



ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΓΕΩΡΓΙΚΟΣ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ «ΔΗΜΗΤΡΑ»

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ
ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ
ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΚΟΙΝΩΦΕΛΩΝ ΕΡΓΩΝ



ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΔΑΣΟΛΟΓΙΑΣ &
ΦΥΣΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

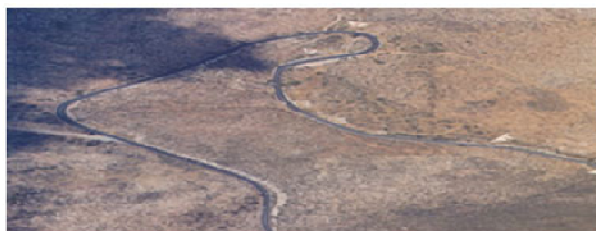
Workshop με Θέμα:

*«Αποκατάσταση Δασικού Οικοσυστήματος & Τοπίου
μετά από Φυσικές Καταστροφές ή άλλες Επεμβάσεις –*

Επίδειξη Καλών Πρακτικών»

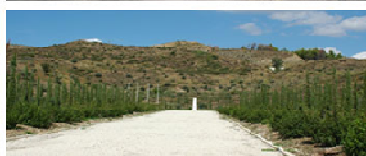
Αθήνα 14 & 15 Οκτωβρίου 2013

ΒΙΒΛΙΟ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ



Αποκατάσταση της δασικής έκτασης Αγ. Μαρίνας – Ν. Μάκρης του Πεντελικού Όρους

Επιμέλεια έκδοσης: Δρ. Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Ευαγγελία Τσάρτσου



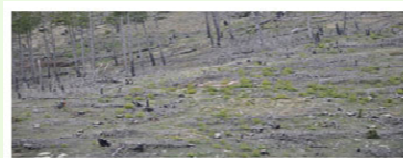
Το τοπίο του αρχαιολογικού χώρου της Ολυμπιάς μετά την αποκατάσταση



Αποκατάσταση λατομείου στη Μήλιο με αυτοφυή φυτά



Το παλιό πέλαμο της Ολυμπιάδας Χαλκιδικής πριν την αποκατάσταση



Το δάσος Μαύρης Πεύκης στον Πάρωνα πριν την Πυρκαγιά

Η επιστημονική συνάντηση αποτελεί αποκλειστική δωρεά του Ιδρύματος «Σταύρος Νιάρχος» (www.SNF.org), στο πλαίσιο της υποστήριξής του προς τον Ελληνικό Οργανισμό Ανάπτυξης Κοινοφελών Έργων, για την αναδάσωση μέρους του Πεντελικού όρους.

ΒΙΒΛΙΟ ΠΕΡΙΛΗΨΕΩΝ

Workshop με θέμα

«Αποκατάσταση Δασικού Οικοσυστήματος & Τοπίου μετά από Φυσικές Καταστροφές ή άλλες Επεμβάσεις – Επίδειξη Καλών Πρακτικών»

Ξενοδοχείο Divani Caravel

Αθήνα 14 & 15 Οκτωβρίου, 2013

- Διοργάνωση: Ελληνικός Οργανισμός Ανάπτυξης Κοινωφελών Έργων
Σε συνεργασία με το
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (ΙΜΔΟ&ΤΔΠ)
του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού «ΔΗΜΗΤΡΑ»
και το
Τμήμα Δασολογίας και Φυσιού Περιβάλλοντος
του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης
- Υπεύθυνη Διοργάνωσης: Ευαγγελία Τσάρτσου, Δασολόγος- Περιβαλλοντολόγος (M.Sc.)
Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού Περιβαλλοντικών Δράσεων
Υπουργείο Περιβάλλοντος, Ενέργειας και Κλιματικής Αλλαγής
- Επιμέλεια έκδοσης: Γαβριήλ Ξανθόπουλος, Αναπληρωτής Ερευνητής (Ph.D.) ΙΜΔΟ&ΤΔΠ, και
Ευαγγελία Τσάρτσου, Δασολόγος- Περιβαλλοντολόγος (M.Sc.)

Το workshop αποτελεί αποκλειστική δωρεά του Ιδρύματος «Σταύρος Νιάρχος» (www.SNF.org), στο πλαίσιο της υποστήριξής του προς τον Ελληνικό Οργανισμό Ανάπτυξης Κοινωφελών Έργων, για την αναδάσωση μέρους του Πεντελικού όρους.

Το παρόν βιβλίο διατίθεται δωρεάν από τον δικτυακό τόπο του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (www.fria.gr) και τον δικτυακό τόπο του Υ.Π.Ε.Κ.Α. (www.ypeka.gr) και απαγορεύεται οποιαδήποτε εμπορική χρήση.

Οκτώβριος 2013

**1^η Θεματική Ενότητα: «Αποκατάσταση Δασικού Οικοσυστήματος & Τοπίου μετά από
Φυσικές Καταστροφές»**

**Η φωτιά στα Μεσογειακά δάση: Συμβολή της οικολογικής γνώσης
σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον**

Μαργαρίτα Αριανούτσου – Φαραγγιτάκη

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας – Ταξινομικής, 15784 Αθήνα
e-mail: marianou@biol.uoa.gr, <http://uaeco.biol.uoa.gr>

Λέξεις κλειδιά: φωτιά, Μεσογειακό κλίμα, προσαρμογές φυτών

Το Μεσογειακό κλίμα χαρακτηρίζεται από χειμωνιάτικες κυρίως βροχοπτώσεις και από ζεστά και άνυδρα καλοκαίρια. Το κλιματικό αυτό πρότυπο δημιουργεί σχετικά μεγάλης διάρκειας περιόδους ξηρασίας. Η βλάστηση, η οποία αναπτύσσεται υπό τις συνθήκες αυτές είναι ξηροφυτική, δηλαδή διαθέτει χαρακτηριστικά που αφενός μεν την καθιστούν «ξηρή» αφετέρου όμως την εφοδιάζουν με προσαρμογές που τη βοηθούν να αντιμετωπίσει τη χαμηλή διαθεσιμότητα νερού τη θερμή και ξηρή περίοδο του θέρους. Οι ισχυρά εναλλασσόμενες κλιματικές συνθήκες που χαρακτηρίζουν το Μεσογειακό κλίμα προκαλούν αποξήρανση της βλάστησης, καθιστώντας την ιδιαίτερα εύφλεκτη σ' όλη τη διάρκεια του καλοκαιριού. Ένα σχετικά μεγάλο ποσοστό της χερσαίας επιφάνειας της χώρας (~40%) καλύπτεται από αυτό το είδος της βλάστησης των Μεσογειακών οικοσυστημάτων.

Η χώρα μας αντιμετωπίζει κάθε χρόνο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες αρκετά περιστατικά πυρκαγιών. Αν και το φαινόμενο είναι συχνό, ορισμένα χρόνια είναι ιδιαίτερα οξύ, τόσο λόγω της εκδήλωσης πολλών και μεγάλων περιστατικών πυρκαγιών (2000, 2007, 2009) όσο και από το είδος της βλάστησης που καίγεται (ορεινά οικοσυστήματα, 2007). Έχει τεκμηριωθεί ότι τόσο ο αριθμός όσο και η έκταση των καιόμενων εκτάσεων σχετίζεται εκτός από τις κλιματικές και με τις κοινωνικοοικονομικές συνθήκες μιας περιοχής (Moreira et al. 2011). Σήμερα δεχόμαστε πως τα Μεσογειακά οικοσυστήματα έχουν εξελιχθεί σε άμεση σχέση με τη φωτιά.

Έχοντας υποστεί την επανειλημμένη δράση της φωτιάς στην πορεία της εξέλιξής τους τα φυτικά είδη των Μεσογειακών περιβαλλόντων έχουν αναπτύξει ειδικές προσαρμογές αντιμετώπισης της δράσης της, εξασφαλίζοντας την παρουσία τους στο χώρο και στο χρόνο. Τα φυτά διαθέτουν δύο βασικούς μηχανισμούς απόκρισης στη δράση της φωτιάς:

- α) Βλαστητική αναγέννηση του ίδιου καμένου ατόμου και
- β) Εγκατάσταση νέων ατόμων μετά τη φύτευση σπερμάτων (Arianoutsou 1999, Bond and van Wilgen 1996, Whelan 1995).

Η γνώση των μηχανισμών των φυτικών ειδών που απαντούν σε ένα δασικό οικοσύστημα ή σε ένα θαμνώνα είναι ιδιαίτερα σημαντική τόσο για την αξιολόγηση της δυνατότητας φυσικής αναγέννησης όσο και για την επιλογή της μεταπυρικής διαχείρισης. Σε αυτό το σημείο η συμβολή της επιστήμης της Οικολογίας είναι ιδιαίτερα σημαντική.

Στην παρούσα εισήγηση θα αναπτυχθούν οι βασικοί μηχανισμοί απόκρισης των φυτοκοινοτήτων των οικοσυστημάτων στη φωτιά και θα διερευνηθεί η δυνατότητα διατήρησης της ικανότητας αναγέννησης υπό τις συνθήκες που δημιουργεί ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον, τόσο κοινωνικο-οικονομικά όσο και κλιματικά.

Βασική βιβλιογραφία

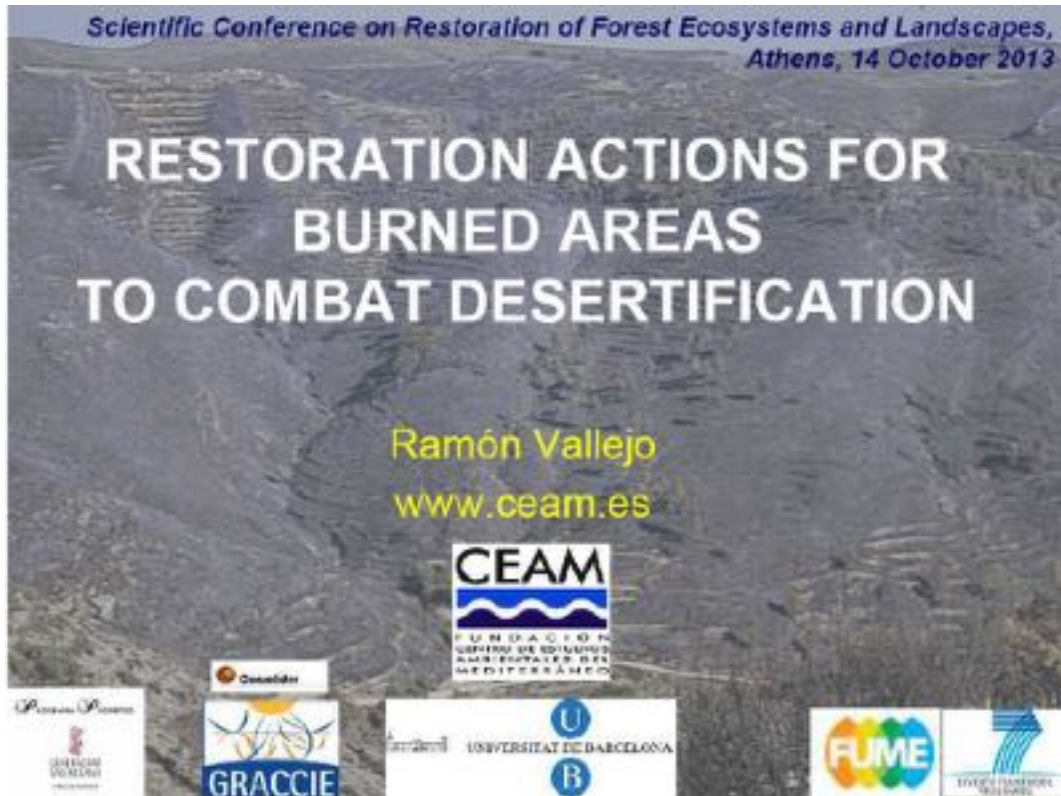
- Arianoutsou, M., 1999. Effects of fire on vegetation demography. Proceedings of the International Symposium on “Forest Fires: Needs and Innovations” (DELFI), November 18-19, 1999, Athens, Greece. Published by CINAR S.A., Athens, Greece, under the auspices of the European Commission DG XII. 419 p.
- Bond, W.J., van Wilgen B.W., 1996. Fire and Plants. Springer, 196 pages.
- Moreira, F., Viedma O., Arianoutsou M., Curt C., Koutsias N., Rigolot E., Barbati A., Corona P., Vaz P., Xanthopoulos G., Mouillot F., Bilgili E., 2011. Landscape-wildfire interactions in Southern Europe: implications for landscape management. *Journal of Environmental Management*, 92, 2389-2402, doi:10.1016/j.jenvman.2011.06.028
- Whelan, R.J., 1995. The ecology of fire. Cambridge Studies in Ecology. Cambridge University, Cambridge.

Δράσεις αποκατάστασης καμένων εκτάσεων για την καταπολέμηση της ερημοποίησης

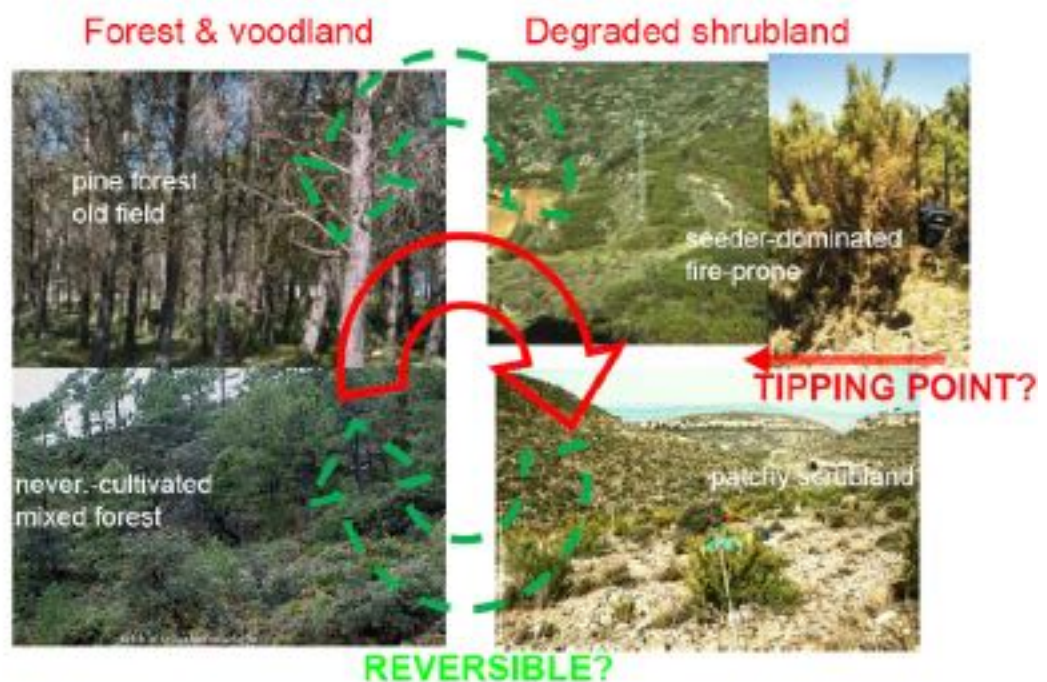
Ramon Vallejo Calzada

University of Barcelona, Faculty of Biology, Spain

www.ceam.es, e-mail: vvallejo@ub.edu



RECURRENT FIRES MAY TRIGGER CATASTROPHIC SHIFTS ..



An approach to assess post-fire restoration needs

- Definition of management objectives for burned areas:
 - Avoid damages (erosion, flash floods)
 - Increase resilience & biodiversity
 - Prevent new fires
- Identification of fire-vulnerable ecosystems
 - Prediction of runoff & soil erosion risk
 - Prediction of dominant species regeneration capability(resilience, regeneration rate) as a **f**(fire severity & land and ecosystem characteristics)
- Timely application of specific techniques to mitigate degradation and assist regeneration

Fire vulnerability in Europe

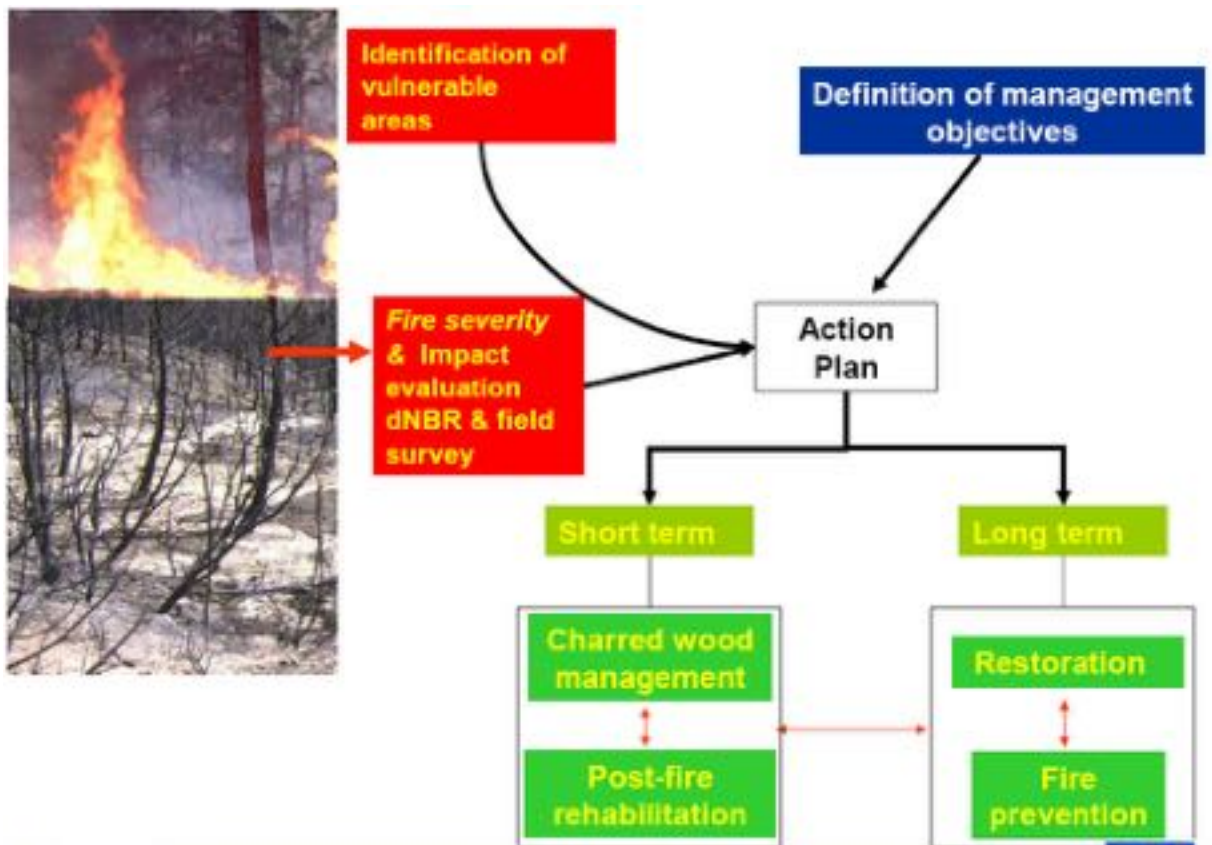


Forest Fire vulnerability – Current Situation

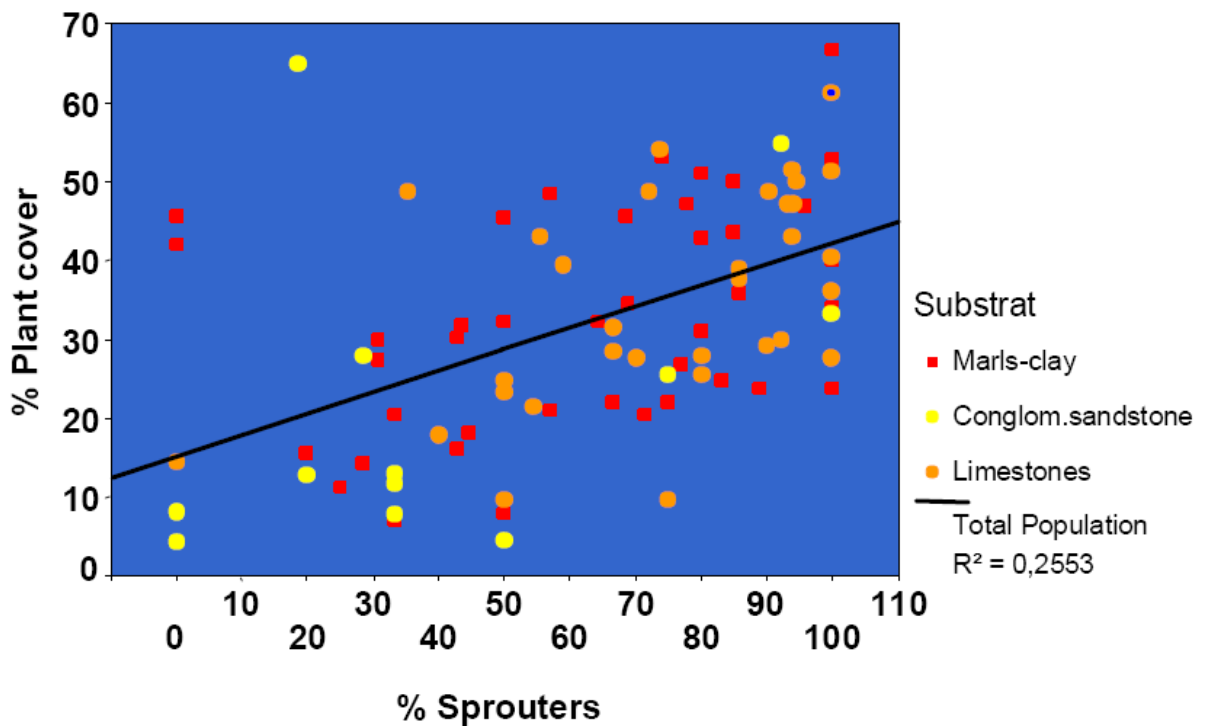


2100 projection using IPCC(2007) projections on wildfire risk and drought (Duguy et al., 2013)

Post fire Restoration Assessment



The key factor in ecosystem recovery in the Mediterranean:
the abundance of resprouter species

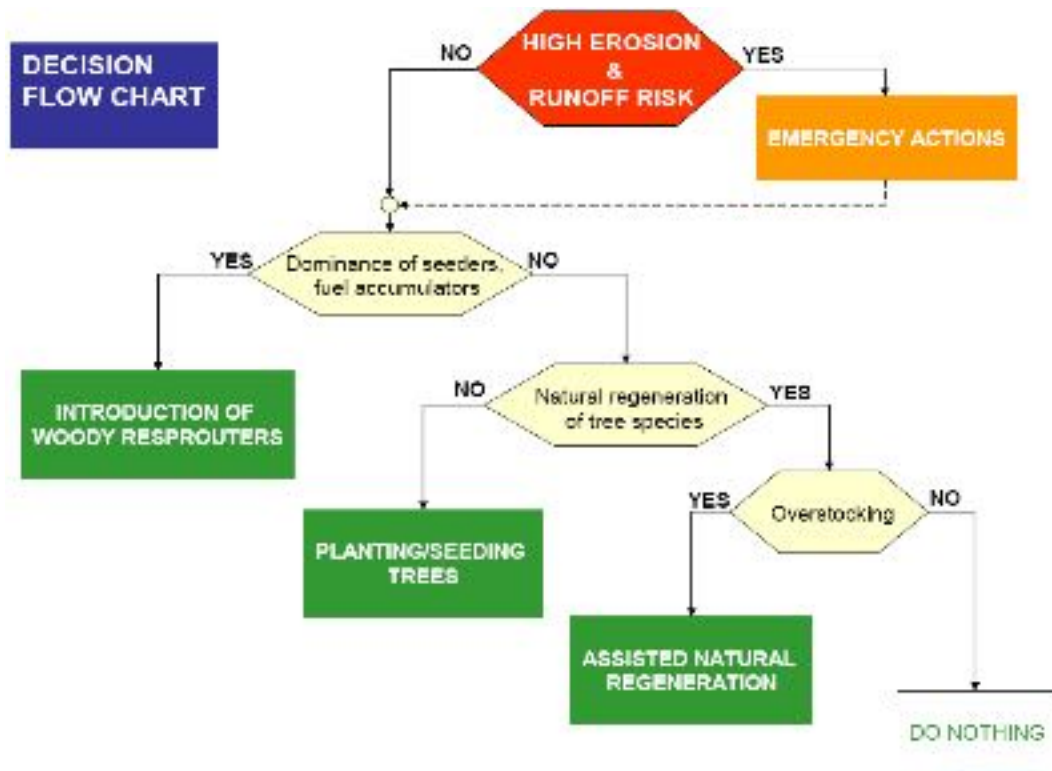




Post-fire Actions (Why, Where, When, How)

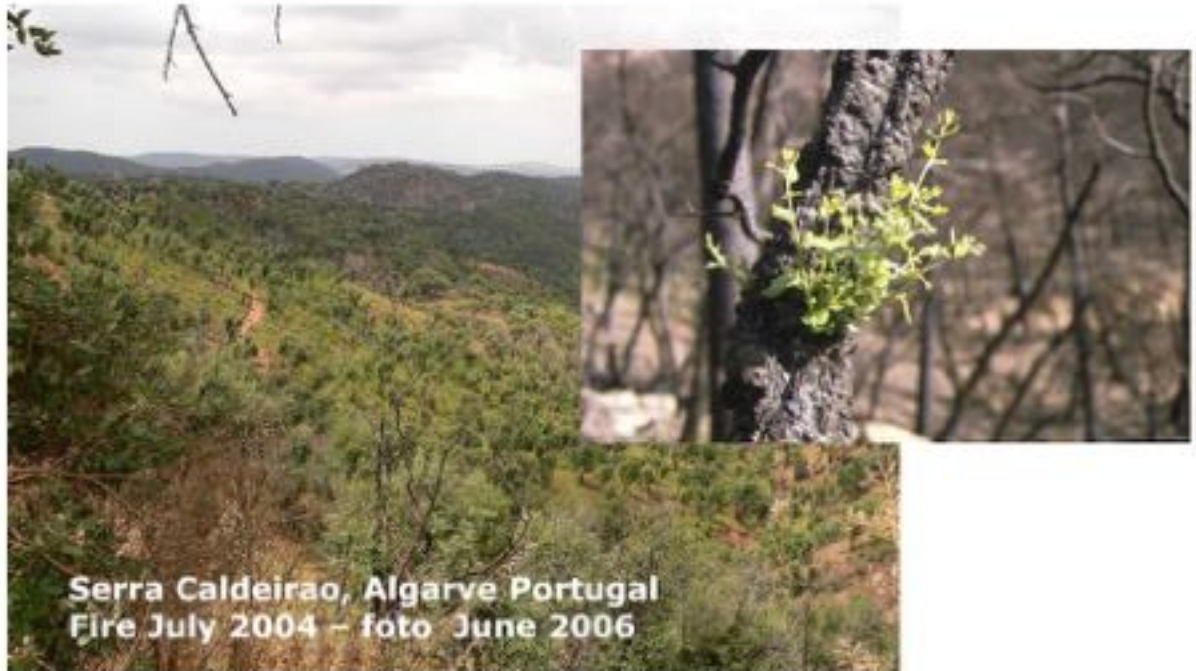
According to: Degradation risk

Objectives → Assuming general ecological objectives



1) Do nothing:

fast and complete natural regeneration
low erosion & runoff risk



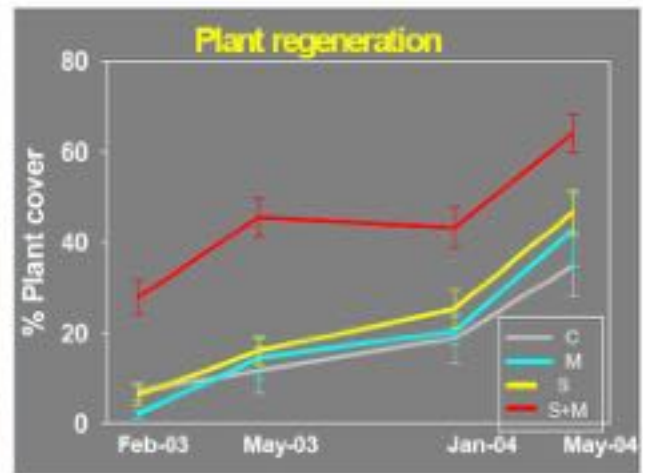
2) Emergency rehabilitation:

degraded land
high erosion & runoff risk
low plant cover recovery rate
high values at risk



**mulching, seeding + mulching, soil amendments
for immediate soil protection**

Emergency seeding



May 2003, 7 months after fire and after treatment application

S+M: Seeding + Mulch

S: Seeding

M: Mulch without seeding

2b) Emergency rehabilitation:

high erosion & runoff risk

low plant cover recovery rate

high values at risk

economic interest in logs & pest control (?)



Salvage logging → log dams, branch barriers (contour felling)

Charred logs extraction



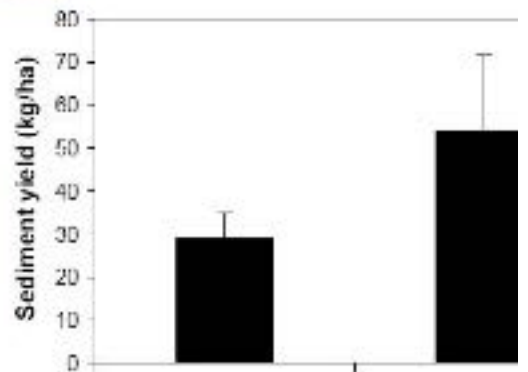
Up to 51 Mg ha year⁻¹ soil loss



Silt-fence used to monitor sedi



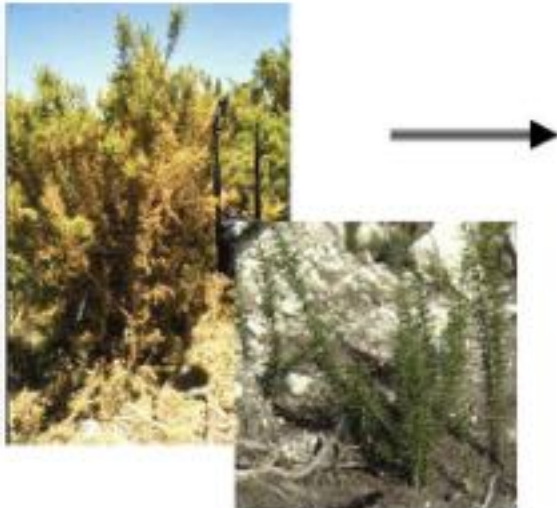
Total sediment yield produced in control and treated areas during the monitoring period: July 2005-April 2006



3) (re)Introduction of woody resprouters

(to increase fire resilience):

understory dominated by woody seeders - colonizers - high fuel accumulators
oldfields (often)



**Planting resprouters
tall shrubs & trees**

4) Recovery of forest

stand-replacing fires
lack of seed sources in unburned patches
shrublands, oldfields
management objective



**Plantation of tree species:
conifers + hardwoods combined**

SPECIES DIVERSIFICATION

Pistacia lentiscus



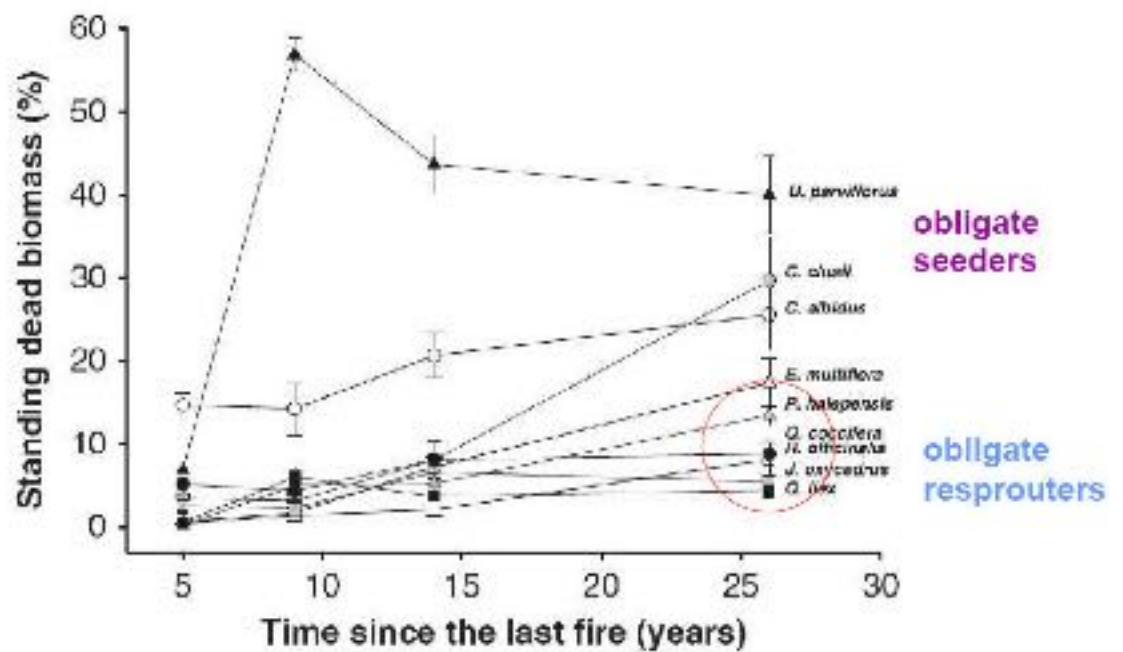
Arbutus unedo



Rhamnus alaternus



Dynamics of total standing dead fuel after fire



Baeza et al. 2011

Species and provenance selection, seedling quality,
soil preparation, conditioners, facilitation/competition,

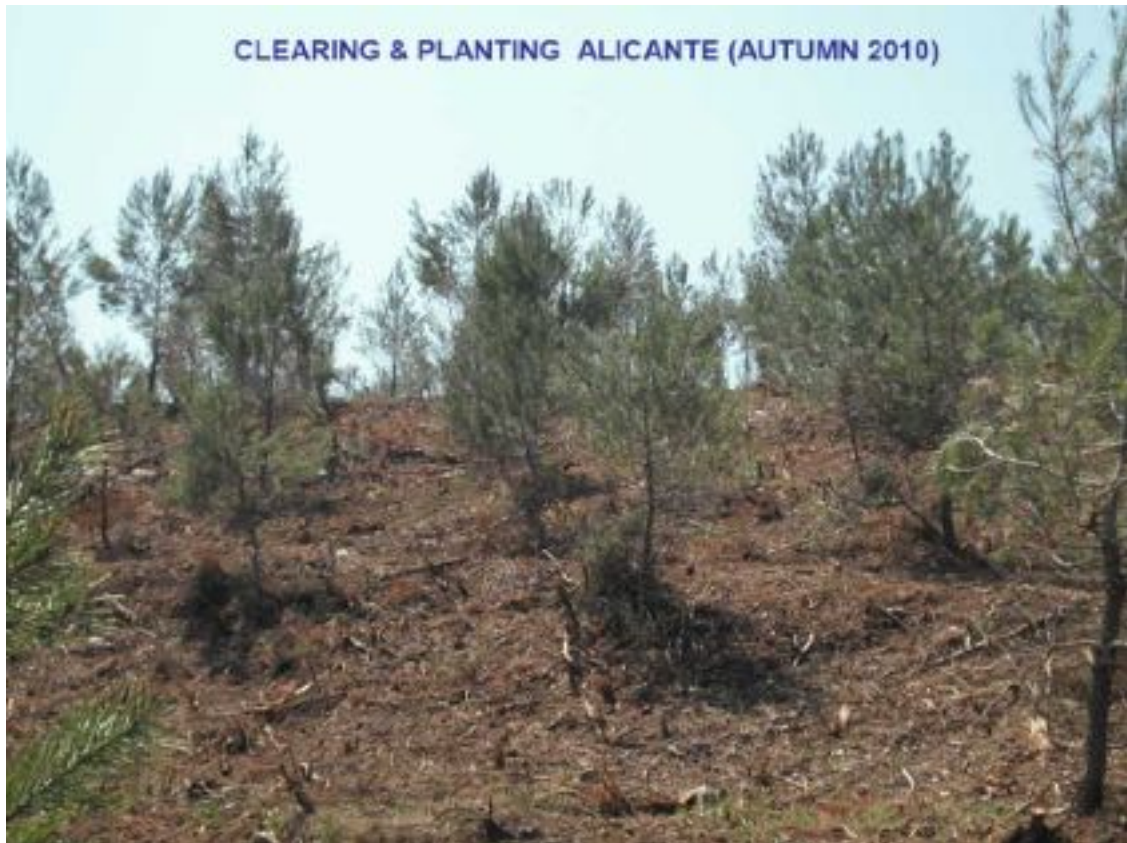


4b) Recovery of forest (assisted natural regeneration)

overstocking → thinning ,....
cleaning of stools in coppices



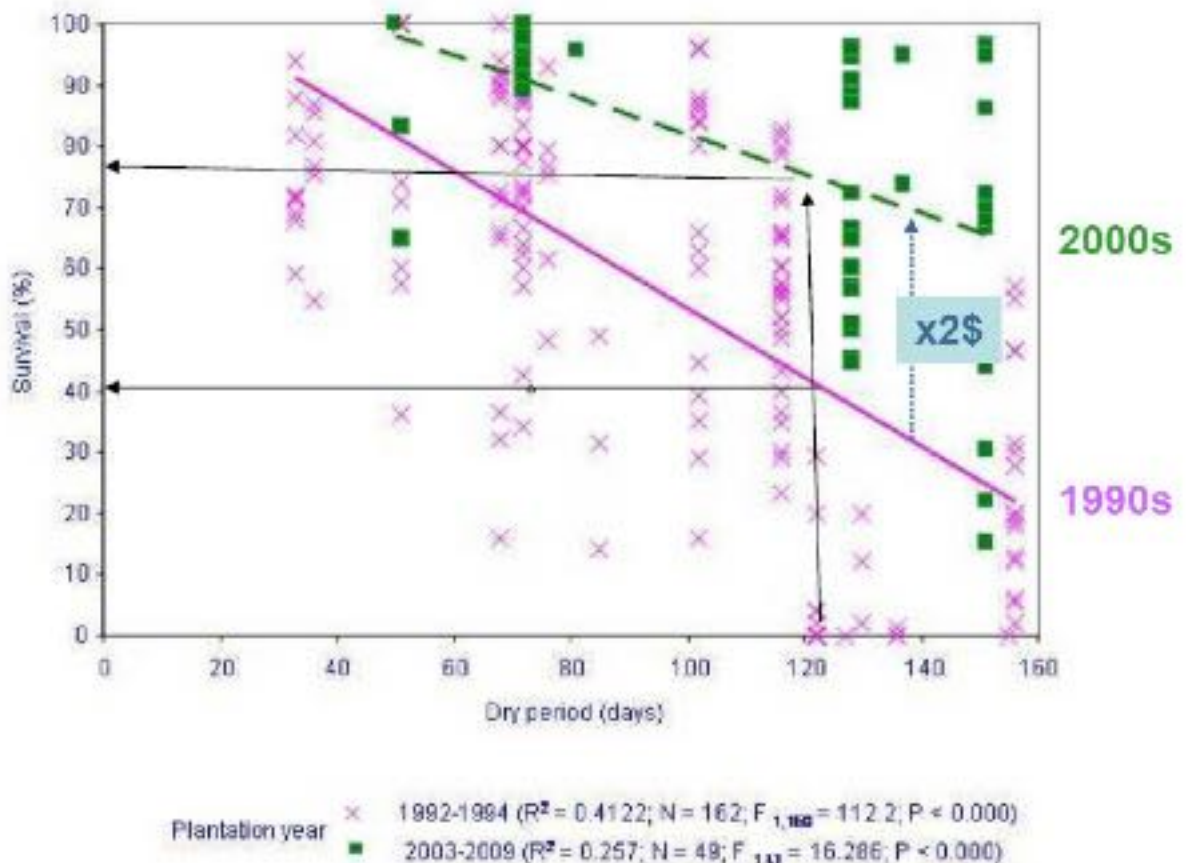
Excessive post-fire pine regeneration *Pinus halepensis*



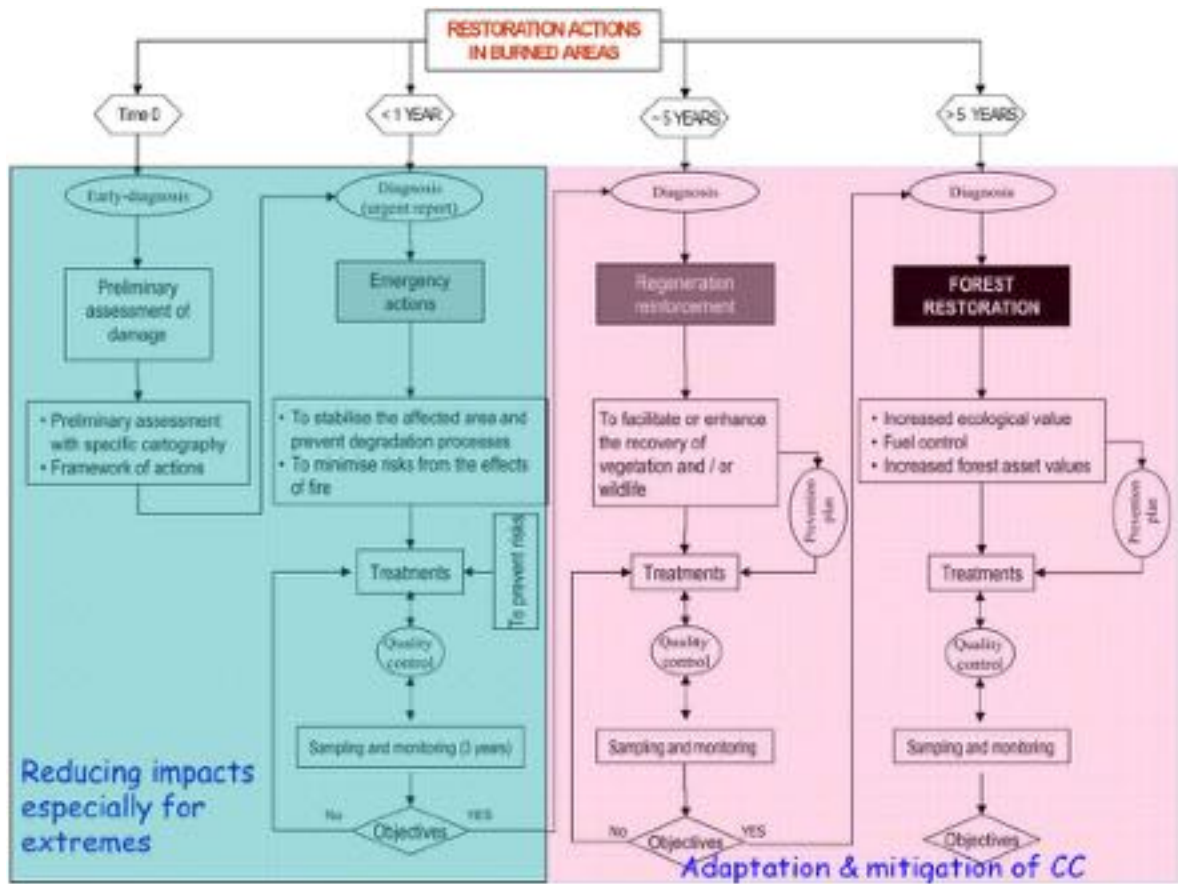
MAIN ECOSYSTEMS DESERVING POST-FIRE RESTORATION IN THE MEDITERRANEAN BASIN

- Previously degraded lands by other pressures (overgrazing, cultivation-abandonment, fuelwood & timber exploitation, charcoal production – including uprooting of sclerophyllous species)
- Plant communities dominated by obligate seeders – often oldfields
- Erodible soils & steep slopes - often developed on soft substrates: marls, granites, shales,...
- Areas suffering recurrent, short-interval fires

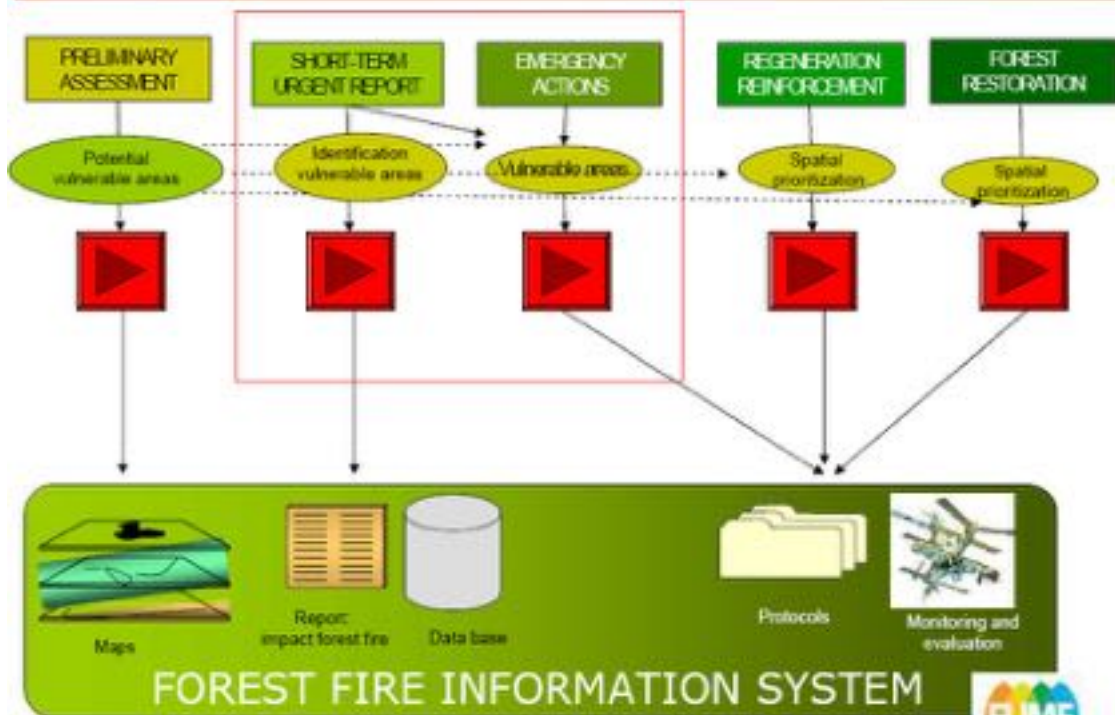
THE COST OF PLANTATION QUALITY IMPROVEMENT SEEDLING SURVIVAL VS DROUGHT DURATION 1st PLANTATION YEAR



Vallejo et al., 2012



POST-FIRE DECISION SUPPORT SERVICE



**Η συμβολή των κορμοδεμάτων, κλαδοπλεγμάτων και κορμοφραγμάτων
στην προστασία του εδάφους και την αποκατάσταση της βλάστησης
μετά από πυρκαγιά**

Γαβριήλ Ξανθόπουλος

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ»
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 115 28 Αθήνα, e-mail: gxnrte@fria.gr

Λέξεις κλειδιά: Μεταπυρική αποκατάσταση, κορμοδέματα, κλαδοπλέγματα,
κορμοφράγματα

Εισαγωγή

Κάθε δασική πυρκαγιά προκαλεί μία διαταραχή στο δασικό οικοσύστημα που καίγεται. Η σημαντικότητα της διαταραχής μπορεί να είναι μικρή ή μεγάλη καθώς εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που αφορούν το μέγεθος της καμένης έκτασης, το είδος και τα χαρακτηριστικά της βλάστησης που κάηκε, τις φυσιογραφικές συνθήκες της περιοχής και βέβαια τα χαρακτηριστικά της πυρκαγιάς. Όλοι αυτοί οι παράγοντες αλλά και οι γενικότερες συνθήκες στην ευρύτερη περιοχή όπου λαμβάνει χώρα μια δασική πυρκαγιά επηρεάζουν άμεσα το μέγεθος των καταστροφών, τα πρωτογενή και δευτερογενή οικολογικά αποτελέσματα, τις οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες, κλπ.

