτικού δάσους Μετσόβου συμμετέχουν στη σύνθεση των τμημάτων 96.72% κωνοφόρα (Μαύρη Πεύκη) και 3.28% πλατύφυλλα (Οξιά) και το ξύλο που υλοτομείται από τη δασική αυτή περιοχή είναι 82% τεχνική ξυλεία και 18% καυσόξυλα.

α) Σταθερά έξοδα μετατόπισης

I. Τεχνικό ξύλο 82%.

$$E\pi_1 = 0.82(0.9672 * 3.68 + 0.0328 * 4.18) = 3.03 \text{ m}^3$$

II. Καυσόξυλα 18%

$$E\pi_2 = 0.18(0.9672 * 2.6 + 0.0328 * 3.43) * 1.49 = 0.70 \text{ m}^3$$

(0.67 συντελεστής μετατροπής των χ.κ.μ. σε m^3)

Επομένως τα συνολικά σταθερά έξοδα είναι:

$$E\pi = E\pi_1 + E\pi_2 = 3.03 + 0.70 = 3.73 \text{ m}^3$$

β) Μεταβλητά έξοδα μετατόπισης

I. Τεχνικό ξύλο 82%.

$$E\mu_1 = 0.82(0.9672 * 1.32 + 0.0328 * 1.60) = 1.09 \text{ m}^3$$

Π. Καυσόξυλα 18%

$$E_{\mu_2} = 0.18(0.9672 * 0.98 + 0.0328 * 0.98)1.49 = 0.26 \text{ m}^3$$

(0.67 συντελεστής μετατροπής των χ.κ.μ. σε m^3)

Άρα τα συνολικά μεταβλητά έξοδα μετατόπισης είναι:

$$E_{\mu} = E_{\mu_1} + E_{\mu_2} = 1.09 + 0.26 = 1.35 \text{ m}^3$$

Η συνολική εξίσωση υπολογισμού των δαπανών μετατόπισης για τη συγκεκριμένη σύνθεση των τμημάτων 3 και 4 που αναφέρθηκε παραπάνω είναι: $3.73 + 1.35 \text{ REt } \text{€}/\text{m}^3$.

Αν στην εξίσωση αυτή προστεθούν 10% προσαύξηση λόγω κλίσης (μέση κλίση 35-70%) και 10% προσαύξηση λόγω της απόστασης ($\leq 50\text{Km}$) της έδρας των αγοραστών της ξυλείας (Δασικός Συνεταιρισμός Μετσόβου) από το υλοτόμιο.

Έτσι η τελική εξίσωση μετατόπισης γίνεται: $1.2 * (3.73 + 1.35) = 4.48 + 1.62 \text{ REt } \text{€}/\text{m}^3$.

Σταθερά έξοδα μετατόπισης: $4.48 \text{ €}/\text{m}^3$.

Μεταβλητά έξοδα μετατόπισης: $\frac{1.62}{100} * \text{REt} = 0.0162 \text{ REt } \text{€}/\text{m}^3$.

Στον υπολογισμό του συντελεστή εδάφους F λαμβάνεται υπόψη η διαμόρφωση του εδάφους και η επίδραση της στο μήκος των δασικών δρόμων και χρησιμοποιείται για τη διόρθωση της διάταξης των δασικών δρόμων στο έδαφος (Καραγιάννης 1991).

Οι τιμές του συντελεστή εδάφους ή διόρθωσης F ανέρχονται σε 6.65, 3.66 και 6.50 για τα δάση Ασπροποτάμου, Όσσας και Δυτικού Νέστου αντίστοιχα (Stergiadis, Stamou 1982), 2.47 για το δάσος Κρασιάς Γρεβενών (Στεργιάδης, Καραγιάννης 1983-1984), 2.417 για το δάσος Παντελεήμονα-Σκοτίνα (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984) και 2.50 για το δάσος Σαμαρίνας Γρεβενών (Καραγιάννης 1991).

Ο συντελεστής ελιγμών W είναι ο λόγος του πραγματικού μήκους των δασικών δρόμων προς το ευθύγραμμο μήκος αν οι δασικοί δρόμοι ήταν ευθύγραμμοι. Αυτός επηρεάζεται από τη μορφολογία του εδάφους. Οι διάφορες τιμές του ανέρχονται σε 1.49 για το δάσος Κρασιάς Γρεβενών (Στεργιάδης, Καραγιάννης 1983-1984), 1.575 για το δάσος Παντελεήμονα-Σκοτίνα (Στεργιάδης, Δούκας 1983-1984) και 1.50 για το δάσος Σαμαρίνας Γρεβενών (Καραγιάννης 1991).

Οι τιμές των συντελεστών για τη περιοχή έρευνας ανέρχονται σε $F = 2.41$, $W = 1.504$.

Τελικά προκύπτει:

$$K_r = 4.48 + 0.0162 * \frac{5000}{D} * 2.41 * 1.504 = 4.48 + 0.0162 * \frac{18123.2}{D} = 4.48 + \frac{293.6}{D} \quad (9),$$

από την οποία προκύπτει και η τιμή της πραγματικής απόστασης μετατόπισης REt που δίνεται σε συνάρτηση προς την οδική πυκνότητα D από τη σχέση: $\text{REt} = \frac{18123.2}{D}$.