Μία από τις σημαντικότερες επιπτώσεις μιας δασικής πυρκαγιάς μπορεί να είναι η δευτερογενής απώλεια εδάφους που λαμβάνει χώρα με τις πρώτες σημαντικές βροχοπτώσεις μετά το συμβάν. Αυτό συμβαίνει εξ' αιτίας μεταβολών στις ιδιότητες του εδάφους λόγω της επίδρασης της εκλυόμενης θερμότητας με το πέρασμα της φωτιάς (π.χ. δημιουργία υδρόφοβου στρώματος στο έδαφος) και στην απώλεια του προστατευτικού μανδύα της βλάστησης ο οποίος καταστρέφεται σε μικρότερο ή μεγαλύτερο βαθμό.

Είναι προφανές ότι μετά από μια πυρκαγιά είναι απαραίτητο να εξετασθεί η ανάγκη για τη λήψη μέτρων με στόχους την ανακούφιση του πληθυσμού από τις καταστροφές, την αποκατάσταση των ζημιών σε υποδομές, την πρόληψη τυχόν δευτερογενών επιπτώσεων και την ανόρθωση του καμένου οικοσυστήματος. Τα μέτρα αυτά είναι πολλών ειδών. Ανάμεσά τους έχουν ιδιαίτερη σημασία η τύχη της ιστάμενης καμένης ξυλείας, η προστασία από τη διάβρωση του εδάφους και τις πλημμύρες και η εξασφάλιση της επανάκαμψης της δασικής βλάστησης είτε με φυσική αναγέννηση είτε με τεχνητή αναδάσωση. Κατά κανόνα όλα τα παραπάνω είναι αλληλένδετα και μάλιστα με αρκετά περίπλοκο τρόπο. Έτσι απαιτείται σοβαρή μελέτη για να υπάρξει ένα ικανοποιητικό αποτέλεσμα με κατά το δυνατό μικρότερο κόστος.

Η παρούσα εργασία εξετάζει τη χρήση κορμοδεμάτων, κλαδοπλεγμάτων και κορμοφραγμάτων στα πλαίσια των προσπαθειών μεταπυρικής αποκατάστασης. Η κατασκευή τέτοιων έργων αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα και συνηθέστερα μέτρα που λαμβάνονται για την προστασία των καμένων περιοχών στη χώρα μας κατά τα τελευταία έτη. Η εργασία επικεντρώνεται στη συμβολή τους στην προστασία του εδάφους και στην αποκατάσταση της βλάστησης μετά από πυρκαγιά.

Ορισμοί - Περιγραφή

Τα κορμοδέματα, τα κλαδοπλέγματα και τα κορμοφράγματα κατασκευάζονται με βασική ύλη τους κορμούς και το κλαδόξυλο των απονεκρωθέντων δένδρων. Κατά τον Στεφανίδη (2009) η διάρκεια ζωής τους είναι 3-5 έτη μετά την πάροδο των οποίων αυτοκαταστρέφονται λόγω σήψης αφού έχουν ήδη επιτελέσει το σκοπό τους.

Τα κλαδοπλέγματα (ή κλαδοσωροί) (εικόνα 1) κατασκευάζονται κατά κανόνα με συγκέντρωση σε γραμμές παράλληλα με τις ισοϋψείς κλαδιών προερχόμενων από τα καμένα δένδρα μετά τη ρίψη τους. Οι κλαδοσωροί αυτοί πρέπει να έχουν ύψος περί τα 70 cm και πλάτος 1-1,5 m. Η προτεινόμενη απόσταση μεταξύ των γραμμών είναι 10 m. Δεν συνιστάται η κατασκευή τους σε εδάφη με κλίση μεγαλύτερη του 30% (Στεφανίδης 2009). Για να αποφευχθεί η παράσυρσή τους πρέπει να κατασκευάζονται πίσω από τα εναπομένοντα πρέμνα των δένδρων μετά την κοπή τους ή να δημιουργείται πάκτωση στο έδαφος με στύλους ανά τακτά διαστήματα.



Εικόνα 1. Κλαδόπλεγμα στα Σελήνια Σαλαμίνας

Τα κορμοδέματα κατασκευάζονται κατά κανόνα χρησιμοποιώντας κορμούς από τα νεκρά ιστάμενα δένδρα (εικόνα 2). Για να είναι αποτελεσματικά τα κορμοδέματα οι κορμοί πρέπει να έχουν διάμετρο τουλάχιστον 20 εκ. Μετά τη ρίψη και αποκλάδωσή τους οι κορμοί τοποθετούνται παράλληλα με τις ισοϋψείς και στηρίζονται, για να μην κυλίσουν, στα πρέμνα των υλοτομημένων δένδρων στα οποία προσδένονται με σύρμα. Όταν δεν υπάρχουν πρέμνα σε βολικές θέσεις για τη στήριξη των κορμών χρησιμοποιούνται πάσσαλοι που μπηγόνται στο έδαφος. Ενδεικτική απόσταση μεταξύ των γραμμών των κορμοδεμάτων είναι τα 10 m. Σε σχετικά μεγαλύτερες κλίσεις (30-50%) η απόσταση αυτή μειώνεται ενώ σε μικρότερες κλίσεις μπορεί να αυξηθεί. Έχει μεγάλη σημασία η καλή εφαρμογή των κορμών στο έδαφος ώστε να μην περνάει το νερό από κάτω. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται πέτρες και κλαδιά για να κλείσουν τα μεγαλύτερα κενά που στη συνέχεια επικαλύπτονται με χώμα που συμπιέζεται ώστε να κλείσουν τα τυχόν εναπομένοντα διάκενα. Μία αύλακα βάθους μερικών εκατοστών που διανοίγεται στο έδαφος 30-60 εκατοστά υψηλότερα (αντιστρόφως ανάλογα προς την κλίση) με στόχο τη διάρρηξη του υδρόφοβου στρώματος του εδάφους ώστε να υπάρχει διήθηση του νερού προς τα κατώτερα στρώματα, προσφέρει επίσης το απαραίτητο χώμα για το κλείσιμο των διακένων κάτω από τον κορμό.

Τα κορμοφράγματα (εικόνες 2 και 3) κατασκευάζονται σε μικροχαραδρώσεις με κορμούς από τα καμένα ιστάμενα δένδρα, διαμέτρου τουλάχιστον 20 cm, οι οποίοι τοποθετούνται ο ένας επί του άλλου μέχρι ύψος 1-1,5 m και στερεώνονται στην κοίτη με πασσάλους κατά προτίμηση από ανθεκτικό ξύλο (π.χ. καστανιά), ενώ στις δύο άκρες του φράγματος οι κορμοί

εισχωρούν στο έδαφος των πρανών. Στα ανάντη τους τοποθετείται πλέγμα κλαδιών για τη συγκράτηση φερτών υλών και νερού ενώ στα κατόντη τους δημιουργείται συγκέντρωση ογκολίθων και σύνδεση με σκυρόδεμα για την αποφυγή υποσκαφής (Στεφανίδης 2009).



Εικόνα 2. Κορμοδέματα και κορμοφράγματα που δημιουργήθηκαν για την προστασία του εδάφους του Κρόνιου λόφου στην Ολυμπία.



Εικόνα 3. Συγκράτηση εδάφους από κορμοφράγμα στον Κρόνιο λόφο στην Ολυμπία

Ιστορικό εφαρμογής

Στην Ελλάδα, κατά την τελευταία εικοσαετία, η πρώτη εκτεταμένη χρήση μεταπυρικής προστασίας του εδάφους με τις παραπάνω τεχνικές έγινε μετά τη μεγάλη πυρκαγιά της Πεντέλης της 21-25^{ης} Ιουλίου 1995. Η καταστροφική εκείνη πυρκαγιά που έκαψε περί τις 62.000 στρέμματα κυρίως ώριμου δάσους χαλεπίου πεύκης (*Pinus halepensis*) (Ξανθόπουλος 2002) δημιούργησε ισχυρές εντυπώσεις στον πληθυσμό του λεκανοπεδίου και πίεση για αποκατάσταση της καμένης περιοχής. Με δεδομένο ότι η καμένη έκταση εγκυμονούσε προφανείς κινδύνους πλημμυρών για τις κοινότητες της Νέας Μάκρης και της Ραφήνας, υπήρξε άμεση κινητοποίηση για την εκπόνηση μελέτης αποκατάστασης και για την εξεύρεση πόρων εφαρμογής της. Αξιοποιώντας προηγούμενη εμπειρία από κατασκευή κορμοδεμάτων μετά από πυρκαγιά κοντά στο χωριό Μενίδι βορείως της Αμφιλοχίας που είχε κριθεί ως επιτυχής, η μελέτη πρότεινε τη δημιουργία κορμοδεμάτων σε επιλεγμένες πλαγιές. Μέχρι τον Νοέμβριο κατασκευάστηκαν από τη Δασική Υπηρεσία περισσότερα από 800 τρέχοντα

χιλιόμετρα κορμοδεμάτων στις πλαγιές καθώς και αρκετά κορμοφράγματα σε μικρά ρέματα. Στις εξόδους των μεγαλύτερων ρεμάτων από τον δασικό χώρο προς τις κατοικημένες περιοχές δημιουργήθηκαν μόνιμα φράγματα από μπετόν από την ΕΥΔΑΠ. Το σύνολο των έργων λειτούργησε θετικά και αποφεύχθηκαν εκτεταμένες διαβρώσεις και πλημμύρες, αλλά τα περισσότερα κορμοδέματα κάρηκαν κατά την πυρκαγιά της Πεντέλης της 2-5^{ης} Αυγούστου 1998 που έκαψε 75.000 στρέμματα περιλαμβανομένου του συνόλου σχεδόν της έκτασης που είχε καεί το 1995 (Ξανθόπουλος 2002).

Η επόμενη εκτεταμένη εφαρμογή των παραπάνω τεχνικών έγινε μετά την πυρκαγιά του δάσους πάρκου της Θεσσαλονίκης της 6-8^{ης} Ιουλίου 1997. Στην περίπτωση αυτή έγινε και αρκετά εκτεταμένη δημιουργία κλαδοπλεγμάτων.

Η μεταφορά της ευθύνης της δασοπυρόσβεσης που έγινε το 1998 στο άπειρο την εποχή εκείνη σε θέματα δασικών πυρκαγιών Πυροσβεστικό Σώμα, ακολουθήθηκε από δύο καταστροφικές αντιπυρικές περιόδους (1998 και 2000). Σε αντίδραση, η κυβέρνηση που πιθανώς αισθάνθηκε εκτεθειμένη, διέθεσε σημαντικότερες πιστώσεις προς τα δασαρχεία με την εντολή να γίνουν έργα αποκατάστασης με έμφαση στην προστασία από τις πλημμύρες. Παράλληλα με την αποφυγή δευτερογενών επιπτώσεων των πυρκαγιών, η διοχέτευση χρημάτων και η εξασφάλιση εργασίας είχαν πιθανώς σαν στόχο τη μείωση της κριτικής και των αντιδράσεων. Η κατασκευή ξύλινων έργων των παραπάνω τύπων έγινε συνήθως πρακτική συχνά σχεδόν επιβαλλόμενη σε περιπτώσεις που δεν ήταν ενδεδειγμένη.

Η κριτική που εκφράστηκε από πολλούς δασολόγους, εφαρμοστές των παραπάνω εντολών, σε βήματα όπως το 9^ο Πανελλήνιο Δασολογικό Συνέδριο στην Κοζάνη, είχε σαν αποτέλεσμα να οργανωθεί με πρωτοβουλία της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας ένα συνέδριο για την «Αποκατάσταση Καμένων Εκτάσεων» την 13-14^η Δεκεμβρίου 2001 στην Αθήνα. Τα πρακτικά του συνεδρίου είναι διαθέσιμα στον δικτυακό τόπο του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (www.fria.gr).

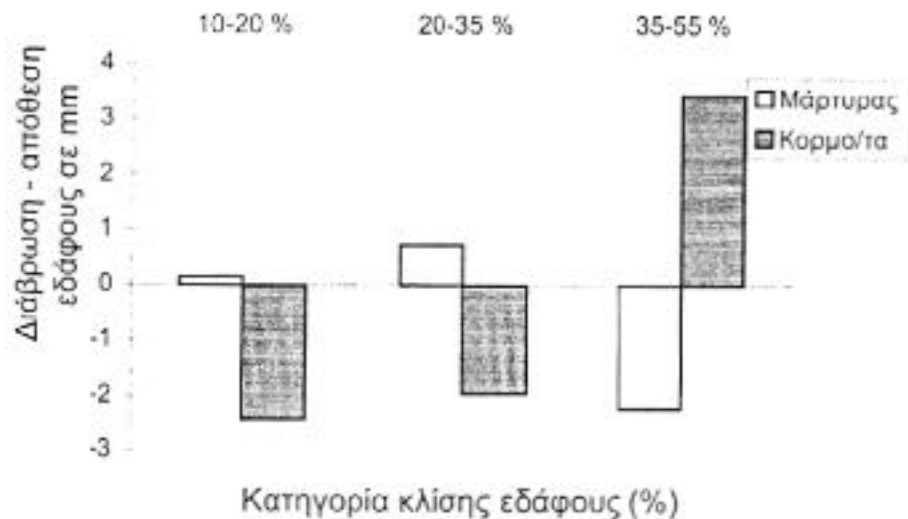
Στα έτη που ακολούθησαν υπήρξαν πολλά παραδείγματα δημιουργίας κορμοδεμάτων, κλαδοπλεγμάτων και κορμοφράγματων μετά από δασικές πυρκαγιές που έδωσαν την ευκαιρία σε αρκετούς ερευνητές να μελετήσουν την αποτελεσματικότητα των έργων. Μία από τις εφαρμογές με τη μεγαλύτερη ορατότητα στο κοινό ήταν η περίπτωση της αποκατάστασης του καμένου αρχαιολογικού χώρου της Ολυμπίας που μελετήθηκε και εκτελέστηκε από το Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων υπό συνθήκες μεγάλης χρονικής πίεσης, μηδενικής ανοχής λαθών και μεγάλων προσδοκιών (Lyrintzis et al. 2010).

Έτσι, η έρευνα στην Ελλάδα επιτρέπει πλέον την εξαγωγή αξιόπιστων συμπερασμάτων ως προς τη συμβολή των κορμοδεμάτων, κλαδοπλεγμάτων και κορμοφραγμάτων στην προστασία του εδάφους και την αποκατάσταση της βλάστησης μετά από πυρκαγιά, λαμβάνοντας υπόψη τις κατά περίπτωση συνθήκες στη χώρα μας.

Βιβλιογραφική επισκόπηση

Σε πειραματική εφαρμογή κορμοδεμάτων μετά από πυρκαγιά στη Λίμνη Ευβοίας (6-7-1996) οι Γκαγκάρη κ.α. (1999), και Gagari et al. (2001) διαπίστωσαν ότι σε μικρές (<20%) και μέσες (20-35%) κλίσεις η αναταραχή που προκλήθηκε από τις εργασίες υλοτόμησης της καμένης ξυλείας και δημιουργίας κορμοδεμάτων, προκάλεσαν αυξημένη διάβρωση εδάφους σε σύγκριση με τις επιφάνειες-μάρτυρες όπου μάλιστα μετρήθηκε και μικρή απόθεση εδάφους. Αντίθετα, στις επιφάνειες με μεγαλύτερη κλίση (35-55%), υπήρξε αυξημένη αποτελεσματικότητα συγκράτησης εδάφους από τα κορμοδέματα σε αντίθεση με τους μάρτυρες όπου υπήρξε σημαντική διάβρωση (Σχήμα 1). Οι μετρήσεις έγιναν έξη μήνες μετά τον χειρισμό και αφού η περιοχή δέχθηκε σε αυτό το χρονικό διάστημα 230 mm βροχής

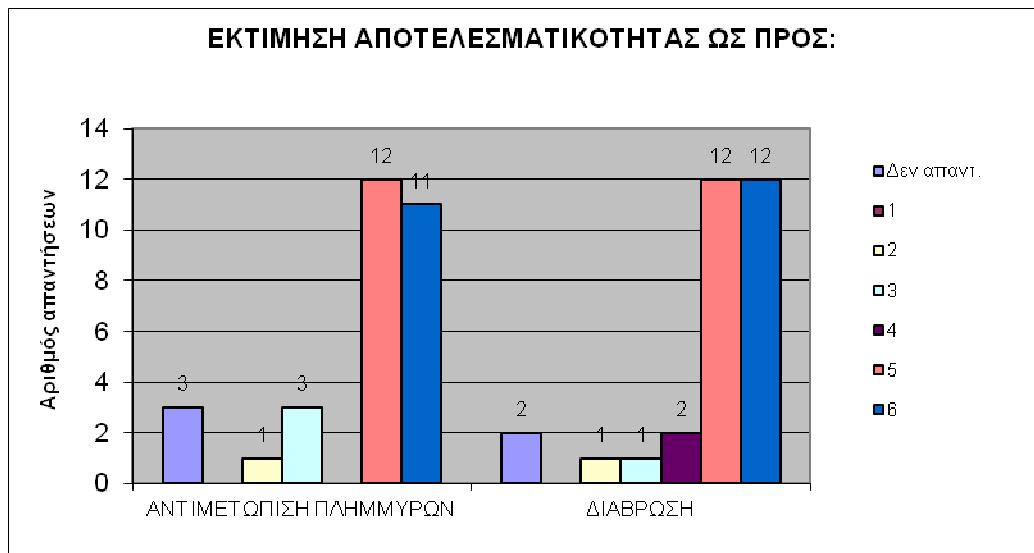
Ως προς την ανάκαμψη της βλάστησης, η αναγέννηση της πεύκης ήταν σαφώς φθίνουσα με την αύξηση της κλίσης. Επίσης ο αριθμός των αρτιφύτρων ήταν μεγαλύτερος στους μάρτυρες από ότι στις επιφάνειες στις οποίες έγινε συγκομιδή ξυλείας και κατασκευή κορμοδεμάτων. Τα αποτελέσματα αυτής της έρευνας σε συνδυασμό με μία εκτεταμένη βιβλιογραφική επισκόπηση οδήγησαν στη δημιουργία συστήματος λήψης αποφάσεων για τη μεταπυρική διαχείριση της ιστάμενης νεκρής ξυλείας μετά από πυρκαγιά, με τον τίτλο SALVAGE (Ξανθόπουλος κ.α. 2007).



Σχήμα 1. Διάβρωση ή απόθεση εδάφους σε καμένες πειραματικές επιφάνειες στις Ροβιές Εύβοιας στις οποίες κατασκευάστηκαν κορμοδέματα ή παρέμειναν χωρίς χειρισμό ως μάρτυρες.

Στην πτυχιακή τους διατριβή στο Τμήμα Δασοπονίας του ΤΕΙ Καρπενησίου οι Ανδριάς και Ρέμπελος (2004), μέσω ερωτηματολογίου που απέστειλαν σε όλες τις Διευθύνσεις Δασών και τα Δασαρχεία της χώρας, κατέγραψαν ότι σε 15 από τις 31 υπηρεσίες που ανταποκρίθηκαν είχαν γίνει μεταπυρικά έργα αποκατάστασης κατά την τελευταία δεκαπενταετία. Συνολικά υπήρξαν 79 απαντήσεις για περιπτώσεις πυρκαγιών από τις οποίες οι 30 ήταν θετικές (πυρκαγιές στις οποίες έγιναν έργα) και 49 αρνητικές (πυρκαγιές όπου δεν έγιναν έργα γιατί κρίθηκε ότι δεν ήταν αναγκαία ή γιατί δεν υπήρχαν πιστώσεις). Από τις 30 θετικές απαντήσεις, ο σημαντικότερος λόγος για την εφαρμογή μεθόδων αποκατάστασης ήταν η αποτροπή της διάβρωσης (22 απαντήσεις) με δεύτερο σημαντικότερο λόγο την αποτροπή των πλημμυρών (20 απαντήσεις). Τα κορμοπλέγματα και τα κλαδοπλέγματα ήταν τα πιο συνηθισμένα μέτρα αποκατάστασης (18 και 16 επιλογές αντίστοιχα). Σε 14 περιπτώσεις έγιναν τσιμεντένια φράγματα και σε 14 από αυτές έγιναν ξυλοφράγματα.

Στην ερώτηση για αξιολόγηση της παρατηρηθείσας αποτελεσματικότητας των έργων αποκατάστασης σε κλίμακα 1 (αποτυχία) έως 6 (επιτυχία) στη συντριπτική τους πλειοψηφία τα έργα εκτιμήθηκαν από τους απαντήσαντες ως πολύ αποτελεσματικά (Σχήμα 2).



Σχήμα 2. Βαθμολογία εκτίμησης της αποτελεσματικότητας των έργων ως προς την αντιμετώπιση πλημμυρών και διάβρωσης (Ανδριάς και Ρέμπελος 2004).

Επίσης στα πλαίσια της ίδιας διατριβής έγινε συστηματική μέτρηση της ποσότητας του εδάφους που συγκρατήθηκε πίσω από κορμοδέματα και η αναγέννηση δένδρων και θάμνων στις περιοχές της Πεντέλης (Άγιος Πέτρος και Άνω Πεντέλη), Σεληνίων Σαλαμίνας, Χαλκουτσίου Αττικής, Καρέα Υμηττού Αττικής, και Σάμου (Πύργος, Βουρλιώτες, Ιερά Μονή Βροντά). Τα αποτελέσματα των μετρήσεων ως προς τη συγκράτηση εδάφους παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Επίσης, παρατήρησαν ότι η συγκράτηση της φερτής ύλης από τα έργα φαίνεται να είναι ανάλογη, της ποιότητας κατασκευής των έργων.

Συνολικά, με βάση τις μετρήσεις τους οι Ανδριάς και Ρέμπελος (2004) παρατήρησαν ότι τα έργα που έγιναν είχαν θετικά αποτελέσματα μόνο ως προς τη συγκράτηση του εδάφους ενώ είχαν αρνητική επίδραση στην εδαφοκάλυψη από χαμηλή βλάστηση και τη φυσική αναγέννηση των δένδρων. Παρατήρησαν μάλιστα ότι τα ευρήματα αυτά έρχονται σε αντίθεση με τις γενικές εκτιμήσεις των δασολόγων που προέκυψαν από το ερωτηματολόγιο.

Πίνακας 1. Μέσος όγκος εδάφους που συγκράτησαν τα κορμοδέματα ανά περιοχή (Ανδριάς και Ρέμπελος 2004).

Περιοχή	Χρονολογία Κατασκευής	Όγκος/μέτρο έργου (μ ³)
Πεντέλη	1995	0,032
Σαλαμίνα	1998	0,022
Χαλκούτσι	1998	0,020
Καρέας	1998	0,017
Σάμος	2000	0,022

Μία άλλη μελέτη που έγινε πλαίσια πτυχιακής διατριβής του ΤΕΙ Δασοπονίας Καρπενησίου επικεντρώθηκε στην περιοχή του Καρέα Υμηττού που κάηκε στις 22 Ιουλίου 1998 (Μελισσάρη και Ξανθόπουλος 2005). Στην καμένη περιοχή δημιουργήθηκαν κορμοδέματα και κλαδοπλέγματα για προστασία από τη διάβρωση και έγινε τεχνητή αναδάσωση προς ενίσχυση της φυσικής αναγέννησης ώστε να επιταχυνθεί η επανάκαμψη της βλάστησης. Ένα από τα ευρήματα της έρευνας ως προς τη δημιουργία κορμοδεμάτων ήταν ότι παρότι στατιστικά φαίνεται ότι δεν προσφέρουν οποιοδήποτε πλεονέκτημα για τη γρήγορη αποκατάσταση της βλάστησης, δεν φαίνεται να έχουν ουσιαστικά αρνητικό ρόλο καθώς οι παρατηρούμενες διαφορές είναι μικρές.

Οι Raftoyannis and Spanos (2005) μελέτησαν την επίδραση της δημιουργίας κορμοδεμάτων και κλαδοπλεγμάτων στην μεταπυρική εξέλιξη της φυτοκάλυψης στην περιοχή του δάσους-πάρκου Θεσσαλονίκης που κάηκε στις 6-7 Ιουλίου 1997. Οι μετρήσεις τους έγιναν τον Μάιο 2002. Σύμφωνα με τα ευρήματά τους δεν προέκυψε θετική επίδραση των έργων αντιδιαβρωτικής προστασίας στην αποκατάσταση της βλάστησης. Αντίθετα, σε νότιες εκθέσεις, βρήκαν περισσότερο γυμνό έδαφος και βράχους στις επιφάνειες όπου είχαν γίνει χειρισμοί σε σχέση με τις επιφάνειες-μάρτυρες.

Μία νεώτερη εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των μεταπυρικών έργων προστασίας στο δάσος πάρκο Θεσσαλονίκης (Στεφανίδης κ.α. 2009), 12 έτη μετά την πυρκαγιά, επικεντρώθηκε στην καταγραφή και εκτίμηση της αποτελεσματικότητας των έργων ως προς την αντιδιαβρωτική και αντιπλημμυρική προστασία που προσέφεραν. Το γενικό συμπέρασμα ήταν θετικό. Η αντιπλημμυρική προστασία κρίθηκε ως επαρκής για το ήπιο χειμαρρικό περιβάλλον της περιοχής, επισημάνθηκαν όμως κάποια σφάλματα σε ορισμένα από τα έργα. Γενικά η καλή αποτελεσματικότητα προϋποθέτει σωστή κατασκευή των έργων.

Συζήτηση – Συμπεράσματα

Από τις μελέτες που έχουν γίνει μέχρι σήμερα γίνεται προφανές ότι η κατασκευή κορμοδεμάτων, κλαδοπλεγμάτων και κορμοφραγμάτων πρέπει να γίνεται με φειδώ και μετά από προσεκτική μελέτη σταθμίζοντας με προσοχή το κόστος και το όφελος. Σε αυτό συμφωνούν τόσο τα αποτελέσματα των μελετών που παρατέθηκαν παραπάνω όσο και τα συμπεράσματα του συνεδρίου αποκατάστασης καμένων εκτάσεων του 2001 (Ξανθόπουλος 2007). Ειδικότερα συμπεραίνεται ότι:

Τα κορμοδέματα και κλαδοπλέγματα έχουν αρνητική επίδραση στην αποκατάσταση της βλάστησης με στατιστικούς όρους. Ο αριθμός νεοφυτών είναι μικρότερος και το ίδιο συμβαίνει με την κάλυψη των θάμνων. Όμως, επειδή πιθανώς η βλάστηση που επανέρχεται έστω και μειωμένη είναι επαρκής, στην πράξη δεν δημιουργήθηκε εικόνα προβλήματος σε αυτόν τον τομέα στους δασολόγους που εφάρμοσαν τέτοιες τεχνικές μεταπυρικής προστασίας των καμένων περιοχών.

Τα έργα αυτά προσφέρουν σημαντική αντιδιαβρωτική και αντιπλημμυρική προστασία ιδιαίτερα όταν η κλίση των πλαγιών είναι μεγάλη ενώ μπορεί να έχουν μηδαμινό ή και αρνητικό αποτέλεσμα όταν η κλίση είναι μικρή. Ως ελάχιστο όριο κλίσης πάνω από το οποίο φαίνεται να υπάρχει σαφής ανάγκη και αναμένεται να υπάρξει σαφές θετικό αποτέλεσμα μπορεί να θεωρηθεί το ποσοστό 30-35%. Επισημαίνεται ότι σε κλίση μεγαλύτερη από 55-60% η κατασκευή είναι ιδιαίτερα δύσκολη και δαπανηρή και γίνεται μόνο όταν υπάρχει απόλυτη ανάγκη προστασίας όπως στην περίπτωση του Κρόνιου λόφου στην Αρχαία Ολυμπία.

Για την απόφαση κατασκευής πρέπει να λαμβάνεται υπόψη αν υπάρχει έδαφος προς συγκράτηση, το πόσο ευδιάβρωτο είναι αυτό και το κατά πόσο το δημιουργηθέν ή όχι υδρόφοβο στρώμα στο έδαφος και το υπάρχον μητρικό πέτρωμα επιτρέπουν τη διήθηση του νερού της βροχής. Γενικά με δεδομένο ότι ο ασβεστόλιθος είναι διαπερατός σε αντίθεση με τον σχιστόλιθο και τα ιζηματογενή πετρώματα, εκεί η ανάγκη κατασκευής έργων είναι πολύ μικρότερη.

Η ποιότητα κατασκευής των έργων αυτών είναι ιδιαίτερα σημαντική για την αποτελεσματικότητά τους. Σημαντικοί παράγοντες είναι η στήριξη (αγκύρωση) αυτών και η συνάφεια με το έδαφος. Επίσης, για το συνολικό αποτέλεσμα, είναι καθοριστικό να κατασκευασθούν τα έργα πριν τις πρώτες μεγάλες βροχές του φθινοπώρου ώστε να προλάβουν τη διάβρωση και τις δευτερογενείς καταστροφές από πλημμύρες. Κατασκευή κατά την επόμενη άνοιξη, όπως έχει συμβεί σε ορισμένες περιπτώσεις, δεν δικαιολογείται.

Γενικά η αποτελεσματικότητα των κλαδοπλεγμάτων παρουσιάζεται μικρότερη, κυρίως γιατί είναι δυσκολότερο να επιτευχθεί καλή συνάφεια με το έδαφος. Επίσης, καθώς τα υψηλότερα ευρισκόμενα κλαδιά είναι σε απόσταση από το έδαφος είναι ξερά τον περισσότερο χρόνο η σήψη τους είναι αργή και σταδιακή (πρώτα σαπίζουν τα κλαδιά σε επαφή με το έδαφος και κατόπιν τα υψηλότερα που σταδιακά ακουμπούν στο έδαφος μετά πάροδο ετών). Έτσι, όπως διαπίστωσε και ο Στεφανίδης (2009) ο θεωρητικός χρόνος των 3-5 ετών για τη σήψη δεν ισχύει στην πράξη. Παραμένοντας για μεγαλύτερο χρόνο τα κλαδοπλέγματα συνεισφέρουν σημαντικά για περισσότερο από μία δεκαετία στον κίνδυνο πυρκαγιάς.

Τέλος, από την πρακτική των τελευταίων ετών, πρέπει να επισημανθεί και συνυπολογιστεί στη λήψη αποφάσεων για την κατασκευή τέτοιων έργων η πιθανότητα αρπαγής των κορμοδεμάτων προς χρήση ως καύσιμη ύλη για θέρμανση, φαινόμενο όχι άγνωστο στο παρελθόν που όμως πρόσφατα εμφανίστηκε με αυξημένη συχνότητα και ένταση λόγω της οικονομικής κρίσης.

Βιβλιογραφία

- Ανδριάς, Γ., Ρέμπελος, Α., 2004. Καταγραφή και αξιολόγηση των μεθόδων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα για την προστασία του εδάφους και την αποτροπή πλημμυρών μετά από δασικές πυρκαγιές. Πτυχιακή Διατριβή, ΤΕΙ Δασοπονίας Καρπενησίου. 77 σελ.
- Γκαγκάρη, Π., Λυριντζής, Γ., Μπαλούτσος, Γ., Ξανθόπουλος, Γ., 1999. Συμβολή των κορμοδεμάτων στην προστασία του εδάφους και αποκατάσταση της βλάστησης σε δάσος Χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά. Στα: Πρακτικά του 8ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με τίτλο: "Σύγχρονα προβλήματα δασοπονίας", της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, Αλεξανδρούπολη, 6-8 Απριλίου 1998. Σελ. 624-634.
- Gagari, P., Lyrintzis, G., Baloutsos, G., Xanthopoulos, G., 2001. Contribution of log erosion barriers to soil protection and vegetation recovery after a wildfire in a Pinus halepensis forest, in Greece. Pp. 311-316. In proceedings of the International Conference on "Forest Research: A challenge for an integrated European approach". August 27-September 1, 2001, Thessaloniki, Greece. K. Radoglou, editor. National Agricultural Research Foundation – Forest Research Institute of Thessaloniki, Vassilika, Thessaloniki, Greece. 448 p.
- Lyrintzis G., Baloutsos G., Karetzos G., Daskalaku E.N., Xanthopoulos G., Tsagari C., Mantakas G., Bourletsikas A. 2010. Olympic Rebirth. Wildfire 19(1):12-20.
- Μελισσάρη, Β., Ξανθόπουλος, Γ., 2005. Η επανάκαμψη της βλάστησης μετά από πυρκαγιά στον Υμηττό σε σχέση με τα έργα αποκατάστασης. Πρακτικά του 12ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με τίτλο: "Δάσος και νερό", της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, 2-5 Οκτωβρίου 2005, Δράμα. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 165-174.
- Raftoyannis, Y., Spanos, I., 2005. Evaluation of log and branch barriers as post-fire rehabilitation treatments in a Mediterranean pine forest in Greece. International Journal of Wildland Fire 14: 183-188.
- Στεφανίδης, Π., 2009. Τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα μετά από δασικές πυρκαγιές: Μύθος ή πραγματικότητα; Πρακτικά του 14ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 1-4 Νοεμβρίου 2009. Πάτρα, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 745-756.
- Στεφανίδης, Σ., Τζιαφτάνη, Φ., Χατζηχριστάκη, Χ., 2009. Η αποτελεσματικότητα των αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων στο περιαστικό δάσος Θεσσαλονίκης 12 χρόνια μετά την πυρκαγιά. Πρακτικά του 14ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου, 1-4 Νοεμβρίου 2009. Πάτρα, Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Θεσσαλονίκη. Σελ. 757-766.

- Xanthopoulos, G. 2002. The forest fires of 1995 and 1998 on Penteli mountain. In proceedings of the International Workshop on "Improving Dispatching for Forest Fire Control", December 6-8, 2001. Chania, Crete, Greece. G. Xanthopoulos, editor. Mediterranean Agronomic Institute of Chania, Chania, Crete, Greece. Pp 85-94.
- Ξανθόπουλος, Γ., Γκαγκάρη, Π., Λυριντζής, Γ., Μπαλούτσος, Γ., 2007. Διαχείριση καμένης ξυλείας μετά την πυρκαγιά. Σελ. 67-78. Πρακτικά του Επιστημονικού Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γ. Ξανθόπουλος και Μ. Αριανούτσου, επιμέλεια έκδοσης. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και ΕΘΙΑΓΕ. 219 σελ.
- Ξανθόπουλος Γ., 2007. Συμπεράσματα – Διαπιστώσεις Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση των Καμένων Εκτάσεων». Πρακτικά του Επιστημονικού Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γ. Ξανθόπουλος και Μ. Αριανούτσου, επιμέλεια έκδοσης. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και ΕΘΙΑΓΕ. Σελ. 215-219.

Η οικολογική γνώση στο σχεδιασμό της μεταπυρικής διαχείρισης: μελέτες περίπτωσης

Μαργαρίτα Αριανούτσου – Φαραγγιτάκη

Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών
Τμήμα Βιολογίας, Τομέας Οικολογίας – Ταξινομικής, 15784 Αθήνα
e-mail: marianou@biol.uoa.gr, <http://uaeco.biol.uoa.gr>

Λέξεις κλειδιά: φωτιά, θερμόβια δάση κωνοφόρων, δάση μαύρης πεύκης, δάση ελάτης

Στην παρούσα εισήγηση συζητούνται βασικές προτάσεις μεταπυρικής διαχείρισης, οι οποίες μπορούν να εφαρμοστούν σε διάφορους δασικούς τύπους και οι οποίες προκύπτουν από την εφαρμογή της οικολογικής γνώσης στη διερεύνηση της φυσικής ικανότητας αναγέννησης των καμένων δασών. Συζητούνται θέματα που αφορούν την επιλογή της φυσικής αναγέννησης έναντι της τεχνητής αναδάσωσης και εξετάζονται ειδικές περιπτώσεις εφαρμογής σε θερμόβια μεσογειακά δάση χαλεπίου πεύκης και σε ορεινά δάση κωνοφόρων μαύρης πεύκης και ελάτης.

Βασική βιβλιογραφία

- Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona P., De Las Heras J., 2012. Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. Moreira, F., Arianoutsou, M., Corona, P., De las Heras, J. (Eds.), *Managing Forest Ecosystems* 24, doi: 10.1007/978-94-007-2208-8_7, Springer, 329 p.
- Ξανθόπουλος, Γ., Αριανούτσου, Μ., 2007 (εκδότες). Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων. Πρακτικά του Επιστημονικού Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γ. Ξανθόπουλος και Μ. Αριανούτσου, επιμέλεια έκδοσης. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και ΕΘΙΑΓΕ. 219 σελ.

Χαρτογράφηση και παρακολούθηση καμένων εκτάσεων – ο ρόλος της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και των γεωγραφικών συστημάτων πληροφοριών (ΓΣΠ) στη βραχυπρόθεσμη & μακροπρόθεσμη αποτίμηση των ζημιών

Ιωάννης Ζ. Γήτας, Θωμάς Καταγής

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος
Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής και Τηλεπισκόπησης
e-mail: igitas@for.auth.gr

Λέξεις κλειδιά: Δορυφορική τηλεπισκόπηση, Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, εκτίμηση επιπτώσεων δασικών πυρκαγιών, παρακολούθηση καμένων εκτάσεων

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι πολλών οικοσυστημάτων, συμπεριλαμβανομένων και των Μεσογειακών. Σε αυτά τα οικοσυστήματα, οι πυρκαγιές ενεργούν ως φυσικός παράγοντας που επηρεάζει τη διαδοχή της βλάστησης και τη δομή και λειτουργία του οικοσυστήματος (Pausas 2004, Roder κ.α. 2008). Τις τελευταίες δεκαετίες παρατηρείται αύξηση του αριθμού των πυρκαγιών στην περιοχή της Μεσογείου, η οποία σύμφωνα με τους Pausas and Vallejo (1999) οφείλεται:

- Στις αλλαγές στη χρήση της γης οι οποίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αύξηση συγκέντρωσης της καύσιμης ύλης και κατά συνέπεια την αύξηση του κινδύνου έναρξης πυρκαγιάς, και
- Στην κλιματική αλλαγή η οποία έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας σε παγκόσμιο επίπεδο.

Έτσι, οι κοινωνικές, οικολογικές και οικονομικές επιπτώσεις των δασικών πυρκαγιών και πιο πρόσφατα των mega-πυρκαγιών είναι τεράστιες.

Λεπτομερείς και αξιόπιστες πληροφορίες σχετικά με τη τοποθεσία μιας πυρκαγιάς καθώς και τη συνολική καμένη έκταση είναι σημαντικές για την εκτίμηση των οικονομικών και οικολογικών επιπτώσεων της πυρκαγιάς (Gitas κ.α. 2004). Επιπλέον, η εκτίμηση της δριμύτητας της πυρκαγιάς και μακροπρόθεσμα της διαδοχής της βλάστησης μετά την πυρκαγιά επιτρέπει στους ειδικούς να εντοπίσουν περιοχές που χρειάζονται άμεση παρέμβαση και να λάβουν τα κατάλληλα μέτρα που θα εξασφαλίσουν την επανάκαμψη του οικοσυστήματος (Jakubauskas κ.α. 1990).

Με δεδομένο ότι τα δορυφορικά δεδομένα παρέχουν τη δυνατότητα συνοπτικής και επαναλαμβανόμενης κάλυψης μεγάλων εκτάσεων της γήινης επιφάνειας (Myneni κ.α. 1997), η δορυφορική τηλεπισκόπηση χρησιμοποιείται ευρέως σε όλες τις φάσεις της διαχείρισης των δασικών πυρκαγιών και πιο συγκεκριμένα στην:

- Πρόληψη,
- Ανίχνευση και άμεση χαρτογράφηση, και
- Εκτίμηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων (συμπεριλαμβανομένης και της παρακολούθησης επανάκαμψης του οικοσυστήματος)

Έτσι, εικόνες από διάφορους δορυφορικούς απεικονιστές όπως ο NOAA-AVHRR, ο MODIS, ο Landsat TM και ο IKONOS έχουν χρησιμοποιηθεί τόσο στη χαρτογράφηση των καμένων εκτάσεων όσο και στην εκτίμηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των δασικών πυρκαγιών (Chuvienco 1999, Barbosa κ.α. 2001, Díaz-Delgado κ.α. 2003, Gitas κ.α. 2004, Mitri και Gitas 2006, Veraverbeke κ.α. 2011).

Η εργασία εστιάζει σε μία σειρά από εφαρμογές στις οποίες πραγματοποιήθηκε ανάλυση δορυφορικών εικόνων με σύγχρονες τεχνικές ανάλυσης εικόνας σε συνδυασμό με επεξεργασία της εξαγόμενης χωρικής πληροφορίας σε περιβάλλον Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (Γ.Σ.Π.), με σκοπό την παραγωγή των απαραίτητων πληροφοριών που χρειάζονται για την εκτίμηση των βραχυπρόθεσμων και μακροπρόθεσμων επιπτώσεων των πυρκαγιών.

Βιβλιογραφία

- Barbosa, P.M., San Miguel Ayanz, J., Schmuck, G., 2001. Remote sensing of forest fires in Southern Europe using IRSWiFS and MODIS data. SPIE Remote Sensing Symposium, Toulouse, France.
- Chuvieco, E., 1999. Measuring changes in landscape pattern from satellite images: Short-term effects of fire on spatial diversity. *International Journal of Remote Sensing*, 20:12, 2331-2346.
- Díaz-Delgado, R., Lloret, F., Pons, X., 2003. Influence of fire severity on plant regeneration through remote sensing imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 24, 1751-1763.
- Gitas, I., Mitri, G., Ventura, G., 2004. Object-oriented image analysis for burned area mapping using NOAA-AVHRR imagery in Creus Cape, Spain. *Remote Sensing of Environment*, 92, pp. 409-413.
- Jakubauskas, M.E., Lulla K.P., Mausel P.W., 1990. Assessment of vegetation change in firealtered forest landscape. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing* 56(3): 371-377.
- Mitri, G., Gitas, I., 2006. Fire type mapping using object-based classification of Ikonos imagery. *International Journal of Wildland Fire*, 15, 457-462.
- Myneni, R.B., Keeling, C.D., Tucker, C.J., Asrar, G., Nemani, R.R., 1997. Increased plant growth in the northern high latitudes from 1981- 1991. *Nature*, 386, 698-702.
- Pausas, J.G., Vallejo, R.V., 1999. The role of fire in European Mediterranean ecosystems. In: E. Chuvieco (Ed.). *Remote Sensing of large wildfires*. pp.316.
- Pausas, J., 2004. Changes in fire and climate in the eastern Iberian peninsula (Mediterranean Basin). *Climatic Change*, 63, 337-350.
- Roder, A., Hill, J., Duguy, B., Alloza, J., Vallejo, R., 2008. Using long time series of Landsat data to monitor fire events and post-fire dynamics and identify driving factors. A case study in the Ayora region (eastern Spain). *Remote Sensing of Environment*, 112, 259-273.
- Veraverbeke, S., Gitas, I., Katagis, T., Polychronaki, A., Somers, B., Goossens, R., 2011. Spectral mixture analysis to assess post-fire vegetation regeneration using Landsat Thematic Mapper imagery: Accounting for soil brightness variation. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, Volume 14, Issue 1, 1-11.

**Θέσπιση κριτηρίων για την επιλογή κατάλληλων δασοπονικών ειδών
για την αποκατάσταση καμένων δασικών εκτάσεων,
δείκτες συνεχούς παρακολούθησης της ανταπόκρισης αυτών και
δείκτες παρακολούθησης της μεταπυρικής φυσικής αναγέννησης**

Γεώργιος Καρέτσος

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ»
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 115 28 Αθήνα, e-mail: director@fria.gr

Λέξεις κλειδιά: Μεταπυρική αποκατάσταση, επιλογή δασοπονικών ειδών, δείκτες παρακολούθησης αναγέννησης

Περίληψη

Συχνά στις αναδασωτικές πρακτικές, τίθεται το ερώτημα εάν πρέπει και πότε να προχωρήσουν οι αρμόδιες υπηρεσίες σε αναδασώσεις καμένων δασικών περιοχών. Η κυριαρχούσα αντίληψη είναι τα δύο χρόνια αναμονής ώστε να εκτιμηθεί η φυσική αναγέννηση. Κατά την εκτίμησή μας ο χρόνος καθορίζεται από το σκοπό και τους στόχους της αναδασωτικής προσπάθειας. Οι μέχρι τώρα ερευνητικές εργασίες τεκμηριώνουν ότι σε ώριμα δάση χαλεπίου πεύκης δεν απαιτείται καμία επέμβαση πέραν των προστατευτικών μέτρων για τον έλεγχο της βοσκής και άλλων ενάντιων με την αποκατάσταση ενεργειών. Όταν η συχνότητα των επαναλαμβανόμενων πυρκαγιών είναι μικρότερη των 10 χρόνων συνήθως απαιτούνται αναδασωτικές επεμβάσεις.

Τα είδη που πρέπει να χρησιμοποιούνται δεν πρέπει να είναι διαφορετικά εκείνων που προϋπήρχαν της πυρκαγιάς. Αυτό που πρέπει να επιτευχθεί είναι η δημιουργία ενός απλούστερου και παραγωγικότερου οικοσυστήματος. Η χρήση και άλλων ειδών που πιθανόν να είχαν εκτοπισθεί από παλιότερες πυρκαγιές και κυρίως φυλλοβόλων πλατυφύλλων πρέπει να γίνεται με λεπτομερή σχεδιασμό και σε τμήματα της καμένης περιοχής όπου το βάθος εδάφους είναι ικανό να τα υποστηρίξει. Συνήθως οι καταλληλότερες θέσεις είναι οι μισγάγγειες των ρεμάτων και τα κάτω μέρη της πλαγιάς, όπου κατά τεκμήριο τα εδάφη είναι βαθύτερα. Η επιτυχής χρήση των ειδών αυτών έχει διπλό στόχο. Επιταχύνει το χρόνο εξέλιξης του οικοσυστήματος σε τελικές φυτοκοινότητες και δημιουργεί περισσότερο πυράντοχες ζώνες. Τα αείφυλλα πλατύφυλλα δεν καταστρέφονται μετά τη φωτιά και αναβλαστάνουν γρήγορα. Η διατήρησή τους και η «αναγωγή» τους σε δενδρώδεις ή υψηλούς θαμνώνες μπορεί να επιτευχθεί με διάφορες πρακτικές αναλόγως του διαχειριστικού σκοπού. Σε καμένα οικοσυστήματα που δεν έχουν την ικανότητα ανάκαμψης μετά τη φωτιά (δασικά οικοσυστήματα μεγάλων υψομέτρων) προτείνεται η απευθείας φύτευση των προηγούμενων ειδών, με παράλληλη προστασία των περιοχών από τη βοσκή. Σε περιπτώσεις αδυναμίας αναδασωτικών εργασιών λόγω ακραίων συνθηκών του σταθμού, προτείνεται η ευνόηση ή και η δημιουργία προδασικών σχηματισμών.

Σημαντική είναι η αξία της παρακολούθησης της πορείας των αναδασώσεων ώστε να μας παρέχει τα αξιόπιστα στοιχεία αξιολόγησης για τον επαναπροσδιορισμό μέτρων και πρακτικών επιτυχίας. Αυτό επιτυγχάνεται με την εγκατάσταση πειραματικών επιφανειών ώστε να αξιολογούνται κατά το δυνατόν όλοι οι παράγοντες του περιβάλλοντος και η φυσιολογία της ανάπτυξης των εγκατασταθέντων φυτειών.

Αποκατάσταση Δασών μετά από Πυρκαγιά

Αικατερίνη Κούτλα

Ειδική Γραμματεία Δασών
Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης & Προστασίας Δασών & Φυσικού Περιβάλλοντος
Διεύθυνση Αναδάσωσης και Ορεινής Υδρονομίας

Περίληψη

Το δάσος αποτελεί έναν ανανεώσιμο φυσικό πόρο με ανεξάντλητες δυνατότητες για την περιβαλλοντική, οικονομική, κοινωνική και πολιτιστική ανάπτυξη ενός τόπου. Οι δασικές πυρκαγιές έχουν καταστροφικές συνέπειες στο περιβάλλον και ειδικότερα στα δάση, προκαλώντας την έντονη διάβρωση, απερίμωση, απώλεια της βιοποικιλότητας και των ενδιαιτημάτων, καθώς επίσης και την υποβάθμιση της ποιότητας του νερού.

Στην παρουσίαση αυτή αναλύονται τα αναγκαία μέτρα που λαμβάνονται για την άμεση και αποτελεσματική αποκατάσταση του δασοκομικού δυναμικού σε δάση και δασικές εκτάσεις. Αρχικά για την προστασία της καείσας έκτασης, κατ' επιταγή του άρθρου 117 παρ. 3 του Συντάγματος, αυτή κηρύσσεται υποχρεωτικώς αναδασωτέα, αποκλειόμενης της διαθέσεώς της για έτερον προορισμό. Για να αντιμετωπιστεί ο άμεσος κίνδυνος διάβρωσης των εδαφών τα οποία έχουν χάσει το προστατευτικό τους κάλυμμα πρέπει να γίνουν τα κατάλληλα έργα αποτροπής της διάβρωσης και συγκράτησης των επιφανειακών ρεόντων υδάτων. Απαιτείται η συγκομιδή της καμένης ιστάμενης ξυλείας, η συγκράτηση του εδάφους με μικρά φράγματα (κορμοφράγματα, κλαδοπλέγματα) και η δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για τη φυσική αναγέννηση. Μακροπρόθεσμα μέτρα που λαμβάνονται είναι η τεχνητή αναδάσωση, όπου δεν υπάρχει φυσική αναγέννηση και η ολοκληρωμένη διευθέτηση χειμάρρων. Προϋπόθεση για την επιτυχία της αναδάσωσης αποτελεί ο καθορισμός της προέλευσης και η εξασφάλιση καλής ποιότητας δασικού πολλαπλασιαστικού υλικού. Αρμόδια για την κατάρτιση του προγράμματος σποροσυλλογής είναι η Κεντρική Αποθήκη Δασικών Σπόρων, που είναι ενταγμένη στη Διεύθυνση Αναδάσωσης και Ορεινής Υδρονομίας του ΥΠΕΚΑ και η οποία προμηθεύει με σπόρους και φυτευτικό υλικό τα δημόσια δασικά φυτώρια της χώρας.

Γίνεται κατανοητό πως η αποκατάσταση των καμένων περιοχών αποτελεί ένα πολυδιάστατο θέμα με οικολογικές, οικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις και συνεπώς επιβάλλεται η πολυεπίπεδη αντιμετώπισή του.

Η χρήση κομπόστ στις αναδασώσεις ως υλικό με κρίσιμες φυσικοχημικές και βιολογικές επιδράσεις

Κωνσταντίνος Χασάπης

Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Χημείας

e-mail: [chassapis\[at\]chem.uoa\[dot\]gr](mailto:chassapis[at]chem.uoa[dot]gr)

1. Επίδραση της πυρκαγιάς στο δασικό έδαφος

Η επίδραση των πυρκαγιών στο έδαφος είναι καταστροφική όσον αφορά στις φυσικοχημικές συνθήκες του εδάφους, στη βιολογία των μικροοργανισμών και στην παραγωγικότητά του.

Για να αξιολογηθεί η κατάσταση του εδάφους προηγείται ανάλυση σειράς φυσικοχημικών παραμέτρων. Συγκεκριμένα:

1. Σύσταση και Δομή
2. Οργανική Ουσία (φρέσκια και χουμοποιημένη) (Chassapis et al. 1989)
3. pH
4. Ηλεκτρική Αγωγιμότητα.
5. Διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά
6. Τοξικά στοιχεία
7. Διαθέσιμο νερό.
8. Μικροβιολογικός πληθυσμός

Η αξιολόγηση των ανωτέρω οδηγεί στην επιλογή των διορθωτικών παρεμβάσεων.

2 παράμετροι θα μας απασχολήσουν:

1. Ο πληθυσμός και ποικιλία των μικροοργανισμών και
2. Η ποσότητα και η ποιότητα της Οργανικής ουσίας του εδάφους.

Αυτών η καταστροφή από την φωτιά είναι σχεδόν πλήρης.

2. Πρόταση

Αποφασιστική σημασία για την αποκατάσταση καμένων εδαφών έχει η προσθήκη οργανικών υλικών. Καλύτερη και οικονομικότερη λύση προσφέρει ένα κομπόστ σχεδιασμένο και ρυθμισμένο για την συγκεκριμένη δράση.

Σύμφωνα με την Ελληνική νομοθεσία (ΚΥΑ 114218, 1016/Β/17-11-97) κομποστοποίηση είναι η ελεγχόμενη βιοξείδωση ετερογενών οργανικών υλικών, από ετερογενείς και κυρίως ετερότροφους μικροοργανισμούς. Προϊόν της κομποστοποίησης είναι το κομπόστ, το οποίο είναι πλούσιο σε οργανική ουσία με υψηλό χουμικό περιεχόμενο και χρησιμοποιείται κυρίως ως εδαφοβελτιωτικό υλικό αλλά και ως υπόστρωμα. Στους ορισμούς αυτούς, ο όρος βιοξείδωση υποδηλώνει αποκλειστικά αερόβιες διεργασίες.

Τα κομπόστ διακρίνονται σε 3 κυρίως κατηγορίες. Η ταξινόμηση εξαρτάται αποφασιστικά από την προέλευση και τις συνθήκες παραγωγής. Σημαντικά και κρίσιμα στοιχεία είναι το χουμικό περιεχόμενο και οι μικροοργανισμοί.

3. Περιγραφή

Η επιλογή των πρώτων υλών είναι βασική προϋπόθεση. Απαιτείται το βασικό υπόστρωμα να είναι πράσινα υπολείμματα απολύτως καθαρά. Τα πρόσθετα και βοηθητικά υλικά πρέπει όλα να είναι κατάλληλα για τις βιολογικές καλλιέργειες βάσει της οδηγίας EU 889/08.

Προστίθεται καθαρή καλλιέργεια μικροοργανισμών εδάφους περιέχουσα το σύνολο των ειδών (βακτήρια, μύκητες, ακτινομύκητες)

Η παραγωγική διαδικασία ελέγχεται σε όλα τα στάδια και το τελικό προϊόν αξιολογείται βάσει των διεθνών προδιαγραφών ως εδαφοβελτιωτικό (ASTM D5268–07, B.S. 3882-2007).

Κρίσιμες παράμετροι

A. Χουμικά συστατικά.

Παρακολουθείται η συγκέντρωση ποσοτικά και ποιοτικά σε όλα τα στάδια της παραγωγής. Το επίπεδο του 8% κρίνεται ως ικανοποιητικό και η σχέση με τα φουλβικά να προσεγγίζει το 1:4.

B. Μικροβιολογικό περιεχόμενο.

Παρακολουθείται η εξέλιξη του πληθυσμού των μικροοργανισμών εδάφους και ελέγχεται η ισορροπία μεταξύ των ειδών βακτήρια 108, μύκητες 106, ακτινομύκητες 105.

Αποτελέσματα του ειδικού κομπόστ στην καλλιέργεια φυτών, βραχείας αναπτύξεως, σε αμμώδη, άγωνα εδάφη (Ριζοπούλου Σ. Προσωπική επικοινωνία).

Παράμετροι αναπτύξεως φυτών	A. εδάφη χωρίς επεξεργασία *	B. Εδάφη με προσθήκη ΚΟΜΠΙΟΣΤ(400λίτρα/1000m ²)	Διαφορά %
1.Ειδικό βάρος ριζών / Ειδικό βάρος άνω κορμού	4,6	7,4	60
2. Υδατικό περιεχόμενο εδάφους	4,6%	9,6%	109
3. Υδατικό δυναμικό των φύλλων	-12,16 bar	-10,79 bar	-12
4. Οσμωτικό δυναμικό των φύλλων	-13,79 bar	-11,47 bar	-20
5. Χλωροφύλλη a / Χλωροφύλλη b στα φύλλα	1,330	1,928	45

* Αμμώδη εδάφη με υψηλό βαθμό αλμυρότητας.

Βιβλιογραφία

Chassapis, C., Angelopoulos, C., Katakis, D., 1989. Studies of the Low-Rank Greek Coals Classification. International Journal of Coal Geology 11:303-314.

‘Κατάρτιση πλαισίου προδιαγραφών και γενικών προγραμμάτων διαχείρισης στερεών αποβλήτων’ ΚΥΑ 114218, 1016/B/17-11-97.

ASTM D5268 - 07 Standard Specification for Topsoil Used for Landscaping Purposes.

B.S. 3882-2007. Specification for topsoil and requirements for use.

Ριζοπούλου, Σ. Αν. Καθηγήτρια Εργαστηρίου Οικοφυσιολογίας, Τομέα Βοτανικής, Τμήματος Βιολογίας, Πανεπιστημίου Αθηνών. Εργαστηριακά Πειράματα.

Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στον κίνδυνο δασικών πυρκαγιών στα Οικοσυστήματα της Πελοποννήσου

Χρήστος Γιαννακόπουλος

Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών

Λέξεις κλειδιά: Κλιματική αλλαγή, κίνδυνος δασικών πυρκαγιών, Πελοπόννησος

Περίληψη

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας παρουσιάστηκαν χάρτες μεταβολών του κινδύνου πυρκαγιάς (FWI) για την ευαίσθητη στον κίνδυνο πυρκαγιάς περιοχή της Πελοποννήσου στη χωρική ανάλυση των περιοχικών κλιματικών μοντέλων (25x25km). Συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκε το ensemble mean δύο επιλεγμένων περιοχικών κλιματικών μοντέλων, τα οποία αναπτύχθηκαν στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος ENSEMBLES. Αρχικά, ορίστηκαν τα κατώφλια ακραίου κινδύνου πυρκαγιάς (1 φωτιά ημερησίως) έπειτα από συσχέτιση του ημερήσιου FWI με πραγματικά δεδομένα πυρκαγιών για την περίοδο 1983-1997. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε τρεις διακριτές υποπεριοχές διαφορετικής συμπεριφοράς του δείκτη. Συγκεκριμένα, στη νοτιοδυτική Πελοπόννησο μια φωτιά την ημέρα παρατηρείται όταν ο FWI πάρει την τιμή 15. Για τη Μεσσηνία και την ανατολική Πελοπόννησο η τιμή κατωφλίου του ακραίου κινδύνου είναι 45. Μεταξύ δυτικής και ανατολικής Πελοποννήσου υπάρχει μια ζώνη μετάβασης με τιμή κατωφλίου ακραίου κινδύνου 30. Κατά την περίοδο αναφοράς, για τη βορειοδυτική Πελοπόννησο οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς κυμαίνονται από 90-110 ετησίως. Για τη ζώνη μετάβασης (κεντρική Πελοπόννησος) οι ημέρες ακραίου κινδύνου (FWI>30) κυμαίνονται περίπου από 30 στο βόρειο τμήμα έως και 50/έτος στο νότιο τμήμα. Κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο (2021-2050), ο αριθμός των ημερών με ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς στο βορειοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου (FWI>15) αναμένεται να αυξηθεί κατά 15 επιπλέον ημέρες ανά έτος. Οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς στην κεντρική Πελοπόννησο (FWI>30) αναμένεται να αυξηθούν από 15 έως και 20 επιπλέον ημέρες στο νότιο τμήμα της Πελοποννήσου. Μέχρι τα τέλη του αιώνα (2071-2100), όσον αφορά στις μέρες με ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς για τη βορειοδυτική Πελοπόννησο αναμένεται ένας επιπλέον μήνας ανά έτος με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς. Για την κεντρική Πελοπόννησο οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο αναμένεται να αυξηθούν κατά περίπου 40 ανά έτος. Τέλος, στην νότια και ανατολική Πελοπόννησο αναμένεται αύξηση έως και ενός επιπλέον μήνα με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς.

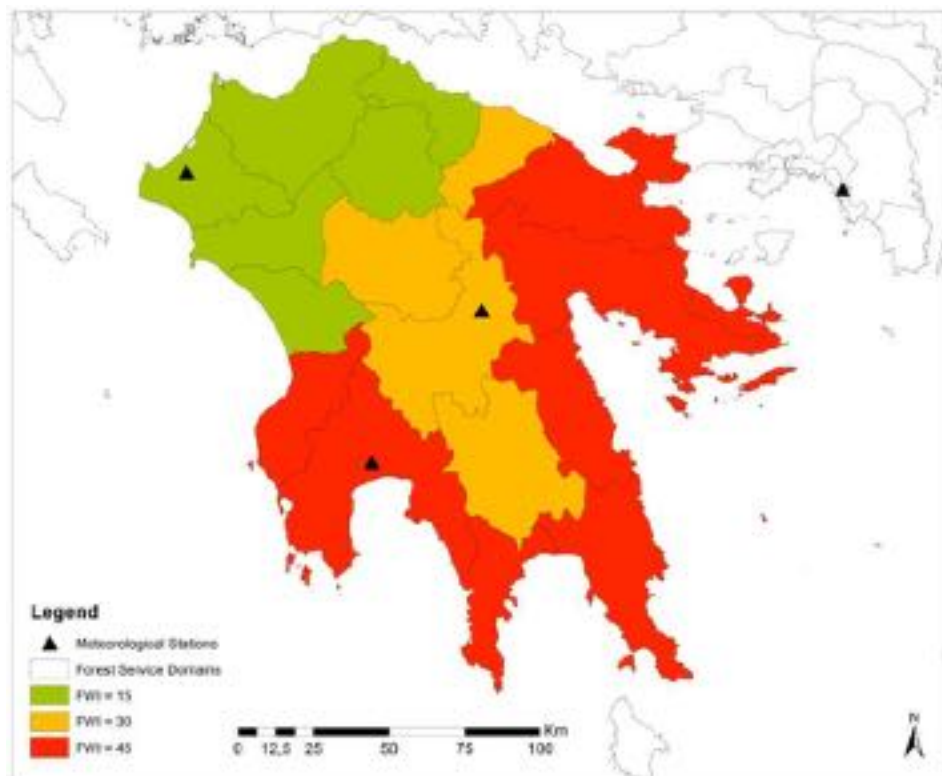
Εισαγωγή

Στην παρούσα μελέτη για την εκτίμηση του κινδύνου πυρκαγιάς χρησιμοποιείται ο канаδικός δείκτης κινδύνου Δασικής Πυρκαγιάς – FWI (Fire Weather Index). Ο δείκτης FWI κάνει μια εκτίμηση της έντασης μιας πυρκαγιάς και της δυσκολίας ελέγχου της. Έχει εισαχθεί προς επιχειρησιακή και ερευνητική χρήση και σε πολλές χώρες παγκοσμίως. Βασίζεται σε καταγραφές μετεωρολογικών σταθμών που λαμβάνονται το μεσημέρι και παράγει εκτιμήσεις επικινδυνότητας για το διάστημα 2:00-4:00 μμ. Για τον υπολογισμό του χρησιμοποιούνται οι ημερήσιες τιμές τεσσάρων μετεωρολογικών παραμέτρων, συγκεκριμένα της θερμοκρασίας του αέρα, της σχετικής υγρασίας, της ταχύτητας του ανέμου και της 24ωρης βροχόπτωσης

Οι επιλεγμένοι δείκτες για το παρόν κλίμα καθώς και οι μεταβολές των υπό μελέτη δεικτών για το μέλλον, βασίζονται στη μέση τιμή του συνόλου (ensemble mean) των προσομοιώσεων δύο περιοχικών κλιματικών μοντέλων υψηλής χωρικής ανάλυσης περίπου 20 χιλιομέτρων. Συγκεκριμένα, οι επιλεγμένοι δείκτες υπολογίστηκαν για την περίοδο αναφοράς 1961-1990, όσον αφορά στην απεικόνιση του παρόντος κλίματος και για τις δύο μελλοντικές χρονικές περιόδους 2021-2050 και 2071-2100. Οι προσομοιώσεις του μελλοντικού κλίματος

πραγματοποιήθηκαν με βάση το σενάριο A1B της IPCC. Τα μοντέλα που χρησιμοποιήθηκαν είναι το μοντέλο RACMO2, που αναπτύχθηκε στη Μετεωρολογική Υπηρεσία της Ολλανδίας (KNMI) και το μοντέλο REMO, που αναπτύχθηκε στο Ινστιτούτο Max Planck στη Γερμανία (MPI). Τα παραπάνω μοντέλα αναπτύχθηκαν σε διάφορα Ευρωπαϊκά Ινστιτούτα και χρησιμοποιήθηκαν από το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος ENSEMBLES (www.ensembles-eu.org).

Στα πλαίσια της συγκεκριμένης εργασίας θα χρησιμοποιηθεί το ensemble mean των επιλεγμένων περιοχικών κλιματικών μοντέλων, καθώς εξισορροπεί σε κάθε περίπτωση τις διαφοροποιήσεις των μοντέλων από τα πειραματικά δεδομένα και παρέχει μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα του παρόντος αλλά και του μελλοντικού κλίματος για την Πελοπόννησο, μια περιοχή του ελλαδικού χώρου με αυξημένο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς που είχε επηρεαστεί με ολέθριο τρόπο από τις πυρκαγιές του 2007.



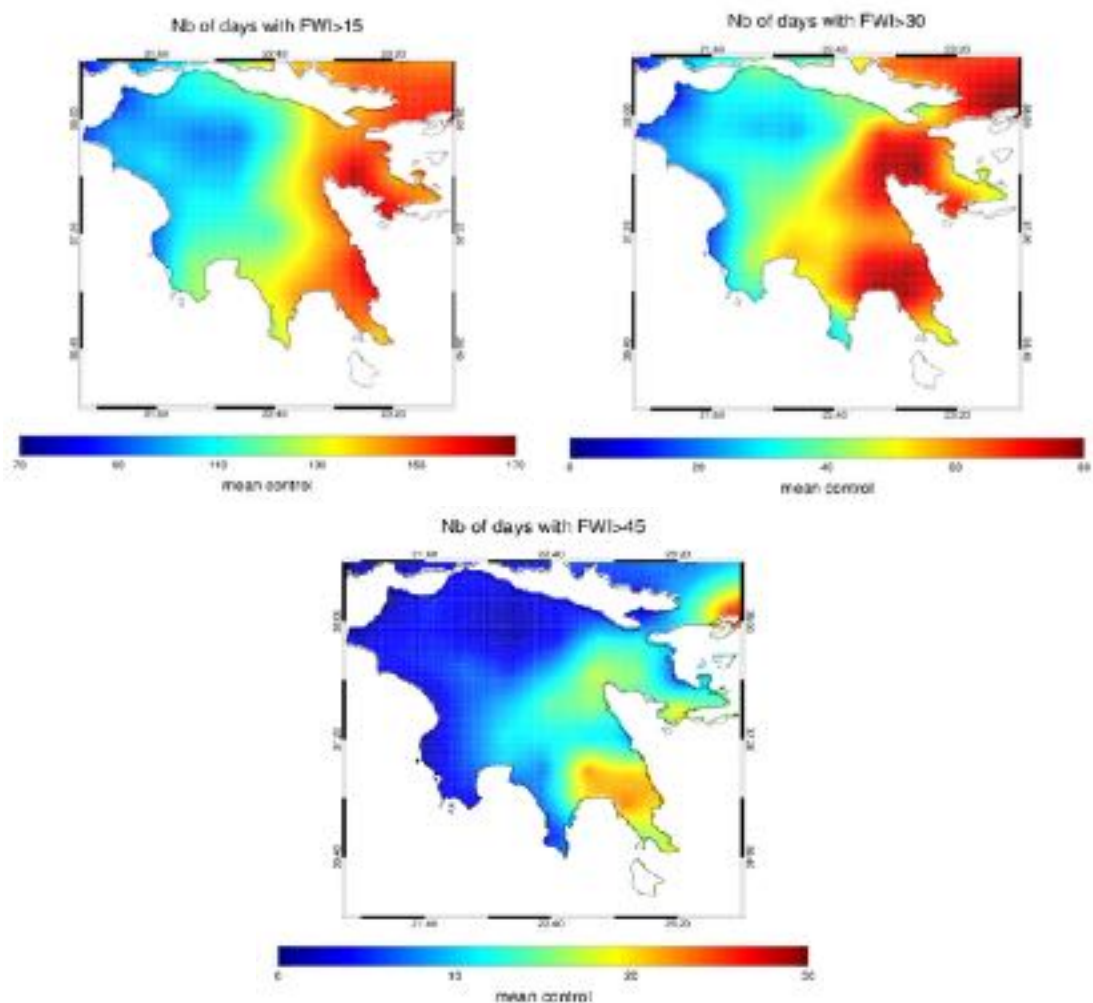
Σχήμα 1: Τιμές κατωφλίου ακραίου κινδύνου πυρκαγιάς για την περιοχή της Πελοποννήσου.

Καθορισμός τιμών κατωφλίου ακραίου κινδύνου πυρκαγιάς για την περιοχή μελέτης

Για τον καθορισμό των κατωφλίων ακραίου κινδύνου πυρκαγιάς συσχετίστηκαν δεδομένα αριθμού πυρκαγιών διαθέσιμα από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (ΥΠΕΚΑ) για την περίοδο 1983-1997 με τις τιμές του FWI, από μετεωρολογικά δεδομένα 13 σταθμών της ΕΜΥ σε ολόκληρη την Ελλάδα. Η ελληνική επικράτεια διαιρέθηκε σε 13 υποπεριοχές έκτασης περίπου 106 ha η κάθε μία, αριθμός ίσος με τους διαθέσιμους μετεωρολογικούς σταθμούς. Ο αριθμός των πυρκαγιών που συνέβησαν κάθε μέρα σε κάθε υποπεριοχή κανονικοποιήθηκε ανά 106Ha, με σκοπό την απόκτηση συγκρίσιμων αποτελεσμάτων και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο ημερήσιος δείκτης FWI για την περίοδο των πυρκαγιών (Μάιο-Οκτώβριο). Στη συνέχεια, ο δείκτης ταξινομήθηκε σε κατηγορίες διαστήματος 1 και η μέση τιμή του κανονικοποιημένου αριθμού των πυρκαγιών υπολογίστηκε για κάθε κατηγορία και για κάθε σταθμό. Από τα αποτελέσματα, η περιοχή μελέτης χωρίστηκε σε τρεις διακριτές υποπεριοχές διαφορετικής συμπεριφοράς.

Η μελέτη για όλη την επικράτεια πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος CLIMRUN (www.climrun.eu), στο οποίο συμμετέχει το Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών. Για τις ανάγκες της μελέτης μία φωτιά την ημέρα ορίστηκε σαν ακραίος κίνδυνος εκδήλωσης πυρκαγιάς. Έτσι, στη δυτική Πελοπόννησο μέχρι και τα όρια με το νομό Μεσσηνίας, μία φωτιά ημερησίως συμβαίνει όταν ο FWI=15. Στη Μεσσηνία και στην ανατολική Πελοπόννησο μία φωτιά την ημέρα παρατηρείται όταν ο δείκτης παίρνει την τιμή 45. Μεταξύ ανατολικής και δυτικής Πελοποννήσου, παρατηρείται μια ζώνη μετάβασης όπου η τιμή κατωφλίου για τον ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς είναι FWI=30. Συγκεντρωτικά οι τιμές κατωφλίου για τις διάφορες περιοχές της Πελοποννήσου όπως προέκυψαν από την παραπάνω μελέτη απεικονίζονται στο Σχήμα 1.

Κίνδυνος Πυρκαγιάς για την Πελοπόννησο

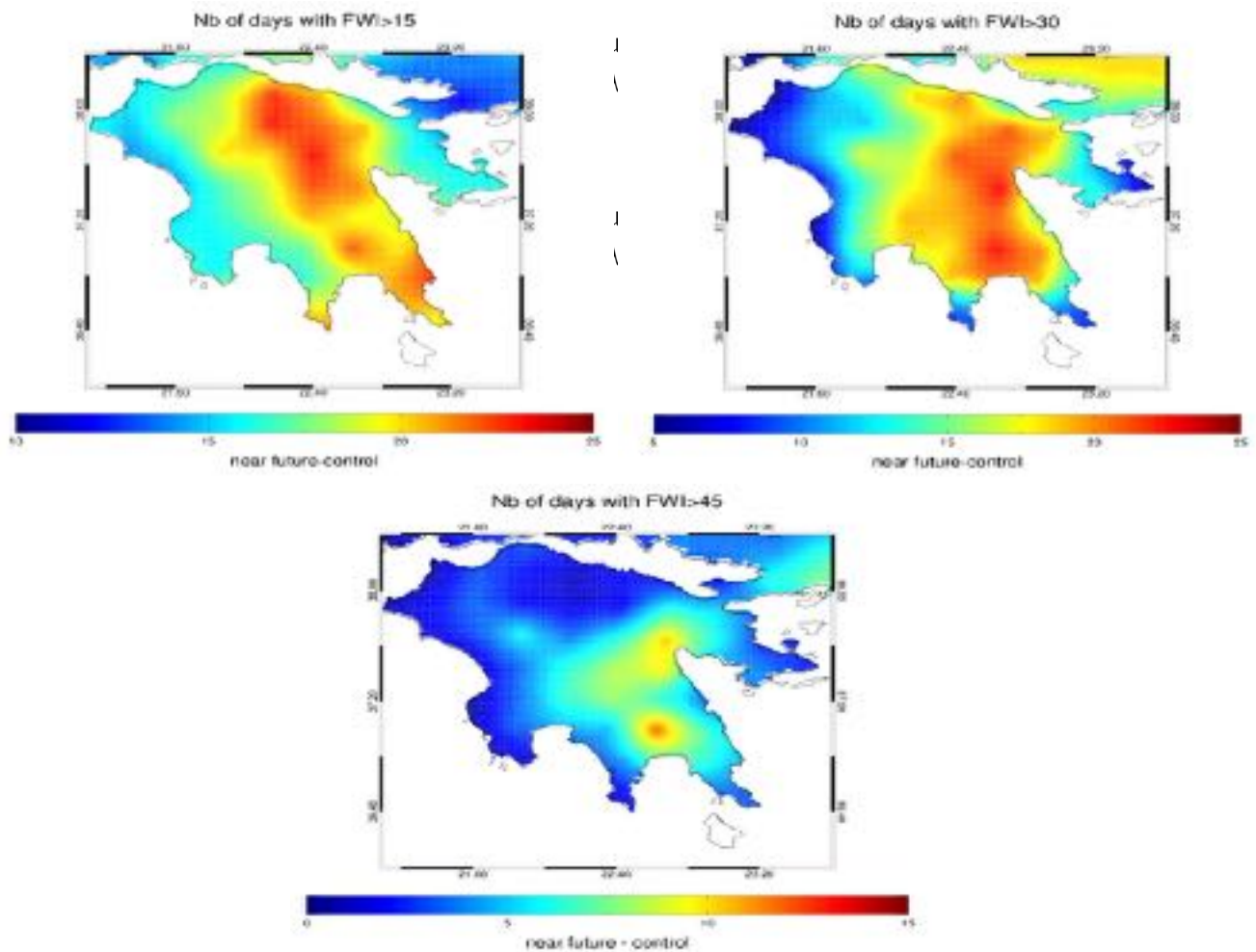


Σχήμα 2: Χάρτες αριθμού ημερών με FWI>15, FWI>30 και FWI>45 για την περίοδο αναφοράς (1961-1990).

Κίνδυνος πυρκαγιάς για την περίοδο αναφοράς (1961-1990)

Στο Σχήμα 2 παρουσιάζονται οι χάρτες του μέσου ετήσιου αριθμού ημερών με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς για την περίοδο αναφοράς, για τις τρεις τιμές κατωφλίου και τις αντίστοιχες περιοχές όπως ορίστηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Για τη βορειοδυτική Πελοπόννησο οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς (FWI>15) κυμαίνονται από 90-110 ετησίως. Για τη ζώνη μετάβασης (κεντρική Πελοπόννησος) οι ημέρες ακραίου κινδύνου (FWI>30) κυμαίνονται περίπου από 30 στο βόρειο τμήμα έως και 50/έτος στο νότιο

τμήμα. Για την Μεσσηνία τα μοντέλου προβλέπουν έως και 10 ημέρες ετησίως με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς ενώ για την ανατολική Πελοπόννησο ο αριθμός τους φτάνει τις 25 ημέρες με τις μέγιστες τιμές να παρατηρούνται στην περιοχή της Λακωνίας.



Σχήμα 3: Χάρτες μεταβολών στον αριθμό των ημερών με $FWI > 15$, $FWI > 30$ και $FWI > 45$ κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο (2021-2050).

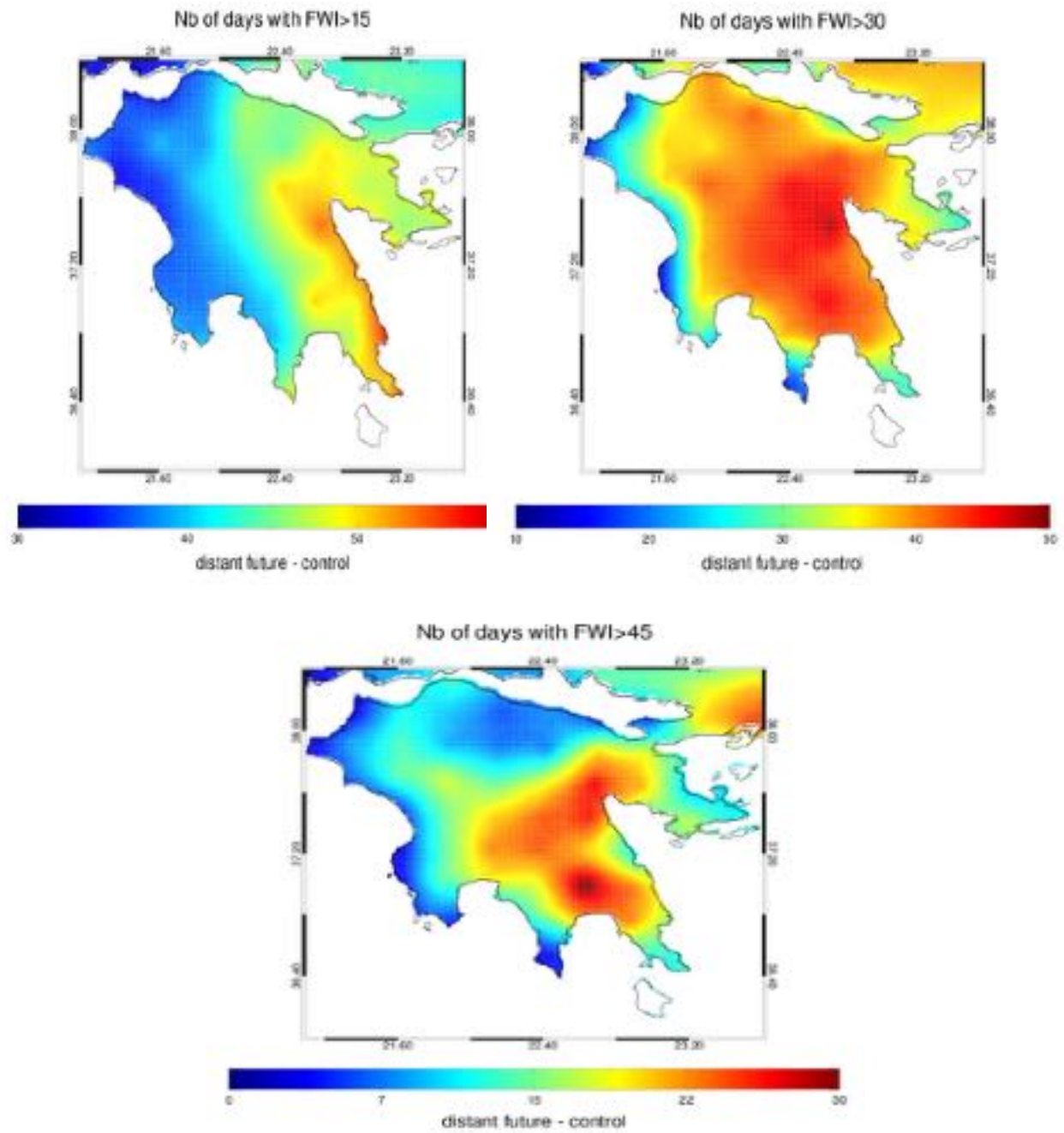
Μεταβολές του κινδύνου πυρκαγιάς κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο (2021-2050)

Κατά την πρώτη μελλοντική περίοδο (2021-2050), ο αριθμός των ημερών με ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς στο βορειοδυτικό τμήμα της Πελοποννήσου ($FWI > 15$) αναμένεται να αυξηθεί κατά 15 επιπλέον ημέρες ανά έτος. Οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς στην κεντρική Πελοπόννησο ($FWI > 30$) αναμένεται να αυξηθούν από 15 έως και 20 επιπλέον ημέρες στο νότιο τμήμα της Πελοποννήσου. Τέλος, οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς στη Μεσσηνία ($FWI > 45$) αναμένεται να αυξηθούν και 5 ημέρες ανά έτος στο εγγύς μέλλον ενώ μικρές αυξήσεις έως και 12 ημέρες/έτος αναμένονται στο ανατολικό τμήμα της περιοχής (Σχήμα 3).

Μεταβολές του κινδύνου πυρκαγιάς κατά τη δεύτερη μελλοντική περίοδο (2071-2100)

Για τη δεύτερη μελλοντική περίοδο 2071-2100, οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο πυρκαγιάς για τη βορειοδυτική Πελοπόννησο ($FWI > 15$) αναμένεται να αυξηθούν κατά ένα μήνα ανά έτος (Σχήμα 11). Για την κεντρική Πελοπόννησο οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο ($FWI > 30$) αναμένεται να αυξηθούν κατά περίπου 40 ανά έτος. Τέλος, στη Μεσσηνία οι ημέρες με ακραίο κίνδυνο ($FWI > 45$) αναμένεται να αυξηθούν από 7-17 ανά έτος. Στην νότια και

ανατολική Πελοπόννησο αναμένεται αύξηση έως και ενός επιπλέον μήνα με ακραίο κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς (Σχήμα 4).



Σχήμα 4: Χάρτες μεταβολών στον αριθμό των ημερών με FWI>15, FWI>30 και FWI>45 κατά τη δεύτερη μελλοντική περίοδο (2071-2100).

Ανάγκη εκπόνησης κοινής στρατηγικής αποκατάστασης καμένων δασικών εκτάσεων

Ιωάννης Πεταμίδης

Δασολόγος, πρώην Δ/ντής Δ/νσης Αναδασώσεων Αττικής

Λέξεις Κλειδιά: Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων, στρατηγική

Η παρούσα εργασία αναφέρεται στην ανάγκη εκπόνησης κοινής στρατηγικής αποκατάστασης καμένων δασικών εκτάσεων, νέων προδιαγραφών που θα λαμβάνουν υπόψη τις νέες προκλήσεις (κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα, εξοικονόμηση νερού), αλλά και ανάγκη για μεταφορά τεχνογνωσίας από την έρευνα στην πράξη.

Τα κύρια σημεία και έννοιες που παρουσιάζονται και αναλύονται έχουν ως εξής:

1. Τι είναι δάσος – δασικό οικοσύστημα
 - Πόσο καλά τα γνωρίζουμε, ιδιαίτερα όσοι εμπλέκονται άμεσα ή έμμεσα με τα προβλήματα διαχείρισής τους. Αξιοποίηση – Προστασία – Αποκατάσταση
2. Αποκατάσταση δασικών οικοσυστημάτων
 - Πως γίνεται; (Με Φυσικές διαδικασίες – Τεχνητές μεθόδους – Άλλους τρόπους)
 - Από ποιους γίνεται; (Εξειδικευμένο επιστημονικό και εργατοτεχνικό προσωπικό)
 - Απαιτείται Μελέτη; (βεβαίως ΝΑΙ)
 - Ποιος τη συντάσσει (εγκρίνει); (Διευκρινήσεις – Επιστημάνσεις)
 - Πηγές χρηματοδότησης – Κόστη (Διευκρινήσεις – Επιστημάνσεις)
3. Από τι κινδυνεύουν τα υφιστάμενα Δασικά Οικοσυστήματα
 - Εάν γνωρίζουμε τους κινδύνους και τα κίνητρα, διαμορφώνουμε την ανάλογη στρατηγική τόσο για την προστασία τους από φυσικές καταστροφές, όσο και για την αποκατάστασή τους
4. Βαθμιαία υποβάθμιση (Απώλεια εδαφικών και υδατικών πόρων, επιδείνωση κλιματικών συνθηκών, αρνητικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα - Επιστημάνσεις)
5. Ανάγκη εκπόνησης κοινής στρατηγικής για την αποκατάσταση
Προϋποθέσεις :
 - Ύπαρξη στρατηγείου (συντονιστικού φορέα)
 - Ύπαρξη στρατηγών (έμπειρων στελεχών στα κέντρα λήψης των αποφάσεων)
 - Ύπαρξη σχεδίων και πρακτικών αποκατάστασης (αρχικών και εναλλακτικών) με το μικρότερο δυνατό οικονομικό, κοινωνικό και οικολογικό κόστος (καλές και κακές πρακτικές)
 - Ύπαρξη μηχανισμού (Υπηρεσιών) υλοποίησης της κοινής στρατηγικής κατάλληλα στελεχωμένων, εξοπλισμένων και χρηματοδοτούμενων, με πλήρη αξιοποίηση όλων των διαθέσιμων πόρων και εθελοντικών προσφορών σε προσωπικό, εξοπλισμό ή άλλη βοήθεια.
6. Η σημασία των δασικών οικοσυστημάτων για την οικονομική ανάπτυξη της χώρας και την ποιότητα ζωής των κατοίκων , που δικαιολογούν (έστω και καθυστερημένα) την ανάγκη επαναπροσδιορισμού της δασικής πολιτικής και τη λήψη άμεσων μέτρων για την προστασία (κατά προτεραιότητα) των υφιστάμενων δασικών οικοσυστημάτων και την εν συνεχεία αποκατάσταση των καταστραφέντων (σειρά διαφανειών)
7. Η περίπτωση της Πεντέλης (καψάλα – αναδασωτέα - τεχνητές αναδασώσεις)
8. Παρά τη θέλησή μας συνεχίζονται οι καταστροφές (πως διαχειριζόμαστε το πρόβλημα σε συλλογικό ή ατομικό επίπεδο)
9. Πότε, που, πως και με ποιους αναδασώνουμε

10. Λάθος πρακτικές (διαφάνειες)
11. Νέες προδιαγραφές λαμβάνοντας υπόψη τις νέες προκλήσεις
 - Τηλεγραφική αναφορά στη ιδιαίτερη σημασία των διάσπαρτων άκαυτων νησίδων και στη διαχείρισή τους κατά την διαδικασία της κατάσβεσης, αλλά κυρίως μετά την πυρκαγιά (Αναλυτική παρουσίαση της πρότασης, στο workshop της 15-10-2013).
12. Κλείσιμο – Συμπέρασμα: ΝΑΙ στις αναδασώσεις, αλλά χωρίς ΑΝΑΣΤΑΤΩΣΕΙΣ.

**Αναδάσωση Καμένης Δασικής Έκτασης στην περιοχή
Αγίας Μαρίνας – Νέας Μάκρης του Πεντελικού όρους με χρήση Κομπόστ**

Ευαγγελία Τσάρτσου

Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού Περιβαλλοντικών Δράσεων
ΥΠΕΚΑ, Ιτέας 2 & Ευρυτανίας, Τ.Κ:11523, Αθήνα
e-mail: etsartsou@mou.gr

Λέξεις Κλειδιά: Μεταπυρική αναδάσωση, κομπόστ, Πεντέλη

Περίληψη

Το έργο «Αναδάσωση στην περιοχή Αγίας Μαρίνας – Νέας Μάκρης του Πεντελικού όρους», ξεκίνησε τον Νοέμβριο 2007 και ο αρχικός σχεδιασμός ήταν να τελειώσει το 2010 (με τρία χρόνια συντήρηση). Μετά την πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στο έργο (Αύγουστος 2009) και κάηκε περίπου το 70% της έκτασης, το έργο παρατάθηκε μέχρι τις 31/12/2012. Ο σκοπός του έργου ήταν η ολοκληρωμένη και αποτελεσματική αναδάσωση της επιλεγμένης περιοχής που είχε υποστεί διαδοχικές πυρκαγιές με τη χρήση του εδαφοβελτιωτικού (κομπόστ) & η Συντήρηση και Παρακολούθηση της εξέλιξης της βλάστησης για τρία έτη.

Δεδομένου ότι στην περιοχή υπήρχαν επί μέρους τμήματα με ικανοποιητική φυσική αναγέννηση και άλλα τμήματα γυμνά ή με πολύ φτωχή φυσική αναγέννηση, οι παρεμβάσεις στόχευαν στη διατήρηση και προστασία της φυσικής αναγέννησης, αλλά και στην ικανοποιητική δάσωση των υπολοίπων γυμνών και υποβαθμισμένων τμημάτων. Με την ολοκλήρωση του έργου της Αναδάσωσης τον Δεκέμβριο του 2012, η ποιοτική αξιολόγηση των παρεμβάσεων κατέγραψε, ότι η επιβίωση συνολικά των φυτών μετά από πέντε χρόνια συντήρησης ήταν σε ποσοστό 75-80% που θεωρείται από «καλή» έως «άριστη», με βάση το ποιοτικό κριτήριο που χρησιμοποιήθηκε και αξιολογήθηκε σε κλίμακα τεσσάρων διαβαθμίσεων: «Άριστη», «Καλή», «Μέτρια» και «Πενιχρή».

Επίσης διαπιστώθηκε πόσο ορθή ήταν η επιλογή του κομπόστ ως θρεπτικό υπόστρωμα για τα νεοφυτευθέντα δένδρα και θάμνους, με την ανοργανοποίηση της οργανικής ουσίας του κομπόστ και την απόδοση των θρεπτικών συστατικών στα φυτά με σταθερούς ρυθμούς.