Αποτελέσματα

Οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα έχουμε όταν τα έξοδα μετατόπισης του ξύλου K_r είναι ίσα με τα συνολικά έξοδα κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων K_w , τα οποία για τη περίπτωση μας εκφράζονται σε συνάρτηση με την οδική πυκνότητα D με τη σχέση:

$$K_w = K_B + K_R + K_{SU} = 0.06D + 1.59D + 0.23D = 1.88D$$

Από τα προηγούμενα στοιχεία προκύπτει η τιμή της οικονομικά άριστης οδικής πυκνότητας που υπολογίζεται ως εξής:

$$K_w = K_r$$

$$\text{ή } 1.88D = 4.48 + \frac{293.6}{D}$$

$$\text{ή } 1.88D^2 - 4.48D - 293.6 = 0 \quad (10)$$

Με την επίλυση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης προκύπτει ότι $D_{OIK}=13.75 \text{ m/ha}$, η οποία είναι μικρότερη της $D_{\mu\pi}=28.31\text{m/ha}$, η αρνητική λύση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης απορρίπτεται.

Η θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα προκύπτει όταν τα συνολικά έξοδα κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων K_w μαζί με τα έξοδα μετατόπισης του ξύλου γίνουν ελάχιστα, δηλαδή:

$$K_s = K_w + K_r = \text{ελάχιστα}$$

$$\text{ή } K_s = 1.88D + 4.48 + \frac{293.6}{D} = \text{ελάχιστα.}$$

Η παραπάνω σχέση ισχύει όταν η πρώτη παράγωγος της K_s γίνει ίση με το μηδέν,

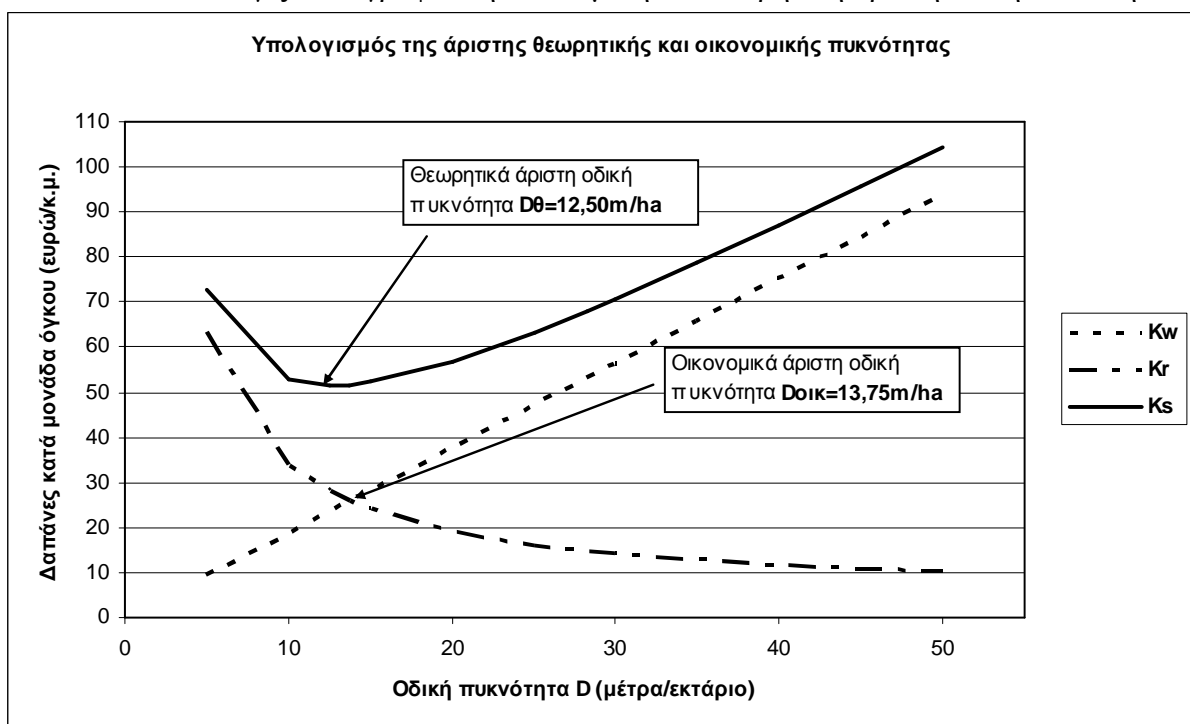
$$\text{ή } \frac{\Delta K_s}{\Delta D} = 0$$

$$\text{ή } 1.88 - \frac{293.6}{D^2} = 0 \quad (11)$$

$$\text{ή } D^2 = \frac{293.6}{1.88}$$

ή $D_{\theta}=12.50\text{m/ha}$, η οποία είναι μικρότερη της $D_{\mu\pi}=28.31\text{m/ha}$, η αρνητική λύση της δευτεροβάθμιας εξίσωσης απορρίπτεται.

Με βάση τα στοιχεία της έρευνας των δασικών τμημάτων 3 και 4 του δημοτικού δάσους Μετσόβου υπολογίζονται η εδαφική πρόσδοδος, το κόστος κατασκευής, το κόστος συντήρησης και το κόστος μετατόπισης αντίστοιχα από τις εξισώσεις (2), (4), (6) και (8) για διάφορες οδικές πυκνότητες (Πίνακας 5). Με τα στοιχεία του Πίνακα 5 προκύπτει το Σχήμα 3 από το οποίο υπολογίζονται γραφικά η οικονομική και θεωρητική άριστη οδική πυκνότητα.



Σχήμα 3. Δαπάνες οδικού δικτύου, μετατόπισης του ξύλου και συνολικές δαπάνες σε σχέση με την οδική πυκνότητα.