1. Εισαγωγή

1.1 Περιοχή Μελέτης

Αναγνώριση και Ανάλυση της Περιοχής

Η αναδασωτέα έκταση είναι τμήμα του Πεντελικού όρους και βρίσκεται στην περιοχή Αγ. Μαρίνας – Ν. Μάκρης, δυτικά των διοικητικών ορίων του Δ. Ν. Μάκρης και η έκτασή της είναι 136 στρ. (Σχήμα 1)

1.2 Ανθρωπογενείς Πιέσεις - Ιστορικό Πυρκαγιών της περιοχής

Παρά το ότι το Πεντελικό όρος αποτελεί έναν αντικατάστατο φυσικό πόρο για την Αττική, από το 1978 καίγεται συνεχώς. Η μεταβολή στις χρήσεις γης ως συνέπεια των δασικών πυρκαγιών, η Πεντέλη αποτελεί το πλέον χαρακτηριστικό παράδειγμα. Η αναδασωτέα περιοχή κάηκε τρεις φορές το 1995, 1998 και 2009.



Σχήμα 1. Θέση και Έκταση του Έργου.

Τον Ιούλιο του 1995 μια μεγάλη πυρκαγιά εκδηλώθηκε στη νοτιοανατολική περιοχή της Πεντέλης και κάηκε συνολική έκταση 65.000 στρ. Το 90% της έκτασης που κάηκε, είναι δασικού χαρακτήρα περιοχές με εκτεταμένες συστάδες χαλεπίου πεύκης, ηλικίας 40-50 ετών.

Τον Ιούλιο και Αύγουστο του 1998 εκδηλώθηκαν δύο μεγάλες πυρκαγιές, όπου κάηκαν συνολικά 75.000 στρ. Το 90% της έκτασης που κάηκε είναι δασικού χαρακτήρα εκτάσεις με νεαρά πευκοδάση που προέκυψαν από φυσική αναγέννηση ή τεχνητή αναδάσωση .

Τον Αύγουστο του 2009 (21-8-2009) προκλήθηκε νέα πυρκαγιά που ξεκίνησε στη θέση «Σέσι» Γραμματικού Αττικής και επεκτάθηκε νοτιότερα προς τον ορεινό όγκο της Πεντέλης, όπου κάηκαν και 94,2 στρ. της αναδάσωσης το 70% περίπου της έκτασης.

1.3 Φυσικές Συνθήκες της Περιοχής

1.3.1 Γεωμορφολογική Ανάπτυξη

Η περιοχή εντάσσεται στην ζώνη των αιφυλλων πλατυφύλλων με κυρίαρχο είδος την χαλέπιο πεύκη και οι κλίσεις στο βόρειο τμήμα είναι πολύ μικρές (σχεδόν επίπεδη έκταση στο βορειότερο κομμάτι) και μέτριες στο νότιο τμήμα (0-50%).

Το έδαφος παρουσιάζεται αβαθές στις ανώτερες κλιτύες (με έκθεση του μητρικού πετρώματος) ως και μετρίου βάθους στα κατώτερα σημεία της περιοχής.

Η γενική έκθεση της περιοχής είναι ανατολική για το βόρειο τμήμα και βορειοανατολική για το νότιο τμήμα, το δε υψόμετρο κυμαίνεται από 180 m στα χαμηλά και έως 280 m το υψηλότερο σημείο.

1.3.2 Κλιματικές συνθήκες

Η συγκέντρωση των κατακρημνισμάτων τους χειμερινούς μήνες από Οκτώβριο έως Απρίλιο και οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια του θέρους, είναι τα κυριότερα χαρακτηριστικά του κλίματος της περιοχής.

Υπάρχουσα Βλάστηση – Χλωριστικά στοιχεία

Η έκταση καταλαμβάνεται από την δευτερογενή διάπλαση των θαμνώνων από αείφυλλα πλατύφυλλα της φυτοκοινωνικής ενώσεως Oleo – Lentiscetum (Σχίνου – αγριελιάς) και με σχετικά έντονη υποβάθμιση. Από τα θαμνώδη είδη κυριαρχεί η ανθεκτική πρίνος και από τη δενδρώδη βλάστηση η χαλέπιος πεύκη. Η σύνθεση αυτή της χλωρίδας υποδηλώνει την επίδραση δύο κυρίως ανθρωπογενών παραγόντων:

α) κυρίως της φωτιάς και

β) της βόσκησης (στα παρελθόντα έτη)

2. Μεθοδολογία

2.1 Αναδασωτικές Παρεμβάσεις

Στόχοι των Αναδασωτικών Παρεμβάσεων:

- Αισθητική βελτίωση του Τοπίου
- Δημιουργία δάσους – φυσικού αποθέματος
- Βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης της πανίδας της περιοχής
- Αποφυγή διάβρωσης
- Μείωση της ρύπανσης
- Δημιουργία κατάλληλου περιβάλλοντος που θα εξυπηρετεί την υπαίθρια αναψυχή
- Βελτίωση και αναβάθμιση της ποιότητας ζωής των κατοίκων
- Διατήρηση της βιοποικιλότητας
- Ανάδειξη & Αποτελεσματικότερη προστασία της περιοχής

2.2 Κριτήρια Επιλογής Δασοπονικών Ειδών για την Αναδάσωση

- Είδη Μεσογειακής χλωρίδας & συμβατά στο Μεσογειακό Τοπίο και το οικολογικό τους σύστημα
- Είδη που είναι άριστα προσαρμοσμένα στο Αττικό Κλίμα & Τοπίο και ικανά να εκμεταλλεύονται τις φυσικές διεργασίες
- Είδη που προϋπήρχαν στο οικοσύστημα
- Είδη ανθεκτικά σε ξηροθερμικές συνθήκες και στην παρατεταμένη διάρκεια των θερινών μηνών
- Αυξημένη αντοχή των φυτικών ειδών σε οριακές εδαφικές & κλιματικές συνθήκες
- Είδη με αισθητική αξία

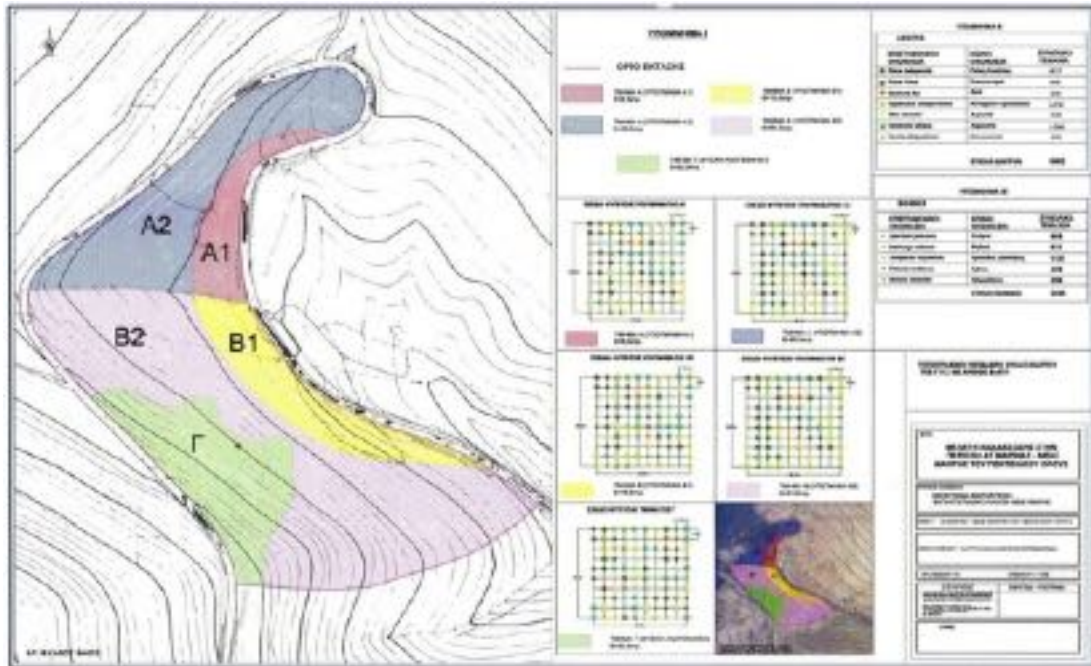
2.3 Η σύνθεση των ειδών και η κατανομή αυτών στις αναδασωτικές επιφάνειες

Φυτεύτηκαν οι επιφάνειες (Α,Β,Γ) (φυτοτεχνικό σχέδιο), με δένδρα ύψους (1-1,5 μ.) και θάμνους ύψους (<1μ.), είτε σε τετραγωνικό φυτευτικό σύνδεσμο 4 χ 4μ. κατά το προτεινόμενο επαναλαμβανόμενο πλέγμα φύτευσης, είτε ελεύθερα, χωρίς ειδικό φυτευτικό σύνδεσμο (και όχι πυκνότερα των 4 χ 4μ.). Το πλέγμα φύτευσης αποτελεί ένα απλό φυτοτεχνικό σχέδιο, εύκολα εφαρμόσιμο σε μεγάλες εκτάσεις, ως επί το πλείστον γυμνές. Η εφαρμογή του εξασφαλίζει συστάδες φυτών που έχουν μια οικολογική-λειτουργική σχέση και εξυπηρετούνται καλύτερα οι σκοποί των αναδασωτικών εργασιών. Η σύνθεση των φυτεύσεων ήταν μικτή, εξαιτίας των βιολογικών πλεονεκτημάτων που παρέχουν οι μικτές συστάδες, έναντι των αμιγών. Αποφεύχθηκε η φύτευση σε ευθεία γραμμή (Σχήμα 2).

2.4 Προμήθεια & Ενσωμάτωση Οργανικού Λιπάσματος Κομπόστ

Στην αναδάσωση της περιοχής χρησιμοποιήθηκε κομπόστ ως θρεπτικό υπόστρωμα και ως υλικό πλήρωσης των λάκκων φύτευσης. Η ανάμιξη του κομπόστ & εδάφους ήταν σε ποσοστό 30% και αποδείχθηκε ένα από τα καλύτερα εδαφοβελτιωτικά, με πολύ θετικά αποτελέσματα στην αναδάσωση της Περιοχής (Εικόνα 1).

Μετά από αντίστοιχες χημικές αναλύσεις που έγιναν σε διάφορα άλλα είδη κομπόστ, επιλέχθηκε το κομπόστ που παρασκευάζεται από άχυρα, κήπια υπολείμματα, πριονίδια, ούρα και κόπρανα αλόγων, στο Ιπποφορβείο «ΦΗΓΑΙΑΣ», στο Πικέρμι Αττικής, με τιμή pH = 7,47 και περιεκτικότητα σε οργανική ουσία 26,50 % (σε πολύ καλό επίπεδο), το οποίο κρίθηκε κατάλληλο για χρήση του στις αναδασωτικές εργασίες (Εικόνες 2 και 3).



Σχήμα 2. Χάρτης Αναδασωτικών Επεμβάσεων – Φυτευτικό Σχέδιο.



Εικόνα 1. Η εγκατάσταση της βλάστησης με προσθήκη κομπόστ.

2.5 Η Συντήρηση της Βλάστησης στην αναδασωτέα περιοχή της Πεντέλης

Τον Μάιο του 2008 ξεκίνησαν οι εργασίες του έργου και αφορούσαν στη συντήρηση της αναδάσωσης για τρία χρόνια, οι οποίες μετά την πυρκαγιά του Αυγούστου του 2009, συνεχίστηκαν για άλλα δύο χρόνια.

Οι εργασίες συντήρησης που πραγματοποιήθηκαν ήταν οι εξής:

- Η Συντήρηση της νεοεισαχθείσας βλάστησης, αλλά και της υπάρχουσας, η οποία πραγματοποιήθηκε με κλάδεμα των νεκρών και ασθενικών κλαδιών με σκοπό τη ταχύτερη ανάπτυξή τους.
- Η Διαμόρφωση της λεκάνης άρδευσης. Η εργασία αυτή θεωρήθηκε πολύ απαραίτητη για την συγκράτηση του νερού της βροχής στο λάκκο και των αρδεύσεων.

- Η Λίπανση των φυτών. Η πραγματοποίηση αναλύσεων, μας καθοδηγούσε για το πότε και με ποιο τρόπο θα γίνει η επόμενη προσθήκη κομπόστ.
- Το Πότισμα των φυτών. Η μέση διάρκεια κάθε ποτίσματος ήταν 15 μέρες περίπου σε 10 συνολικά ποτίσματα το χρόνο. Η συχνότητά τους είχε εξαρτηθεί από τις υψηλές θερμοκρασίες.



Εικόνα 2. Ο σωρός μετά από 1-1,5 στα μέσα της ωρίμανσης



Εικόνα 3. Πανοραμική εικόνα των χώρων Διαχείρισης των στρωμών στο Ιπποφορβείο «ΦΗΓΑΙΑΣ» στο Πικέρμι Αττικής.

3. Ποιοτική Αξιολόγηση των Παρεμβάσεων

3.1 Ποιοτική Αξιολόγηση της Εξέλιξης της Βλάστησης μετά το 1^ο έτος Συντήρησης

Η ποιοτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των παρεμβάσεων στηρίχθηκε στο κριτήριο του ποσοστού επιβίωσης του κάθε είδους φυτού, αλλά και στο σύνολο των φυτών.

Το ποιοτικό κριτήριο αξιολογήθηκε σε κλίμακα τεσσάρων διαβαθμίσεων: «Άριστη», «Καλή», «Μέτρια» και «Πενιχρή».

Η επιβίωση συνολικά των φυτών τον πρώτο χρόνο ήταν σε ποσοστό περίπου 80%

Επίσης, τα κωνοφόρα παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα πλατύφυλλα και κυρίως το κυπαρίσσι έφτασε στο 0,40 cm σε μέσο ετήσιο ρυθμό αύξησης.

3.2 Παρακολούθηση της βελτίωσης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους με την προσθήκη κομπόστ

Πίνακας 1: Παρακολούθηση της βελτίωσης των φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους με την προσθήκη κομπόστ.

Χρονική Περίοδος	Οργανική Ουσία (%)
Μάρτιος 2007 (πριν την προσθήκη κομπόστ)	0,47 – 1,68
Ιανουάριος 2008 (2 μήνες μετά την προσθήκη κομπόστ)	7,10 – 7,89
Ιανουάριος 2009 (1 χρόνο μετά)	6,30 – 6,77

Από τον πίνακα 1 συμπεραίνουμε ότι με την προσθήκη του κομπόστ, αυξήθηκαν κατά πολύ τα ποσοστά της οργανικής ουσίας στο έδαφος της αναδασωτέας περιοχής και επομένως εξασφαλίστηκαν οι καλύτερες εδαφικές συνθήκες για τα νεοφυτευθέντα δέντρα και θάμνους. Το κομπόστ λειτουργεί σαν «αποθήκη» των θρεπτικών συστατικών και της υγρασίας και αποδίδει στο φυτό σταδιακά, όποτε αυτό το χρειάζεται.





Τον Ιανουάριο του 2009, ένα ποσοστό της οργανικής ουσίας – όπως εξάλλου αναμενόταν – ανοργανοποιήθηκε, δηλαδή μειώθηκε. Παρόλα αυτά τα ποσοστά της είναι πάρα πολύ αυξημένα για τα δεδομένα των Ελληνικών εδαφών.

3.3. Ολοκλήρωση του έργου της Αναδάσωσης - Αξιολόγηση των Παρεμβάσεων (Δεκέμβριος 2012)

Η ποιοτική αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας των αναδασωτικών επεμβάσεων σε σχέση με την ανταπόκριση των δασοπονικών ειδών στις υπάρχουσες συνθήκες και στην επίδραση της χρήσης του κομπόστ στην καλή ανάπτυξή τους, αναλύεται ως εξής:

- Η αξιολόγηση στηρίχθηκε στο κριτήριο του ποσοστού επιβίωσης του κάθε είδους και στο σύνολο των φυτών. Το ποιοτικό κριτήριο αξιολογήθηκε σε κλίμακα τεσσάρων διαβαθμίσεων: «Άριστη», «Καλή», «Μέτρια» και «Πενιχρή»
 - «Άριστη», είναι η επιβίωση του φυτού σε ποσοστό 80-100 %
 - «Καλή», είναι η επιβίωση του φυτού σε ποσοστό 60-80 %
 - «Μέτρια», είναι η επιβίωση του φυτού σε ποσοστό 40-60 %
 - «Πενιχρή», είναι η επιβίωση του φυτού σε ποσοστό <40 %
 - Τα φυτά που είχαν άριστη επιβίωση είναι: Το Κυπαρίσσι, Χαλέπιος πεύκη, Χαρουπιά, Αριά Σπάρτο, Μηδική, Πικροδάφνη.
 - Τα φυτά που είχαν καλή επιβίωση είναι: Κουτσουπιά
 - Τα φυτά που είχαν μέτρια επιβίωση είναι η Κουκουναριά (Τα φυτά της Κουκουναριάς αντέδρασαν ικανοποιητικά, μόνο κατά θέσεις, εκεί που τα εδάφη ήταν βαθεία)
 - Τα φυτά με πενιχρή επιβίωση: 0

- Η επιβίωση συνολικά των φυτών μετά από πέντε χρόνια συντήρηση είναι σε ποσοστό περίπου 75 - 80% (δηλ. «καλή» έως «άριστη»).
- Επίσης, τα κωνοφόρα παρουσίασαν μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τα πλατύφυλλα.

	
<p>Η έκταση πριν την αναδάσωση</p>	<p>Η έκταση μετά την αναδάσωση</p>
	
<p>Η έκταση τον Σεπτέμβριο 2009</p>	<p>Η έκταση τον Νοέμβριο 2012</p>

4. Συμπεράσματα μετά την ολοκλήρωση των εργασιών Αναδάσωσης

- Τα περισσότερα δασικά είδη που επιλέχθηκαν για την αναδάσωση, ανταποκρίθηκαν πολύ ικανοποιητικά στις υπάρχουσες συνθήκες της περιοχής.
- Από τα φυτικά είδη που επιλέχθηκαν για την αναδάσωση, τα περισσότερα είχαν άριστη επιβίωση. Το ποσοστό επιβίωσης κυμάνθηκε σε όλα τα έτη παρακολούθησης στο 75% - 80%, το οποίο θεωρείται βάσει της κλίμακας αξιολόγησης από καλή ως άριστη επιβίωση.
- Διαπιστώθηκε για άλλη μια φορά πόσο ορθή ήταν η επιλογή του κομπόστ ως θρεπτικό υπόστρωμα για τα νεοφυτευθέντα δέντρα και θάμνους.
- Οι εργασίες συντήρησης όπως το βοτάνισμα, σκάλισμα, διαμόρφωση λεκάνης άρδευσης και πότισμα βοήθησαν στην νεοεισαχθείσα βλάστηση για την ταχύτερη

ανάπτυξη της και προσαρμογή σε ένα έδαφος αρκετά φτωχό και κατά θέσεις γυμνό, μετά από διαδοχικές πυρκαγιές.

- Σε ένα έδαφος, όπως της Πεντέλης, όπου επικρατεί ο ασβεστόλιθος και ο σχιστόλιθος, τις διαδοχικές πυρκαγιές που έχουν λάβει μέρος και σε συνδυασμό με το ξηροθερμικό κλίμα της Αττικής, θεωρούμε ότι το εγχείρημα αυτό της Αναδάσωσης με τη χρήση κομπόστ έδωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα
- Ανάγκη Πιστοποίησης του προϊόντος του κομπόστ, ιδιαίτερα όταν η πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται είναι σκουπίδια, λάσπη βιολογικών και η διακίνηση θα πρέπει συνοδεύεται από στοιχεία ποιότητας, ώστε να χρησιμοποιείτε με τη μέγιστη δυνατή ασφάλεια και ωφέλεια.
- Δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα θεσμοθετημένες ποιοτικές προδιαγραφές για το κομπόστ σε επίπεδο Ε.Ε, αναμένεται η Ευρωπαϊκή Οδηγία.
- Μια πληθώρα οργανικών αποβλήτων μπορούν με την κατάλληλη επεξεργασία να μετατραπούν σε ένα πλούσιο φυτόχωμα.
- Το κομπόστ, μπορεί να βρει πολλές εφαρμογές στη γεωργία, στα πάρκα, στις αναδάσώσεις και στην αποκατάσταση προβληματικών εκτάσεων όπως: εγκαταλειμμένα λατομεία, πρανή δρόμων κ.λπ.

Βιβλιογραφία

- Bonnette, J., Green, R.E., 1995. Report on the effectiveness of compost in stimulating tree seedling growth and reducing soil erosion. Glemson: U.S. Southeaster Forest Service.
- Environmental Protection Agency, Washington, 1997. Innovative Uses of Compost: Restoration and Habitat Revitalization.
- Καβασίλης, Σ., Καλλιάνου, Χ., Ιωάννου, Δ., 2006. Ανοργανοποίηση κομπόστας προερχόμενη από φυτικά υπολείμματα ξηροφυτικής μεσογειακής βλάστησης, εφαρμογή της σε εδάφη και η επίδραση του ζεόλιθου. Πρακτικά 11ου Πανελληνίου Εδαφολογικού Συνεδρίου (Αρτα), σελ.: 447-456.
- Barrer, R.N., 1987. Zeolites and clay minerals as sorbents and molecular sieves Academic press, London.
- Μπαλής, Κ., 1990. Θερμόφιλη Βιοαποικοδόμηση Οργανικών Υλικών. Εργαστήριο Μικροβιολογίας – Γενικής & Γεωργικής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο Αθηνών, 2001. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Οργανικών Αποβλήτων & Υπολειμμάτων.
- Σύλλογος Οικολογικής Γεωργίας Ελλάδας. Η αξία του Κομπόστ. Η εξυγίανση της φύσης. Οδηγίες παρασκευής και χρήσης.
- Calvo, L., Baeza, J., Marcos, E., Santana, V., Papanastasis, V., 2010. Post fire Management of Shrublands. In: Moreira, F., M. Arianoutsou, P. Corona, and J. de las Heras (Eds.) Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. Springer, Heidelberg. 329 p.
- Arianoutsou-Faraggitaki M., 2001. Landscape changes in Mediterranean ecosystems of Greece: Implications for fire and biodiversity issues. J Medit Ecol 2:165-178.
- Vallejo, V.R., Arianoutsou M, Moreira, F., 2012. Fire Ecology and Post – Fire Restoration Approaches in Southern European Forest Types. In Moreira, F., M. Arianoutsou, P. Corona, and J. de las Heras (Eds.). Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests. Springer, Heidelberg. pp. 93-119.
- Mazzoleni, S., di Pasquale, Mulligan, G.M., di Martino, P., Rego, F., 2004. Recent Dynamics of the Mediterranean Vegetation and Landscape. John Wiley & Sons, Ltd.
- Κωνσταντινίδης, Π., 2001. Μέθοδοι αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα. Πρακτικά του Επιστημονικού Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γ. Ξανθόπουλος και Μ.

- Αριανούτσου, επιμέλεια έκδοσης. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και ΕΘΙΑΓΕ. Σελ. 135-145.
- Μαυρομάτης, Γ.Ν., 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος & φυσικής βλαστήσεως.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη – Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη.

Τα έργα αποκατάστασης του Αρχαιολογικού και ευρύτερου τοπίου της Ολυμπίας

Γεώργιος Καρέτσος

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ»
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 115 28 Αθήνα, e-mail: director@fria.gr

Λέξεις κλειδιά: Μεταπυρική αποκατάσταση, αρχαιολογικός χώρος Ολυμπίας

Περίληψη

Η αποκατάσταση του τοπίου στον αρχαιολογικό χώρο της Ολυμπίας μετά από την πυρκαγιά τον Αύγουστο του 2007, χαρακτηρίστηκε ως «εθνικός στόχος», λόγω του αυστηρού χρονοδιαγράμματος εργασιών που επέβαλε η τελετή αφής της Ολυμπιακής Φλόγας για τους Ολυμπιακούς Αγώνες του Πεκίνου του 2008. Ο χρονικός περιορισμός αλλά και η προ της πυρκαγιάς υφιστάμενη κατάσταση του φυσικού ή τεχνητού περιβάλλοντος της περιοχής, επηρέασαν το σχεδιασμό των έργων, ενώ σημαντική βαρύτητα έπαιξαν οι υπάρχουσες ιστορικές και βιβλιογραφικές αναφορές.

Με την ολοκλήρωση του σχεδιασμού και έχοντας εντοπίσει τις δυνατότητες και τους περιορισμούς, προέκυψαν βραχυχρόνια και μακροχρόνια οφέλη, όπως η σταθερότητα και γονιμότητα των εδαφών, η διατήρηση της βιοποικιλότητας, η εξασφάλιση της οικολογικής διαδοχής με στόχο την ανασύσταση του αρχαίου δάσους, η εξασφάλιση αισθητικής για την τέλεση της τελετής αφής, η δημιουργία αναβαθμισμένου αισθητικού περιβάλλοντος για την επερχόμενη τουριστική περίοδο, η άμβλυση των κοινωνικών πιέσεων και ο σεβασμός στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής. Ταυτόχρονα, εντοπίστηκαν οι πιθανοί κίνδυνοι και προτάθηκαν μέτρα και παρεμβάσεις που θα εξασφάλιζαν την ομαλή εξέλιξη της αποκατάστασης, όπως συμπληρωματικές φυτεύσεις, συντήρηση αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων, εργασίες συντήρησης και διαχείρισης αυτοφυούς βλάστησης και φυτεύσεων.

Στο σύνολο των έργων αντιδιαβρωτικά, φυτοτεχνικά, αισθητικές αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις, ακολουθήθηκαν κατά το δυνατόν οι αρχές διατήρησης της ιστορικότητας του χώρου σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Κεντρικού Αρχαιολογικού Συμβουλίου (ΚΑΣ) και τα κριτήρια που πρότεινε η IUCN και υιοθέτησαν τα Ηνωμένα Έθνη και σχετίζονται με την προστασία της φύσης και της βιοποικιλότητας, τη θωράκιση των περιοχών από μελλοντικούς κινδύνους, τη διασφάλιση της ιστορικότητας των δομών και των χρήσεων γης, τη διατήρηση των παραδόσεων, την προσφορά αναψυχής και έμπνευσης και την ανάπτυξη συστημάτων χρήσεων εναρμονισμένων με τη φύση.

**Φυσική αναγέννηση της κεφαλληνιακής ελάτης (*Abies cephalonica* Loudon)
στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας
και δυνατότητες αποκατάστασης έξι χρόνια μετά τη φωτιά**

Ευαγγελία Ν. Δασκαλάκου

Ελληνικός Γεωργικός Οργανισμός «ΔΗΜΗΤΡΑ»
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων
Τέρμα Αλκμάνος, Ιλίσια, 115 28 Αθήνα, e-mail: edaskalakou@fria.gr

Λέξεις κλειδιά: παρακολούθηση (monitoring), δάση ελληνικής ελάτης, ενδημικός τύπος οικοτόπου της Ελλάδας

Περίληψη

Το καθεστώς προστασίας του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας αναδεικνύει τη σημασία της προστασίας και διατήρησης του πολύτιμου φυσικού οικοσυστήματος της ενδημικής κεφαλληνιακής ελάτης στην Αττική, ιδιαίτερα μετά τη μεγάλη πυρκαγιά (2007), η οποία έκαψε σημαντικό τμήμα του ελατοδάσους.

Στο πλαίσιο του προγράμματος «Συμβολή στη μεταπυρική διαχείριση του Εθνικού Δρυμού Πάρνηθας» με αναθέτουσα αρχή τη Γενική Δ/ση Ανάπτυξης & Προστασίας Δασών & Φ.Π., Ειδική Γραμματεία Δασών, ΥΠΕΚΑ και χρηματοδότηση από το Πράσινο Ταμείο (2013-2015) μελετάται η φυσική αναγέννηση της ενδημικής κεφαλληνιακής ελάτης στο άκαυτο και στο καμένο δάσος, σε συνδυασμό με τη διαχρονική παρακολούθηση των αναδασώσεων (φυτευτικές περίοδοι 2008, 2011 και 2012).

Για την παρακολούθηση της φυσικής αναγέννησης εγκαταστάθηκαν 21 συνολικά επιφάνειες: 8 διατομές (10 x 2 m, με ανάλογες επιφάνειες 20 x 25 m) στο ώριμο-άκαυτο δάσος, 5 παρόμοιες διατομές και επιφάνειες στις άκαυτες “νησίδες” ελάτης και τέλος 8 διατομές (50 x 2 m) στο καμένο δάσος και σε θέσεις αναδασώσεων. Ταυτόχρονα, για τη μελέτη του φαινομένου της πληροκαρπίας, καταγράφεται η ετήσια παραγωγή κώνων στο άκαυτο δάσος και στις άκαυτες νησίδες (n=10 τυχαία, ώριμα δένδρα σε κάθε επιφάνεια, N=130 συνολικά). Επιπλέον, αξιολογούνται τα αυξητικά στοιχεία, η επιβίωση-θνησιμότητα των φυταρίων ελάτης και η επίδραση της βόσκησης στις αναδασώσεις.

Σημαντικός αριθμός δένδρων σε καρποφορία παρατηρείται στο ώριμο-άκαυτο δάσος κεφαλληνιακής ελάτης όπως επίσης στις άκαυτες νησίδες. Στο σύνολο των σημασμένων ώριμων δένδρων, τα άτομα σε καρποφορία ήταν 52,3%, με ετήσια παραγωγή 10,0±0,3 κώνους/δένδρο (1- 40, μέγιστη-ελάχιστη τιμή), ύψος και στηθιαία διάμετρο δένδρου 8,8±0,1 m και 27,6±0,1 cm, αντίστοιχα (τιμές 2013).

Η φυσική αναγέννηση της κεφαλληνιακής ελάτης στο ώριμο-άκαυτο δάσος του ΕΔ Πάρνηθας ήταν ικανοποιητική, με υψηλές καταγεγραμμένες τιμές (π.χ. 2,49 φυτάρια/m², ηλικίας 1-8 ετών) και σημαντική παρουσία νεαρών αρτιβλάστων (1,04 αρτίβλαστα/m², ηλικίας <1 έτους, έτος διασποράς σπερμάτων 2012). Στις άκαυτες νησίδες οι ανάλογες τιμές ήταν συγκριτικά μικρότερες, ενώ στο καμένο δάσος η φυσική αναγέννηση ήταν μηδενική.

Στις επιφάνειες των αναδασώσεων το ύψος των φυταρίων ελάτης (τιμές 2013) βρέθηκε 39,0±0,2, 18,6±0,1 και 13,3±0,1 cm (αναδασώσεις 2008, 2011 και 2012, αντίστοιχα).

Δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση καμένων δασών μαύρης πεύκης – βασικά στοιχεία και εφαρμογή στον Πάρνωνα (GR2520006).

Πέτρος Κακούρος¹, Σπύρος Ντάφης¹ και Παναγιώτα Σιμάδη²

¹Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροτόπων

14^ο χλμ Θεσσαλονίκης –Μηχανιώνας, Τ.Θ. 60394, 57001 Θέρμη.

²Διεύθυνση Δασών Λακωνίας, Οδός Των 118, αρ. 37, 23100 Σπάρτη

Περίληψη

Η αύξηση των πυρκαγιών στα δάση μαύρης πεύκης απειλεί την κατάσταση διατήρησής τους. Η φυσική τους αποκατάσταση είναι αργή, καθώς το είδος δεν διατηρεί σπέρματα σε λήθαργο και η φυσική αποκατάσταση εξαρτάται μόνο από τα εναπομείναντα ζωντανά δέντρα. Η παρούσα εργασία παρουσιάζει μια βήμα προς βήμα προσέγγιση για την επιλογή των καταλληλότερων από τις καμένες εκτάσεις για τεχνητή αποκατάσταση. Τα βήματα είναι: 1) ο καθορισμός των κριτηρίων επιλογής των εκτάσεων προς αποκατάσταση, 2) ο αποκλεισμός και η ιεράρχησή τους, 3) η αρχική επιλογή, 4) η επιβεβαίωση της καταλληλότητας της αρχικής επιλογής και 5) η επιλογή των μέτρων αποκατάστασης. Τα κριτήρια επιλογής εφαρμόζονται διαδοχικά και οι εκτάσεις ιεραρχούνται μεταξύ κριτηρίων, αλλά και για κάθε κριτήριο ξεχωριστά. Η εφαρμογή της δομημένης προσέγγισης βελτιώνεται σοβαρά με την εφαρμογή συμπληρωματικών μέτρων, όπως η άμεση εκκίνηση της διαδικασίας μετά την πυρκαγιά, να είναι χαρτογραφημένες οι ποιότητες τόπου, να υπάρχει εδαφολογικός χάρτης, να είναι γνωστή και χαρτογραφημένη η χλωρίδα, η βλάστηση, οι τύποι οικοτόπων και η πανίδα και να είναι χαρτογραφημένο το οδικό δίκτυο. Είναι επίσης σκόπιμο να εγκαθίσταται πρόγραμμα παρακολούθησης της αποκατάστασης.

Εισαγωγή

Από τις αρχές της δεκαετίας του 2000 παρατηρείται αύξηση των επεισοδίων πυρκαγιάς, αλλά και της ετήσιας καιόμενης έκτασης στα δάση των ορεινών μεσογειακών κωνοφόρων (Αριανούτσου κ.ά. 2009), γεγονός που οδήγησε στην αναγνώριση της ανάγκης για μια πιο συστηματική οργάνωση της μεταπυρικής διαχείρισης (Κωνσταντινίδης 2001). Νεότερες αναφορές (π.χ. Giannakopoulos κ.ά. 2009, Αριανούτσου κ.ά. 2009) εκτιμούν ότι, με βάση την αναμενόμενη κλιματική αλλαγή, οι πυρκαγιές αυτές θα πολλαπλασιαστούν, εντείνοντας τις απειλές για την ύπαρξη πολλών από αυτά τα δάση.

Η μαύρη πεύκη (*Pinus nigra* Arnold) καλύπτει έκταση πάνω από 3,5 εκ. ha και παρουσιάζει ευρεία γεωγραφική εξάπλωση από τη βόρεια Αφρική, σε ορεινές περιοχές της νότιας Ευρώπης και τη Μικρά Ασία (Isajev κ.ά. 2004). Είναι είδος με μεγάλη ενδοειδική ποικιλότητα (Θάνος 2008) και κοινό στην Ελλάδα, όπου απαντά σε υψόμετρα από 500 έως 1500 (ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος) από την Πελοπόννησο έως τη Ροδόπη, ενώ απαντά και στα νησιά Θάσος, Λέσβος και Σάμος. Το 1992 σύμφωνα με την Πρώτη Απογραφή Δασών της Ελλάδας (Τσαπρούνης 1992) κάλυπτε 280.000 ha.

Η μαύρη πεύκη έχει μέτρια ανθεκτικότητα στις πυρκαγιές. Οι έρπουσες πυρκαγιές δεν προκαλούν καμία βλάβη στα ώριμα άτομα, καθώς αυτά προστατεύονται από χονδρό ξηρόφλοιο (Fernandes κ.ά. 2008, Fule κ.ά. 2008). Όταν, ωστόσο, οι πυρκαγιές είναι επικόρυφες, κάτι που συμβαίνει συνήθως το καλοκαίρι, τα δέντρα νεκρώνονται μαζί με τους ανώριμους κώνους και σπέρματα που αυτοί φέρουν και διασπείρονται την περίοδο Σεπτεμβρίου-Οκτωβρίου (Skordilis και Thanos 1997). Καθώς η μαύρη πεύκη δεν διατηρεί κώνους και σπέρματα σε λήθαργο, (Trabaud και Campant 1991, Habrouk κ.ά. 1999, Tarpas κ.ά. 2001), η φυσική αναγέννηση εξαρτάται αποκλειστικά από τη δυνατότητα διασποράς σπερμάτων από τα δέντρα που βρίσκονται στο κράσπεδο καμένου και άκαυτου δάσους, μη

καμένα μεμονωμένα δέντρα ή νησίδες άκαυτων δέντρων (Ordóñez κ.ά. 2005). Έχει παρατηρηθεί ότι η διασπορά σπερμάτων, ένα φαινόμενο που ονομάζεται πλαγιοσπορά, φθάνει έως περίπου τα 100 m, με πυκνότητες που εξαρτώνται από την τοπογραφία, τους ανέμους και το ύψος των δέντρων-σπορέων (Ordóñez κ.ά. 2006).

Η δομημένη προσέγγιση για την αποκατάσταση καμένων δασών μαύρης πεύκης

Ιδανικά, η μεταπυρική διαχείριση ενός δάσους θα πρέπει να αποτελεί τμήμα του σχεδιασμού διαχείρισής του (Moreira κ.ά. 2012). Σε αυτή την περίπτωση η τεχνητή αποκατάσταση είναι ένα από τα διαχειριστικά μέτρα που αποσκοπούν στην επίτευξη των ειδικών σκοπών διαχείρισης που τίθενται για τις καμένες εκτάσεις (Vallejo 1999). Στην πράξη, οι διαχειριστές των δασών καλούνται συνήθως να αποφασίσουν χωρίς κάποιο σχέδιο προετοιμασίας (Alloza και Vallejo 2006), σε πολύ σύντομο χρόνο, την υιοθέτηση νέων ή την τροποποίηση υφιστάμενων σκοπών διαχείρισης, ώστε, για παράδειγμα, να προσαρμοστούν στη διαθέσιμη χρηματοδότηση. Επιπρόσθετα, ένα πλήρες πρόγραμμα αποκατάστασης πρέπει να συνεκτιμά τα ζητήματα διατήρησης της βιοποικιλότητας της ευρύτερης περιοχής, τους τυχόν οικονομικούς, τεχνικούς και νομικούς περιορισμούς (Vallauri κ.ά. 2005), κάτι που δυσχεραίνει περαιτέρω τη λήψη αποφάσεων. Η δομημένη προσέγγιση αποτελεί μια προσπάθεια αντιμετώπισης των παραπάνω θεμάτων και αναπτύχθηκε πάνω στις ακόλουθες αρχές και γενικούς σκοπούς:

- Να διατηρείται η έκταση που καλύπτει ο τύπος οικοτόπου προτεραιότητας «(Υπο)Μεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα» πριν την πυρκαγιά.
- Να αποκαθίσταται και, εάν είναι εφικτό, να βελτιώνεται η κατάσταση διατήρησης του τύπου οικοτόπου προτεραιότητας.
- Να διευκολύνεται η δημιουργία κατάλληλων ενδιαιτημάτων για τη μετακίνηση των ειδών που χρειάζονται ενδοδασικό περιβάλλον.
- Να βελτιώνεται η ανθεκτικότητα του δάσους μαύρης πεύκης στις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής μέσω της προσαρμογής της διαχείρισής του
- Να διευκολύνεται και να προάγεται η φυσική αναγέννηση.

Η δομημένη προσέγγιση σχεδιάστηκε ως μια βήμα προς βήμα μέθοδος επιλογής εκτάσεων με δυνατότητες αποκατάστασης με τη χρήση κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης. Η βήμα προς βήμα προσέγγιση στη διαδικασία λήψης αποφάσεων, σύμφωνα με τους Hampton κ.ά. (2003), είναι μια διαδομένη μέθοδος, που μπορεί να εξετάσει εναλλακτικές λύσεις, αυξάνοντας την αξιοπιστία των αποτελεσμάτων και την επιτυχία της αποκατάστασης. Τα βήματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

Βήμα 1. Καθορισμός των κριτηρίων επιλογής υποψήφιων εκτάσεων προς αποκατάσταση

Η επιλογή των κριτηρίων έγινε με βάση τη βιολογία της μαύρης πεύκης, τη σημασία της για τη πανίδα, την κοινοτική και την εθνική νομοθεσία, αλλά και τις κατευθύνσεις για τις δασώσεις και τις αναδασώσεις του FOREST EUROPE (2008).

Τα κριτήρια είναι αποκλεισμού (Α και Β) και ιεράρχησης (Γ έως Ζ) και εφαρμόζονται με τη σειρά από Α προς Ζ. Τα κριτήρια αποκλεισμού αποτρέπουν α) τη διαταραχή εκτάσεων όπου εξελίσσονται επιθυμητές φυσικές μεταπυρικές διεργασίες, κυρίως της φυσικής αναγέννησης και β) την επιλογή εκτάσεων με σοβαρά μειονεκτήματα για την εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης (όπως π.χ. αντίξοες κλιματικές συνθήκες). Τα κριτήρια ιεράρχησης αποδίδουν υψηλότερη προτεραιότητα στις εκτάσεις με τις ευνοϊκότερες συνθήκες για: α) επιτυχή αποκατάσταση της μαύρης πεύκης και β) επίτευξη της επιθυμητής κατάστασης διατήρησης των ειδών που εξαρτώνται από τα δάση μαύρης πεύκης. Τα κριτήρια που προτείνονται είναι:

A. Αφθονία φυσικής αναγέννησης

Με το κριτήριο αυτό αποκλείονται όσες εκτάσεις υπάρχει σοβαρή πιθανότητα να αναγεννηθούν φυσικά. Αυτές συνήθως είναι εκείνες όπου η πυρκαγιά έχει κάψει μόνο τον υπόροφο, οι εκτάσεις όπου έχουν απομείνει διάσπαρτα ζωντανά δένδρα ή βρίσκονται εντός μιας ζώνης διασποράς σπερμάτων γύρω από άκαυτες νησίδων και μια ζώνη πλάτους 50-100 m δίπλα στις άκαυτες εκτάσεις. Η ελάχιστη πυκνότητα φυσικής αναγέννησης που θεωρείται ικανοποιητική είναι το 1 φυτό/m² (Βέργος κ.ά. 1995, Ordonez και Retana 2004). Στις εκτάσεις αυτές, όλες οι εργασίες που διαταράσσουν το έδαφος, πρέπει να ολοκληρώνονται πριν τη διασπορά των σπόρων (Φεβρουάριο έως Απρίλιο)

B. Ελάχιστο υψόμετρο εξάπλωσης του είδους

Περιοχές με υψόμετρο χαμηλότερο από αυτό της φυσικής εξάπλωσης της μαύρης πεύκης στην περιοχή πρέπει να αποκλείονται. Το υψόμετρο αυτό μπορεί να αυξηθεί, αν οι περιοχές κοντά στο κατώτερο όριο εξάπλωσης είναι από κλιματικής άποψης οριακά κατάλληλες ή αν υπάρχουν σαφείς ενδείξεις επιδείνωσης του κλιματικού πλαισίου.

Γ. Αντιπροσωπευτικότητα της τυπικής σύνθεσης της βλάστησης του τύπου οικοτόπου

Η αντιπροσωπευτικότητα της τυπικής σύνθεσης αποτελεί ένα από τα γνωρίσματα των τύπων οικοτόπων που περιλαμβάνονται στο Παράρτημα I της Οδηγίας 92/43/ΕΟΚ για την αξιολόγηση της κατάστασης διατήρησης ενός τύπου οικοτόπου σε τοπικό και εθνικό επίπεδο. Στο Τυποποιημένο Έντυπο Δεδομένων η αντιπροσωπευτικότητα διαβαθμίζεται σε τέσσερις κλάσεις: Α για πλήρη αντιπροσωπευτικότητα, Β για υψηλή, C για ικανοποιητική και D όταν ο τύπος οικοτόπου δεν έχει σημαντική παρουσία.

Δ. Καθεστώς προστασίας

Τα καμένα δάση μαύρης πεύκης που βρίσκονται εντός προστατευόμενων περιοχών ή περιοχών του δικτύου Natura 2000 πρέπει να έχουν προτεραιότητα στην αποκατάστασή τους, καθώς περιλαμβάνονται εντός περιοχών που έχουν ήδη αξιολογηθεί ως σημαντικές για τη διατήρηση της φύσης. Εξάλλου, η Οδηγία 92/43/ΕΟΚ καλεί με το άρθρο 6, παρ. 1 για την αποκατάσταση της ικανοποιητικής κατάστασης διατήρησης των τύπων οικοτόπων που έχουν υποστεί διαταραχές και υποβάθμιση της κατάστασης διατήρησής τους.

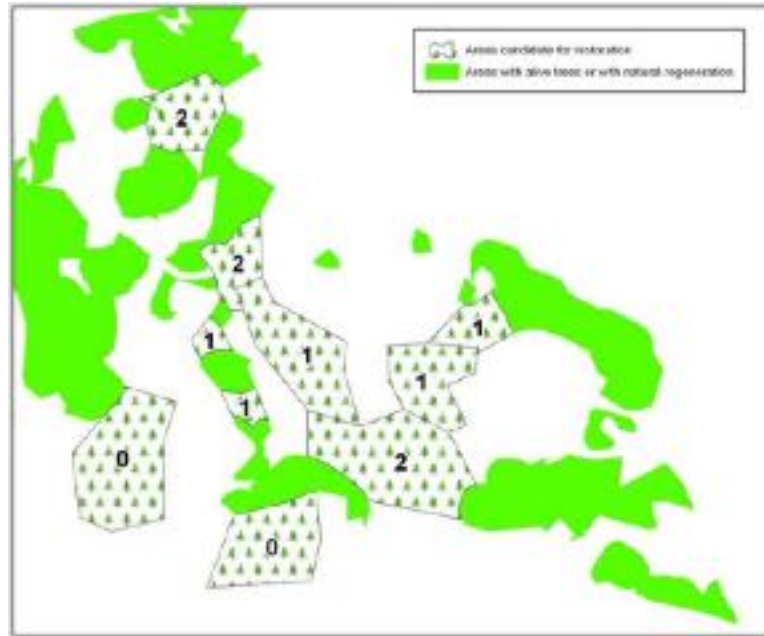
Ε. Συμβολή στη διατήρηση σημαντικών ειδών

Κάθε καμένη έκταση αξιολογείται για τη συμβολή της στη διατήρηση προστατευόμενων, ενδημικών ή απειλούμενων ειδών της χλωρίδας και της πανίδας. Κατά την αξιολόγηση της συμβολής για κάθε είδος, οι εκτάσεις που έχουν και παίρνουν τιμές από το 3 έως το 1 ως εξής: (3: Μεγάλη συμβολή, 2: μέτρια συμβολή, 1: ελάχιστη συμβολή). Η τιμή του κριτηρίου για την εξεταζόμενη έκταση είναι το άθροισμα των τιμών για κάθε είδος. Όταν δεν είναι γνωστή η σημασία μιας έκτασης για κανένα είδος η τιμή του κριτηρίου είναι 0.

ΣΤ. Αποκατάσταση της φυσικής συνέχειας του δάσους

Ο κατακερματισμός θεωρείται ως μια από τις σημαντικότερες αιτίες υποβάθμισης των ευρωπαϊκών δασών και επιδρά αρνητικά στην κατάσταση διατήρησης πολλών ειδών (Lindenmayer και Fischer 2006, Kettunen κ.ά. 2007, Cosquer κ.ά. 2012). Οι Lindenmayer και Fischer (2006) συνιστούν η αξιολόγηση αυτής της συμβολής να βασίζεται στη λειτουργική συνδεσιμότητα που επηρεάζεται από τη βιολογία των ειδών που απαντούν στην περιοχή, σε συνδυασμό με τη χρήση των ενδιαιτημάτων από αυτά τα είδη για τη συγκεκριμένη περιοχή. Όταν αυτά τα δεδομένα δεν είναι επαρκή, η εκτίμηση μπορεί να γίνει με βάση τη γνώμη ειδικών ή η συμβολή στη συνδεσιμότητα να βασιστεί στη δομική συνδεσιμότητα. Εάν επιλεγεί η χρήση της δομικής συνδεσιμότητας, προτείνεται η προσέγγιση των Jacquemyn κ.ά.

(2003), να αποκαθίστανται τα τμήματα που είναι πλησιέστερα σε αυτά που δεν έχουν διαταραχθεί, καθώς έτσι εξασφαλίζονται μεγαλύτερες δυνατότητες διασποράς των ειδών που απαιτούν ενδοδασικό περιβάλλον. Σε αυτή την περίπτωση οι εκτάσεις που είναι κατάλληλες για αποκατάσταση και αποτελούν κόμβο (Forman 1995) ιεραρχούνται υψηλότερα από αυτές που απλά συνδέουν δύο εκτάσεις. Οι εκτάσεις που δεν συμβάλλουν στη συνδεσιμότητα ιεραρχούνται τελευταίες (Εικόνα 1).



Εικόνα 1. Οι κατάλληλες προς αποκατάσταση εκτάσεις ιεραρχούνται με κριτήριο τη συμβολή τους στην αύξηση της συνδεσιμότητας του δασικού οικοσυστήματος [0: καμία συμβολή, 1: μέτρια συμβολή (σύνδεση δυο εκτάσεων), 2: υψηλή συμβολή (κόμβος σύνδεσης περισσότερων των 2 εκτάσεων)]

Z. Αβιοτικά γνωρίσματα

Για την αποκατάσταση δασών η εδαφική υγρασία είναι το αβιοτικό γνώρισμα με τη μεγαλύτερη σπουδαιότητα (Ντάφης 1986). Ειδικότερα για τη μαύρη πεύκη η εδαφική υγρασία είναι καθοριστική, ιδιαίτερα στη Νότια Ελλάδα, όπου η ξηροθερμική περίοδος μπορεί να φτάσει και τις 75 ημέρες (Μαυρομμάτης 1980). Δεδομένου ότι με το κριτήριο Β έχουν ήδη αποκλειστεί οι εκτάσεις με υψόμετρο που συνδέονται με θερμοκρασίες και κατακρημνίσματα που δεν ευνοούν την αποκατάσταση, η ιεράρχηση των εκτάσεων που εξετάζονται ως προς τα αβιοτικά τους γνωρίσματα γίνεται με βάση το βάθος του εδάφους και της έκθεσής τους. Προβάδισμα για αποκατάσταση έχουν οι εκτάσεις με βαθύτερο έδαφος και ευνοϊκότερες εκθέσεις, με την ακόλουθη ιεράρχηση από την ευνοϊκότερη προς τη δυσμενέστερη: Β, ΒΑ, ΒΔ, Α, Δ, ΝΑ, ΝΔ, Ν.

Βήμα 2. Εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης

Για την εφαρμογή του βήματος αυτού όλες οι εκτάσεις που εξετάζονται εισάγονται σε έναν φύλλο εργασίας σχετικού λογισμικού, όπου κάθε γραμμή αντιστοιχεί σε μια έκταση και κάθε στήλη στην τιμή ενός κριτηρίου. Ο πίνακας αυτός εξάγεται από το γεωγραφικό σύστημα πληροφοριών, αφού έχουν πραγματοποιηθεί όλες οι υπερθέσεις των επιπέδων πληροφορίας κάθε κριτηρίου και έχουν διακριθεί οι επιμέρους εκτάσεις. Ένα παράδειγμα τέτοιου πίνακα είναι ο πίνακας 1.

Τα κριτήρια διατάσσονται οριζόντια με ιεραρχική σειρά (Πίνακας 1). Τα αβιοτικά γνωρίσματα είναι επίσης ιεραρχημένα με το βάθος εδάφους να έχει προτεραιότητα σε σχέση με την έκθεση. Προκειμένου να είναι ευκολότερη η ιεράρχηση για τα κριτήρια της αντιπροσωπευτικότητας και των αβιοτικών γνωρισμάτων χρησιμοποιούνται αριθμητικές τιμές. Η πλήρης αντιπροσωπευτικότητα (Α) παίρνει την τιμή 3, η υψηλή (Β) παίρνει την τιμή 2, η ικανοποιητική (C) 1 και, όταν ο τύπος οικοτόπου δεν έχει σημαντική παρουσία (D), η τιμή του κριτηρίου είναι 0. Για τα κριτήρια των προστατευόμενων περιοχών και των αβιοτικών παραγόντων χρησιμοποιούνται ζεύγη τιμών. Για τις προστατευόμενες περιοχές, η πρώτη αφορά το εάν η έκταση περιλαμβάνεται εντός περιοχής Natura 2000 και η δεύτερη το εάν περιλαμβάνεται εντός προστατευόμενης περιοχής. Στην περίπτωση των αβιοτικών παραγόντων, η πρώτη τιμή αφορά στο βάθος του εδάφους και παίρνει τιμές από 9 έως 1, με το 9 να αντιστοιχεί σε βαθύ έδαφος και το 1 σε βράχο, και η δεύτερη αφορά στην έκθεση και κυμαίνεται από 8 για την πλέον ευνοϊκή βόρεια έκθεση έως 1 για την πλέον δυσμενή νότια.

Στη συνέχεια δημιουργείται ένας κωδικός για κάθε έκταση, που προκύπτει από την παράθεση των τιμών κάθε κριτηρίου (δείκτης καταλληλότητας στον πίνακα 1), και ακολουθεί η ταξινόμηση, με τις μεγαλύτερες αξίες στην κορυφή, με χρήση της σχετικής εντολής του λογισμικού που χρησιμοποιείται. Μετά την ταξινόμηση, ο αρχικός πίνακας αναδιατάσσεται όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

Βήμα 3. Αρχική επιλογή των συστάδων προς αποκατάσταση

Στο Βήμα 3 γίνεται ο καθορισμός της μέγιστης δυνατής έκτασης προς αποκατάσταση και η αρχική επιλογή των επιμέρους εκτάσεων, αφού προηγουμένως ληφθούν υπόψη οι διαθέσιμοι πόροι (χρηματοδότηση, διαθεσιμότητα αναπαραγωγικού υλικού) και τεχνικά θέματα, όπως για παράδειγμα η προσβασιμότητα στις επιμέρους εκτάσεις. Οι διαθέσιμοι πόροι προσδιορίζουν τη συνολική έκταση που μπορεί να αποκατασταθεί, αφού ληφθεί υπόψη το κόστος αποκατάστασης ανά εκτάριο και οι πιθανότητες επιτυχίας κάθε μεθόδου (σπορά ή φύτευση).

Μετά τον καθορισμό της συνολικής έκτασης που μπορεί να αποκατασταθεί, γίνεται η προκαταρκτική επιλογή των εκτάσεων προς αποκατάσταση, ξεκινώντας από αυτές που βρίσκονται στην κορυφή της ιεράρχησης που έχει παραχθεί στο Βήμα 2. Η επιλογή συνεχίζεται μέχρι να καλυφθεί η συνολική περιοχή προς αποκατάσταση. Θα πρέπει εδώ να τονιστεί ότι η ιεράρχηση του Βήματος 2 πρέπει να χρησιμοποιείται ως οδηγός. Εκτάσεις υψηλά ιεραρχημένες, αλλά με ειδικής φύσης μειονεκτήματα για την εφαρμογή τεχνητής αποκατάστασης, μπορούν να παραλείπονται. Στο πλαίσιο αυτό είναι σκόπιμο να συνεκτιμώνται κατά την επιλογή δυο ακόμα παράμετροι, η συγκέντρωση των εκτάσεων και η προσβασιμότητα τους που μειώνουν το κόστος εφαρμογής της αποκατάστασης.

Η διερεύνηση διαφόρων συνδυασμών εκτάσεων και μεθόδων αποκατάστασης που διενεργείται κατά την εφαρμογή του Βήματος 3, με απώτερο σκοπό τη μεγιστοποίηση των εκτάσεων που αποκαθίστανται, διευκολύνει την οργάνωση της αποκατάστασης του συνόλου του καμένου δάσους, σε διαφορετικές φάσεις ανάλογα με τις προβλέψεις χρηματοδότησης.

Το Βήμα 3 ολοκληρώνεται με τη δημιουργία του προκαταρκτικού χάρτη και του σχετικού πίνακα με τις εκτάσεις προς αποκατάσταση και τα μέτρα αποκατάστασης που θα εφαρμοσθούν σε κάθε μια.

Βήμα 4. Έλεγχος και οριστικοποίηση των εκτάσεων προς αποκατάσταση

Το Βήμα 4 αφορά στην επιβεβαίωση της καταλληλότητας των εκτάσεων και των μέτρων ανά έκταση που επιλέχθηκαν στο Βήμα 3. Η επιβεβαίωση γίνεται με επίτοπου επίσκεψη. Αφού γίνουν οι αναγκαίες προσαρμογές στον αρχικό σχεδιασμό, το Βήμα 4 ολοκληρώνεται με την κατάρτιση του τελικού χάρτη επεμβάσεων.

Πίνακας 1. Παράδειγμα δημιουργίας του δείκτη καταλληλότητας των εκτάσεων που εξετάζονται για αποκατάσταση πριν την ταξινόμηση. Το παράδειγμα βασίζεται στην αποκατάσταση του καμένου δάσους μαύρης πεύκης στον Πάρνωνα, όπου ως ελάχιστο υψόμετρο τέθηκαν τα 850.

Κωδικός έκτασης ή συστάδα	Έκταση (ha)	Φυσ. αναγέννηση	Υψόμετρο	Αντιπροσωπευτικότητα	Natura 2000	Προστ. περιοχή	Συμβολή στη διατήρηση ειδών	Αποκατάσταση συνέχειας	Βάθος εδάφους	Έκθεση	Δείκτης καταλληλότητας
042	26,451	0.2	1050	2	1	1	0	2	4	6	2110246
043c	12,614	0	1050	1	1	1	0	2	4	3	1110243
048a	11,975	0	1075	0	0	1	0	1	8	5	0010185
047b	4,3014	0	1125	2	1	1	0	1	8	9	2110189
051	5,038	0	775	1	1	1	0	1	2	3	1110123

Πίνακας 2. Οι εξεταζόμενες εκτάσεις του πίνακα 1 μετά την εφαρμογή των κριτηρίων αποκλεισμού και ιεράρχησης. Η έκταση της συστάδας με 51 αποκλείστηκε λόγω υψομέτρου.

Κωδικός έκτασης ή συστάδα	Έκταση (ha)	Φυσ. αναγέννηση	Υψόμετρο	Αντιπροσωπευτικότητα	Natura 2000	Προστ. περιοχή	Συμβολή στη διατήρηση ειδών	Αποκατάσταση συνέχειας	Βάθος εδάφους	Έκθεση	Δείκτης καταλληλότητας
042	26,451	0.2	1050	2	1	1	0	2	4	6	2110246
047b	4,3014	0	1125	2	1	1	0	1	8	9	2110189
043c	12,614	0	1050	1	1	1	0	2	4	3	1110243
048a	11,975	0	1075	0	0	1	0	1	8	5	0010185

Βήμα 5. Επιλογή των μέτρων αποκατάστασης

Στο Βήμα 5 καθορίζονται οι ειδικότερες τεχνικές εφαρμογής των μεθόδων αποκατάστασης που έχουν αποφασισθεί στο Βήμα 3 (σπορά ή φύτευση με τις επιμέρους τεχνικές τους) και οριστικοποιήθηκαν στο Βήμα 4, καθώς και τα τυχόν αναγκαία συμπληρωματικά μέτρα. Αυτά μπορεί να είναι η διαχείριση καμένων δέντρων: (διατήρηση ιστάμενων, χρήση στα αντιδιαβρωτικά μέτρα, εξαγωγή για πώληση κ.λπ.), η αύξηση της διαθεσιμότητας του νερού, ο έλεγχος της βόσκησης κτλ.

Πρόσθετα στοιχεία της δομημένης προσέγγισης

Η εφαρμογή της δομημένης προσέγγισης βελτιώνεται σοβαρά με θετικό αποτέλεσμα και στην αποκατάσταση με την εφαρμογή ορισμένων συμπληρωματικών μέτρων. Αυτά είναι:

- Να ξεκινήσει η εφαρμογή της διαδικασίας αμέσως μετά την πυρκαγιά
- Να αποτιμηθούν λεπτομερώς οι επιπτώσεις της πυρκαγιάς
- Να είναι χαρτογραφημένοι οι τύποι βλάστησης, η γλωρίδα, η πανίδα, οι ποιότητες τόπου και το οδικό δίκτυο
- Να υπάρχει απόθεμα σπόρων από την ίδια προέλευση και στην περίπτωση των φυτεύσεων η παραγωγή των φυταρίων να γίνει σε μικρή απόσταση από την προς αποκατάσταση έκταση
- Να σχεδιαστεί παρακολούθηση της αποκατάστασης

Βιβλιογραφία

- Alloza, J.A., Vallejo, R., 2006. Restoration of burned areas in forest management plans. In Kepner, W. G., J. L. Rubio, D. A. Mouat and F. Pedrazzini (eds.), *Desertification in the*
- Cosquer, A., Raymond, R., and Prevot-Julliard, A.-C., 2012. Observations of Everyday Biodiversity: a New Perspective for Conservation? *Ecology and Society* 17.
- Fernandes, P.M., Vega, J.A., Jimenez, E., and Rigolot, E., 2008. Fire resistance of European pines. *Forest Ecology and Management* 256: 246-255.
- FOREST EUROPE, 2008. Pan-European Guidelines for Afforestation and Reforestation with a special focus on the provisions of the UNFCCC. Report. FOREST EUROPE, Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Oslo. 12 p.
- Forman, R.T.T., 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. 632 p.
- Fule, P.Z., Ribas, M., Gutierrez, E., Vallejo, R., Kaye, M.W., 2008. Forest structure and fire history in an old *Pinus nigra* forest, eastern Spain. *Forest Ecology and Management* 255: 1234-1242.
- Giannakopoulos, C., Le Sager, P., Bindi, M., Moriondo, M., Kostopoulou, E., and Goodess, C.M., 2009. Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2 °C global warming. *Global and Planetary Change* 68: 209-224.
- Habrouk, A., Retana, J., Espelta, J.M., 1999. Role of heat tolerance and cone protection of seeds in the response of three pine species to wildfires *Plant Ecology* 145: 91-99.
- Hampton, H., Xu, Y., Sisk, T., Prather, J.W., Aumack, E.N., Dickson, B.G., Howe, M.M., 2003. *Spatial Tools for Guiding Forest Restoration and Fuel Reduction Efforts*. 23rd Annual ESRI International User Conference. ESRI San Diego, California. 33 p.
- Isajev, V., Fady, B., Semerci, H., Andonovski, V., 2004. *EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black pine (Pinus nigra)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome. 6 p.
- Jacquemyn, H., Butaye, J., Hermy, M., 2003. Impacts of Restored Patch Density and Distance from Natural Forests on Colonization Success. *Restoration Ecology* 11: 417-423.

- Kettunen, M., Terry, A., Tucker, G., Jones, A., 2007. Guidance on the maintenance of landscape features of major importance for wild flora and fauna - Guidance on the implementation of Article 3 of the Birds Directive (79/409/EEC) and Article 10 of the Habitats Directive. Institute for European Environmental Policy, Brussels, 166 p.
- Lindenmayer, D.B., Fischer, J., 2006. Tackling the habitat fragmentation panchreston. *TRENDS in Ecology and Evolution* 22: 127-132.
- Moreira, F., Arianoutsou, M., Vallejo, R., de Las Heras, J., Corona, P., Xanthopoulos, G., Fernandes, P., Papageorgiou, K., 2012. Setting the Scene for Post-Fire Management. In Moreira, F., M. Arianoutsou, P. Corona and J. De las Heras (eds.), *Post-Fire Management and Restoration of Southern European Forests*. Springer, Heidelberg. pp. 1-19.
- Ordóñez, J.L., Molowny-Horas, R., Retana, J., 2006. A model of the recruitment of *Pinus nigra* from unburned edges after large wildfires. *Ecological Modelling* 197: 405-417.
- Ordóñez, J.L., Retana, J., 2004. Early reduction of post-fire recruitment of *Pinus nigra* by post-dispersal seed predation in different time-since-fire habitats. *Ecography* 27: 449-458.
- Ordóñez, J.L., Retana, J., Espelta, J.M., 2005. Effects of tree size, crown damage, and tree location on post-fire survival and cone production of *Pinus nigra* trees. *Forest Ecology and Management* 206: 109-117.
- Skordilis, A., Thanos, C.A., 1997. Comparative ecophysiology of seed germination strategies in the seven pine species naturally growing in Greece. In Ellis, R. H., M. Black, A. J. Murdoch and T. D. Hong (eds.), *Basic and applied aspects of seed biology*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. 623-632 p.
- Tapias, R., Gil, L., Fuentes-Utrilla, P., Pardos, J.A., 2001. Canopy seed banks in Mediterranean pines of southeastern Spain: a comparison between *Pinus halepensis* Mill., *P. pinaster* Ait., *P. nigra* Arn. and *P. pinea* L. *Journal of Ecology* 89: 629-638.
- Trabaud, L., Campant, C., 1991. Difficulté de recolonisation naturelle du Pin de Salzmann *Pinus nigra* Arn. ssp. *salzmannii* (Dunal) Franco Après Incendie *Biological Conservation* 58: 329-343.
- Vallauri, D., Aronson, J., Dudley, N., 2005. An Attempt to Develop a Framework for Restoration Planning. In Mansourian, S., D. Vallauri and N. Dudley (eds.), *Forest Restoration in Landscapes: Beyond Planting Trees*. Springer New York, New York. 7 p.
- Vallejo, R., 1999. Post fire restoration in mediterranean ecosystems. In Eftichidis, G., P. Balabanis and E. A. Ghazi (eds.), *Advanced Study Course on Wildfire Management*, Proc. of the Algosystems S.A., Athens. 10 p.
- Αριανούτσου, Μ., Καούκης, Κ., Καζάνης, Δ., 2009. Οι φωτιές στα δάση ψυχρόβιων κωνοφόρων της Ελλάδας: τυχαίο γεγονός ή σύμπτωμα των κλιματικών αλλαγών.
- Βέργος, Σ., Ξύστρας, Δ., Χουλιάρης, Ν., Τάντος, Β., 1995. Έρευνα των αιτίων έλλειψης φυσικής αναγέννησης σε συστάδες Μαύρης πεύκης περιοχής Αβδέλλης του δασικού συμπλέγματος Περιβολίου Γρεβενών., Πρακτικά 6ου Πανλληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Ελληνική Δασολογική Εταιρεία, Χανιά. 17 σελ.
- Θάνος, Κ.Α., 2008. Σχέδιο παρακολούθησης στα υπομεσογειακά πευκοδάση με ενδημικά μαυρόπευκα – *Pinus nigra* sub. *pallasiana* στο Εθνικό Δασικό Πάρκο Τρόοδουςβ. Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα. 6 σελ.
- Κωνσταντινίδης, Π., 2001. Μέθοδοι αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα. Πρακτικά του Επιστημονικού Συνεδρίου για την «Αποκατάσταση καμένων εκτάσεων», 13-14 Δεκεμβρίου 2001, Αθήνα. Γ. Ξανθόπουλος και Μ. Αριανούτσου, επιμέλεια έκδοσης. Υπουργείο Αγροτικής

- Ανάπτυξης και Τροφίμων, Γενική Διεύθυνση Ανάπτυξης και Προστασίας Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος και ΕΘΙΑΓΕ. Σελ. 135-145.
- Μαυρομάτης, Γ.Ν., 1980. Το βιοκλίμα της Ελλάδος. Σχέσεις κλίματος και φυσικής βλαστήσεως. Δασική Έρευνα 1: 63.
- Ντάφης, Σ., 1986. Δασική οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδη-Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη. 443 σελ.
- Τσαπρούνης, Ι., 1992. Αποτελέσματα Πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών. Γενική Διεύθυνση Δασών και Φυσικού Περιβάλλοντος, Αθήνα. 134 σελ.

Αναγέννηση δασών χαλεπίου και τραχείας πεύκης μετά από πυρκαγιά

Θεοχάρης Δ. Ζάγκας

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασοκομίας
e-mail: zagas@for.auth.gr

Λέξεις κλειδιά: τραχεία πεύκη, χαλέπιος πεύκη, μεταπυρική αναγέννηση, δασοκομικός σχεδιασμός

Περίληψη

Τα δάση της χαλεπίου και τραχείας πεύκης της χώρας μας καταλαμβάνουν σημαντική έκταση. Λόγω των κοινωνικοοικονομικών αλλαγών οι οποίες συντελέστηκαν κατά τις τελευταίες δεκαετίες τα δάση αυτά βρίσκονται στην πλειονότητά τους εκτός διαχείρισης και καταστρέφονται από τις δασικές πυρκαγιές. Ο κλάδος της δασοκομίας διαθέτει την επιστημονική γνώση για την αναγέννηση των δασών αυτών τόσο υπό κανονικές συνθήκες όσο και μετά την καταστροφή τους από τις δασικές πυρκαγιές.

Για λόγους τόσο οικολογικούς όσο και οικονομικούς μετά την καταστροφή ενός δάσους τραχείας ή χαλεπίου πεύκης από πυρκαγιά θα πρέπει να ακολουθήσει ένας λεπτομερής σχεδιασμός για την αναγέννησή τους. Με τον τρόπο αυτό θα επιτευχθεί το καλύτερο οικολογικό αποτέλεσμα με το ελάχιστο οικονομικό κόστος. Απαραίτητη προϋπόθεση γι' αυτό, η χρησιμοποίηση της υπάρχουσας επιστημονικής γνώσης και εμπειρίας.

Εισαγωγή

Τα δάση της χαλεπίου και τραχείας πεύκης χώρας μας καλύπτουν έκταση 567.731 ha, ήτοι ποσοστό 16,90% του συνόλου των δασών της χώρας μας (Υπ. Γεωργίας 1992).

Τα δάση αυτά στο παρελθόν παρουσίαζαν ιδιαίτερο οικονομικό ενδιαφέρον και κυρίως αυτά της χαλεπίου πεύκης για τη δυνατότητα ρητίνευσής τους. Με την απαξίωση των προϊόντων της ρητίνης τα δάση αυτά εγκαταλείφθηκαν από τους ρητινοπαραγωγούς με αποτέλεσμα τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων βιομάζας η οποία τα κάνει ακόμα πιο ευάλωτα στις δασικές πυρκαγιές.

Τα δάση αυτά κάτω από κανονικές συνθήκες δασοκομικού χειρισμού θεωρούνται από τα πιο εύκολα ως προς την αναγέννησή τους, αφ' ενός λόγω της συχνής και άφθονης καρποφορίας τους και αφ' ετέρου λόγω της μεγάλης επιτυχίας των φυτεύσεων κατά τις αναδασώσεις.

Φυσική αναγέννηση δασών τραχείας και χαλεπίου πεύκης

Τόσο η τραχεία όσο και η χαλέπιος πεύκη αποτελούν δύο πρόσκοπα δασοπονικά είδη τα οποία διατηρούνται σε τόσο μεγάλη έκταση στη χώρα μας λόγω των συχνά επαναλαμβανόμενων δασικών πυρκαγιών στις περιοχές εξάπλωσής τους. Οι δασικές αυτές πυρκαγιές κατά κανόνα, όχι μόνο δεν περιορίζουν την περιοχή εξάπλωσής τους αλλά εκεί όπου αυτά μιγνύονται με άλλα δασοπονικά είδη ευαίσθητα στη φωτιά όπως η ελάτη, ή χωρίς τους απαραίτητους μηχανισμούς προσαρμογής όπως η μαύρη πεύκη, επεκτείνονται σε βάρος τους.

Το ότι εμφανίζονται συχνά πυρκαγιές στα δάση αυτά οδήγησε στη λάθος αντίληψη ότι δεν μπορούν να αναγεννηθούν χωρίς τη μεσολάβηση της φωτιάς.

Αυτό όμως είναι λάθος και ο κλάδος της Δασοκομίας έχει την απάντηση στο ζήτημα αυτό και είναι οι στοχευμένοι δασοκομικοί χειρισμοί. Απαραίτητη προϋπόθεση βέβαια το δάσος να

τελεί υπό συστηματική διαχείριση και όχι να είναι εγκαταλειμένο περιμένοντας τη σειρά του να καεί.

Κάτι άλλο το οποίο θα πρέπει να τονισθεί είναι ότι η αναγέννηση δεν αποτελεί ζητούμενο κατά τα πρώτα στάδια ηλικιακής εξέλιξης των συστάδων (νεότητας, πλήρους ρώμης) αλλά των προχωρημένων σταδίων της ωριμότητας και του γήρατος.

Τεχνητή αναγέννηση δασών τραχείας και χαλεπίου πεύκης

Η τεχνητή αναγέννηση των δασών της τραχείας και της χαλεπίου πεύκης αποτελεί εύκολο εγχείρημα και μπορεί να πραγματοποιηθεί με τους εξής τρόπους:

- Με τη φύτευση γυμνόριζων φυταρίων.
- Με τη φύτευση βωλόφυτων (paper pots).
- Με σπορά σε ολόκληρη την υπό αναγέννηση περιοχή, χωρίς καμία κατεργασία του εδάφους (δεν εγγυάται καμία επιτυχία).
- Με σπορά σε ολόκληρη την έκταση με κατεργασία του εδάφους (δαπανηρή μέθοδος).
- Με σπορά σε λωρίδες με παράλληλη κατεργασία του εδάφους.
- Με σπορά σε γραμμές σε κατεργασμένες λωρίδες.
- Με σπορά σε πινάκια μετά από κατεργασία (Zagas *et. al* 2004).

Σχεδιασμός της αναγέννησης δασών τραχείας και χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά

Οι δασικές πυρκαγιές αποτελούν τις τελευταίες δεκαετίες πραγματική μάστιγα για τα δάση της χαλεπίου και τραχείας πεύκης της χώρας μας.

Πολυάριθμες έρευνες έδειξαν ότι τα δάση αυτά αναγεννώνται φυσικά όταν τα δένδρα είναι σε θέση να καρποφορήσουν επαρκώς, η κλίση του εδάφους τους είναι <50% και η πυρκαγιά η οποία τα προσέβαλλε δεν ήταν μεγάλης έκτασης (Ζάγκας 1987, Τσιτσώνη και Ζάγκας 1988, 1995, Τσιτσώνη 1991, Σπανός 1992, Zagas *et al.* 2004, Tsitsoni *et al.* 2004, Χριστοδούλου κ.ά. 2009).

Για το λόγο αυτό μετά την καταστροφή των δασών μιας περιοχής επιβάλλεται ο σχεδιασμός της αποκατάστασής τους με τον πλέον οικονομικό και οικολογικό τρόπο.

Το πρώτο βήμα στη διαδικασία αυτή είναι η διενέργεια υλοτομιών τόσο για την απόληψη του εμπορεύσιμου ξύλου όσο και για την κατασκευή των απαραίτητων αντιδιαβρωτικών έργων στα πλέον επικλινή και ευαίσθητα εδάφη. Οι υλοτομικές εργασίες θα πρέπει να ολοκληρωθούν πριν την εμφάνιση της φυσικής αναγέννησης.

Το δεύτερο βήμα είναι η χαρτογράφηση της περιοχής ως προς τα εξής χαρακτηριστικά:

- Συστάδες κανονικής συγκόμωσης, ηλικίας 20-30 ετών σε εδάφη με κλίση <50% οι οποίες αναμένεται να αναγεννηθούν φυσικά.
- Συστάδες σε εδάφη με κλίση >50% οι οποίες αναμένεται να παρουσιάσουν δυσκολίες στην αναγέννηση.
- Διπλοκαμένες συστάδες ηλικίας <20 ετών οι οποίες αναμένεται να μην αναγεννηθούν φυσικά αλλά δεν φέρουν υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων.
- Συστάδες οι οποίες προστατεύουν σημαντικές υποδομές (οικισμούς, δρόμους, ταμιευτήρες, υδροηλεκτρικά κλπ).
- Συστάδες οι οποίες βρίσκονται σε ευαίσθητες από πλευράς τοπίου, εδαφών και υδατικών πόρων περιοχές.

Με βάση αυτά τα χαρτογραφικά δεδομένα θα γίνουν τεχνητές επεμβάσεις οι οποίες θα βασίζονται σε εμπειριστατωμένες μελέτες αναδάσωσης. Αυτές θα υποδεικνύουν τα κατάλληλα δασοπονικά είδη, τις κατάλληλες και οικονομικές μεθόδους αναδάσωσης και θα προσδιορίζουν με τη μεγαλύτερη δυνατή ακρίβεια το κόστος τους.

Προτεραιότητα θα πρέπει να δίνεται:

- Στις διπλοκαμένες εκτάσεις με ηλικία <20 ετών χωρίς υπόροφο αειφύλλων πλατυφύλλων.
- Στις εκτάσεις όπου υπάρχουν υποδομές και δεν αναμένεται να αναγεννηθούν
- Στις ευαίσθητες από πλευράς τοπίου, εδαφών και υδάτινων πόρων περιοχές και
- Στις επικλινείς εκτάσεις.

Στις περιοχές όπου αναμένεται να κυριαρχήσουν τα αείφυλλα πλατύφυλλα καθώς και εκεί όπου επικρατούν ακραία κλιματοεδαφικά περιβάλλοντα θα εφαρμοστεί η αρχή της ελάχιστης επέμβασης με φύτευση 15-20 φυταρίων/στρέμμα στην τελική θέση και με ακανόνιστο σύνδεσμο 7μ. x 7μ. ή 8μ. x 8μ. (Ζάγκας 2003, Zagas *et al.* 2004).

Τα φυτάρια αυτά θα παρακολουθούνται και θα φροντίζονται για τρία έτη, έτσι ώστε οι απώλειες να είναι οι μικρότερες κατά το δυνατόν. Ο τρόπος αυτός επέμβασης παρουσιάζει τόσο οικονομικά, όσο και οικολογικά πλεονεκτήματα σημαντικότερα των οποίων είναι:

- Χαμηλό κόστος εγκατάστασης και φροντίδας.
- Μηδενικό κόστος καλλιέργειας στο μέλλον (αραιώσεις κλπ).
- Ανάδειξη της μορφής των δένδρων και βελτίωση της αισθητικής του τοπίου.
- Ενεργοποίηση των φυσικών μηχανισμών και αναβάθμιση των θαμνώνων σε δάση.
- Επιτάχυνση της καρποφορίας των ελεύθερα αναπτυσσόμενων ατόμων χαλεπίου πεύκης και μείωση του χρόνου (ηλικίας), μετά τον οποίο το είδος αυτό είναι σε θέση να αναγεννηθεί φυσικά, μετά από μια ενδεχόμενη πυρκαγιά.

Τα άτομα αυτά εφόσον επιβιώσουν είναι σε θέση να αλλάξουν τόσο οικολογικά όσο και αισθητικά το χαρακτήρα της περιοχής.

Σε ότι αφορά την επιλογή των ειδών, η χρονική αυτή στιγμή αποτελεί την ιδανική συγκυρία για την εισαγωγή πλατυφύλλων και κυπαρισσιού στις κατάλληλες θέσεις, προκειμένου οι συστάδες αυτές να βελτιωθούν από αισθητική άποψη και από άποψη αντοχής τους στις δασικές πυρκαγιές.

Τα δασοπονικά είδη που ενδείκνυνται για κάθε περιοχή βρίσκονται εντός των ορίων της και πρέπει να τα επιλέξουμε με αυστηρά οικολογικά κριτήρια υποδεικνύοντας τον κατάλληλο για κάθε ένα από αυτά σταθμό καθώς και τον λειτουργικό του ρόλο (Ζάγκας 2003). Ενδεικτικά αναφέρονται τα είδη:

- Μελικοκιά (*Celtis australis*) ξηρανθεκτικό, αισθητική - οικολογική λειτουργία.
- Κουτσουπιά (*Cercis siliquastrum*) αισθητική - οικολογική λειτουργία.
- Κυπαρίσσι (*Cupressus sempervirens*) ξηρανθεκτικό, αισθητική λειτουργία.
- Πλάτανος (*Platanus orientalis*) και ιτιά λευκή (*Salix alba*) στα ρέματα, αισθητική και υδρονομική λειτουργία.
- Βελανιδιά (*Quercus ithaburensis*) και χνοώδης δρυς (*Quercus pubescens*) σε σχετικά γόνιμα εδάφη βορείων και ανατολικών εκθέσεων (αισθητική και οικολογική λειτουργία).

Συζήτηση - Συμπεράσματα

Το ζήτημα της αναγέννησης των δασών της χαλεπίου και τραχείας πεύκης είναι μείζονος σημασίας για τη χώρα μας.

Υπάρχει επαρκής τεχνογνωσία τόσο για την αναγέννηση των δασών αυτών κάτω από κανονικές συνθήκες με τους κατάλληλους δασοκομικούς χειρισμούς ενεργού διαχείρισης, όσο και μετά από πυρκαγιά όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Επειδή το ζήτημα της αναγέννησης των δασών αυτών μετά από πυρκαγιά έχει σοβαρές οικονομικές και οικολογικές προεκτάσεις, είναι επιβεβλημένος ένας λεπτομερής σχεδιασμός με βάση την υπάρχουσα εμπειρία και γνώση. Με τον τρόπο αυτό θα συμβάλλουμε στην επίτευξη του καλύτερου οικολογικού αποτελέσματος με το μικρότερο οικονομικό κόστος (Zagas *et al.* 2004, Χατζηχρηστάκη 2011).

Βιβλιογραφία

- Σπανός Ι., 1992. Ανάλυση δομής και αναγέννηση τραχείας πεύκης Θάσου. Διδακτορική Διατριβή Επ. Επ. Τμ. Δασολογίας και Φ.Π., Α.Π.Θ. Παράρτημα 3 Τόμος ΛΓ, σελ. 180.
- Tsitsoni, T., Ganatsas, P., Zagas, T., Tsakalidimi, M., 2004. Dynamics of post-fire regeneration of *Pinus brutia* Ten. in an artificial forest ecosystem of northern Greece. *Plant Ecology* 171:165-174.
- Τσιτσώνη, Θ., Ζάγκας, Θ., 1988. Έρευνα της φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή του Κεδρινού Λόφου Θεσσαλονίκης. Πρακτικά 4ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου Ε.Δ.Ε. Σελ. 62-74.
- Τσιτσώνη, Θ., 1991. Ανάλυση δομής και συνθήκες φυσικής αναγέννησης μετά από πυρκαγιά στα δάση της χαλεπίου πεύκης της Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Διδακτορική διατριβή. Επ. Επ. Τμ. Δασολογίας και Φ.Π., Α.Π.Θ. Τόμος ΛΒ, Παράρτημα 17, σελ. 144.
- Τσιτσώνη, Θ., Ζάγκας Θ., 1995. Εξέλιξη της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης στην περιοχή Κασσάνδρας Χαλκιδικής. Επ. Επ. Τμήματος Δασολογίας και Φ.Π., Α.Π.Θ. Τόμος ΛΗ:91-108.
- Χατζηχρηστάκη, Χ., 2011. Η συμβολή της φυσικής και τεχνητής αναγέννησης στην αποκατάσταση των πυρόπληκτων τμημάτων του δάσους του Κεδρινού Λόφου. Μεταπτυχιακή διατριβή, Σχολή Δασολογία και Φ.Π., Α.Π.Θ.
- Υπ. Γεωργίας, 1992. Αποτελέσματα πρώτης Εθνικής Απογραφής Δασών. Σελ. 134.
- Zagas, T., Ganatsas, P., Tsitsoni, T., Tsakalidimi, M., 2004. Post-fire regeneration of *Pinus halepensis* Mill. stands in the Sithonia peninsula, northern Greece. *Plant Ecology* 171:91-99.
- Ζάγκας, Θ., 1987. Έρευνα της φυσικής αναγέννησης της χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά στην περιοχή του Όρους "Πατέρας" Επ. Επ. Τμ. Δασολογίας και Φ.Π., Α.Π.Θ. Τόμος Λ:303-327.
- Ζάγκας, Θ., 2003. Η συμβολή της έρευνας των φυσικών οικοσυστημάτων στην υλοποίηση προγραμμάτων αναδάσωσης. Πρακτικά Επ. ημερίδας "Επιλογή φυτικών ειδών για δασώσεις, αναδάσωσης και βελτιώσεις αστικού και φυσικού τοπίου. Τ.Ε.Ι. Καβάλας, Τμήμα Δασοπονίας Δράμας. Σελ. 39-54.

2^η Θεματική Ενότητα: «Αποκατάσταση Δασικού Οικοσυστήματος & Τοπίου μετά από Εξορυκτικές Δραστηριότητες»

Η Μεταλλευτική Δραστηριότητα στην Ελλάδα από την Αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Η συμβολή στην εθνική οικονομία

Μιχαήλ Βαβελίδης

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Γεωλογίας, Τομέας Ορυκτολογίας-Πετρολογίας-Κοιτασματολογίας
e-mail: vavelidi@geo.auth.gr

Λέξεις Κλειδιά: Ορυκτές Πρώτες Ύλες, Αρχαία Εκμετάλλευση, Μεταλλεύματα, Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα, Ορθολογική Εκμετάλλευση, Προστασία Περιβάλλοντος.

Περίληψη

Η επιβίωσή του ανθρώπου και η ανάπτυξη της ανθρώπινης κοινωνίας βασίζεται κατά κύριο λόγο στην ικανότητα που ανέπτυξε ο άνθρωπος από την προϊστορική εποχή μαθαίνοντας να αξιοποιεί τις φυσικές πρώτες ύλες. Μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο είχαν κατά την αρχαιότητα ορισμένα από τα μέταλλα όπως ο χαλκός, ο χρυσός, ο άργυρος και ο μόλυβδος. Τα μέταλλα αυτά είχαν εξέχουσα θέση και μεγάλη σημασία για τους αρχαίους λαούς και ιδιαίτερα για τους αρχαίους Έλληνες. Η παλαιότερη (12.000-15.000 π.Χ) υπόγεια εκμετάλλευση χρωστικών υλών στην Ευρώπη εντοπίζεται στη νήσο Θάσο. Μεταλλουργικές δραστηριότητες στον ελλαδικό χώρο έχουμε ήδη από τη Νεολιθική Εποχή (5200-4600 π.Χ). Τα σημαντικότερα μεταλλευτικά και μεταλλουργικά κέντρα κατά την αρχαιότητα ήταν το Λαύριο, η Χαλκιδική, η Θάσος και η Σκαπτή ύλη, το Παγγαίο, η Σίφνος και ο Εχέδωρος ποταμός. Σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές η εκμετάλλευση αυτή των μετάλλων υπήρξε σημαντικός παράγων για την ανάπτυξη και ευημερία στον ελλαδικό χώρο κατά την αρχαιότητα.

Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα στρατηγικής σημασίας και αναμφισβήτητα πλουτοπαραγωγικές μονάδες εθνικής σημασίας αποτέλεσαν και άλλα μεταλλεύματα όπως το χρώμιο, ο βωξίτης και το σιδηρονικέλιο, καθώς επίσης τα Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα (ανθρακικά πετρώματα, δομικά υλικά, περλίτης, μπεντονίτης, λευκολίθος/μαγνησίτης), από τα οποία η χώρα μας διαθέτει σημαντικά αποθέματα. Τα ορυκτά αυτά είναι εξαιρετικής ποιότητας και έχουν ευρεία χρήση σε πολλές βιομηχανικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές, ιδιαίτερα στην προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος. Ο εξορυκτικός Τομέας της χώρας μας, έχει (πάνω από 1 δις ευρώ πωλήσεις, 4,5% περίπου συμμετοχή στο ΑΕΠ), ισχυρή παρουσία στην εθνική οικονομία και μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό μοχλό ανάπτυξης για την αντιμετώπιση της οικονομικής κρίσης. Παράλληλα με την εξορυκτική δραστηριότητα η προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος αποτελούν τη μεγάλη πρόκληση της εποχής μας. Είναι επιτακτική ανάγκη να λαμβάνονται αυστηρά μέτρα προστασίας για την αποφυγή περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ιδιαίτερα με τη χρήση περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών και την ανάπτυξη εναλλακτικών χρήσεων παλαιών χώρων εκμετάλλευσης προς όφελος της τοπικής κοινωνίας.

Εισαγωγή

Ορυκτές πρώτες ύλες (ΟΠΥ) θεωρούνται όλα τα αυτοφυή στοιχεία, τα ορυκτά και τα πετρώματα που βρίσκονται σε μεγαλύτερες ή μικρότερες συγκεντρώσεις στο φλοιό της γης. Όταν οι συγκεντρώσεις αυτές μπορούν κάτω από τις τρέχουσες οικονομικές και τεχνολογικές συνθήκες να εκμεταλλευτούν ονομάζονται κοιτάσματα.

Οι ΟΠΥ διακρίνονται σύμφωνα με τη βιομηχανική τους εφαρμογή σε Μεταλλικές, Μη Μεταλλικές και σε Ενεργειακές ΟΠΥ. Σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις του Ελληνικού Μεταλλευτικού Κώδικα, διακρίνονται σε Μεταλλευτικά Ορυκτά ή Μεταλλεύματα και σε Λατομικά ορυκτά. Τα Μεταλλευτικά Ορυκτά ή Μεταλλεύματα με τη σειρά τους διακρίνονται σε Αυτοφυή Μέταλλα (Cu, Au, Ag), Ενώσεις Μετάλλων (Σιδηροπυρίτης, Γαληνίτης), Ορυκτά Ραδιενεργών Μετάλλων και Σπανίων Γαιών κ.λ.π. Τα Λατομικά Ορυκτά διακρίνονται σε Αδρανή υλικά, Μάρμαρα και Βιομηχανικά ορυκτά.

Η χρήση των ορυκτών πρώτων υλών από την προϊστορική εποχή απετέλεσε για τον άνθρωπο τη βάση για την επιβίωσή του στη γη. Η επιβίωσή του αυτή και η ανάπτυξη της ανθρώπινης κοινωνίας βασίζεται κατά κύριο λόγο στην ικανότητα που ανέπτυξε ο άνθρωπος μαθαίνοντας να αξιοποιεί τις φυσικές πρώτες ύλες της γης. Είναι γνωστή σε όλους μας η εποχή του λίθου, η εποχή του χαλκού, του σιδήρου κλπ. Από τον 20^ο αιώνα η ανάπτυξη της τεχνολογίας άνοιξε πολύπλευρες δυνατότητες αξιοποίησης νέων ορυκτών πρώτων υλών και επέφερε έτσι πολλές φορές αλματώδη άνοδο στην ανάπτυξη και εξέλιξη πολλών τομέων της βιομηχανίας. Ένα απλό παράδειγμα μιας τέτοιας ανάπτυξης αποτελεί η χρήση, του άνθρακα στη μέθοδο της υψικαμίνου και ένα δεύτερο η χρήση του αλουμινίου στην Αεροναυπηγική.

Η πρώτη χρήση της αργίλου χρονολογείται με την εμφάνιση του σύγχρονου ανθρώπου του homo sapiens στο 30000 π.Χ. περίπου. Επίσης, τα ορυκτά πυριτόλιθος και ο οψιδιανός χρησιμοποιήθηκαν στον ελλαδικό χώρο είδη από την 7^η χιλιετία π.Χ. για την κατασκευή εργαλείων καθημερινής χρήσης. Σε προκεραμικό οικισμό στο Μινωικό ανάκτορο της Κρήτης, που τοποθετείται στο τέλος της 7ης χιλιετηρίδας, βρέθηκε άφθονος οψιδιανός της Μήλου, γεγονός που δείχνει τις εμπορικές σχέσεις της νήσου την εποχή εκείνη με τον τότε γνωστό κόσμο. Αρχαιολογικές έρευνες δείχνουν ότι από την τρίτη χιλιετηρίδα π.Χ και μετά οι Μήλιοι εξάγουν οψιδιανό και τον τρόπο κατεργασίας του στην Κύπρο και στην Αίγυπτο. Η παλιότερη υπόγεια εκμετάλλευση χρωστικών υλών στην Ευρώπη εντοπίζεται στη θέση Τζίνες της Θάσου. Πρόκειται για την εκμετάλλευση καθαρού αιματίτη και χρονολογείται στις 12000-15000 π.Χ..

Σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές, καθώς και τις μέχρι τώρα αρχαιολογικές και αρχαιομετρικές έρευνες μεγάλη σημασία για τον άνθρωπο είχαν κατά την αρχαιότητα ορισμένα από τα μέταλλα όπως ο χαλκός, ο χρυσός, ο άργυρος και ο μόλυβδος. Τα μέταλλα αυτά είναι από τα πρώτα που χρησιμοποίησε ο άνθρωπος. Στις ιστορικές πηγές αναφέρεται ότι η γνώση της μεταλλουργίας ήλθε από την ανατολή, από τη Μ. Ασία. Ο εντοπισμός και η επεξεργασία του χαλκού και του σιδήρου αποδίδονται στους μυθικούς δαίμονες Ιδαίους Δακτύλους και στους «βασκάνους και γόητες» Τελχίνες. Η αρχή της χρυσοχοΐας και αργυροχοΐας ανάγονται και αυτές στους μυθικούς χρόνους, μια και οι Τελχίνες, σύμφωνα με τον Πλίνιο (NH III 197), εκτός από την επεξεργασία του σιδήρου και του χαλκού, δίδαξαν και την τέχνη του χρυσού και του αργύρου (Δεσπίνη, 1996).