Figure 3. Costs of the forest road's network, skidding and total costs in relation to the road density.

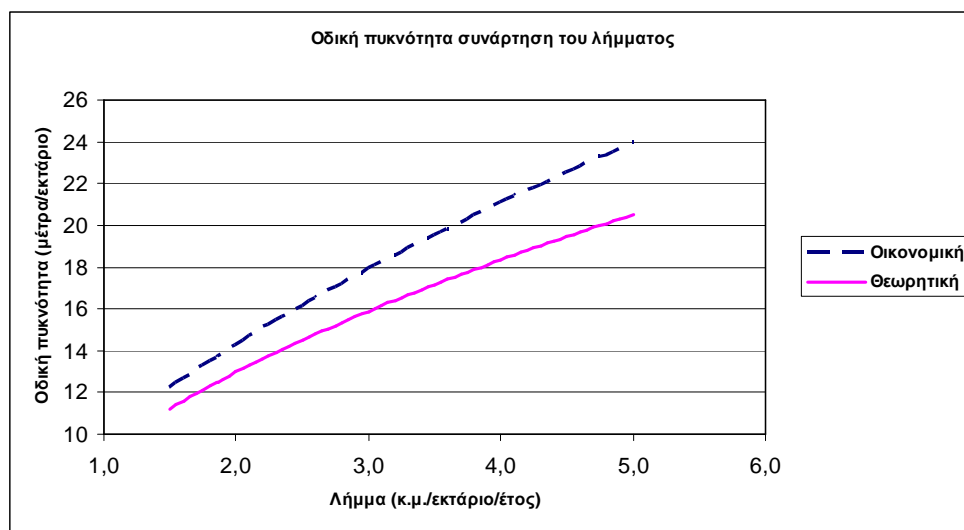
Θεωρητικά ή οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα	Οδική απόσταση	Πραγματική μέση απόσταση μετατόπισης	Δαπάνες κατασκευής οδικού δικτύου (€/m ³)				Δαπάνες μετατόπισης του ξύλου (€/m ³)			Συνολικές δαπάνες	Ποσοστά %		Δεδομένα δασικών τμημάτων 3,4 Δημοτικού Δάσους Δ/Δ Μετσόβου
			Εδαφική πρόσδεση	Κατασκευή δασικών δρόμων	Συντήρηση δασικών δρόμων	Συνολικές δαπάνες κατασκευής & συντήρησης	Σταθερές (πάρτιες)	Μεταβλητές	Σύνολο		K _w	K _r	
D (m/ha)	S=10000F/D (m)	REt=5000FW/D (m)	K _B =0.06D	K _R =1.59D	K _{Su} =0.23D	K _w =K _B +K _R +K _{Su} =1.88D	E _π	E _μ =293.6/D	K _r =E _π +E _μ =4.48+0.0162RE _t /D=4.48+293.6/D	K _s =K _w +K _r =1.88D+4.48+0.0162RE _t /D=1.88D+4.48+293.6/D	K _w	K _r	
1	2	3	4	5	6	7=4+5+6	8	9	10=8+9	11=7+10	12	13	14
5.00	4820.00	3624.64	0.30	7.95	1.15	9.40	4.48	58.72	63.20	72.60	12.95	87.05	Λήμμα H=1.86 m ³ /ha/έτος
10.00	2410.00	1812.32	0.60	15.90	2.30	18.80	4.48	29.36	33.84	52.64	35.71	64.29	Αξία εδάφους B=0.28 €/m ²
12.50	1928.00	1449.86	0.75	19.88	2.88	23.50	4.48	23.49	27.97	51.47	45.66	54.34	Ζώνη κατάληψης δασικού δρόμου b=12.73 m
13.75	1753.36	1318.53	0.82	21.85	3.16	25.84	4.48	21.36	25.84	51.68	50.00	50.00	Επιτόκιο p=3%
15.00	1606.67	1208.21	0.90	23.85	3.45	28.20	4.48	19.57	24.05	52.25	53.97	46.03	Χρόνος απόσβεσης n=30
20.00	1205.00	906.16	1.20	31.80	4.60	37.60	4.48	14.68	19.16	56.76	66.24	33.76	Κόστος κατασκευής δασικών δρόμων A=58.29 €/m
25.00	964.00	724.93	1.50	39.75	5.75	47.00	4.48	11.74	16.22	63.22	74.34	25.66	Κόστος συντήρησης δασικών δρόμων Su=0.42 €/m
28.31	851.29	640.17	1.70	45.01	6.51	53.22	4.48	10.37	14.85	68.07	78.18	21.82	Σταθερό κόστος μετατόπισης E _π =4.48 €/m ³
30.00	803.33	604.11	1.80	47.70	6.90	56.40	4.48	9.79	14.27	70.67	79.81	20.19	Μεταβλητό κόστος μετατόπισης E _μ =0.0162RE _t €/m/m ³
35.00	688.57	517.81	2.10	55.65	8.05	65.80	4.48	8.39	12.87	78.67	83.64	16.36	Συντελεστής εδάφους F=2.41
40.00	602.50	453.08	2.40	63.60	9.20	75.20	4.48	7.34	11.82	87.02	86.42	13.58	Συντελεστής ελιγμών W=1.504
45.00	535.56	402.74	2.70	71.55	10.35	84.60	4.48	6.52	11.00	95.60	88.49	11.51	
50.00	482.00	362.46	3.00	79.50	11.50	94.00	4.48	5.87	10.35	104.35	90.08	9.92	

Πίνακας 5. Υπολογισμός της οικονομικά και θεωρητικά άριστης οδικής πυκνότητας σε συνάρτηση με τις δαπάνες κατασκευής, συντήρησης, μετατόπισης και τις συνολικές δαπάνες.