Ο χρυσός και ο άργυρος αποτελούν από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα τη σημαντικότερη πρώτη ύλη στην κατασκευή κοσμημάτων. Είχαν εξέχουσα θέση και μεγάλη σημασία για τους αρχαίους λαούς και ιδιαίτερα για τους αρχαίους Έλληνες. Ιδιαίτερα για το χρυσό, υπάρχουν πολλές ιστορικές αναφορές που δηλώνουν την σημασία του την εποχή εκείνη. Ο πιο χαρακτηριστικός μύθος, με σαφή συμβολικό χαρακτήρα είναι αυτός της Αργοναυτικής Εκστρατείας για την απόκτηση του «Χρυσόμαλλου Δέρατος». Είναι σαφές ότι η εκστρατεία αυτή ήταν μία οργανωμένη επιχείρηση για την αναζήτησης και εκμετάλλευση χρυσοφόρων κοιτασμάτων. Είναι λοιπόν φανερό ότι ο χρυσός την εποχή εκείνη είχε ιδιαίτερη αξία. Ήταν σύμβολο δύναμης, πλούτου και εξουσίας και απετέλεσε, σε πολλές περιπτώσεις αντικείμενο λατρείας αλλά και πολέμου. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η εκστρατεία των Ελλήνων στην Τροία, ακμάζουσας τότε πόλης με θέση στρατηγικής σημασίας και πλούσια κοιτάσματα

και μεταλλεία χρυσού στην κατοχή της. Η εκστρατεία αυτή οργανώνεται σε μια περίοδο που τα μυκηναϊκά βασίλεια γνωρίζουν οικονομική ύφεση, εξαιτίας της έλλειψης του χρυσού. Αργότερα ο χρυσός και ο άργυρος αποτελούν προνόμιο των πλουσίων και των ηγεμόνων.

Μεταλλουργικές δραστηριότητες στον ελλαδικό χώρο έχουμε ήδη από τη Νεολιθική Εποχή. Τα πρωιμότερα κυρίως χάλκινα αντικείμενα βρέθηκαν σε ανασκαφές στους Σιταγρούς (Φάση II 5200-4600 π.Χ.) και στο Ντικιλί Τας (5300-4500 π.Χ.). Στη φάση III των Σιταγρών (4600-3500 π.Χ.), στο Ντικιλί Τας (3200-2000π.Χ. ΠΕΧ) και στη Σκάλα Σωτήρος της Θάσο (2300 π.Χ.) βρέθηκαν εκτός από χάλκινα και χρυσά αντικείμενα. Η μελέτη των χρυσών ευρημάτων από τις παραπάνω ανασκαφές έδειξαν ότι προέρχονται από τοπικές πηγές (Βαβελίδης, 1994). Πρόκειται κατά συνέπεια για μια σημαντική ένδειξη της ύπαρξης πρώιμης τοπικής μεταλλουργίας(Εικ. 1).

Τα περιορισμένου αριθμού ευρήματα δείχνουν ότι την εποχή εκείνη δεν ήταν ανεπτυγμένη η οργανωμένη μεταλλουργική δραστηριότητα με την έννοια της συστηματικής εκμετάλλευσης των κοιτασμάτων. Αλλά γινόταν πιθανώς σποραδική εκμετάλλευση τοπικών πηγών για την κάλυψη προσωπικών κυρίως αναγκών (Vavelidis & Andreou, 2007). Αντίθετα, ο εντυπωσιακά μεγάλος αριθμός χρυσών, αργυρών(Εικ.2,3), μολύβδινων και χάλκινων αντικειμένων που βρίσκονται ιδιαίτερα στα νεκροταφεία της αρχαϊκής, κλασσικής και ελληνιστικής εποχής, προϋποθέτει μια οργανωμένη και ανεπτυγμένη μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα. Οι μέχρι τώρα έρευνες μας δείχνουν ότι ένα μεγάλο μέρος των αντικειμένων αυτών προέρχονται από ελληνικά κοιτάσματα.

Πράγματι, η Ελλάδα, λόγω της γεωτεκτονικής της θέσης και της ποικιλίας της σε γεωλογικούς σχηματισμούς, παρουσιάζει ένα μεγάλο αριθμό εμφανίσεων και κοιτασμάτων χρυσού, αργύρου, μολύβδου και χαλκού. Τα κοιτάσματα αυτά εκμεταλλεύτηκαν εντατικά από την προϊστορική εποχή μέχρι σήμερα (Vavelidis,1999, Βαβελίδης, 2001, 2004). Τα σημαντικότερα μεταλλευτικά κέντρα στην Ελλάδα κατά την αρχαιότητα, βρίσκονται στο Λαύριο, στη ΒΑ Χαλκιδική, στη Θάσο, στην οροσειρά της Λεκάνης (Σκαπτή Ύλη) βόρεια και βορειοανατολικά της Καβάλας, στο όρος Παγγαίο στο Γαλλικό ποταμό και στη Σίφνο. Από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, στρατηγικής σημασίας και αναμφισβήτητα πλουτοπαραγωγικές μονάδες εθνικής σημασίας αποτέλεσαν και τα μεταλλεύματα και προϊόντα του χρωμίου, βωξίτη και σιδηρονικελίου, καθώς επίσης τα Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα (λατομικά ορυκτά σύμφωνα με το μεταλλευτικό δίκαιο)

Μεταλλευτικά κέντρα κατά την αρχαιότητα

Το Λαύριο αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα (3000 πΧ) και σημαντικότερα μεταλλευτικά και μεταλλουργικά κέντρα στον κόσμο. Η εξόρυξη του πλούσιου σε μόλυβδο και άργυρο μεταλλεύματος ήταν σύμφωνα με τις ιστορικές πηγές, ένας από τους βασικότερους παράγοντες της ανάπτυξης και άνθησης της Αθηναϊκής Δημοκρατίας. Από την εκμετάλλευση αργύρου στο Λαύριο οι Αθηναίοι κατασκεύασαν εκτός των άλλων 200 τριήρεις και συνέτριψαν μαζί με τους υπόλοιπους Έλληνες τον Περσικό στόλο στη Σαλαμίνα. Στην εκμετάλλευση των μεταλλείων στηρίχτηκε ιδιαίτερα κατά το χρυσό αιώνα του Περικλή η οικονομική, πολιτιστική και στρατιωτική κυριαρχία της Αθήνας. Το αργυρό τετράδραχμο των Αθηνών, η «λαυρεωτική γλαύκα», έγινε το σημαντικότερο νόμισμα του τότε γνωστού κόσμου. Συνολικά εξορύχτηκαν κατά την αρχαιότητα 3.500 τόνοι άργυρος και 1.000 τόνοι περίπου στη μετέπειτα εποχή (Κονοφάγος, 1980).

Σύμφωνα με τον Ηρόδοτο και τον Πausανία η Σίφνος διατηρούσε στο μαντείο των Δελφών ένα από τα εντυπωσιακότερα θησαυροφυλάκια, δείγμα της οικονομικής άνθησης της νήσου την εποχή εκείνη. Η Σίφνος ήταν μια από τις σημαντικότερες πηγές από τις οποίες προμηθευόταν άργυρο εκτός των άλλων και η Αίγινα. για την κοπή του δικού της νομίσματος. Η εκμετάλλευση Pb-Ag στη Σίφνο άρχισε από την πρώιμη εποχή του

ορειχάλκου (3η χλ. π.Χ.) και συνεχίστηκε την αρχαϊκή και κλασσική περίοδο (6ο και 5ο αιώνα π.Χ.) (Wagner et al., 1986).

Γνωστή είναι από τον Ηρόδοτο (Ιστορ. V,17.2) και τον Αριστοτέλη (περ. Θαυμ. ακουσμ., 45) επίσης η εκμετάλλευση χρυσού(Εικ.4) στον ποταμό Εχέδωρο(ο φέρων δώρα), στην αρχαία Παιονία, καθώς και τα μεταλλεία στο όρος Δίσωρον, από τα οποία, όπως αναφέρεται, ο βασιλιάς Αλέξανδρος ο Α΄ είχε απόληψη ενός ταλάντου ημερησίως. «Στην περιοχή της Παιονίας λένε, όταν πέφτουν συνέχεια βροχές, το χώμα λιώνει και βρίσκουν χρυσάφι που το ονομάζουν άπυρο(δηλαδή αυτοφυής χρυσός ο οποίος δεν έχει υποστεί κατεργασία). Λένε μάλιστα πως το χώμα έχει τόσο πολύ χρυσάφι που ζυγίζει πάνω από μία μνα». Η συνολική παραγωγή χρυσού από το 1953 έως το 1960 κατά μήκος των αποθέσεων του Εχέδωρου ανήλθε στα 1.355 κιλά.

Από τα μεγαλύτερα μεταλλευτικά κέντρα κατά την αρχαιότητα αποτέλεσαν, σύμφωνα με την ελληνική Γραμματεία, τα μεταλλεία χρυσού της Θάσου και της Σκαπτής Ύλης. Ο Ηρόδοτος (Ιστορ. VI, 46-47) και ο Θουκυδίδης (I,100,2) αναφέρουν ότι ο σημαντικότερος παράγων του πλούτου και της ανάπτυξης της Θάσου κατά την αρχαιότητα ήταν «η πρόσοδος από τα μεταλλεία της νήσου και της αντίπερα Θράκης». Η ακριβής θέση της Σκαπτής Ύλης προσδιορίστηκε στο νότιο τμήμα της οροσειράς της Λεκάνης, βόρεια και ανατολικά της πόλης της Καβάλας (αρχαία ονομασία Νεάπολη) απέναντι από τη Θάσο, (Βαβελίδης,2009, Vavelidis et al., 1996). Την εποχή του Ηροδότου η πρόσοδος αυτή από τα μεταλλεία της νήσου και της Σκαπτής Ύλης ανέρχονταν ετησίως σε 200 και σε καλές χρονιές σε 300 τάλαντα. Από αυτά, τα 80 προέρχονταν από τη Σκαπτή Ύλη. Θα πρέπει να αναφέρουμε ότι 1 τάλαντο ισοδυναμεί με 26,2 χιλιόγραμμα περίπου σε αντίστοιχο του αργύρου. Εκτιμούμε ότι αυτό θα ισοδυναμούσε σήμερα με περίπου 400 και 160 κιλά αντίστοιχα ετησίως. Το γεγονός ότι ο Ηρόδοτος θεωρεί ότι ο πλούτος των Θασίων προέρχεται από τα μεταλλεία της νήσου, τα οποία ο ίδιος επισκέφθηκε, «είδον δε και αυτός τα μέταλλα ταύτα, και μακρῶν ἦν αὐτῶν θαυμασιώτατα», δείχνει την οικονομική σημασία που είχαν αυτά για τη Θάσο κατά τον 5^ο αιώνα π.Χ. Αυτό εξηγεί επίσης τη στρατηγική σημασία της Θάσου κατά την εποχή εκείνη. Πράγματι, η Θάσος μπορεί να θεωρηθεί ως πρότυπο μιας αρχαίας πόλης της οποίας η ακμή και παρακμή ήταν εξαρτημένη κυρίως από τους δικούς της φυσικούς πόρους και ιδιαίτερα από τον ορυκτό της πλούτο. Το πλούσιο δάσος της αποτέλεσε σίγουρα τη βασική προϋπόθεση για την πάνω από 3 χιλιετίες μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα που έλαβε χώρα στο νησί (Εικ. 5). Αρχαιολογικές και αρχαιομετρικές έρευνες έδειξαν ότι η εξόρυξη και η χύτευση του μεταλλεύματος ξεκίνησαν πριν από το 1500 π.Χ.. Η μεταλλευτική όμως ιστορία της Θάσου ξεκινάει όπως αναφέρθηκε πολύ παλαιότερα (12000 - 15000 π.Χ.), με την εξόρυξη χρωστικών υλών (αιματίτης) στο νότιο τμήμα του νησιού. (Vavelidis, 1984, 2009, Vavelidis et al.,1996).

Το πόσο σημαντικό μεταλλευτικό κέντρο ήταν η ευρύτερη περιοχή της αρχαίας Νεάπολης μας δηλώνει, εκτός από τους Ηρόδοτο και Θουκυδίδη, και ο Διόδωρος Σικελιώτης (XVI,8.6): «Υστερα ήρθε ο Φίλιππος Β΄ στην πόλη Κρηνίδες την οποία αύξησε σε πληθυσμό και τη μετονόμασε σε Φιλίππους και τα μεταλλεία χρυσού που ήταν εκεί λιτά και άδοξα έφτιαξε καινούρια, ώστε να μπορεί να έχει προσόδους πάνω από 1000 τάλαντα ετησίως». Οι ποσότητες αυτές ήταν σημαντικές για τη δύναμη του Μακεδονικού βασιλείου και πιστεύουμε αρκετές για να κατακλείσουν την τότε αγορά με χρυσό νόμισμα (Εικ. 6) υψηλότερης καθαρότητας (996 χιλιοστά), «το ονομαζόμενο φιλίππειον» και να εκτοπίσουν έτσι το περσικό «δαρικό» στον τότε γνωστό κόσμο.

Δυτικά των μεταλλευτικών κέντρων της Νεάπολης και των Φιλίππων βρίσκεται το όρος Παγγαίον, το οποίο ήταν φημισμένο κατά την αρχαιότητα για τα κοιτάσματα χρυσού και αργύρου που υπήρχαν σε αυτό. Η εκμετάλλευση χρυσού και αργύρου στο όρος Παγγαίο

αναφέρεται από πληθώρα αρχαίων συγγραφέων, όπως τον Ηρόδοτο (Ιστορ.,VII, 112), Ευριπίδη (Ρήσος, 921, 970), Θουκυδίδη, Ξενοφώντα (Ελλην.V,2.17) και πολλούς άλλους μεταγενέστερους. Ο μύθος αναφέρει ότι ο βασιλιάς των Θηβών Κάδμος ήταν ο πρώτος ο οποίος ίδρυσε μεταλλεία χρυσού στο Παγγαίο καθώς και τον πλούσιο βασιλιά της περιοχής Ρήσο ο οποίος όπως αναφέρει ο Όμηρος, πήγε στην Τροία με την χρυσή του πανοπλία, «χρύσεια πελώρια» (Δεσπίνη, 1996). Γύρω στα μέσα του 6^{ου} αιώνα π.Χ., τα μεταλλεία χρυσού και αργύρου στο Παγγαίο κατείχε και ο τύραννος των Αθηνών Πεισίστρατος, ενώ το 357/356 το Παγγαίο καταλαμβάνει ο Φίλιππος ο Β'. Αρχαιολογικές ανασκαφές έφεραν στο φώς πληθώρα αργυρών νομισμάτων των μακεδόνων βασιλέων που κόπηκαν στο νομισματοκοπείο της Αμφίπολης.

Το δεύτερο σε μέγεθος και έκταση, μετά το Λαύριο, μεταλλευτικό κέντρο στον ελλαδικό χώρο αποτελεί, σύμφωνα με τις έρευνες μας, το βορειοανατολικό τμήμα της χερσονήσου της Χαλκιδικής. Τα μεταλλεύματα εδώ είναι πλούσια σε χρυσό, άργυρο, μόλυβδο, ψευδάργυρο και χαλκό(Vavelidis et. al., 1983, Wagner et al., 1986, Vavelidis, 1989). Τα ίχνη της αρχαίας μεταλλευτικής δραστηριότητας στη Χαλκιδική εκτείνονται σε μία έκταση πάνω από 150 km² και χρονολογούνται πιθανώς από την προϊστορική εποχή. Η ίδρυση της πόλης των Σταγείρων (σημερινή Ολυμπιάδα), ανάγεται στα μέσα του 7^{ου} αι. π.Χ. από αποίκους της νήσου Άνδρου (Σισμανίδης,1997). Όπως όμως προκύπτει από τις ανασκαφικές ενδείξεις, μέσα στην πόλη των αρχαίων Σταγείρων αλλά και από βεβαιωμένα ίχνη μεταλλευτικής δραστηριότητας στην ευρύτερη περιοχή, η δραστηριότητα αυτή είχε ξεκινήσει τουλάχιστον από τον 6^ο αιώνα π.Χ. και απέβλεπε στην εξαγωγή αργύρου και μολύβδου (Βαβελίδης,2000). Γνωστά είναι τα νομισματοκοπία αργυρών νομισμάτων, της Χαλκιδικής από τον 5^ο π.Χ. αιώνα, ιδιαίτερα αυτό της Άκανθου(Εικ.3). Η συστηματική μεταλλευτική και μεταλλουργική δραστηριότητα στη Χαλκιδική συνεχίστηκε κατά τη Ρωμαϊκή, τη Βυζαντινή και Μεταβυζαντινή εποχή (Εικ.7). Το 1553 μ.Χ., ο Γάλλος περιηγητής Belon, περιγράφει ότι την εποχή εκείνη ήταν σε λειτουργία 500-600 κάμηνοι στους οποίους εργάζονταν 6000 εργάτες διαφόρων εθνικοτήτων. Με εξαίρεση την περιοχή Σκουριών, όπου έχουμε εκμετάλλευση χαλκού, όλες οι άλλες αποσκοπούσαν στην παραγωγή αργύρου και μολύβδου. Στην περιοχή υπάρχουν ακόμη πάνω από 1.000.000 τόνοι μεταλλουργικών σκωριών, κατάλοιπα της παλαιότερης μεταλλουργικής δραστηριότητας. Η ποσότητα αυτή θα αντιστοιχούσε κατά την εκτίμησή μας σε πάνω από 150.000 τόνους καθαρού μολύβδου και 300 τόνους αργύρου (Βαβελίδης,2000).

Στη νεώτερη ιστορία, η εξόρυξη ξεκίνησε το 1927, από την «Ανώνυμη Ελληνική Εταιρία Χημικών Προϊόντων & Λιπασμάτων (ΑΕΕΧΠ&Λ)» οπότε και δημιουργήθηκε το Τμήμα Μεταλλείων της εταιρείας με το όνομα «Μεταλλεία Κασσάνδρας». Το 1953 η ΑΕΕΧΠ&Λ ξεκίνησε τη λειτουργία του μεταλλείου Μαδέμ Λάκκου και το 1957 αυτό των Μαύρων Πετρών. Το 1971 και 1974 εγκαθιστά δύο νέα εργοστάσια εμπλουτισμού στο Στρατόνι και την Ολυμπιάδα αντίστοιχα. Το 1991 Η «Ανώνυμη (ΑΕΕΧΠ&Λ)» οδηγήθηκε σε πτώχευση, ακολούθησαν τρεις διεθνείς διαγωνισμοί και το 1995 το ιδιοκτησιακό καθεστώς μετέβη στην εταιρεία «TVX Hellas A.E.» (Παπαρηγορίου κ.α. 2010, Forward et al. 2011). Τρία χρόνια αργότερα η TVX Hellas αποχωρεί από τα μεταλλεία της ΒΑ Χαλκιδικής και υπογράφει σύμβαση με το Ελληνικό Δημόσιο για την παραχώρηση σε αυτό του συνόλου της κυριότητας των «Μεταλλείων Κασσάνδρας». Το 2004 συνάπτεται σύμβαση μεταξύ του Ελληνικού Δημοσίου και της εταιρείας «Ελληνικός Χρυσός Ανώνυμη Εταιρεία Μεταλλείων και Βιομηχανίας Χρυσού» σύμφωνα με την οποία παραχωρούνται προς εκμετάλλευση τα «Μεταλλεία Κασσάνδρας Χαλκιδικής».

Μεταλλευτική Δραστηριότητα στη νεώτερη εποχή

Όπως αναφέρθηκε είδη από τις αρχές του 20^{ου} αιώνα, στρατηγικής σημασίας και αναμφισβήτητα σημαντικές πλουτοπαραγωγικές μονάδες εθνικής σημασίας αποτέλεσαν και

τα μεταλλεύματα χρωμίου, βωξίτη και σιδηρονικελίου καθώς επίσης τα Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα της χώρας μας.

Η εξόρυξη του χρωμίτη στην Ελλάδα αποτέλεσε μεταλλευτική δραστηριότητα περίπου 100 ετών, άρχισε το 1881 και τελείωσε το 1991. Η ετήσια παραγωγή χρωμίου κατά το 1960-1970 ήταν 20 – 40 χιλιάδες τόνους ετησίως και η Ελλάδα συγκαταλέγονταν στις 15 χώρες παραγωγούς χρωμίου στον κόσμο. Μετά το 1970 γίνονται συστηματικές προσπάθειες για τον εντοπισμό νέων αποθεμάτων χρωμίου. Ο εντοπισμός σημαντικών αποθεμάτων είχε σαν αποτέλεσμα την ίδρυση της μεταλλουργίας σιδηροχρωμίου στον Αλυρό Μαγνησίας το 1983. Οι εισροές συναλλάγματος κατά το χρονικό διάστημα 1989-1991 από την εξαγωγή εμπλουτίσματος και σιδηροχρωμίου ήταν 5 δις δραχμές. Το 1992 παρά τις βελτιώσεις στην εξόρυξη και μεταλλουργία, ανεστάλη κάθε δραστηριότητα, λόγω της παγκόσμιας κρίσης των τιμών των ορυκτών πρώτων υλών

Τα σιδηρονικελιούχα μεταλλεύματα αποτελούν επίσης μεταλλεύματα στρατηγικής σημασίας για τη χώρα μας. Η βιομηχανία νικελίου αποτελεί χωρίς αμφισβήτηση μια πλουτοπαραγωγική μονάδα εθνικής σημασίας, αφού από το 1970 η Ελλάδα συγκαταλέγεται στους κυριότερους παραγωγούς νικελίου στην Ευρώπη. Η εκμετάλλευση σιδηρονικελιούχου μεταλλεύματος άρχισε στις αρχές του 20ού αιώνα και βρίσκεται σε συνεχή παραγωγική διαδικασία εξάγοντας εξαιρετικής ποιότητας νικέλιο στις δυτικές χώρες καλύπτοντας το 2% περίπου της παγκόσμιας ζήτησης και το 20% των αναγκών της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στον τομέα απασχολούνται 1.200 εργαζόμενοι άμεσα και 1.500 έμμεσα. Με βάση το χρονοδιάγραμμα του μεσοπρόθεσμου δημοσιονομικού πλαισίου για έξοδο της Ελλάδος από την κρίση, το Ελληνικό Δημόσιο θα διαθέσει για πώληση το σύνολο των μετοχών που κατέχει (36%). Οι πωλήσεις σε νικέλιο (περιεχ. σε κράμα) για το 2011 ανήλθαν σύμφωνα με στοιχεία του ΣΜΕ και ΥΠΕΚΑ σε περίπου 300 εκ. ευρώ (Πίν.1).

Ο Βωξίτης στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή αλουμίνας και αλουμινίου, καθώς επίσης στην παραγωγή ειδικών τσιμέντων, λειαντικών και πυρίμαχων. Η εταιρία S&B Βιομηχανικά Ορυκτά παράγει από τα μεταλλεία της ετησίως περίπου 1 εκατ. τόνους. Η εταιρία ΔΕΛΦΟΙ ΔΙΣΤΟΜΟΝ Α.Μ.Ε., θυγατρική της ΑΛΟΥΜΙΝΙΟΝ Α.Ε., παράγει ετησίως περίπου 750 χιλ. τόνους. Τέλος η εταιρία ΕΛΜΙΝ, νεότερη στο χώρο, παράγει ετησίως 400 χιλ. τόνους. Οι πωλήσεις σε βωξίτη και τα προϊόντα του, για το 2011 ανήλθαν σε 530 εκ. ευρώ, 80% των οποίων αντιστοιχούν σε εξαγωγές (Πίνακας 1).

Πίνακας 1. Παραγωγή, πωλήσεις και εξαγωγές μεταλλεύματος (2012,2011)

ΟΠΥ ΜΕΤΑΛΛΕΥΜΑΤΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 2012 (σε τόνους)	ΠΩΛΗΣΕΙΣ 2011 Ευρώ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ 2011 Ευρώ
Βωξίτης, Αλουμίνα ένυδρη, Αλουμίνιο	2.805.000	530.166.000	358.496.000
Νικέλιο(περ. σε κράμα), Νικελιούχα σιδ/τα	2.324.630	299.545.000	300.000.000
Μικτά θειούχα-Συμπύκνωμα	289.000	38.000.000	38.000.000
Σύνολο Μεταλλεύματα	5.417.000	829.749.00	696.496.000

Τα σημαντικότερα κοιτάσματα μεικτών θειούχων, χαλκού, και ευγενών μετάλλων της χώρας μας σήμερα, βρίσκονται στη Χαλκιδική (Ολυμπιάδα, Μαύρες Πέτρες, Μαντέμ Λάκκο, και Σκουριές), στο Πέραμα Έβρου και στις Σάπες Ροδόπης. Οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται για την εκμετάλλευση των κοιτασμάτων αυτών είναι ο Ελληνικός Χρυσός, τα Χρυσορυχεία Θράκης και η Μεταλλευτική Θράκης αντίστοιχα. Τα αποθέματα των κοιτασμάτων αυτών σε χρήσιμα συστατικά ανέρχονται συνολικά σε πάνω από 2 εκ. τόνους μόλυβδο και

ψευδάργυρο, πάνω από 1 εκ. τόνους χαλκό, πάνω από 2.500 τόνους άργυρο και περίπου 300 τόνους χρυσό. Το προσωπικό που απασχολείται από τις εταιρείες άμεσα ανέρχεται σε 1500 άτομα περίπου και αναμένεται να δημιουργηθούν στο μέλλον περίπου 5.000 θέσεις στον δευτερογενή και τριτογενή τομέα.

Λατομική δραστηριότητα

Εκτός από τα μεταλλεύματα ο εξορυκτικός κλάδος, της χώρας μας τροφοδοτεί διαχρονικά με τις απαραίτητες ποσότητες σε Βιομηχανικά Ορυκτά και Πετρώματα (ΒΟΠ) μια σειρά άλλους ζωτικούς για την εθνική οικονομία κλάδους, όπως για την παραγωγή ενέργειας, τον κλάδο της τσιμεντοβιομηχανίας, των κατασκευών, των οικοδομικών υλικών κλπ.

Τα ΒΟΠ σύμφωνα με το Μεταλλευτικό Δίκαιο, διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: α. Τα Αδρανή υλικά (περιλαμβάνουν όλα τα προϊόντα τα οποία χρησιμοποιούνται στην κατασκευή τεχνικών έργων, τα ασβεστολιθικά πετρώματα για την παραγωγή ασβέστου και τις ακατέργαστες σχιστολιθικές πλάκες). β. Τα Μάρμαρα (όλα τα πετρώματα τα οποία εξορύσσονται σε όγκους, μπορούν να λειανθούν και να στιλβωθούν καθώς επίσης ο πωρόλιθος, το αλάβαστρο και ο όνυχας). γ. Τα Βιομηχανικά ορυκτά (ο καολίνης, ο μπεντονίτης, γύψος, περλίτης, λευκόλιθος, χαλαζίας, άστριοι, η κιμωλία, κίσηρις, θηραϊκή γη, χαλαζιακή άμμος, οι άργιλοι, μάργες, καθώς και τα αργιλικά και μαργαϊκά πετρώματα χρησιμοποιούμενα στην τσιμεντοποιία, κεραμοποιία, και πλινθοποιία).

Θα πρέπει να τονιστεί ότι η χώρα μας εκτός από τα αξιοσημείωτα αποθέματα λιγνίτη (5^η παραγωγός στον κόσμο) διαθέτει σημαντικά αποθέματα σε αδρανή ορυκτά και μάρμαρα καθώς επίσης ορισμένα άλλα βιομηχανικά ορυκτά και πετρώματα εξαιρετικής ποιότητας. Τα ορυκτά αυτά και τα προϊόντα τους, έχουν ευρεία χρήση σε πολλές βιομηχανικές και περιβαλλοντικές εφαρμογές ιδιαίτερα στην προστασία και αποκατάσταση του περιβάλλοντος, καθώς επίσης στην επεξεργασία και βελτίωση των τροφίμων. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι η Ελλάδα είναι η μοναδική χώρα παραγωγής σε χουντίτη-υδρομαγνησίτη, πρώτη χώρα παραγωγής περλίτη, δεύτερη κίσηρης και μπεντονίτη, καθώς και πρώτη στην εξαγωγή προϊόντων λευκολίθου/μαγνησίτη στην ΕΕ(Πιν.2). Στον παραδοσιακό κλάδο του μαρμάρου η χώρα μας συνεχίζει να έχει ηγετική θέση στις διεθνείς αγορές χάρις στην ποιότητα και ποικιλία χρωμάτων των ελληνικών μαρμάρων. Στον τομέα δραστηριοποιούνται μια σειρά από εταιρείες ενδεικτικά αναφέρουμε ορισμένες από αυτές. Στον τομέα του Μαρμάρου ΠΑΥΛΙΔΗΣ Α.Ε. (200 άτομα προσωπικό και κύκλο εργασιών περίπου 20 εκ. ευρώ), ΛΑΖΑΡΙΔΗΣ Γ. Α.Ε. (190 άτομα προσωπικό και κύκλο εργασιών περίπου 18 εκ. ευρώ) DIONYSSOS MARBLE A.E.B.E.(180 άτομα προσωπικό και κύκλο εργασιών περίπου 30 εκ. ευρώ), F.H.L. ΚΥΡΙΑΚΙΔΗΣ Α.Β.Ε.Ε.(180 άτομα προσωπικό και κύκλο εργασιών περίπου 29 εκ. ευρώ). Στον τομέα των βιομηχανικών ορυκτών: οι ΕΛΛΗΝΙΚΟΙ ΛΕΥΚΟΛΙΘΟΙ Α.Μ.Β.Ν.Ε.Ε. για τη παραγωγή λευκολίθου, μαγνησίας και πυρίμαχων (350 άτομα προσωπικό και κύκλο εργασιών περίπου 29 εκ. ευρώ). Στην παραγωγή μπεντονίτη και Περλίτη η S&B Βιομηχανικά ορυκτά Α.Ε., Λάβα Μ.Λ.Α.Ε., και Ιντερμπετον δομικά υλικά Α.Ε. για την παραγωγή κίσηρης και ποζολάνης. Σημαντικές για την οικονομία της χώρας είναι και οι εταιρείες που δραστηριοποιούνται στην εξόρυξη λατομικών υλικών στην παραγωγή σκυροδέματος και τσιμέντου ΤΙΤΑΝ Α.Ε.(κύκλος εργασιών περίπου 1350 εκ. ευρώ), ΗΡΑΚΛΗΣ ΟΜΙΛΟΣ ΕΤΑΙΡΙΩΝ (ΑΓΕΤ) (κύκλος εργασιών περίπου 420 εκ. ευρώ), ΧΑΛΥΨ ΔΟΜΙΚΑ ΥΛΙΚΑ Α.Ε. (Italcementi Group) (κύκλος εργασιών περίπου 65 εκ. ευρώ).

Πίνακας 2. Παραγωγή, πωλήσεις και εξαγωγές ΒΟΠ(2012,2011

ΒΟΠ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 2012 (σε τόνους)	ΠΩΛΗΣΕΙΣ 2011 Ευρώ	ΕΞΑΓΩΓΕΣ 2011 Ευρώ
Ανθρακικό ασβέστιο, Μάρμαρα (όγκοι)	2.393.368	100.700.000	7.269.000
Μαγνησία (Δίπυρος-Καυστική), Λευκόλιθος, Χουντίτης - Υδρομαγνησίτης	348.000	28.911.000	26.138.000
Μπεντονίτης (ορυκτός -κατ/μένος), Περλίτης (ορυκτός-κατ/μένος), Ποζολάνη, Κίσηρις	3.726.000	124.973.000	110.626.000
Άστριοι, Πυρίμαχα, πυριτικό, χαλαζίας	-	13.408.000	11.974.000
Σύνολο ΒΟΠ	6.507.368	267.991.000	156.007.000

Ορθολογική διαχείριση του Ορυκτού μας πλούτου και η σημασία του στην εθνική οικονομία

Όπως αναφέρθηκε η χρήση των ορυκτών υλών απετέλεσε για τον άνθρωπο τη βάση από την προϊστορική εποχή για την επιβίωσή του. Η εξορυκτική δραστηριότητα σήμερα είναι ζωτικής σημασίας για την οικονομία και την βιώσιμη ανάπτυξη των σύγχρονων κοινωνιών. Είναι αναγκαίο όμως περιβάλλον και ανάπτυξη να συνυπάρχουν αρμονικά ώστε να εξυπηρετούν τις ανάγκες της κοινωνίας.

Η χώρα μας διαθέτει σήμερα σημαντικά αποθέματα σε ορισμένες ΟΠΥ που έχουν μεγάλο βιομηχανικό ενδιαφέρον και μεγάλη ποικιλία εφαρμογών. Η επάρκεια σε ΟΠΥ και η ορθολογική αξιοποίηση αυτών αποτελούν απαραίτητη προϋπόθεση για τη βιώσιμη λειτουργία, την ευημερία και την πρόοδο των σύγχρονων κοινωνιών. Η εξάρτηση της κοινωνίας μας από τα ορυκτά και τα μεταλλεύματά είναι ήδη μεγάλη και θα γίνεται ακόμη εντονότερη, όσο αυξάνονται οι ανάγκες μας και όσο το βιοτικό μας επίπεδο βελτιώνεται. Όλες οι πτυχές της καθημερινής ζωής του ανθρώπου, της ανάπτυξης, αλλά και της ίδιας της προστασίας του περιβάλλοντος εξαρτώνται ουσιαστικά από την διαθεσιμότητα των ΟΠΥ. Τομείς όπως τα χημικά και φαρμακευτικά προϊόντα, οι ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές, οι δομικές κατασκευές, η αυτοκινητοβιομηχανία, εξαρτώνται αποκλειστικά από τη διαθεσιμότητα των ΟΠΥ. Σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες, αναμένεται ότι η ζήτηση για ΟΠΥ σε 50 χρόνια θα είναι 5 φορές παραπάνω από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν μέχρι το 2000, κυρίως λόγω της αύξησης της κατανάλωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες (Κίνα, Ινδία κα.).

Ο εξορυκτικός Τομέας της χώρας μας, έχει (4,5% περίπου συμμετοχή στο ΑΕΠ), ισχυρή παρουσία στην εθνική οικονομία και μπορεί να αποτελέσει ένα σημαντικό μοχλό ανάπτυξης. Το γεγονός ότι η Ελλάδα διαθέτει σημαντικά αποθέματα σε ορισμένα ορυκτά και μεταλλεύματα, σε συνδυασμό με τις ανάγκες της ΕΕ για ΟΠΥ, αποτελεί ένα σοβαρό ό πλεονέκτημα για την οικονομία της χώρας. Είναι λοιπόν σημαντικό για την χώρα μας να μη χάσει την ευκαιρία να αξιοποιήσει τις εγχώριες δυνατότητές της και να περιορίσει την εξάρτησή της από τις εισαγωγές. Στόχος της εθνικής μεταλλευτικής πολιτικής μας θα πρέπει να είναι η ορθολογική εκμετάλλευση και αξιοποίηση των διαθέσιμων φυσικών μας πόρων, μέσα όμως από μια ουσιαστική αλλαγή νοοτροπίας και πρακτικής όλων των εμπλεκόμενων φορέων της χώρας μας, στο πλαίσιο των αρχών της βιώσιμης ανάπτυξης και της νέας

ευρωπαϊκής πολιτικής. Η σημερινή οικονομική κρίση μπορεί να αντιμετωπιστεί ικανοποιητικά αν η Ελλάδα βασίσει την ανάπτυξη της και στην εξορυκτική βιομηχανία. Τονίζουμε ιδιαίτερα ότι, σε κάθε περίπτωση οι εξορυκτικές δραστηριότητες θα πρέπει να είναι περιβαλλοντικά σύμφωνες με τη νομοθεσία που καθορίζεται από την ΕΕ.

Παράλληλα με την εξορυκτική δραστηριότητα η προστασία του περιβάλλοντος αποτελεί τη μεγάλη πρόκληση της εποχής μας. Είναι επιτακτική λοιπόν ανάγκη να λαμβάνονται αυστηρά μέτρα προστασίας για την αποφυγή δημιουργίας περιβαλλοντικών επιπτώσεων, ιδιαίτερα με τη χρήση περιβαλλοντικά φιλικών τεχνολογιών στην εξόρυξη και στην επεξεργασία των ΟΠΥ καθώς και στη διαχείριση των αποβλήτων(Εικ.8). Η προώθηση της διαδικασίας ανακύκλωσης σε όλα τα επίπεδα αλλά και η υποκατάσταση κρίσιμων και σπάνιων υλών πιστεύουμε ότι θα βοηθήσει στον τομέα αυτό. Η εφαρμογή τέλος νέων και αποτελεσματικότερων τεχνολογιών αποκατάστασης του περιβάλλοντος και η ανάπτυξη εναλλακτικών χρήσεων παλαιών χώρων εκμετάλλευσης θα αποβεί προς όφελος της τοπικής κοινωνίας.

Βιβλιογραφία

Αρχαίοι συγγραφείς

Αριστοτέλης, Περί Θαυμασίων Ακουσμάτων, 45.

Διόδωρος Σικελιώτης, XXXI,13.

Ευριπίδης, Ρήσος, 921.

Ηρόδοτος, Ιστορία, VI,46 και VII ,112.

Θουκυδίδης, Ιστορία, I, 100, 2.

Ξενοφών, Ελληνικά, 5.2.17.

Στράβων, Γεωγραφικά, 331, 34 (3,9,8).

Δημοσιεύσεις και βιβλία

Δεσποίνη, Α., 1996. Αρχαία Χρυσά Κοσμήματα. Σειρά: Ελληνική Τέχνη. Εκδοτική Αθηνών. 294 σ.

Κονοφάγος, Κ., 1980. Το αρχαίο Λαύριο και η ελληνική τεχνική παραγωγής του αργύρου, Εκδοτική Ελλάδος Α.Ε., Αθήνα, 458 p.

Vavelidis, M., 1984. Neue Beobachtungen zur Genese der schichtgebundenen Pb-Zn-(Fe-Ba-As-Ag-Cu) und der Au-Vorkommen auf Thasos (Nordgriechenland mit einem Beitrag zur Geologie, Petrographie und zum Metamorphosegrad des Gesteinskomplexes der Inesel. Doktr. Arb. Univ. Heidelberg, 355p.

Vavelidis, M., 2004. Gold deposits and ancient mining activities in Macedonia and Thrace (In Greek). Thessalonikeon Polis 14:74-93.

Vavelidis, M., Andreou, S., 2007. Gold and gold working in Late Bronze Age Northern Greece. Naturwissenschaften, DOI 10.1007/s00114-007-0331-2.

Vavelidis, M., Gialoglou, G., Melfos, V., Wagner, G.A., 1996. Goldgrube in Palaea Kavala-Griechenland: Entdeckung von Skaptehyle? Erzmetall, 49, 547-554.

Vavelidis, M., 2004. Gold deposits and ancient mining activities in Macedonia and Thrace (in Greek). Thessalonikeon Polis 14:74-93,

Vavelidis, M., 2007. Gold deposits and ancient mining activities in Macedonia and Thrace (in Greek), Archaeometric investigations “The gold of Macedonians”, Zitros Publications, Thessaloniki, pp. 47-61

Vavelidis, M., Pernicka, E., Wagner, G.A., 1983. Untersuchungen in den Pb-Ag- und Au-Vorkommen von NE-Chalkidiki (Nordgriechenland). Beihefte zum Europ. J. Miner., 61, 212-213.

Vavelidis, M., 2009. The mining and metallurgical activity in Macedonia and Thrace, Greece, with a reference in quarrying activity from antiquity since recent times (in Greek),

- National Center for Maps and Cartographic Heritage – National Map Library,
Thessaloniki, pp. 17-86
- Wagner, G.A., Pernicka, E., Vavelidis, M., Baranyi, I., Bassiakos, I., 1986.
Archaeometallurgische untersuchungen auf Chalkidiki. Anschnitt, 38, 5-6, 166-186.
- Wagner, G.A., Pernicka, E., Vavelidis, M., Baranyi, I., Bassiakos, Y., 1986.
Archaeometallurgische Untersuchungen auf Chalkidiki. Anschnitt 5-6:166-186.

Υποβάθμιση και αποκατάσταση του Περιβάλλοντος σε μεταλλευτικές και λατομικές περιοχές

Δημήτριος Αλιφραγκής

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας

e-mail: dalifrag@for.auth.gr

Λέξεις κλειδιά: Αποκατάσταση του περιβάλλοντος, μεταλλευτική δραστηριότητα, λατομική δραστηριότητα, προστασία του περιβάλλοντος.

Περίληψη

Στην εισήγηση αυτή αναφέρεται στις επιπτώσεις της μεταλλευτικής και λατομικής δραστηριότητας στο περιβάλλον καθώς και στα προβλήματα που δημιουργούνται κατά την αποκατάσταση των περιοχών αυτών. Γίνεται ιδιαίτερη αναφορά στις έννοιες της προστασίας του φυσικού περιβάλλοντος, της υποβάθμισης του περιβάλλοντος καθώς και στα μέτρα και τις μεθόδους αποκατάστασης. Επίσης αναφέρονται τα κριτήρια επιλογής της μεθόδου αποκατάστασης. Παράλληλα αναφέρονται οι λόγοι για τους οποίους γίνεται απαραίτητη η συνεχής παρακολούθηση. Γίνεται αναφορά στις διαφορές που παρατηρούνται στην αποκατάσταση μεταξύ των λατομικών και μεταλλευτικών περιοχών, όπως επίσης αναφέρεται και στο ρόλο που έχουν παίξει οι χώροι αυτοί στη διατήρηση της βιοποικιλότητας σπάνιων ειδών. Στην εισήγηση επίσης αναφέρεται ένα παράδειγμα αποκατάστασης ενός λατομικού χώρου ασβεστόλιθου με τη χρήση υπολειμμάτων ηλεκτρολυτικής επεξεργασίας του πυρολουσίτη, δραστηριότητα που επιτρέπεται πλέον μετά από την έκδοση του Νόμου 4042/2012. Τέλος αναφέρεται σε μια μέθοδο τεχνικής γήρανσης των πετρωμάτων για τη αποφυγή της οπτικής ρύπανσης.

**Διεθνής Πρακτική, όσον αφορά στην αποκατάσταση Λατομείων:
Ένα Σύνθετο Αειφόρο Εδαφοβελτιωτικό
για την φυτοαποκατάσταση σε ακραίες εδαφικές συνθήκες
(Complex soil additives for vegetation restoration on extreme soil sites)**

Oswald Blumestein


University Potsdam, Institute of Earth and Environmental Science
Research Group "Applied Geoecology", Germany
e-mail: oblustei@uni-potsdam.de

Research Group "Applied Geoecology" - Main fields of activities

1. Investigation of harmful substance dynamics in landscapes and their modelling


- Sewage farm areas around Berlin (Germany)
- Platinum dumps (South Africa)

Heavy metal transport

$$\frac{d(C_s - C_l)}{dt} = \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right) + \frac{D}{L} \left(C_l - C_s \right)$$


2. Development and tests of complex monitoring systems for water bodies, forestry and contaminated areas

- HYDROHERB-System for monitoring of water parameters¹
- Computer-based data logging system with integrated soil chemical tools for forestry²
- Spectrometer-system for exploration of ore dumping sites contamination³
- Octocopter-based opto-spectral system for observation of the eutrophication level of surface water bodies⁴



¹ together with partners from Germany, Greece, Austria
² together with partners from Germany, Austria
³ together with partners from Germany, Austria, Greece, South Africa (in process)
⁴ in process

Research Group "Applied Geoecology" - Main fields of activities

3. Development and tests of sustainable additives for vegetation restoration of extreme soil sites

<p>Tailings dam Platinum ore mining South Africa</p>  <p>Ignition loss: 0,4%; pH: 7,1 Contaminated with heavy metals</p>	<p align="center">Characteristics of extreme sites</p> <ul style="list-style-type: none"> ➢ Extreme pH-value ➢ Insufficient buffer capacity ➢ Too less or to strong bonded nutrients ➢ Absence of soil organic matter (SOM) ➢ Deficiency of nutrients ➢ Extreme substratum density ➢ Extreme soil water conditions ➢ Instability of structures 	<p>Tailings dam Gold ore mining South Africa</p>  <p>Ignition loss: 0,2%; pH: 2,9 Sulphur compounds</p>
<p>Brown coal mining waste sand Eastern Germany</p>  <p>Ignition loss: 2,0% pH: 3,0</p>		<p>Semi desert dunes Inner Mongolia / China</p>  <p>Ignition loss: 1,1%; pH: 7,9 Carbonate fractions</p>



Therefore any site needs

- one special additive
- special method for substratum treatment

What are the consequences?