Table 5. Calculation of the optimum theoretical and economical road density in relation to the construction, the preservation, the skidding and the total costs.

Υπολογίστηκε λοιπόν στα δασικά τμήματα 3 και 4 του δημοτικού δάσους Μετσόβου η υπάρχουσα οδική πυκνότητα δηλαδή η πυκνότητα που προκύπτει από τη σχέση $Du=L/F$ και ανέρχεται σε $Du=28.31\text{m/ha}$, η οικονομική άριστη οδική πυκνότητα η οποία ανέρχεται σε $D_{ΟΙΚ}=13.75\text{m/ha}$ και η θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα που είναι $D_{\Theta}=12.50\text{m/ha}$. Οι δυο τελευταίες υπολογίστηκαν με τη μέθοδο Kroth λαμβάνοντας υπόψη τόσο τις συνολικές δαπάνες κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, καθώς και τις απώλειες της εδαφικής προσόδου όσο και τις συνολικές δαπάνες μετατόπισης του ξύλου (Kroth 1973).

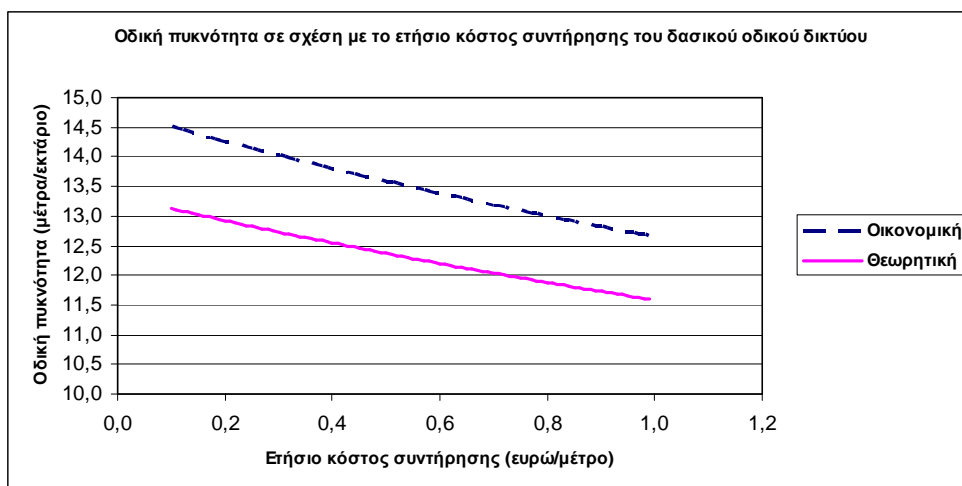
Στο σχήμα 4 φαίνεται πως μεταβάλλεται η θεωρητικά και οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα σε σχέση με το λήμμα N που παράγεται στη περιοχή όταν τα άλλα μεγέθη παραμείνουν σταθερά. Δηλαδή για αξία εδάφους $B=0.28$ ευρώ/ m^2 , ζώνη κατάληψης δασικού δρόμου $b=12.73\text{m}$, επιτόκιο $p=3\%$, χρόνος απόσβεσης $n=30$ έτη, κόστος κατασκευής δασικών δρόμων $A=58.10$ ευρώ/ m , κόστος συντήρησης δασικών δρόμων $Su=0.42$ ευρώ/ m , σταθερό κόστος μετατόπισης $E\pi=4.48$ ευρώ/ m^3 , μεταβλητό κόστος μετατόπισης $E\mu=0.0162REt$ ευρώ/ m^3 , συντελεστή εδάφους $F=2.41$, συντελεστή ελιγμών $W=1.504$.



Σχήμα 4. Η οδική πυκνότητα σε συνάρτηση με το λήμμα N στη περιοχή μελέτης.

Figure 4. The road density in relation to the lemma N of the research area.

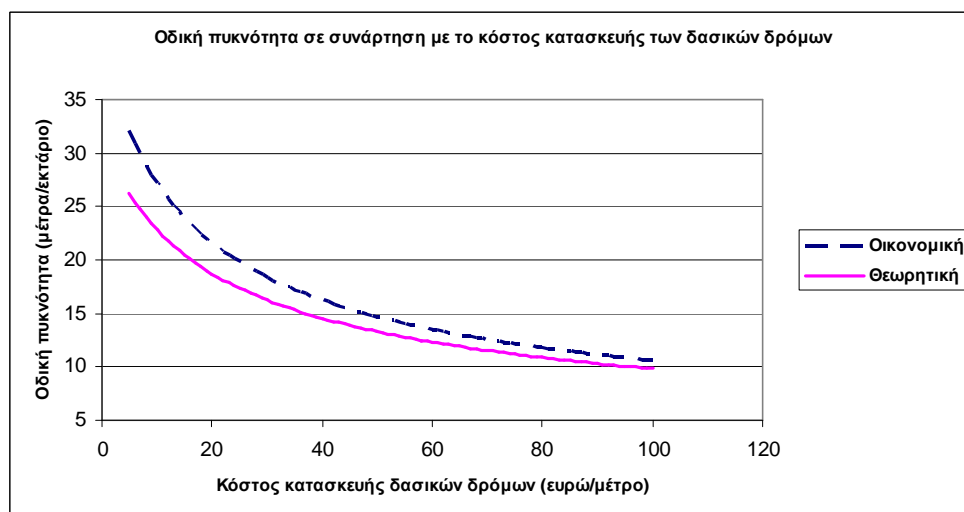
Στο Σχήμα 5 δίνεται πως μεταβάλλεται η θεωρητικά και οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα σε σχέση με το ετήσιο κόστος συντήρησης που απαιτείται για τη συντήρηση των δασικών δρόμων Α' και Γ' κατηγορίας στη περιοχή και όταν τα άλλα μεγέθη παραμείνουν σταθερά. Δηλαδή για λήμμα $N=1.86\text{m/ha}$, αξία εδάφους $B=0.28$ ευρώ/ m^2 , ζώνη κατάληψης δασικού δρόμου $b=12.73\text{m}$, επιτόκιο $p=3\%$, χρόνος απόσβεσης $n=30$ έτη, κόστος κατασκευής δασικών δρόμων $A=58.10$ ευρώ/ m , σταθερό κόστος μετατόπισης $E\pi=4.48$ ευρώ/ m^3 , μεταβλητό κόστος μετατόπισης $E\mu=0.0162REt$ ευρώ/ m^3 , συντελεστή εδάφους $F=2.41$, συντελεστή ελιγμών $W=1.504$.



Σχήμα 5. Η οδική πυκνότητα σε συνάρτηση με το ετήσιο κόστος συντήρησης των δασικών δρόμων στη περιοχή έρευνας.

Figure 5. The road density in relation to the annual forest road's preservation cost of the research area.

Στο σχήμα 6 πως μεταβάλλεται η θεωρητικά και οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα σε σχέση με το κόστος κατασκευής των δασικών δρόμων Α' και Γ' κατηγορίας στη περιοχή και όταν τα άλλα μεγέθη παραμείνουν σταθερά. Δηλαδή για λήμμα $N=1.86\text{m/ha}$, αξία εδάφους $B=0.28\text{ ευρώ}/\text{m}^2$, ζώνη κατάληψης δασικού δρόμου $b=12.73\text{ m}$, επιτόκιο $p=3\%$, χρόνος απόσβεσης $n=30\text{ έτη}$, κόστος συντήρησης δασικών δρόμων $S_u=0.42\text{ ευρώ}/\text{m}$, σταθερό κόστος μετατόπισης $E_p=4.48\text{ ευρώ}/\text{m}^3$, μεταβλητό κόστος μετατόπισης $E_m=0.0162\text{ Ret ευρώ}/\text{m}^3$, συντελεστή εδάφους $F=2.41$, συντελεστή ελιγμών $W=1.504$.

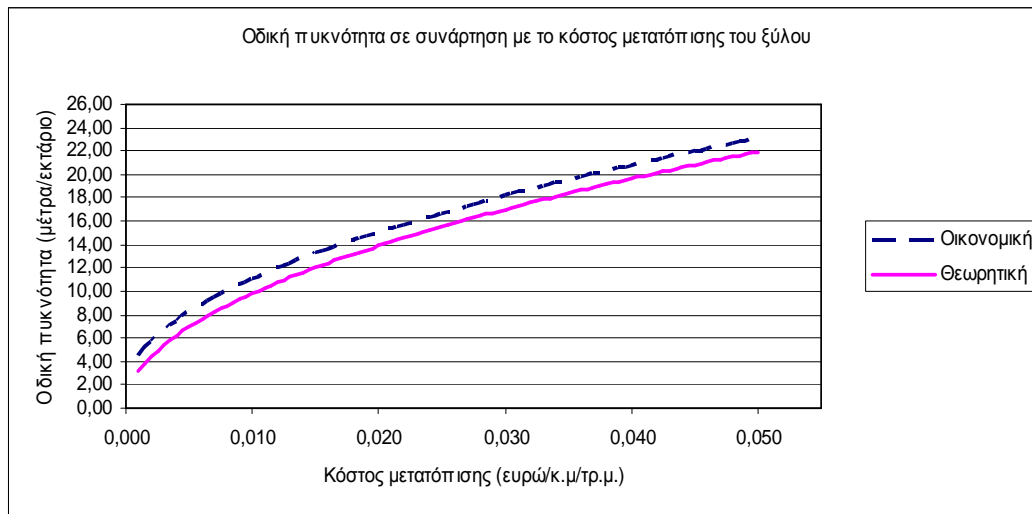


Σχήμα 6. Η οδική πυκνότητα σε συνάρτηση με το κόστος κατασκευής των δασικών δρόμων στη περιοχή έρευνας.

Figure 6. The road density in relation to the forest road's construction cost of the research area.

Στο σχήμα 7 φαίνεται πως μεταβάλλεται η θεωρητικά και οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα σε σχέση με το κόστος μετατόπισης του ξύλου στη περιοχή και όταν τα άλλα μεγέθη παραμείνουν σταθερά. Δηλαδή για λήμμα $N=1.86\text{m/ha}$, αξία εδάφους $B=0.28\text{ ευρώ}/\text{m}^2$, ζώνη κατάληψης δασικού δρόμου $b=12.73\text{ m}$, επιτόκιο $p=3\%$, χρόνος απόσβεσης $n=30\text{ έτη}$, κόστος κατασκευής δασικών δρόμων $A=58.10\text{ ευρώ}/\text{m}$, κόστος συντήρησης δασικών δρόμων

$S_u=0.42$ ευρώ/m, σταθερό κόστος μετατόπισης $E_p=4.48$ ευρώ/m³, συντελεστή εδάφους $F=2.41$, συντελεστή ελιγμών $W=1.504$.