- > Sites without vegetation cover
- > Erosion processes

Shift by wind ...by water ... by mudflow

Ecological balance

- > Contamination of the subjects of protection (water, soil, nutrient web)
- > Loss of crop
- > Instability of landscape structures

Development of different additive components for specific application

	C 1 inorganic	C 2 organic	C 3 organic	C 4 organic	C 5 2 inorganic subcomponents
Component					
Effect	Improving nutrient supply and acid buffering capacity	Lowering of high pH-values and improving soil organic matter	Improvement of soil organic matter and cation exchange capacity	Improvement of water storage capacity of soils	Stabilizing of incoherent sediment layers
Source	Metal industry	Wood	Wood	Plant substances	Lime Organic acid
Application	Acid and / or nutrient poor soils	Alkaline soils	Nutrient poor soils without humus	Soils in regions with dry seasons	Surfaces single grains substratum
	Utilisation of the additives				
	<ul style="list-style-type: none"> > without irrigation > without additional fertilizer 				<i>in process</i>

Some examples

Before the experiment



Treatment with amelioration products after one vegetation period (same species as below)



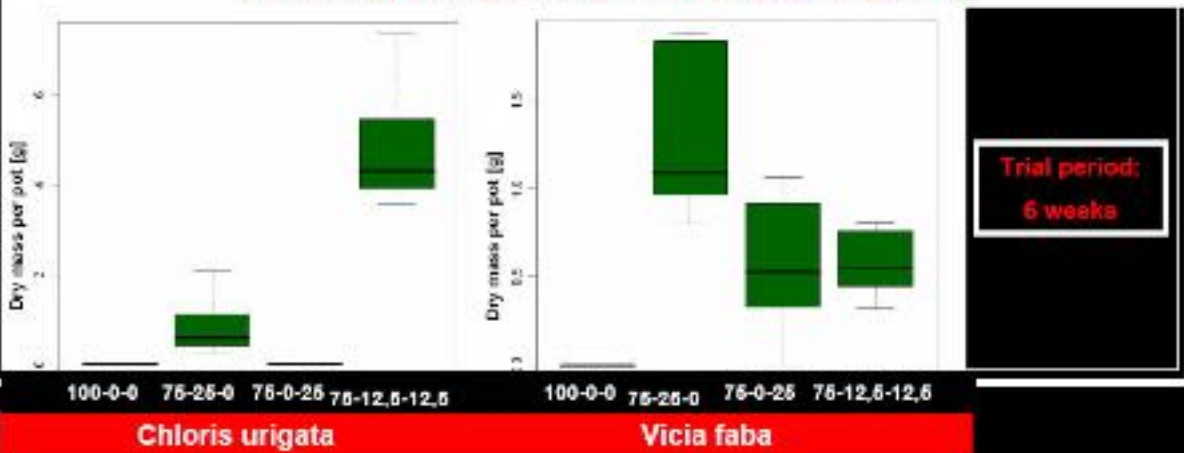
Without any treatment with amelioration products after one year (same species as above)



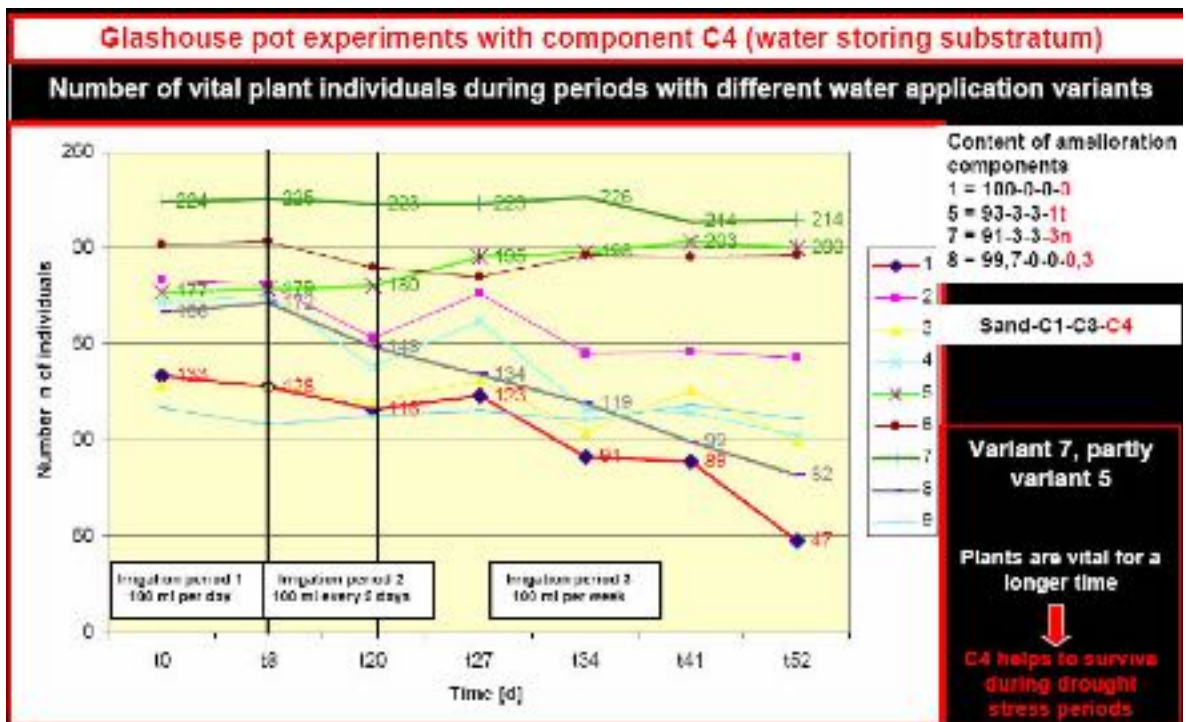
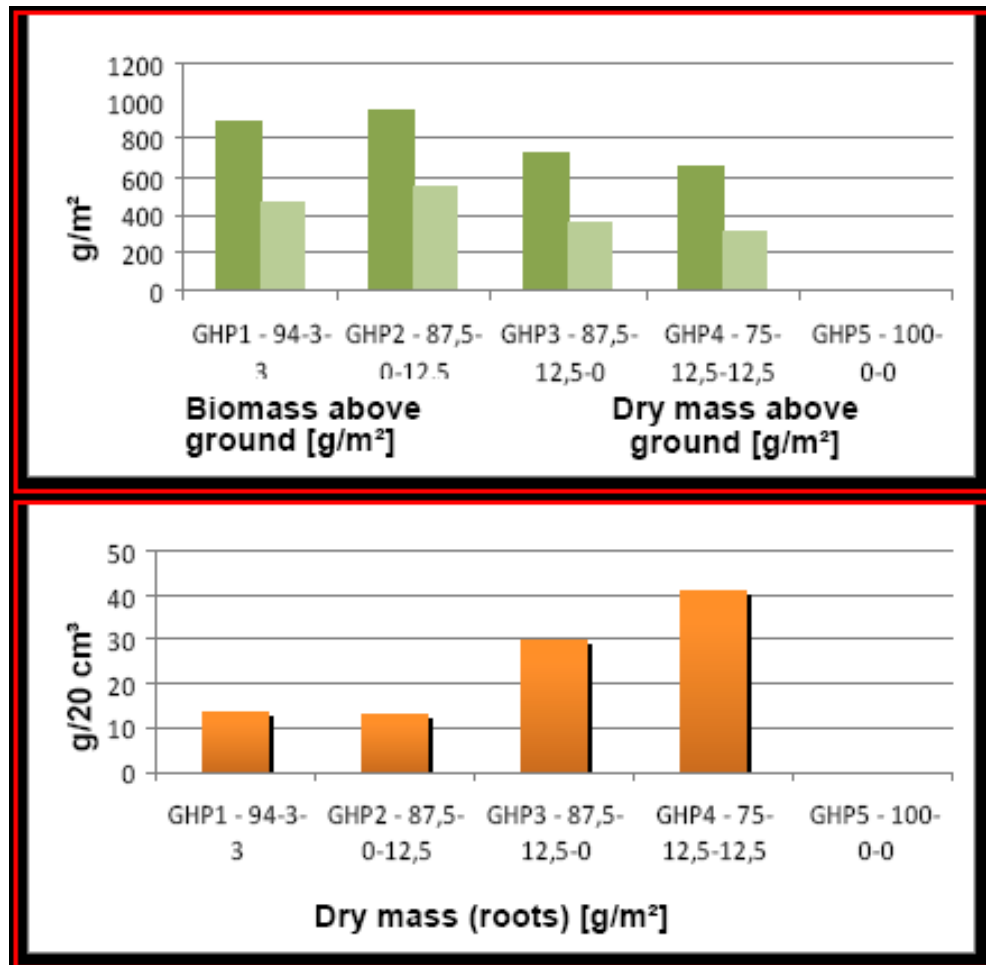
All mixtures are tested by glasshouse experiments
Example: Gold tailings substratum South Africa



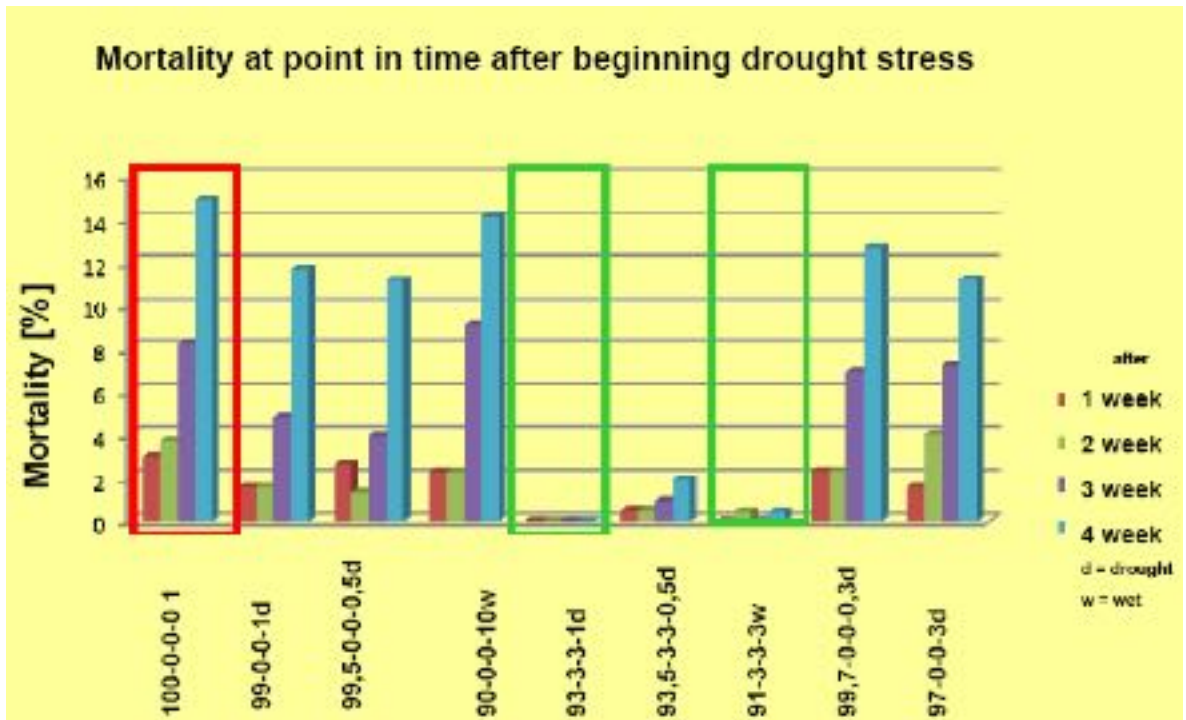
(Gold tailings substratum-component 1-component 3 [mass%])



Field experiment: Gold tailings substratum South Africa: Components C1, C3



Glashouse pot experiments with Component C4 (water storing substratum)



Παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της βλάστησης στις μεταλλευτικές και λατομικές εκμεταλλεύσεις της Ελλάδας

Γεώργιος Μπρόφας

τ. Τακτικός Ερευνητής και Διευθυντής
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων

Λέξεις κλειδιά: Μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, λατομικές εκμεταλλεύσεις, εγκατάσταση βλάστησης

Περίληψη

Η εργασία αυτή στοχεύει στην παρουσίαση των συνθηκών που δημιουργούνται μετά την εκμετάλλευση των πετρωμάτων και ορυκτών της χώρας και παρεμποδίζουν την αποκατάσταση και κυρίως την εγκατάσταση της βλάστησης. Στα πλαίσια αυτά αναλύονται εν συντομία οι κυριότεροι γεωμορφολογικοί (κλίση, έκθεση, διαβρώσεις, κατολισθήσεις) και εδαφικοί παράγοντες (συμπίεση, επιφανειακή κρούστα, θερμοκρασία, υδατικές συνθήκες, κοκκομετρική σύσταση, pH, θρεπτικά στοιχεία, ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων, οργανική ουσία) και οι δυσχέρειες που προκαλούν στην εγκατάσταση και εξέλιξη της βλάστησης.

1. Εισαγωγή

Οι ανθρώπινες δραστηριότητες επιφέρουν αλλαγές στο τοπίο οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με την ένταση και την έκταση της επέμβασης. Κλασική περίπτωση επεμβάσεων που επιφέρουν σημαντικές αλλαγές στο τοπίο και δημιουργούν αμιγή ανθρωπογενή τοπία αποτελούν οι λατομικές και μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, οι οποίες μπορούν να αλλάξουν το φυσικό τοπίο δραστηριότερα από οποιαδήποτε άλλη δραστηριότητα (Μπρόφας, 2013).

Η εγκατάσταση μιας τέτοιας εκμετάλλευσης φέρνει μια διακοπή της συνέχειας του τοπίου, η οποία αρχίζει με την απομάκρυνση της βλάστησης και τελειώνει με την πλήρη παραμόρφωση του ανάγλυφου που προκαλεί η δημιουργία των εκσκαφών και των αποθέσεων των στείων υλικών. Οι αλλαγές που προκαλούν οι μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, που για αιώνες θεωρούνταν το τίμημα που έπρεπε να καταβληθεί για την απόκτηση των ορυκτών πρώτων υλών, κατατάσσουν τους χώρους στους οποίους διενεργούνται στους έντονα διαταραγμένους. Αυτό δε γιατί ως τέτοιοι θεωρούνται εκείνοι οι χώροι όπου η φυτοκοινότητα (εξ) και η ζωοκοινότητα (εξ) της περιοχής έχουν απομακρυνθεί-καταστραφεί, το επιφανειακό έδαφος έχει χαθεί ή θαφτεί και το ανάγλυφο έχει αλλοιωθεί.

Η εκμετάλλευση ενός ορυκτού-πετρώματος οδηγεί στη δημιουργία μιας εκσκαφής και των αποθέσεων των στείων υλικών. Σε κάποιες βέβαια περιπτώσεις δεν υπάρχουν στείρα υλικά ή υπάρχουν σε περιορισμένες ποσότητες, όπως στα λατομεία αδρανών υλικών. Οι συνθήκες που επικρατούν τόσο στις εκσκαφές όσο και στις αποθέσεις, είναι συνήθως δυσμενείς για την εγκατάσταση βλάστησης (Whisenant et al., 1995; Jochimsen, 2001), αλλά και την άσκηση πρακτικά οποιασδήποτε δραστηριότητας. Ιδιαίτερα δε εφόσον δεν πάρθηκαν μέτρα από την αρχή και κατά τη διάρκεια της εκμετάλλευσης που να δημιουργούν προϋποθέσεις για την αποκατάσταση του χώρου. Έτσι πολλές από τις εκμεταλλεύσεις αυτές λόγω των δυσμενών συνθηκών που επικρατούν παραμένουν για πολλές δεκαετίες γυμνές, αποτελώντας στοιχεία υποβάθμισης και εστίες κινδύνων για την περιοχή.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η παρουσίαση των κυριότερων παραγόντων που επηρεάζουν την αποκατάσταση της βλάστησης μετά το πέρας της εκμετάλλευσης, στις αποθέσεις και στις εκσκαφές.

2. Αποθέσεις στείρων υλικών

Οι αποθέσεις των στείρων υλικών μπορεί να έχουν μορφές και σχήματα που διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους, ανάλογα με την τοπογραφική διαμόρφωση, τον τρόπο απόθεσης και τις ιδιότητές των, που επίσης μπορεί να ποικίλουν σημαντικά ανάλογα με τη σύνθεσή τους. Οι παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της βλάστησης στις αποθέσεις είναι κυρίως γεωμορφολογικοί και εδαφικοί.

2.1. Γεωμορφολογικοί παράγοντες

Από το σύνολο των γεωμορφολογικών παραγόντων και φαινομένων οι κυριότεροι που επηρεάζουν την εγκατάσταση της βλάστησης, είναι η κλίση, η έκθεση, οι διαβρώσεις και οι κατολισθήσεις.

2.1.1. Κλίση

Μπορούμε να πούμε ότι η ευστάθεια των πρανών και η δυνατότητα εγκατάστασης της βλάστησης μειώνονται σημαντικά με την αύξηση της κλίσης. Η κλίση των πρανών των αποθέσεων που προκύπτουν από ελεύθερη εκφόρτωση ποικίλει ανάλογα με τη σύνθεση των στείρων υλικών και στα λεπτόκκοκα υλικά επηρεάζεται ιδιαίτερα από τις συνθήκες υγρασίας. Σε απόθεση λατυπών μπορεί να φθάσει στις 45ο ή κλίση 100% (Μουλόπουλος, 1968) και στην υγρή άργιλο τις 16ο.

Γενικά ισχύει ότι με τη μείωση της κλίσης μειώνεται η διάβρωση και ο κίνδυνος εμφάνισης κατολισθήσης, διευκολύνεται η εγκατάσταση της βλάστησης και αυξάνεται ο αριθμός των χρήσεων στις οποίες μπορεί να παραδοθεί η επιφάνεια. Κλίση όμως μικρότερη του 1% δεν ευνοεί την αποστράγγιση.

Έχει υποστηριχθεί (Bradshaw and Chadwick, 1980) ότι κλίση 35ο (70%) είναι ικανοποιητική για αναδασώσεις, αν και πολλοί δασολόγοι θα προτιμούσαν ηπιότερες κλίσεις. Η Nevada State Conservation Commission, θεωρεί ότι η αναδάσωση σε κλίση 50% δίνει φτωχά αποτελέσματα. Ο Hottenstein (1970) επίσης θεωρεί ότι κλίση μεγαλύτερη του 67% περίπου είναι οριακή για την εγκατάσταση των αγρωστωδών ειδών. Να σημειωθεί εντούτοις ότι σε ασβεστολιθικές αποθέσεις των λατομείων μαρμάρου της Πεντέλης με κλίση 75-78% καταγράφηκε σε αφθονία κυρίως το αγρωστώδες *Piptatherum miliaceum* και σε ανάλογες αποθέσεις βωξίτη στη Γκιώνα το είδος *Melica ciliata*. Βέβαια τα παραπάνω όρια αναφέρονται για την αρχική εγκατάσταση της βλάστησης, δεδομένου ότι υπάρχουν επιφάνειες με μεγαλύτερες κλίσεις που καλύπτονται από φυσική βλάστηση.

Μείωση της κλίσης σημαίνει βέβαια και αύξηση της καταλαμβανόμενης επιφάνειας. Κατά συνέπεια μείωση επιδιώκεται καταρχήν εφόσον υπάρχει η δυνατότητα αυτή και στην περίπτωση αποσόβησης σοβαρών κινδύνων αστάθειας ή εφόσον η καταλαμβανόμενη επιφάνεια αναβαθμίζεται. Διαφορετικά διατηρείται ως έχει, αλλά γίνονται τεχνικά και φυτοτεχνικά έργα που εξασφαλίζουν την προστασία του πρανούς. Γενικά όμως μείωση της κλίσης κάτω από την κλίση ισορροπίας, έστω και μικρή, είναι επιθυμητή.

2.1.2. Έκθεση

Η έκθεση δεν απαγορεύει την εγκατάσταση της βλάστησης, αλλά έμμεσα δημιουργεί αρκετούς περιορισμούς. Από την έκθεση της επιφάνειας επηρεάζονται η θερμοκρασία του εδάφους, η εξάτμιση, το θερμοκρασιακό εύρος, η διαπνοή των φυτών, η υγρασία (Ντάφης, 1986). Ενδεικτικά σημειώνεται ότι οι συνθήκες υγρασίας είναι καλλίτερες στις βόρειες εκθέσεις, σε σύγκριση με τις νότιες, οι ανατολικές πλευρές θερμαίνονται λιγότερο από τις δυτικές και οι οριζόντιες λιγότερο από τις κεκλιμένες. Οι παράγοντες αυτοί είναι ιδιαίτερα σημαντικοί και μπορούν να επηρεάσουν την εγκατάσταση, την επιβίωση, την ανάπτυξη, αλλά και το είδος των φυτικών ειδών που θα εγκατασταθούν. Έτσι στις βόρειες εκθέσεις, για

παράδειγμα μπορεί να εγκατασταθούν και να ευδοκιμήσουν είδη απαιτητικότερα σε υγρασία, να έχουν καλλίτερη αύξηση και να προσφέρουν καλλίτερη φυτοκάλυψη σε σχέση με τις νότιες εκθέσεις.

2.1.3. Διαβρώσεις

Η διάβρωση ανάλογα με την μεταβολή της επιφάνειας διακρίνεται συνήθως σε επιφανειακή, αυλακοειδή και χαραδρωτική, ενώ μπορεί να υπάρξουν και άλλες διακρίσεις.

Η διάβρωση εκτός του ότι μπορεί να παρασύρει τη βλάστηση, ακόμη και να ξεριζώνει δένδρα, μπορεί να δημιουργήσει σοβαρότερα προβλήματα στην σταθερότητα των αποθέσεων, ανάλογα με την κλίση και το μήκος των πρανών, τη κοκκομετρική τους σύνθεση, τη χαλαρότητά τους και να προκαλέσει με τα προϊόντα διάβρωσης ζημίες στις προς τα κατάντη επιφάνειες (εγκαταστάσεις, γεωργικές καλλιέργειες κλπ). Περισσότερο υποφέρουν οι λεπτόκοκες αποθέσεις, ενώ στις χονδρόκοκες, με σκελετικό υλικό μεγαλύτερο από 70%, φαινόμενα διάβρωσης γενικά δεν εμφανίζονται.

Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις τα έντονα φαινόμενα διάβρωσης δεν προέρχονται από τα νερά της βροχής που δέχεται η επιφάνεια, αλλά από νερά που φθάνουν στο πρανές από την υπερχειλίση των νερών των υπερκείμενων δρόμων ή βαθμίδων που λειτουργούν ως συλλεκτήρες της επιφανειακής απορροής των όμβριων υδάτων και δεν βρίσκουν πλάγια διέξοδο προς τα άκρα των βαθμίδων.

Το πρόβλημα της διάβρωσης γίνεται περισσότερο έντονο λόγω της ραγδιότητας των βροχών που χαρακτηρίζουν τη χώρα μας και των ισχυρών κλίσεων των πρανών των αποθέσεων, όπως και του μήκους τους. Όσο μεγαλύτερη η κλίση και το μήκος του πρανούς τόσο ταχύτερη η απορροή και τόσο εντονότερη η διάβρωση. Μήκος πρανών μεγαλύτερο από 10-15m επιβάλλεται να περιορίζεται με διάφορα μέσα, όπως π.χ. οι αύλακες, προκειμένου να ανακόπτεται η ταχύτητα του απορρέοντος ύδατος και να μειώνεται η διάβρωση. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι διπλασιασμός π.χ. του μήκους του πρανούς, με ίδιους τους άλλους παράγοντες, αυξάνει 1,5 φορά τα προϊόντα διάβρωσης (Brown et al, 1986).

Όσον αφορά στο μέγεθος της κλίσης, θεωρείται ότι επιφάνειες με κλίσεις 20-50% αντιπροσωπεύουν ζώνες μετρίου κινδύνου διάβρωσης αλλά αυξανόμενου με την κλίση, ενώ η κλίση 50% αποτελεί κρίσιμο όριο κινδύνου διάβρωσης, με τη κλίση 100% να αντιπροσωπεύει τη ζώνη σφοδρού κινδύνου διάβρωσης (Nevada State Conservation Commission, αναφερόμενη από τους Brown et al, 1986).

Η μείωση της κλίσης, η δημιουργία βαθμίδων, η επικάλυψη της επιφάνειας, η μείωση του μήκους των πρανών και η κάλυψη με βλάστηση είναι μερικά από τα μέτρα που μπορούν να περιορίσουν περισσότερο ή λιγότερο δραστικά την εμφάνιση της διάβρωσης.

2.1.4. Κατολισθήσεις

Οι κατολισθήσεις που παρατηρούνται στις εκμεταλλεύσεις, αν και δεν είναι συχνές, μπορεί να έχουν πολλές μορφές (Tandy, 1975) που διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με τις συνθήκες που χαρακτηρίζουν τις αποθέσεις. Ο τρόπος δημιουργίας των αποθέσεων, η εναλλαγή στρώσεων υλικών με διαφορετικές ιδιότητες, η έλλειψη συνοχής, η αλλαγή των συνθηκών υγρασίας, η πίεση που ασκείται από το συνολικό φορτίο των υλικών, οι μεγάλες κλίσεις των πρανών κλπ. δημιουργούν συνθήκες που ευνοούν την εμφάνιση κατολισθήσεων.

Το μέγεθος των κατολισθήσεων διαφέρει από τις πολύ μικρές και επιφανειακές υπό μορφή θυλάκων μέχρι την κατάρρευση ολόκληρου του πρανού και την παράσυρση όλης της βλάστησης που μπορεί να φύεται πάνω σ' αυτό, καθώς και τη δημιουργία προβλημάτων περισσότερο ή λιγότερο σοβαρών στις κατάντη περιοχές.

Οι επεμβάσεις για βελτίωση της σταθερότητας, πρόληψης και αποκατάστασης των κατολισθήσεων ποικίλουν και επιλέγονται ανάλογα με τις συνθήκες. Γενικά όμως μπορούμε να πούμε ότι οι επεμβάσεις που γίνονται στοχεύουν γενικά στην ελάττωση της κλίσης, τη μείωση του βάρους του άνω μέρους του πρανούς και τη σωστή διαχείριση των νερών.

2.2. Εδαφικοί παράγοντες

Στους εδαφικούς παράγοντες περιλαμβάνονται μερικές φυσικές (η κοκκομετρική σύσταση των στείων υλικών, η συμπίεση, η θερμοκρασία των αποθέσεων και η επιφανειακή κρούστα) και χημικές ιδιότητες των στείων υλικών (η αντίδραση των στείων υλικών-pH, τα θρεπτικά στοιχεία, η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων-ΙΑΚ, η οργανική ουσία).

Οι πληροφορίες για τις χημικές ιδιότητες και την κοκκομετρική σύσταση προέρχονται από την ανάλυση 105 δειγμάτων στείων υλικών από 24 εκμεταλλεύσεις διαφορετικών ορυκτών και πετρωμάτων της χώρας.

2.2.1.Φυσικές ιδιότητες

2.2.1.1. Κοκκομετρική σύσταση

Οι αποθέσεις των στείων υλικών μπορεί να περιλαμβάνουν υλικά όλων των διαστάσεων, από άργιλο μέχρι και ογκολίθους. Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν το σκελετικό όπως και το λεπτό υλικό ποικίλλει από εκμετάλλευση σε εκμετάλλευση, από απόθεση σε απόθεση, αλλά και μέσα στην ίδια την απόθεση. Ως αποτέλεσμα δε της φυσικής διαλογής κατά την εκφόρτωση των στείων υλικών το λεπτό υλικό μειώνεται από τη κορυφή της απόθεσης προς τη βάση με το σκελετικό υλικό να ακολουθεί αντίστροφη πορεία. Να σημειωθεί δε ότι ένα σημαντικό ποσοστό των μεταλλευτικών εκμεταλλεύσεων χαρακτηρίζεται από την παρουσία υψηλού ποσοστού σκελετικού υλικού.

Με τη μείωση του λεπτού υλικού που καθορίζει το θρεπτικό και υδατικό δυναμικό μια απόθεσης, περιορίζεται και η δυνατότητα εγκατάστασης και όταν αυτό κατέρχεται κάτω από το 20%, θεωρείται ότι η βλάστηση πρακτικά δεν μπορεί να εγκατασταθεί (Down and Stocks, 1978, Coppin, N.J. and Bradshaw A.D., 1982). Όσον αφορά στη σύσταση του λεπτού υλικού θεωρείται ότι σε εδάφη με ποσοστό άμμου >80% ελλοχεύουν πάντα συνθήκες ξηρασίας. Δεδομένου ότι ένα μεγάλο ποσοστό από τα στείρα υλικά που μετρήσαμε (46/105) χαρακτηρίζεται από περιεκτικότητα σε άμμο $\geq 80\%$, το ελάχιστο ποσοστό του απαιτούμενου λεπτού υλικού φαίνεται ότι πρέπει να είναι μεγαλύτερο από 20% σε τέτοιες περιπτώσεις.

Η έλλειψη λεπτού υλικού σε μια απόθεση διορθώνεται με την προσθήκη λεπτού υλικού ή/και οργανικής ουσίας.

2.2.1.2. Συμπίεση

Το πέρασμα βαρέων μηχανημάτων, για την μεταφορά των στείων υλικών και τη διαμόρφωση των αποθέσεων, έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία έντονα συμπίεσμένου εδαφικού υλικού. Σπάνια και σε περιπτώσεις στείων χονδρόκοκκων υλικών η συμπίεση, με την ισοπέδωση, φαίνεται να περιορίζει τους μακροπόρους και να βελτιώνει τις συνθήκες αύξησης των φυτών, αλλά και εγκατάστασης της βλάστησης (Czapowskyi, 1970). Το φαινόμενο της συμπίεσης παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονο στις αποθέσεις που περιέχουν μεγάλες ποσότητες λεπτού υλικού (ιλύος και αργίλου).

Στείρα υλικά έντονα συμπίεσμένα γενικά παρεμποδίζουν ή και απαγορεύουν την εγκατάσταση και ανάπτυξη της βλάστησης. Οι Rorbert&Berger, 1990, και οι Skousen et al., 2009 σημειώνουν ότι η συμπίεση, σε αναδασώσεις στείων υλικών, επηρέασε δυσμενώς εκτός από την αύξηση και την επιβίωση των φυτών, σε σύγκριση με επιφάνειες που

αναμοχλεύτηκαν. Το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με την αναμόχλευση των στειρών υλικών σε ένα βάθος 40-50cm που θεωρείται ότι αίρει την συμπίεση.

2.2.1.3. Θερμοκρασία των αποθέσεων

Η θερμοκρασία του εδάφους ασκεί σημαντική επίδραση στην εγκατάσταση και εξέλιξη της βλάστησης. Επηρεάζει τη φύτευση των σπόρων, την ανάπτυξη των ριζών, τη βιολογική δραστηριότητα και αρκετές άλλες δραστηριότητες, άμεσα ή έμμεσα. Υψηλές θερμοκρασίες στο έδαφος προκαλούν μεγάλη απώλεια νερού λόγω εξάτμισης, η οποία, ανάλογα με την ένταση απώλειας, μπορεί να προκαλέσει δυσχέρειες ή και ζημιές στα φυτά ανάλογα με το είδος και το στάδιο ανάπτυξής τους. Τα γυμνά από βλάστηση, τα σκουρόχρωμα, τα ξηρά και τα χαλικώδη εδάφη (όπως είναι πολλά στείρα υλικά) θερμαίνονται ταχύτερα και μπορούν να αποκτήσουν υψηλές θερμοκρασίες.

Υψηλές θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους μπορεί να προκαλέσουν την άμεση νέκρωση αρτιφύτρων ή νεαρών μη αποξυλωθέντων φυταρίων. Υψηλά ποσοστά θνησιμότητας αρτιφύτρων, κωνοφόρων και πλατύφυλλων ειδών, μπορεί να προκύψουν όταν οι θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους ξεπεράσουν τους 50°C, ακόμη και για μικρές περιόδους (Johnson and Bradshaw, 1979). Κατά τον Ντάφη (1986), όταν η θερμοκρασία εδάφους ανέλθει στους 60-65°C, τότε η θερμοκρασία των ζωντανών ιστών των φυτών στην επιφάνεια του εδάφους γίνεται μεγαλύτερη από την θερμοκρασία των 54°C, που θεωρείται η θερμοκρασία θανάτωσης των ιστών αυτών, με αποτέλεσμα τη νέκρωση των μη αποξυλωθέντων φυταρίων.

Κατά τους Down & Stocks, (1978), η εγκατάσταση ενός καλού φυτικού καλύμματος μπορεί να ελαττώσει τις ακραίες επιφανειακές θερμοκρασίες του εδάφους κατά 25-30°C. Μείωση των θερμοκρασιών των επιφανειακών στρωμάτων επιφέρει και οποιαδήποτε επικάλυψη του εδάφους με φυτικά υπολείμματα ή ακόμη και με λίθους.

2.2.1.4. Υδατικές συνθήκες

Η υγρασία του εδάφους είναι σημαντικός παράγοντας για την φύτευση των σπόρων, την εγκατάσταση και εξέλιξη της βλάστησης. Ποσοστά υγρασίας γύρω και κάτω από το σημείο μονίμου μαρασμού επηρεάζουν την αύξηση και στη συνέχεια μπορεί να οδηγήσουν στη ξήρανση των φυτών.

Η συγκράτηση νερού συνδέεται άμεσα και με την κοκκομετρική σύσταση των υλικών, με το υδατικό δυναμικό να το καθορίζουν τα μικρότερα των 2mm κοκκία και ιδιαίτερα η ιλύς αλλά κυρίως η άργιλος. Τα μεγαλύτερων διαστάσεων υλικά συγκρατούν πολύ μικρή ποσότητα νερού.

Γενικά θεωρείται ότι σε στείρα υλικά με ποσοστά λεπτού υλικού μικρότερο του 20% περίπου, η βλάστηση έχει δυσκολίες να εγκατασταθεί και να επιβιώσει (Bramble, 1952, Limstrom 1960, Down, and Stocks, 1978, Μπρόφας, 1992). Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, συνθήκες ξηρασίας μπορεί να εμφανιστούν και σε στείρα υλικά ή εδάφη με ποσοστό άμμου περισσότερο από 80%, δεδομένου ότι αποθηκεύουν πολύ λίγο νερό που μπορούν να χρησιμοποιήσουν τα φυτά και ότι αυτό χειροτερεύει δραματικά με την αύξηση του σκελετικού υλικού. Η επιτυχία των αναδασώσεων και η επιβίωση των φυτών συχνά μειώνεται σημαντικά από την κορυφή προς το πόδι της απόθεσης, ακολουθώντας τη μείωση του λεπτού υλικού, που καθορίζει και το υδατικό της δυναμικό.

Οι Lee Daniels et al (1996) σημειώνουν ότι η ανεπαρκής ποσότητα υγρασίας είναι το μεγαλύτερο πρόβλημα των στειρών υλικών των μεταλλείων. Ο Toy (1979) θεωρεί ότι η επιτυχία της αποκατάστασης είναι αντίστροφα ανάλογη με την έλλειψη εδαφικής υγρασίας.

Συχνά στις αναδασώσεις των λατομείων παρατηρούνται ξηράνσεις φυτών ιδιαίτερα κατά τα πρώτα έτη και συνδέονται με τις ελλειμματικές συνθήκες υγρασίας. Εκτεταμένες ξηράνσεις π.χ. σε αναδασώσεις λατομείου ασβεστόλιθου στην περιοχή Αλυρού, που αφορούσαν κυρίως το γλαυκό κυπαρίσσι, φαίνεται να συνδέονται με τις ελλειμματικές συνθήκες υγρασίας. Οι μετρήσεις υγρασίας, που πραγματοποιήθηκαν στις αρχές Αύγουστου του 2009, έδειξαν ότι η υγρασία του αργιλώδους εδαφικού υλικού ήταν, κατά μέσο όρο και μέχρι το βάθος των 40cm, 5 μονάδες κάτω από εκείνη του σημείου μονίμου μαρασμού.

Στις περιπτώσεις εκείνες που εκτιμάται ότι οι συνθήκες, από άποψη υγρασίας, είναι δυσμενείς για την εγκατάσταση και επιβίωση της βλάστησης στα στείρα υλικά, το πρόβλημα αντιμετωπίζεται με μέσα που βελτιώνουν τις συνθήκες υγρασίας στο έδαφος, με τεχνικές που βοηθούν στην καλλίτερη προσαρμογή των φυτών, με άρδευση και κυρίως με την επιλογή των κατάλληλων φυτικών ειδών.

2.2.1.5. Επιφανειακή κρούστα

Ένα ακόμη παράγοντας που επηρεάζει την εγκατάσταση της βλάστησης είναι η δημιουργία στις αποθέσεις επιφανειακής κρούστας, η οποία είναι ιδιαίτερα ενοχλητική στις κεκλιμένες επιφάνειες. Η κρούστα αυτή είναι το αποτέλεσμα της επαναλαμβανόμενης ύγρανσης από τη βροχή και της εν συνεχεία ξήρανσης της επιφάνειας του εδάφους. Προϋπόθεση δημιουργίας της βέβαια είναι η ύπαρξη λεπτού υλικού, ενώ δεν σχηματίζεται σε εδαφικά υλικά που περιέχουν αρκετή οργανική ουσία. Η κρούστα δυσκολεύει τη διήθηση των νερών της βροχής, αυξάνει την απορροή, παρεμποδίζει την αγκύρωση των σπόρων στην επιφάνεια και δυσκολεύει τη συγκράτηση του εδάφους στην περίπτωση που γίνονται επιχωματώσεις.

Η διάσπαση της κρούστας, όπου σχηματίζεται, οφείλει να αποτελεί μια από τις πρώτες καλλιεργητικές φροντίδες στη διαδικασία αποκατάστασης της βλάστησης και ιδιαίτερα με σπορά ή υδροσπορά.

2.2.2. Χημικές ιδιότητες

Οι αναλύσεις που πραγματοποιήσαμε αφορούν σε ορισμένες χημικές ιδιότητες και αναφέρονται κυρίως σε εκείνες που περισσότερο θα μπορούσαν να επηρεάσουν άμεσα ή έμμεσα την εγκατάσταση και ανάπτυξη της βλάστησης και να δώσουν πληροφορίες για τις υφιστάμενες συνθήκες.

2.2.2.1. Αντίδραση των στείων υλικών (pH)

Η αντίδραση των εδαφικών δειγμάτων (pH) αποτελεί ένα γενικό δείκτη για τις συνθήκες που επικρατούν στο έδαφος. Το pH επηρεάζει ζωτικές για την αύξηση των φυτών ιδιότητες των εδαφών και εδαφικών υλικών. Από τη μια μεριά π.χ. το pH μπορεί να συντελέσει στο να δεσμευτούν κάποια θρεπτικά στοιχεία και να καταστούν μη προσλήψιμα από τα φυτά και από την άλλη να αυξήσει τη διαλυτότητα ιχνοστοιχείων ή άλλων, όχι απαραίτητα θρεπτικών, σε τοξικά για τα φυτά επίπεδα ή ακόμη να διακόψει ορισμένες φυσικές διαδικασίες στο έδαφος.

Βέβαια πολύ λίγες αποδείξεις υπάρχουν για την άμεση επίδραση του pH (των συγκεντρώσεων H⁺, OH⁻) στην αύξηση των φυτών. Κατά τους Plaisance και Cailleux (1958), η φυτική ζωή, σε εδάφη με pH πάνω από 9 και κάτω από 3, εξαφανίζεται και ο Παπαμίχος (1990) σημειώνει ότι ίσως συγκεντρώσεις ιόντων H⁺ της τάξης pH<3 ή ιόντων OH⁻ pH >9 να έχουν κάποια άμεση τοξική επίδραση στα φυτά.

Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήσαμε το pH κυμαίνεται από 1,32 σε υλικά των θειωρυχείων και φθάνει το 9,55 στο χουντίτη και 9,68 σε επεξεργασμένα στείρα υλικά από την απόληψη αμιάντου, με το pH των περισσότερων δειγμάτων να βρίσκεται μεταξύ 7 και 8,5. Στις αποθέσεις του αμιάντου και των θειωρυχείων η βλάστηση απουσίαζε παντελώς και

η απουσία της μπορεί να συνδέεται τόσο με τις άμεσες όσο και με τις έμμεσες επιδράσεις του pH του εδάφους. Αντίθετα οι εκσκαφές του χουντίτη φέρουν αμιγή βλάστηση από το αγρωστώδες *Puccinellia bilykiana* που καλύπτει περίπου το 20-30% της επιφάνειας και αναφέρεται για πρώτη φορά στην Ελλάδα (Brofas et al 2010).

Σε τέτοιες βέβαια περιπτώσεις, που οι τιμές του pH των στείρων υλικών θεωρούνται οριακές για την εγκατάσταση της βλάστησης ή κάποιων συγκεκριμένων ειδών, είναι δυνατή η ρύθμισή τους με την προσθήκη κατάλληλων υλικών. Έτσι για την αύξηση της τιμής του pH ενσωματώνονται βασικά υλικά και κυρίως άσβεστος ή λεπτό ασβεστολιθικό υλικό, η ποσότητα των οποίων εξαρτάται από την τιμή του pH και της ρυθμιστικής ικανότητας. Εντούτοις η οριστική επίλυση του προβλήματος στις πολύ χαμηλές τιμές του pH των αποθέσεων είναι δύσκολη.

Όσον αφορά στην μείωση της τιμής του pH, αυτή μπορεί να επιτευχθεί με τη χρησιμοποίηση οργανικής ουσίας, $Al_2(SO_4)_3$, $FeSO_4$, H_2SO_4 και S. Η φθηνότερη λύση είναι η χρήση της ιλύος βιολογικού καθαρισμού (με ορισμένες προϋποθέσεις, Sorper, 1993, Brofas & Varelides, 1997, Brofas et al 2000) και του S. Πάντως όταν η περιεκτικότητα σε $CaCO_3$ είναι υψηλή, η μείωση του pH είναι δύσκολη σε μεγάλες επιφάνειες και έχει υψηλό κόστος.

Με εξαίρεση τις ακραίες περιπτώσεις, η αντιμετώπιση των προβλημάτων που συνδέονται με την αντίδραση του εδάφους γίνεται συνήθως έμμεσα με την επιλογή των κατάλληλων ειδών που προσαρμόζονται στις συγκεκριμένες συνθήκες.

2.2.2.2. Θρεπτικά στοιχεία

Από τους σημαντικότερους παράγοντες για την εγκατάσταση και ανάπτυξη της βλάστησης θεωρείται η ύπαρξη και η διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Τα στοιχεία του εδάφους που είναι απαραίτητα για τη θρέψη των φυτών είναι αρκετά, άλλα σε μεγαλύτερες ποσότητες (μακροστοιχεία) όπως είναι το N, ο P, το K, το Ca, το Mg και το S και άλλα που είναι αναγκαία μεν αλλά σε μικρότερες ποσότητες, (ιχνοστοιχεία), όπως είναι ο Fe, το Mn, ο Cu, το B, το Mo, το Cl, ο Zn, το Co και το Ni.

Στην προκειμένη περίπτωση η παρουσίαση θα περιορισθεί στα κυριότερα από αυτά και συγκεκριμένα στο N, στο P, στο K, στο Ca και στο Mg.

Άζωτο (N)

Κατά τους Bradshaw et al (1975), Bradshaw & Chadwick, (1980), «το N θεωρείται ο πλέον κρίσιμος παράγοντας που μπορεί να εμποδίσει την εγκατάσταση της βλάστησης και ο μείζων παράγοντας για την ανάπτυξή της». Στις σπορές για αναχλόαση, μετά την αρχική φάση της αύξησης, η έλλειψη N στο έδαφος μπορεί να οδηγήσει στην πλήρη κατάρρευση της βλάστησης. Από πειράματα προέκυψε ότι η λίπανση μόνο με N είναι ικανή να δώσει αποτελέσματα παραγωγής ξηρής βιομάζας που προσεγγίζουν εκείνα των λιπάνσεων με NP, NK ή NPK, αποτέλεσμα το οποίο δεν επιτυγχάνεται με λίπανση μόνο με P, K και τους συνδυασμούς τους.

Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι στα υλικά των αποθέσεων από μεταλλευτικές εκμεταλλεύσεις, με εξαίρεση αυτά που περιέχουν επιφανειακό χώμα, παρατηρείται γενικά έλλειψη N (Bauer et al, 1978, Brofas, 1979). Η διαπίστωση αυτή φαίνεται να ισχύει και στα δείγματα που αναλύθηκαν από μας. Πράγματι στα περισσότερα από αυτά (91/105), το N βρίσκεται σε πολύ χαμηλά (<0,1%) ή χαμηλά (0,1-0,2%) επίπεδα (7/105), σε 2 δείγματα αντίστοιχα σε μέσα (0,2-0,5%) και υψηλά (0,5-1%) επίπεδα, ενώ σε πολύ υψηλά επίπεδα (>1%) βρέθηκε μόνο σε 5 δείγματα που προέρχονταν από αποθέσεις λιγνιτωρυχείων (κατάταξη σύμφωνα με το BAI, 1984).

Φώσφορος (P)

Συχνά στα στείρα υλικά των εκμεταλλεύσεων η διαθέσιμη ποσότητα P είναι πολύ χαμηλή, ενώ σε πολλές περιπτώσεις η διαθεσιμότητά του επηρεάζεται σημαντικά από το pH του εδάφους. Σε χαμηλό pH π.χ. δεσμεύεται από Fe, Al, Mn και σε υψηλό pH δεσμεύεται σε μη διαλυτές μορφές $[Ca_3(PO_4)_3]$. Το τελευταίο αυτό είναι ιδιαίτερα αληθές σε ασβεστολιθικές αποθέσεις ή σε άλλες αποθέσεις πλούσιες σε ασβέστιο.

Στα περισσότερα δείγματα που μελετήθηκαν (81/105), ο φωσφόρος είναι σε χαμηλά (<5ppm) ή μη ανιχνεύσιμα επίπεδα (<0,2ppm), ενώ σε 21 από αυτά, που προέρχονται από αποθέσεις εκμεταλλεύσεων λιγνίτη, μικτών θείουχων, μάρμαρου, βωξίτη, είναι σε μέσα (5-15ppm) και σε 3 (γύψου και σιδηρομεταλλευμάτων) σε υψηλά επίπεδα (κατάταξη σύμφωνα με το BAI, 1984).

Η έλλειψη P στο έδαφος, εκτός από τις αλλαγές που επιφέρει στο χρώμα των φύλλων ορισμένων ειδών, επηρεάζει την αύξηση των φυτών (υπέργειο τμήματος και ριζικού συστήματος) αλλά και την εγκατάσταση ορισμένων ειδών. Τα ψυχανθή π.χ. αναφέρεται ότι έχουν περισσότερες απαιτήσεις σε P, σε σχέση με τα αγρωστώδη (Mays et al, 2000), ενώ συγκεντρώσεις $P < 10ppm$ θεωρούνται υπεύθυνες για την υποχώρηση ή εξαφάνιση των ψυχανθών.

Κάλιο (K)

Από όσα αναφέρονται στη διεθνή βιβλιογραφία (Berg, 1973, Power et al, 1974, Mays et al, 2000) το K συνήθως δεν λείπει στα περισσότερα στείρα υλικά των εκμεταλλεύσεων. Μπορεί όμως σε κάποιες περιπτώσεις, όπως στις ασβεστολιθικές αποθέσεις, να βρίσκεται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις.