Σχήμα 7. Η οδική πυκνότητα σε συνάρτηση με το κόστος μετατόπισης του ξύλου στη περιοχή έρευνας.

Figure 7. The road density in relation to the skidding cost of the research area.

Συζήτηση- Συμπεράσματα

Με βάση τα αποτελέσματα της εργασίας προκύπτει ότι:

1. Όσο αυξάνει το λήμμα τόσο αυξάνει η θεωρητικά άριστη και η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα.

Η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα αυξάνεται με μεγαλύτερο ρυθμό από την θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα με την αύξηση του λήμματος. Έτσι αύξηση του λήμματος περίπου κατά 60% προκαλεί αύξηση της θεωρητικής άριστης οδικής πυκνότητας κατά 28% και της οικονομικής άριστης οδικής πυκνότητας κατά 31%. Αύξηση του λήμματος κατά 100% προκαλεί αύξηση της θεωρητικής άριστης οδικής πυκνότητας περίπου κατά 44% και της οικονομικής άριστης οδικής πυκνότητας περίπου κατά 47.6%.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι το λήμμα επηρεάζει σημαντικά την άριστη οδική πυκνότητα. Επομένως με την αειφορική καλλιέργεια των δασών θα προκύψει αύξηση του λήμματος ποιοτική και ποσοτική. Το ετήσιο λήμμα σχετίζεται με την αξία της παραγωγικής δασικής επιφάνειας. Το ετήσιο λήμμα που παράγεται στη παραγωγική δασική επιφάνεια, επηρεάζει την εδαφική πρόσοδο η οποία μειώνεται κατά τη κατασκευή των δασικών δρόμων (κατασκευή του καταστρώματος και των πρηνών) και κατά συνέπεια μείωση του λήμματος θα προκαλέσει και μείωση των εξόδων μετατόπισης του ξύλου. Τα έξοδα μετατόπισης αυξάνονται με πολύ μεγαλύτερο ρυθμό από την απώλεια της εδαφικής προσόδου, η οποία θα προέλθει από την κατασκευή των δασικών δρόμων. Αυτό συμβαίνει γιατί η αποτίμηση της χρηματικής αξίας της δασικής επιφάνειας κατά την κατασκευή των δασικών δρόμων εκτιμήθηκε μόνο βάση της χρηματικής αξίας της ξυλείας (του ετήσιου λήμματος) που παράγεται στη δασική επιφάνεια και θα συνεχίσει να παράγεται (αρχή της αειφορίας, βάση της οποίας γίνεται η διαχείριση) και όχι όλων των υπολοίπων θετικών επιδράσεων (όπως π.χ. αναπυχή, υδρονομική σημασία, προστασία από πυρκαγιές, οικολογική αξία κ.α.) που θα προέλθουν από την κατασκευή των δρόμων και οι οποίες είναι δύσκολο να αποτιμηθούν σε χρηματικές μονάδες αλλά ωστόσο επηρεάζουν την αξία της δασικής επιφάνειας.

2. Με την αύξηση του κόστους συντήρησης μειώνεται τόσο η θεωρητικά άριστη όσο και η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα. Έτσι όταν το κόστος συντήρησης αυξηθεί κατά 50% η θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα ελαττώνεται περίπου κατά 2% και η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα περίπου κατά 2%. Όταν το κόστος συντήρησης αυξηθεί κατά 100% η θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα ελαττώνεται περίπου κατά 5.5% και η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα περίπου κατά 5.5%. Ο ρυθμός μείωσης της οικονομικά και θεωρητικά άριστης οδικής πυκνότητας είναι ίδιος καθώς αυξάνει το ετήσιο κόστος συντήρησης των δασικών δρόμων. Στις εργασίες συντήρησης συγκαταλέγονται εργασίες όπως η ισοπέδωση του καταστρώματος και ο καθαρισμός-μόρφωση τάφρου τριγωνικής διατομής. Το κόστος των εργασιών αυτών είναι αρκετά χαμηλότερο από το κόστος των εργασιών που απαιτούνται για τη κατασκευή του δασικού οδικού δικτύου και χαμηλότερο επίσης από τις δαπάνες που απαιτούνται για τη μετατόπιση της παραγόμενης ξυλείας.
3. Με την αύξηση του κόστους κατασκευής αρχικά μειώνεται τόσο η θεωρητικά άριστη όσο και η οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα με μεγάλο ρυθμό ενώ στη συνέχεια ο ρυθμός ελαττώνεται (δηλαδή η κλίση της εφαπτομένης των καμπύλων). Ο ρυθμός μείωσης της θεωρητικά άριστης όσο και της οικονομικά άριστης οδικής πυκνότητας είναι μεγάλος μέχρι τις τιμές 20-25 ευρώ/μέτρο και στη συνέχεια αρχίζει να ελαττώνεται. Τα συνολικά έξοδα κατασκευής των δασικών δρόμων ισούνται με την απώλεια στην εδαφική πρόσοδο (K_B) και το ετήσιο τοκοχρεολύσιο των εξόδων κατασκευής των δασικών δρόμων (K_R).
4. Με την αύξηση του κόστους μετατόπισης παρατηρούμε ότι αυξάνεται τόσο η οικονομική όσο και η θεωρητική άριστη οδική πυκνότητα και μάλιστα με τον ίδιο ρυθμό.
5. Η υπάρχουσα οδική πυκνότητα για το κατασκευασμένο δασικό οδικό δίκτυο ($D_{\text{υπ}}=28.31\text{m/ha}$) είναι μεγαλύτερη τόσο από την οικονομικά άριστη οδική πυκνότητα ($D_{\text{οικ}}=13.75\text{m/ha}$) όσο και από τη θεωρητικά άριστη οδική πυκνότητα ($D_{\text{θ}}=12.50\text{m/ha}$). Αυτό συμβαίνει γιατί κατά τον υπολογισμό της θεωρητικά άριστης οδικής πυκνότητας χρησιμοποιούνται τύποι, οι οποίοι εκφράζουν ένα ιδανικό δίκτυο δασικών δρόμων, στο οποίο οι δασικοί δρόμοι είναι παράλληλοι μεταξύ τους. Κάτι τέτοιο όμως δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα για τα δασικά τμήματα 3 και 4 του δημοτικού δάσους Μετσόβου. Από την κατασκευή επίσης των δασικών δρόμων εξυπηρετούνται και πολλές άλλες δραστηριότητες που δημιουργούν έμμεσες ωφέλειες ή την παραγωγή ωφέλιμων υπηρεσιών όπως π.χ. διακίνηση προσωπικού, μεταφορά υλικών, ανάπτυξη αναψυχής, προστασία από πυρκαγιές κ.ά. Ακόμη το παραπάνω γεγονός οφείλεται στη μεγάλη άνοδο των δαπανών κατασκευής (K_R) και συντήρησης (K_{SU}) των δασικών δρόμων που παρατηρείται τα τελευταία χρόνια στην Ελλάδα χωρίς να υπάρχει ανάλογη αύξηση στις δαπάνες μετατόπισης (K_r).
6. Μειονέκτημα στον υπολογισμό με την μέθοδο Kroth της οικονομικής ($D_{\text{οικ}}$) και της θεωρητικά άριστης οδικής πυκνότητας ($D_{\text{θ}}$) είναι ότι δεν μπορούν να αποτιμηθούν σε χρηματικές μονάδες οι θετικές επιδράσεις των έργων διάνοιας στη δασική εκμετάλλευση. Οι θετικές επιδράσεις που δημιουργούνται είναι: i) η προστασία από πυρκαγιές, ii) η ανάπτυξη πρώτα της τοπικής και κατόπιν της εθνικής οικονομίας (προσέγγιση των απaráμιλλης ομορφιάς δασικών τοπίων, ανάπτυξη αναψυχής, προσέγγιση γεωργικών εκτάσεων, μεταφορά γεωργικών προϊόντων, τροφοδότηση αγοράς με ξύλο, βελτίωση συγκοινωνίας με την επέκταση του επαρχιακού δικτύου, βελτίωση αγοράς εργασίας και δημιουργία νέων θέσεων εργασίας κ.ά.) iii) η

διαχείριση υδάτινων πόρων (εύκολη προσέγγιση πηγών και υδρομαστεύσεων, κατασκευή έργων απόσβεσης χειμάρρων), iv) η συμβολή στην άμυνα της χώρας v) η συμβολή στη λιβαδοπονία κ.α. Ωστόσο οι επιδράσεις αυτές καθορίζουν το μέγεθος της προσφοράς της διάνοιξης στην εκμετάλλευση και την προστασία των δασών και δεν συμβάλλουν όμως στον υπολογισμό της (Doικ) και (Dθ), που γίνεται με βάση μόνο τα έσοδα που θα προκύψουν από τη μετατόπιση του ξύλου. Αντιθέτως λαμβάνονται υπόψη κατά τον υπολογισμό της (Doικ) και (Dθ) το κόστος κατασκευής και συντήρησης των δασικών δρόμων, το κόστος μετατόπισης του ξύλου και η απώλεια της εδαφικής προσόδου.

Βιβλιογραφία

- Γ.Γ.Δ.Ε., Αναλυτικές Τιμές Έργων Οδοποιίας (Α.Τ.Ε.Ο), 2ου Τριμήνου 2006, ΥΠΕΧΩΔΕ, Αθήνα, 2006.
- Γιαννούλας, Β., Διάνοιξη δάσους με σύγχρονα μέσα-Τεχνοοικονομικές, περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Διδακτορική Διατριβή, Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, ΑΠΘ, Θεσσαλονίκη. Σελ. 268, 2001.
- Δούκας, Κ., Δασικές Κατασκευές και Φυσικό Περιβάλλον. Εκδόσεις Γιαχούδη, Θεσσαλονίκη. σελ. 406, 2004.
- Δρόσος, Β., Αξιολόγηση μέσων και μεθόδων κατάρτισης Δασικού Κτηματολογίου, Διδακτορική Διατριβή, Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη. Σελ 136-145, 2000.
- Becker, G., Walderschliessung auf dem Prüfstand. AFZ 1995, Vol. 9: 482-483. BLV Verlagsgesellschaft mbH München, 1995.
- Dietz, P., Knigge, W., Löffler, H., Walderschliessung, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 1984.
- Heinimann, H., Umweltverträglichkeit forstlicher Erschließungen - Konzept für die Abwicklung, die Analyse und die Bewertung. S. Z. F., 145, S.139-157, 1994.
- Καραγιάννης, Ε., Διάνοιξη δάσους με την μέθοδο της δικτυωτής ανάλυσης σε συνδυασμό με την οικονομικοτεχνική μετατόπιση του ξύλου και με άλλες δασοπονικές δραστηριότητες σε ορεινά δάση της Ελλάδος, Διδακτορική διατριβή, Επιστημονική Επετηρίδα Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Παράρτημα αριθμ. 5 του ΛΓ' Τόμου, Θεσσαλονίκη. Σελ. 196-204, 1991.
- Καραγιάννης Ε., Η αδρομερής διάνοιξη των ορεινών δασών της Ελλάδας και η προστασία του περιβάλλοντος. Επιστημονική Επετηρίδα, Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη. Τόμος ΛΕ/2, Αρ. 24. Σελ. 745-784, 1992.
- Καραγιάννης Ε., Σημειώσεις διάνοιξης δάσους και μεταφοράς του ξύλου. Υπηρεσία δημοσιευμάτων. Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη, 1999.
- Kroth, W., Entscheidungsgrundlagen bei Walderchliessungsinvestitionen. Fw. Cbl. Jg. 87, H. 4: 237-248, 1973.
- Sedlak, O., Walderschliessung und Naturschutz. Allgemeine Forstzeitung, Wien, 1993, 7(2): 8-11, 1993.
- Στεργιάδης, Γ., Καραγιάννης, Κ., Το οδικό δίκτυο στο δασικό σύμπλεγμα της Όσσας (Das Wegenetz im Forstkomplex von Ossa). Επιστημονική Επετηρίδα της Γεωπονικής και Δασολογικής Σχολής-Δασολογικό Τμήμα, Α.Π.Θ., Τόμος 22/6, σελ. 161-220, Θεσσαλονίκη, 1980.
- Στεργιάδης, Γ., Στάμου, Ν., Το δίκτυο δασικών δόμων και η άριστη οδική πυκνότητα στο ελληνικό δάσος. Επιστημονική επετηρίδα της σχολής Δασολογίας και φυσικού Περιβάλλοντος. Α.Π.Θ. Τόμος ΚΕ':19-103, 1982.

- Στεργιάδης, Γ., Δούκας, Κ., Το δίκτυο δασικών δρόμων και η άριστη οδική πυκνότητα στο σύμπλεγμα δημόσιων δασών Παντελεήμονα-Σκοτίνας (Κάτω Ολύμπου), Επιστημονική Επετηρίδα, Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Τόμος ΚΕ, σελ. 17-103, Θεσσαλονίκη, 1983-1984.
- Στεργιάδης, Γ., Καραγιάννης, Ε., Το οδικό δίκτυο στο δασικό σύμπλεγμα Κρανιάς-Μοναχιτίου Γρεβενών. Επιστημονική Επετηρίδα, Σχολής Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Α.Π.Θ., Τόμος ΚΣΤ/ΚΖ, σελ. 583-669, Θεσσαλονίκη, 1983-1984.
- United Nations, Earth Summit: Agenda 21, The United Nations Programme of Action from Rio. The final text of agreements negotiated at the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED), Rio de Janeiro, Brasil, 3-14 June, 1992.

Orthological forest road opening up works of the mountainous region of Metsovo with a view to the sustainable development

St. Tampekis, PhD, Forester-Environmentalist, A.U.Th.

Ev. Karagiannis, Associate Professor, A.U.Th.

Faculty of Forestry and Natural Environment

Laboratory of Mechanical Science and Topography, A.U.Th.

V. Giannoulas, Assistant Professor, A.U.Th.

Laboratory of Mechanical Science and Topography, A.U.Th.

Faculty of Forestry and Natural Environment

Abstract

The forest complex of the Municipality of Metsovo reveals all the characteristics of a typical mountainous forest in Greece.

The ecosystems of the mountainous regions are sensitive to changes, they change rapidly and most of the times they are environmentally downgraded (U.N. 1992). The forest road opening up works of the mountainous regions compose one of the most important anthropogenic interferences to the natural environment. However it is still considered to be necessary and unavoidable for the orthological management and the protection of the forest ecosystems (Sedlak 1993, Heinmann 1994, Becker 1995). The orthological management of the natural assets of the mountainous regions, the socioeconomic development of the human assets as well as the construction of necessary infrastructures compose the necessary requirements for the success of their development. Nevertheless this development should occur in respect to the natural environment with the minor interference so as the sustainable development of mountainous regions to be achieved.

The viable development of the mountainous regions is achieved with the sustainable management of the forest ecosystems. This principle composes the base of the forest politics in Greece. The sustainable management of the forests requires of course the existence of the necessary substructure (integrated forest opening up). The construction of the forest road networks causes effects to the forest ecosystem and to the environment in general. These effects can only be partly restored, but in most of the cases it is impossible, since the country's productive forests are located mainly in the mountainous areas with strong topographic adverse territorial conditions and uneven distribution of the forest vegetation. These factors may cause many difficulties to the planning, to the mapping out and to the construction of the forest roads. This fact demands particular study of the conditions that prevail to each region

separately and of the factors that affect the forest road opening up works or they are affected by it, so as to draft integrated plans of the forest opening up works taking under consideration the preservation of the environment (Karagiannis 1992, Giannoulas 2001, Doucas 2004).

The purpose of this work is the integrated forest opening up of the mountainous region of the Municipality of Metsovo taking under consideration the technical, economical, ecological and social criteria of this region. For the achievement of the goals of the study there have been set forestry elements (wood supply, wood increment and lemma), financial elements (cost construction and preservation of the forest roads, logging cost and the value of earth of the coverage zone) and territorial elements. With the elaboration of the above data, the optimum road density has been determined as well as the relevance with them (Stergiadis and Doucas 1983-1984, Karagiannis 1991, 1992, 1999).