Από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν προέκυψε ότι 36 από τα 105 δείγματα εμφανίζουν χαμηλές τιμές ανταλλάξιμου καλίου, δηλ μικρότερες των 0,2 meq/100g, 29 δείγματα μέσες (0,2-0,4meq/100g) και 40 δείγματα υψηλές τιμές (>0,4meq/100g).

Σύμφωνα με το BAI, (1984), ανταπόκριση στη λίπανση με K είναι πιθανή όταν το έδαφος έχει ανταλλάξιμο K <0,2meq/100g και απίθανη όταν το K είναι >0,4 meq/100g. Η επάρκεια καλίου στο έδαφος βοηθά τα φυτά να αντεπεξέρχονται σε δύσκολες συνθήκες. Αντίθετα η έλλειψη περιορίζει σημαντικά το ριζικό σύστημα, επιβραδύνει την αποξύλωση και τα φυτά γίνονται περισσότερο ευαίσθητα στη ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες, ενώ μειώνει την αντοχή τους σε ασθένειες και σε προσβολές από έντομα.

Ασβέστιο (Ca)

Το Ca είναι ουσιαστικό στοιχείο για τη λειτουργία και τη δομή των κυττάρων και σπάνια απαντάται σε χαμηλές συγκεντρώσεις. Έχει σημαντικές ευεργετικές επιδράσεις στις εδαφικές ιδιότητες, δημιουργεί όμως και ορισμένες δυσμενείς συνθήκες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των φυτών. Ως τέτοιες αναφέρονται π.χ. η μείωση της διαλυτότητας ή η δέσμευση ορισμένων θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος (P, Fe, κλπ) με αποτέλεσμα να εμφανίζονται στα φυτά συμπτώματα έλλειψης των στοιχείων αυτών.

Από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν προκύπτει ότι σε όλα τα δείγματα υπάρχει περίσσεια ανταλλάξιμου Ca. Εμφάνιση όμως έλλειψης Ca στο έδαφος μπορεί να παρατηρηθεί όταν το Mg βρίσκεται σε μεγαλύτερες ποσότητες από εκείνες του Ca, με αποτέλεσμα την ανατροπή της ισόρροπης θρέψης. Αναλογίες Ca: Mg<1:1 έδειξαν οι αναλύσεις στα στείρα υλικά λευκόλιθου, χρωμίου Δομοκού και σε διάσπαρτα δείγματα αμιάντου, χουντίτη, περλίτη και μπεντονίτη.

Όσον αφορά στη λίπανση, από την εμπειρία στην πράξη μπορεί να ειπωθεί ότι ανταπόκριση σε λίπανση με Ca αναμένεται από τις περισσότερες καλλιέργειες, όταν το ανταλλάξιμο Ca στο έδαφος είναι $<0,2\text{meq}/100\text{g}$ εδάφους (BAI, 1984).

Μαγνήσιο (Mg)

Το μαγνήσιο επίσης είναι απαραίτητο για την αύξηση των φυτών, σε μικρότερες όμως ποσότητες από εκείνες του ασβεστίου. Η εμφάνιση έλλειψης Mg στο έδαφος δεν συνδέεται μόνο με χαμηλές συγκεντρώσεις Mg, αλλά και με την παρουσία μεγάλων ποσοτήτων άλλων κατιόντων και ειδικά Ca και K, όπως και το αντίστροφο. Με την αύξηση π.χ. της αναλογίας Ca:Mg πάνω από περίπου 5:1, το Mg καθίσταται προοδευτικά λιγότερο διαθέσιμο για τα φυτά. Συμπτώματα έλλειψης Mg, προερχόμενα μάλλον από χαμηλές τιμές ανταλλάξιμου Mg παρά από την μη ισόρροπη αναλογία των κατιόντων, έχουν αναφερθεί για όξινα, χονδρόκοκκα εδάφη, με ανταλλάξιμο $\text{Mg} < 0,2\text{meq}/100\text{g}$, από τον Heald, (1965). Κατά τον Αληφραγκή (2008), συμπτώματα έλλειψης μαγνησίου στα φυτά μπορεί να εμφανίζονται όταν το ανταλλάξιμο Mg^{2+} είναι λιγότερο από $6\text{mg}/100\text{g}$ ($0,50\text{meq}/100\text{g}$) εδάφους. Επίσης σημειώνει ότι σύμφωνα με νεώτερες έρευνες τα φυτά αναπτύσσονται καλά και καλύπτουν τις ανάγκες τους σε Ca^{2+} και Mg^{2+} όταν η σχέση των ανταλλαξίμων κατιόντων Ca:Mg κυμαίνεται από 1:1 έως 15:1.

Από τα δείγματα που αναλύθηκαν και σύμφωνα με την κατάταξη του BAI (1984), φάνηκε ότι στα στείρα υλικά το Mg μόνο σε 5 δείγματα βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα ($<0,2\text{meq}/100\text{g}$), σε 19 σε μέσα ($0,2-0,5\text{meq}/100\text{g}$) και σε 81 ήταν σε υψηλά επίπεδα. Από τα 5 δείγματα, τα 2 που προέρχονται από τις όξινες αποθέσεις των μικτών θειούχων της Χαλκιδικής, είναι περισσότερο πιθανό να παρουσιάσουν συμπτώματα έλλειψης Mg, κατ' αναλογία αυτών που αναφέρει ο Heald, (1965).

2.2.2.3. Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (IAK)

Η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων εξαρτάται από την οργανική ουσία του εδάφους, την ποσότητα και το είδος της αργίλου και αυξάνεται με το pH και θεωρείται ίσως η πιο σπουδαία διαδικασία που συμβαίνει στο έδαφος. Όσο δε μεγαλύτερη είναι η ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων τόσο μεγαλύτερη είναι η γονιμότητα του εδάφους.

Από τα δείγματα που αναλύθηκαν φαίνεται ότι στη μεγάλη πλειονότητά τους τα στείρα υλικά έχουν χαμηλή και πολύ χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων. Πιο αναλυτικά 41/105 έχουν πολύ χαμηλή ($<5\text{meq}/100\text{g}$), 37 χαμηλή ($5-15\text{meq}/100\text{g}$), 15 μεσαία ($15-25\text{meq}/100\text{g}$), 6 υψηλή ($25-40\text{meq}/100\text{g}$) και 6 πολύ υψηλή ($>40\text{meq}/100\text{g}$). Δεδομένης βέβαια της περιορισμένης περιεκτικότητας σε άργιλο και της ανυπαρξίας οργανικής ουσίας στα περισσότερα από αυτά τα αποτελέσματα ήταν αναμενόμενα.

Η χαμηλή ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων όμως συνδέεται με την περιορισμένη δυνατότητα παροχής θρεπτικών στοιχείων, με συνέπεια να περιορίζεται η επιλογή των φυτικών ειδών, που μπορεί να εγκατασταθούν φυσικά ή τεχνητά, στα πλέον ολιγαρκή. Παράλληλα η λίπανση σε εδάφη με χαμηλή IAK πρέπει να γίνεται σε περισσότερες δόσεις, ενώ δεν είναι απαραίτητο για εδάφη με υψηλή IAK (Παπαμίχος, 1990).

Η αύξηση της ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων για βελτίωση των συνθηκών θρέψης είναι επιθυμητή, εφόσον το επιτρέπουν βέβαια οι οικονομικές και τεχνικές συνθήκες. Μπορεί δε να υλοποιηθεί με την προσθήκη αργίλου και οργανικής ουσίας.

2.2.2.4. Οργανική ουσία

Η οργανική ουσία επηρεάζει σημαντικά τις φυσικές, χημικές και βιολογικές ιδιότητες του εδάφους. Περιέχει θρεπτικά στοιχεία, αυξάνει την υδατοϊκανότητα, μειώνει την φαινομενική πυκνότητα, συμβάλλει στη δημιουργία δομής, αυξάνει την ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων,

αποτελεί τη βάση για την ανακύκλωση των θρεπτικών στοιχείων, τη βιολογική δραστηριότητα του εδάφους κλπ.

Όσον αφορά στην περιεκτικότητα των στειρών υλικών σε οργανική ουσία οι Vega et al (2005), στηριζόμενοι τόσο στη δική τους εμπειρία όσο και σε εκείνη άλλων ερευνητών, θεωρούν περιοριστικό παράγοντα το ποσοστό <1,5%. Ο Simson (1983), αναφέρει ότι τιμές <1% θεωρούνται ως πολύ χαμηλές και 1-1,7% χαμηλές και εκτιμά ότι εδάφη σε αυτές τις δύο κατηγορίες αναμένεται να παρουσιάσουν σοβαρά προβλήματα στην καλλιέργεια αλλά και από τη διάβρωση. Με αναφορά στο παραπάνω όριο (<1,5%), οι αποθέσεις στειρών υλικών σχεδόν στο σύνολό τους (92/105) βρίσκονται κάτω από το ποσοστό αυτό. Εξαιρέση αποτέλεσαν αποθέσεις από την εκμετάλλευση του λιγνίτη (9/11), 2 εκμεταλλεύσεις χρωμίτη και 1 μπεντονίτη που περιείχαν επιφανειακά εδάφη.

3. Εκσκαφές

Όσον αφορά στις εκσκαφές η εκμετάλλευση με τη μέθοδο των ορθών βαθμίδων που εφαρμόζεται διαμορφώνει την συνηθέστερη μορφή μετώπου εκσκαφής της υπαίθριας εκμετάλλευσης. Έτσι η εκσκαφή χαρακτηρίζεται από ένα περισσότερο ή λιγότερο εκτεφρασμένο κλιμακωτό μέτωπο και την πλατεία που αναπτύσσεται στη βάση του μετώπου. Η πρόσοψη των βαθμίδων είναι κεκλιμένη με πολύ μεγάλη κλίση ή και κατακόρυφη και το δάπεδο είναι συνήθως οριζόντιο.

Στις περισσότερες περιπτώσεις δεν υπάρχει άλλη ειδική διαμόρφωση. Το κοίλωμα της εκσκαφής παραμένει ανοικτό και οι εργασίες αν γίνονται περιλαμβάνουν:

- Επιχωμάτωσεις, με πάχος εδάφους >30cm, σε σκληρά συμπαγή πετρώματα και διάσπαση του πετρώματος με εκρήξεις εφόσον χρειάζεται.
- Αναμοχλεύσεις μέχρι ένα βάθος 80cm σε εύθρυπτα πετρώματα και επιχωμάτωση.

Οι επεμβάσεις αυτές στοχεύουν στη βελτίωση των συνθηκών στα δάπεδα των βαθμίδων και στην πλατεία της εκσκαφής, προκειμένου να διευκολυνθεί η εγκατάσταση της βλάστησης, η οποία διαφορετικά δεν θα είχε πολλές δυνατότητες να εποίκισι τους παραπάνω χώρους.

Σπανιότερα και εφόσον υπάρχουν διαθέσιμα στείρα ή άλλα εδαφικά υλικά γίνεται μερική ή ολική πλήρωση της εκσκαφής.

Επίλογος

Οι παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την εγκατάσταση της βλάστησης είναι πολλοί. Είναι όμως αντιμετωπίσιμοι, άλλοι σχετικά εύκολα και άλλοι δυσκολότερα. Κάποιοι μπορεί να βελτιωθούν από την εκμετάλλευση και κατά τη διάρκειά της και άλλοι απαιτούν πρόσθετες επεμβάσεις με το πέρας της εκμετάλλευσης.

Βιβλιογραφία

- Αλιφραγκής, Δ., 2008. Το Έδαφος. Γένεση, Ιδιότητες, Ταξινόμηση, Τόμος Ι. Εκδόσεις ΑΪΒΑΖΗ, Θεσσαλονίκη.
- BAI (Booker Agriculture International), 1984. Tropical Soil Manual, London.
- Bradshaw, A.D., Chadwick, M.J., 1980. The Restoration of Land. The ecology and reclamation of derelict and degraded land. University of California Press, Berkeley and Los Angeles.
- Brofas G., Trigas, P., Scholz., H., 2010. Puccinellia bilykiana Klok. In: Werner Greuter & Thomas Raus (ed), 2010: Med-Checklist Notulae, 29, Willdenowia, 40:189-204 (201).
- Brown Darrell et al, 1986. Reclamation and Vegetative Restoration of Problem Soils and Disturbed Lands. Pollution Technology Review, No 137. Noyes Data Corporation, New Jersey, USA, pp 560.

- Coppin, N.J., Bradshaw, A.D., 1982. A guide to quarry reclamation. M.J.Books. London, pp: 79.
- Down, C.G., Stocks, J., 1978. Environmental Impact of Mining. Applied Science Publishers, Ltd, London
- Hottenstein W., 1970. Erosion control safety and aesthetics on the roadside. Summary of current practices. Public roads Vol. 36, No. 2
- Jochimsen, M.E., 2001. Vegetation development and species assemblages in a long-term reclamation project on mine spoil. Ecol. Eng. 17, 187–198.
- Μουλόπουλος, Χ., 1968. Ορεινή υδρονομική. Θεσσαλονίκη.
- Μπρόφας, Γ., 2013. Το Τοπίο και οι Μεταλλευτικές Εκμεταλλεύσεις. Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τ.Δ.Π. Αθήνα, σελ.336.
- Ντάφης, Σ. 1986. Δασική Οικολογία. Εκδόσεις Γιαχούδης-Γιαπούλης, Θεσσαλονίκη.
- Παπαμίχος, Ν., 1990. Δασικά εδάφη. Σχηματισμός, Ιδιότητες, Συμπεριφορά. Έκδοση Β' βελτιωμένη. Θεσσαλονίκη.
- Skousen, J., Gorman, J., Pena-Yewtukhiw, E., King, J., Stewart, J., Emerson, P., DeLong, C., 2009. Hardwood Tree Survival in Heavy Ground Cover on Reclaimed Land in West Virginia: Mowing and Ripping Effects. JEQ, Vol. 38 No. 4, p. 1400-1409
- Tandy, C., 1975. Landscape of Industry. Leonard Hill Books, London.
- Torbert, J.L., Burger, J.A., 1990. Tree survival and growth on graded and ungraded minesoil. Tree Plant. Notes 41 (2):3-5
- Whisenant, S.G., Thurow, T.L., Maranz, S.J., 1995. Initiating autogenic restoration on shallow semiarid sites. Restor. Ecol. 3, 61–67.

**Μέθοδοι Αποκατάστασης της Βλάστησης και του Τοπίου Διαταραγμένων Επιφανειών
κυρίως μετά από Εξορυκτικές Δραστηριότητες στην Ελλάδα – Επίδειξη Καλών
Πρακτικών**

**Μελέτη και υλοποίηση της φυτοαποκατάστασης
του παλαιού τέλματος απόθεσης αποβλήτων στην Ολυμπιάδα Χαλκιδικής
Δημήτριος Αλιφραγκής**

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Δασικής Εδαφολογίας
e-mail: dalifrag@for.auth.gr

Λέξεις κλειδιά: Αποκατάσταση μεταλλευτικών χώρων, τέλματα απόθεσης αποβλήτων, οξειδία του Fe και Mn, Nerium oleander, αξιοποίηση υποπροϊόντων.

Περίληψη

Η εισήγηση αυτή αναφέρεται στην ανάπτυξη μεθόδων φυτοεξυγίανσης των ρυπασμένων με μέταλλα και μεταλλοειδή εδαφών σε μεταλλευτικές περιοχές και στην διερεύνηση της δυνατότητας αποκατάστασης του παλαιού τέλματος της Ολυμπιάδας Χαλκιδικής με συνδυασμό δύο μεθόδων, δηλαδή της χημικής σταθεροποίησης και της φυτοεξυγίανσης. Η έρευνα διεξήχθη σε 3 στάδια. Στο πρώτο στάδιο μελετήθηκαν τα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά του υλικού του τέλματος καθώς και η δυνατότητα μείωσης της βιοδιαθεσιμότητας των βαρέων μετάλλων και μεταλλοειδών με την προσθήκη διαφόρων εδαφοβελτιωτικών. Στο δεύτερο στάδιο μελετήθηκε η δυνατότητα χρησιμοποίησης διαφόρων φυτικών ειδών σε συνθήκες θερμοκηπίου με ταυτόχρονη χρήση εδαφοβελτιωτικών. Τα αποτελέσματα της έρευνας του σταδίου αυτού έδειξαν ότι το είδος Nerium oleander μπορεί να χρησιμοποιηθεί με απόλυτη επιτυχία στην αποκατάσταση του παλαιού τέλματος της Ολυμπιάδας. Για το είδος αυτό μελετήθηκαν όλα τα χαρακτηριστικά των φυτών που αναπτύσσονται σε περιβάλλοντα πλούσια σε βαριά μέταλλα. Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι είναι δυνατή η μείωση της βιοδιαθεσιμότητας των βαρέων μετάλλων και μεταλλοειδών με τη χρήση διαφόρων υλικών, όπως οξειδίων του Fe και Mn, ρινισμάτων σιδήρου, φωσφορίτη, βιομηχανικών υπολειμμάτων πλούσιων σε οξειδία του Fe και Mn κά. Τα αποτελέσματα του θερμοκηπίου έδειξαν ότι ορισμένοι χειρισμοί είναι καλύτεροι, ακόμη και από αυτούς του μάρτυρα (έδαφος), όσον αφορά την ανάπτυξη των φυτών. Με βάση τα αποτελέσματα αυτού του σταδίου επιλέχθηκαν οι καλύτεροι χειρισμοί για την πιλοτική εφαρμογή. Τα αποτελέσματα της πιλοτικής εφαρμογής έδειξαν ότι το ποσοστό επιβίωσης των φυτών ανήλθε σε 100%, ενώ κάποιοι χειρισμοί υπερτερούν κατά πολύ όλων των άλλων, ακόμη και αυτού του μάρτυρα, δηλαδή τεκμηριώνουν τα αποτελέσματα του πειράματος του θερμοκηπίου. Αυτοί οι χειρισμοί περιλαμβάνουν τη χρήση ενός υλικού πλούσια σε οξειδία του Mn και Fe. Μετά τη σταθεροποίηση της επιφάνειας του τέλματος μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα αρχίζει μια διαδικασία φυσικής εγκατάστασης της βλάστησης στο τέλμα. Τον πρώτο χρόνο καταγράφηκαν 33 είδη φυτών τα οποία και μελετήθηκαν.

**Η αποκατάσταση των ορυχείων της S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.
στη νήσο Μήλο με ντόπια φυτά**

Γεώργιος Πετράκης

S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.

Περίληψη

Η εξορυκτική δραστηριότητα δημιουργεί αλλοιώσεις στο φυσικό περιβάλλον ακόμα και όταν πρόκειται για μη τοξικά ορυκτά και μεταλλεύματα όπως συμβαίνει με την περίπτωση της S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε. (S&B). Η S&B έχει εντάξει την συστηματική φροντίδα και μέριμνα για το φυσικό περιβάλλον μέσα στις κύριες δραστηριότητές της.

Στόχος της εταιρείας είναι η μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματός της με την εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου και επιστημονικά άρτιου προγράμματος αποκατάστασης των ορυχείων όπου δραστηριοποιείται.

Η μακρόχρονη εμπειρία της Εταιρείας στην αποκατάσταση του τοπίου στα μεταλλεία και τα ορυχεία της, έχει σαν αποτέλεσμα την συνεχή ανάπτυξη της τεχνογνωσίας της, την συνεχή βελτίωση των τεχνικών και μεθόδων που εφαρμόζει και στα επιτυχημένα αποτελέσματα τα οποία επιτυγχάνει.

Η ανάπλαση και η διαμόρφωση των αποθέσεων των στείρων και των μεταλλευτικών εκσκαφών σχεδιάζεται κατά την φάση της μελέτης ώστε να επιτυγχάνεται στην πράξη το βέλτιστο τεχνοοικονομικό και αισθητικό αποτέλεσμα, το οποίο να προσαρμόζεται αρμονικά με την ευρύτερη αρχιτεκτονική του τοπίου.

Η χωματοκάλυψη των αποθέσεων των στείρων γίνεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη δυνατή υποδομή ανάπτυξης των φυτών βελτιώνοντας περαιτέρω και την σταθερότητα των πρανών.

Η εγκατάσταση ποώδους βλάστησης γίνεται αποκλειστικά με ντόπια ποώδη κυρίως είδη. Οι σπόροι συλλέγονται σε επαρκείς ποσότητες από το τμήμα αποκατάστασης στη Μήλο. Για την εγκατάσταση ποώδους βλάστησης χρησιμοποιείται η μέθοδος της υδροσποράς με ‘ *fiber wood* ’.

Τέλος η αποκατάσταση ολοκληρώνεται με την φύτευση ντόπιων θάμνων και δένδρων που μπορούν να επιβιώσουν στις συγκεκριμένες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες της περιοχής χωρίς πότισμα την ξηρή περίοδο του θέρους.

Καλές Πρακτικές σε λατομεία τσιμεντοβιομηχανίας του Ομίλου TITAN- εφαρμόζοντας τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης με σκοπό την αποκατάσταση εξορυκτικών δραστηριοτήτων και τη διατήρηση της βιοποικιλότητας

Αλέξανδρος Κατσιάμπουλας

Κλάδος Τσιμέντου Ελλάδος ΑΕ Τσιμέντων TITAN,
Διεύθυνση Περιβάλλοντος

Λέξεις κλειδιά: Μέθοδοι Αποκατάστασης, εξορυκτικές δραστηριότητες στην Ελλάδα, καλές πρακτικές

Γενικά

Ο Όμιλος TITAN, θεωρεί τη βιώσιμη ανάπτυξη υψηλή στρατηγική προτεραιότητα. Είναι η πρώτη επιχείρηση με έδρα την Ελλάδα που το 2002 προσυπογράφει και συμμετέχει στο «Οικουμενικό Σύμφωνο» του Οργανισμού Ηνωμένων Εθνών, τη μεγαλύτερη εθελοντική πρωτοβουλία για την προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και της εταιρικής υπευθυνότητας. Από το 2007 ο TITANAS συμμετέχει στην πρωτοβουλία του ΟΗΕ «Νοιάζομαι για το κλίμα» (Caring for Climate), που στοχεύει να αναδείξει τον ρόλο των επιχειρήσεων στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής.

Σε κλαδικό επίπεδο ο TITANAS συμμετέχει στην Πρωτοβουλία για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη της Τσιμεντοβιομηχανίας (Cement Sustainability Initiative) που αποτελεί επιμέρους δράση του Παγκόσμιου Επιχειρηματικού Συμβουλίου για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WBCSD). Στην Ελλάδα, οι δράσεις του TITANA συνδυάζονται με αυτές του Συμβουλίου για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη του Συνδέσμου Επιχειρήσεων και Βιομηχανιών (ΣΕΒ).

Η δέσμευση του TITANA στις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης αποτυπώνεται στην περιβαλλοντική του πολιτική. Οι περιβαλλοντικές επιδόσεις του Ομίλου δημοσιεύονται κάθε χρόνο στον Εταιρικό Κοινωνικό Απολογισμό και προσδιορίζονται μέσω των δεικτών του Global Reporting Initiative, ενός παγκόσμιου κύρους μη κερδοσκοπικού οργανισμού που προάγει την οικονομική βιωσιμότητα, ενώ την ακρίβεια των στοιχείων διασφαλίζει ανεξάρτητος φορέας πιστοποίησης.

Δράσεις και εμπειρίες του TITANA στο πλαίσιο του WBCSD/CSI

Το Παγκόσμιο Επιχειρηματικό Συμβούλιο για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη (WBCSD) είναι μια παγκόσμια συμμαχία, που ηγείται από τους Διευθύνοντες Συμβούλους περίπου 200 εταιρειών που στοχεύει στην προώθηση της βιώσιμης ανάπτυξης και επιδιώκει να είναι καταλύτης για την καινοτομία και την βιώσιμη ανάπτυξη.

Στα πλαίσια του WBCSD λειτουργεί και η Πρωτοβουλία για τη Βιώσιμη Ανάπτυξη στον κλάδο Τσιμέντου (CSI), που αποτελεί μια παγκόσμια προσπάθεια 24 κορυφαίων παραγωγών τσιμέντου που δραστηριοποιούνται σε περισσότερες από 100 χώρες. Μέσω δράσεων για πάνω από δέκα χρόνια, η Πρωτοβουλία CSI εστιάζει στην κατανόηση, τη διαχείριση και το μετριασμό των επιπτώσεων της παραγωγής και χρήσης του τσιμέντου λαμβάνοντας υπόψη μία σειρά σημαντικών θεμάτων, όπως: η κλιματική αλλαγή, η χρήση καυσίμων, η υγιεινή και η ασφάλεια των εργαζομένων, οι εκπομπές αερίων, η ανακύκλωση τσιμέντου και η διαχείριση λατομείων. Με το κοινό Πρόγραμμα Δράσης που συμφωνήθηκε το 2002, οι συμμετέχουσες στην Πρωτοβουλία εταιρίες δεσμεύθηκαν να αναλάβουν τις αναγκαίες ενέργειες προκειμένου να προετοιμάσουν τον κλάδο να αντιμετωπίσει αποτελεσματικά την πρόκληση της βιώσιμης ανάπτυξης. Με κοινά προγράμματα αλλά και επιμέρους εταιρικές δράσεις, η συνεργασία στο πλαίσιο της Πρωτοβουλίας οδήγησε σε αξιοσημείωτα αποτελέσματα σε όλους τους τομείς, ενώ και οι συμμετέχουσες εταιρίες έχουν υλοποιήσει σε

μεγάλο βαθμό τις ιδιαίτερες δεσμεύσεις που ανέλαβαν στο πλαίσιο αυτό. Μέχρι σήμερα η Πρωτοβουλία CSI αποτελεί ένα από τα μεγαλύτερα διεθνώς προγράμματα για τη βιώσιμη ανάπτυξη που έχει υιοθετηθεί ποτέ από έναν βιομηχανικό κλάδο. Το 2010, προγραμματίστηκε αναθεώρηση της αποστολής, του προγράμματος εργασίας και της δομής της Πρωτοβουλίας μετά από δέκα χρόνια επιτυχημένης συλλογικής δράσης.

Ο Όμιλος TITAN έχει εγκαίρως αναγνωρίσει ότι η σύμπραξη με τους συμ-μετόχους και η συλλογική δράση αποτελούν απαραίτητες προϋποθέσεις για την αντιμετώπιση των προκλήσεων της βιώσιμης ανάπτυξης, σε συνδυασμό με τους επιχειρηματικούς του στόχους. Στοχεύοντας στη διαρκή βελτίωση της κοινωνικής και περιβαλλοντικής επίδοσης, το επιχειρηματικό μοντέλο της εταιρείας αναζητά την ανατροφοδότηση από τους συμ-μετόχους, κυρίως μέσω της διοργάνωσης φόρουμ, συναντήσεων διαβούλευσης και επικοινωνίας των επιδόσεων της εταιρείας. Η δέσμευση σε συλλογικές προσπάθειες είναι άλλη μια έκφραση της σύμπραξης με βασικούς συμ-μετόχους. Ως κύρια μέλη της Πρωτοβουλίας WBCSD/CSI από το 2003, ο TITAN έχει ενσωματώσει την τελευταία δεκαετία όλες τις σχετικές κατευθυντήριες οδηγίες στις δράσεις του. Επίσης, αξιοποιώντας τις δυνατότητες για περαιτέρω βελτίωση της γνώσης εξειδικευμένο στελεχιακό δυναμικό έχει ενταχθεί στη διαδικασία υλοποίησης της πρωτοβουλίας CSI, μέσω της ενεργούς συμμετοχής στις επιμέρους Ομάδες Εργασίας, προσφέροντας σημαντικά με τον τρόπο αυτό στην επίτευξη των στόχων της.

Ο TITAN από το 2003 έχει επικεντρωθεί στην εφαρμογή του κοινού Προγράμματος Δράσης του CSI. Από το 2006 έχουν τεθεί συγκεκριμένοι στόχοι, σε επίπεδο Ομίλου και σε τοπικό επίπεδο, ως προς την Υγιεινή & Ασφάλεια και το Περιβάλλον, για όλες τις δραστηριότητες για την παραγωγή τσιμέντου. Από το 2007 εφαρμόζεται διαδικασία εξωτερικής αξιολόγησης και διακρίβωση της απόδοσης της εταιρείας, που από το 2010 καλύπτει όλες τις δραστηριότητες του Ομίλου. Το 2012 ο TITAN ανέλαβε τη συμπροεδρία της Πρωτοβουλίας CSI, ενώ ήδη από το 2010 συμπροεδρεύει την Ομάδα Εργασίας «Βιοποικιλότητα και Διαχείριση Γης».

Μεταξύ άλλων δράσεων, η Ομάδα Εργασίας «Βιοποικιλότητα και Διαχείριση Γης» ανέπτυξε και δημοσίευσε το 2011 τις Οδηγίες για την Αποκατάσταση των Λατομείων (Guidelines on Quarry Rehabilitation), με στόχο να παρέχει στα μέλη του κοινή κατανόηση, κατευθύνσεις, βασικές αρχές και καλές πρακτικές γύρω από τα θέματα αποκατάστασης λατομείων. Παράλληλα, η Ομάδα Εργασίας δουλεύει για την ανάπτυξη Οδηγιών για Πλάνα Διαχείρισης Βιοποικιλότητας, που εκτιμάται ότι θα έχουν ολοκληρωθεί μέχρι το τέλος του έτους.

Ο όρος «βιοποικιλότητα» αναφέρεται στον αριθμό, την ποικιλία και την ποικιλομορφία όλων των ζωντανών οργανισμών. Περιλαμβάνεται τόσο η χλωρίδα, όσο και η πανίδα της κάθε περιοχής καθώς και το θαλάσσιο περιβάλλον και οι τυχόν σχέσεις αλληλεξάρτησής τους. Αναφέρεται στην ποικιλία μεταξύ ειδών, εντός των ειδών και μεταξύ οικοσυστημάτων, καθώς και στον τρόπο λειτουργίας και εξέλιξής τους, τοπικής και χρονικής. Η διατήρηση της βιοποικιλότητας αποτελεί δικλείδα ασφαλείας για τη ζωή: Όσο μεγαλύτερη είναι η ποικιλία των οργανισμών, των διαφόρων ειδών αλλά και γονιδίων μέσα στα είδη, τόσο μεγαλύτερη είναι η ικανότητά τους να προσαρμόζονται σε αλλαγές.

Για να γίνει κατανοητή η αξία της βιοποικιλότητας, αρκεί να συνδεθεί με τις ζωτικές λειτουργίες στον πλανήτη μας και τις «υπηρεσίες» που η φύση απλόχερα προσφέρει: Τα υγιή οικοσυστήματα μπορούν να αντεπεξέρχονται καλύτερα στις αλλαγές του περιβάλλοντος, όπως η κλιματική αλλαγή, και να διατηρούν τις ισορροπίες, ενώ αποφέρουν συγκεκριμένα οφέλη στον Άνθρωπο που αποτελούν τη βάση της οικονομικής, κοινωνικής και πολιτιστικής ευμάρειας των Κοινωνιών.

Εν συντομία, η βιοποικιλότητα είναι ο πλούτος της φύσης και η βάση της ζωής και γι' αυτό αποτελεί κοινό αγαθό και πολύτιμη παρακαταθήκη για τις επόμενες γενιές.

Σήμερα παρατηρείται ταχύτερη μείωση της βιοποικιλότητας, οφειλόμενη κυρίως στην επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων που έχουν ως αποτέλεσμα τη ρύπανση του περιβάλλοντος, την καταστροφή των δασών, την ερημοποίηση εδαφών, τη μόλυνση των υδάτων, την ανεξέλεγκτη θήρευση-αλιεία κ.ά. Σύμφωνα με μελέτες της European Environment Agency, μόλις 5% των δασών της Ευρώπης δεν έχουν διαταραχθεί από ανθρωπογενείς επιδράσεις, ενώ περισσότερα από 50% των δασικών ειδών με ιδιαίτερη σημασία και 60% των ειδών οικοτόπων, που έχουν αναγνωρισθεί από την Ευρωπαϊκή Οδηγία για τους Οικοτόπους (Habitats Directive), βρίσκονται σε καθεστώς υποβάθμισης (ελλιπούς διατήρησης).

Περιβαλλοντικές δράσεις του TITANA για την αποκατάσταση λατομείων και προστασία της βιοποικιλότητας

Η ενεργός ευαισθησία και μέριμνα του TITANA για την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος είναι γνωστή εδώ και πολλές δεκαετίες. Τα τελευταία χρόνια ο TITAN έχει αναλάβει στοχευμένη δράση, με σκοπό την προστασία της βιοποικιλότητας σε περιοχές που δραστηριοποιείται και όπου υπάρχουν απειλούμενα ήδη γλωρίδας και πανίδας.

Κατά την εξόρυξη των πρώτων υλών μπορεί να προκύψουν διάφορες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως θόρυβος, σκόνη και δονήσεις. Οι μεταλλευτικές και λατομικές εργασίες, πρέπει να σχεδιάζονται και να εκτελούνται με τρόπο, που περιορίζει τις επιπτώσεις αυτές.

Ο TITAN εφαρμόζει προηγμένες τεχνικές αποκατάστασης του φυσικού περιβάλλοντος των λατομείων, όπως αποκατάσταση πολλαπλών βαθμίδων, αποκατάσταση εκσκαφών με τη μέθοδο της λιμνοδεξαμενής και αποκατάσταση κατακόρυφων πρानών με τη μέθοδο της υδροσποράς.

Για την αποκατάσταση του περιβάλλοντος χρησιμοποιούνται ποικίλα φυτικά είδη τα οποία είναι χαρακτηριστικά της τοπικής γλωρίδας και βλάστησης.

Χρησιμοποιούνται είδη αυτόχθονα, ανθεκτικά στην ξηρασία που ευδοκιμούν σε δύσκολες συνθήκες όπως το πεύκο, το κυπαρίσσι, η αριά, η κουτσουπιά, η χαρουπιά, η αγριαχλαδιά καθώς και θάμνοι όπως η κουμαριά, ο σκίνος, το πουρνάρι, το σπάρτο, η μυρτιά κ.α. Η ποικιλομορφία αυτή δημιουργεί ένα οικοσύστημα σταθερό, εναρμονισμένο με το γύρω φυσικό περιβάλλον και επιτρέπει τη διατήρηση της φυτοκάλυψης χωρίς την φροντίδα του ανθρώπου.

Για την προστασία της βιοποικιλότητας σε διεθνές και τοπικό επίπεδο ο TITAN:

- ✓ Παρακολουθεί όλα τα λατομεία του Ομίλου για την αναγνώριση περιοχών υψηλής αξίας ως προς την βιοποικιλότητα, με τη χρήση ειδικών εργαλείων/εφαρμογών, όπως το Integrated Biodiversity Assessment Tool (IBAT), που έχει αναπτυχθεί με τη συνεργασία διεθνών οργανισμών και ΜΚΟ.
- ✓ Εφαρμόζει ειδικά μέτρα προστασίας της πανίδας σε λατομεία που λειτουργούν εντός περιοχών Natura, και γενικά προστατευόμενων σε εθνικό ή τοπικό επίπεδο.
- ✓ Ολοκλήρωσε πιλοτική μελέτη αξιολόγησης της βιοποικιλότητας στο Λατομείο Άρτιμες της Πάτρας. Η μελέτη αυτή πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με τα πανεπιστήμια Πατρών και Ιωαννίνων και είχε στόχο την αναγνώριση της γλωρίδας της περιοχής, την αποκατάσταση της φυσικής διαδοχής και της φυτικής ποικιλότητας του λατομείου.

- ✓ Έχει εκπονήσει Μελέτες Βιοποικιλότητας στα λατομεία των εργοστασίων Zlatna Panega (Βουλγαρία) και Usje (Π.Γ.Δ.Μ) σε συνεργασία με τοπικούς και διεθνείς Συμβούλους/Ειδικούς για θέματα βιοποικιλότητας.
- ✓ Έχει ξεκινήσει ήδη 3 μελέτες σε περιοχές εξόρυξης που βρίσκονται εντός ή πλησίον προστατευόμενων περιοχών («Λατζιμάς Ρεθύμνου», «Ξυλοκερατιά Μήλου» και «Άψαλος Πέλλας») σε συνεργασία με τα ελληνικά πανεπιστήμια αλλά και ειδικούς φορείς όπως η Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης (ΕΕΠΦ) και η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία (ΕΟΕ).
- ✓ Αναπτύσσει και χρησιμοποιεί κατά την αποκατάσταση λατομείων απειλούμενα και τοπικά είδη για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας των περιοχών που δραστηριοποιείται.
- ✓ Έχει εφαρμόσει τη μέθοδο της «υδροσποράς» σε επιφάνειες που καλύπτουν περισσότερα από 800 στρέμματα.
- ✓ Εφαρμόζει τη μέθοδο της τεχνητής γήρανσης σε εξοφλημένες βαθμίδες λατομείων με σκοπό τη μείωση της αισθητικής-οπτικής όχλησης των περιοίκων.
- ✓ Παρακολουθεί συστηματικά τις ευρωπαϊκές και διεθνείς τάσεις σε θέματα βιοποικιλότητας συμμετέχοντας τόσο στο CSI όσο και στο Cembureau.
- ✓ Εφαρμόζει τις κατευθυντήριες οδηγίες για την αξιολόγηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών επιπτώσεων, την ανάπτυξη σχεδίων αποκατάστασης λατομείων και την διάδοση βέλτιστων πρακτικών διαχείρισης της βιοποικιλότητας.
- ✓ Έχει φυτεύσει από το 1975 περισσότερα από 1.600.000 δενδρύλλια στην Ελλάδα.
- ✓ Εφαρμόζει συγκεκριμένες δράσεις για τη διαχείριση της βιοποικιλότητας στα λατομεία: Pennsuco, Roanoke, Center Sand (Η.Π.Α), Zlatna Panega (Βουλγαρία), Usje (Π.Γ.Δ.Μ.) κ.ά.

Επιπρόσθετα ο TITAN μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές του 2007:

- ✓ Διέθεσε άμεσα €1 εκατ. στο Εθνικό Ταμείο Αλληλεγγύης των πυρόπληκτων περιοχών ενώ
- ✓ Δεσμεύτηκε για τη χορηγία 1.000.000 δενδρυλλίων για αναδάσωση. Μέχρι σήμερα ο TITAN έχει προσφέρει περίπου 350.000 δενδρύλλια προς δενδροφύτευση, σε συνεννόηση με Οργανισμούς Τοπικής Αυτοδιοίκησης και Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις.
- ✓ Δεσμεύτηκε για τη χορηγία οικοδομικών υλικών αξίας €1 εκατ.
- ✓ Τέλος έχει προσφέρει περισσότερα από 70 τροποποιημένα σιλοφόρα σε δήμους και δημόσιες υπηρεσίες για να χρησιμοποιηθούν ως δεξαμενές νερού στην δασοπυρόσβεση.

Καλές πρακτικές ΑΕ Τσιμέντων TITAN για τη διατήρηση της βιοποικιλότητας

A. Λατομείο Άρτιμες περιοχής Πατρών

Η περιοχή της πιλοτικής μελέτης αξιολόγησης της βιοποικιλότητας, που πραγματοποιήθηκε σε συνεργασία με τα πανεπιστήμια Πατρών και Ιωαννίνων, περιλαμβάνει τα πρανή και τις βαθμίδες του λατομείου ασβεστόλιθου Άρτιμες, που βρίσκεται πάνω από τα χωριά Αραχωβίτικα και Δρέπανο Αχαΐας. Τα τελευταία 30 χρόνια εφαρμόζονται πρακτικές αποκατάστασης της περιοχής χρησιμοποιώντας φυτικά είδη, όπως είναι τα *Cupressus sempervirens*, *Quercus ilex*, *Spartium junceum* και *Pinus halepensis*. Επιπρόσθετα, για το σκοπό αυτό έχουν χρησιμοποιηθεί και ξενικά φυτικά είδη, όπως είναι τα *Eucalyptus globulus*, *Cupressus arizonica* και *Robinia pseudoacacia*. Αυτά τα φυτικά είδη είναι ξενικά όχι μόνο στην Ελλάδα, αλλά και σε ολόκληρη τη Μεσογειακή περιοχή. Έτσι, η καλλιέργειά τους στην περιοχή όπου βρίσκεται το λατομείο, θα πρέπει να αποφεύγεται.

Ο στόχος αυτής της έρευνας ήταν η μελέτη της αποκατάστασης, της φυσικής διαδοχής και της φυτικής ποικιλότητας του λατομείου, χρησιμοποιώντας τη φυτοκοινωνιολογική μέθοδο του Braun-Blanquet. Δειγματοληπτικές επιφάνειες εγκαταστάθηκαν στα πρανή και τις βαθμίδες του λατομείου. Από κάθε επιφάνεια συλλέχθηκαν και αναγνωρίστηκαν φυτικά δείγματα, όπως είναι τα *Sarcopoterium spinosum*, *Silene italica subsp. peloponnesiaca*, *Dittrichia viscosa*, *Centranthus ruber subsp. ruber* και *Bituminaria bituminosa*. Τα παραπάνω, που ονομάζονται πρόδρομα είδη, αποτελούν τα πρώτα φυτά που εγκαθίστανται σε μία υποβαθμισμένη περιοχή και παίζουν σημαντικό ρόλο στην εγκατάσταση άλλων φυτών. Οι χαρακτηριστικότερες φυτοκοινότητες που παρατηρήθηκαν στην περιοχή αποτελούνται από taxa της κλάσης *Quercetea ilicis*, τάξης *Quercetalia ilicis*, συνένωσης *Quercion ilicis* και κλάσης *Cisto-Micromerietea*, τάξης *Cisto-Micromerietalia*, ενώ παράλληλα μελετήθηκαν τέσσερις φυτοκοινότητες που χαρακτηρίζονται από τα καλλιεργούμενα taxa που επιλέχθηκαν για την αποκατάσταση.

Η χλωρίδα του λατομείου συγκρίνεται με αυτή της περιβάλλουσας περιοχής, η οποία αποτελείται από τυπική μακκία βλάστηση και χαρακτηρίζεται από κυρίαρχα φυτικά είδη της μεσογειακής βλάστησης στο στάδιο «κλίμαξ». Αυτά είναι τα *Quercus coccifera*, *Q. ilex*, *Arbutus andrachne* και *Pistacia lentiscus*. Επίσης, παρατηρούνται φυτικά είδη όπως είναι τα *Pyrus amygdaliformis*, *Phlomis fruticosa*, *Myrtus communis*, *Cistus creticus*, *C. salviifolius* και *Fraxinus ornus*. Η μελέτη της περιβάλλουσας περιοχής εξυπηρετεί ως οικοσύστημα αναφοράς, το οποίο αποτελεί ένα μοντέλο για το σχεδιασμό και την εκτίμηση ενός σχεδίου οικολογικής αποκατάστασης.

Αποτέλεσμα της μελέτης ήταν η στροφή των καλλιεργειών στα φυτώρια της εταιρείας μας μόνο προς τα είδη τοπικής βιοποικιλότητας.

B. Center Sand, Tarmac America

Το λατομείο αδρανών υλικών του Center Sand της Tarmac America, θυγατρική του Ομίλου TITAN που βρίσκεται στο Clermont, Lake County της Φλόριντα, ΗΠΑ, γειτονεύει με μια εθνικά προστατευόμενη περιοχή. Το είδος που κινδυνεύει είναι η χελώνα *Gopher Tortoise* (*Gopherus polyphemus*) που τρυπώνει στο έδαφος, και συνυπάρχει με άλλους οργανισμούς που φωλιάζουν στο έδαφος όπως η σαύρα *Sand Skink*. Οι χελώνες κηρύχθηκαν πρόσφατα είδος προς εξαφάνιση και οι προσπάθειες προγραμματισμού και προστασίας της Πολιτείας της Φλόριντα στοχεύουν στη μείωση της θνησιμότητας της χελώνας στη διάρκεια κάθε προγράμματος ανάπτυξης. Σύμφωνα με το σχέδιο εξόρυξης του Center Sand, επειδή οι εξορυκτικές δραστηριότητες θα κατέστρεφαν τις υπόγειες φωλιές της χελώνας, το λατομείο έπρεπε να προγραμματίσει και να εφαρμόσει ένα σχέδιο μετακόμισης των χελωνών σε γειτονική ασφαλή περιοχή όπου δεν θα πραγματοποιηθούν εξορυκτικές εργασίες. Ο TITAN ανέλαβε δράση το 2008, έχοντας μελετήσει το θέμα σε συνεργασία με ειδικούς και την Επιτροπή Προστασίας Ιχθύων και Άγριας Ζωής της Πολιτείας της Φλόριντα (FFWCC). Εξοπλισμένη με όλες τις απαραίτητες άδειες επέμβασης για τον εντοπισμό, το σωστό χειρισμό και τη 'μεταφορά' (translocation) του είδους, η μονάδα Center Sand ακολούθησε τις επιστημονικές κατευθυντήριες οδηγίες και την τυποποιημένη μεθοδολογία, συμπεριλαμβανομένης και της ειδικής κατάρτισης, σύμφωνα με το σύστημα αδειοδότησης «FFWCC Gopher Tortoise». Στο Center Sand, πραγματοποιήθηκαν επιτόπιες έρευνες για τον προσδιορισμό των χώρων και του τύπου των υπόγειων φωλιών («ενεργές» και «ανεργές»), καθώς και του αριθμού των φωλιών που κατοικούνται στο οικόπεδο.

Ως προαπαιτούμενο της μεταφοράς των χελωνών, δημιουργήθηκε προστατευόμενος φυσικός οικότοπος 142.000m² περίπου δίπλα στην ιδιοκτησία του ορυχείου για την προστασία της χελώνας *Gopher*. Η συμβολή των ειδικών του κλάδου και μιας εξειδικευμένης επιστημονικής ομάδας είχε ζωτική σημασία για το εν λόγω έργο. Δημιουργήθηκε ένας ειδικός φράχτης (Hog

fencing) στο έδαφος που λειτούργησε ως «φιλικό προς το περιβάλλον φράγμα», για την προστασία και τον περιορισμό των χελωνών. Τα πεύκα αραιώθηκαν ή και απομακρύνθηκαν από την περιοχή προστασίας και το έδαφος φυτεύτηκε με φυτά κατάλληλα για τις χελώνες. Τελικά, μετακινήθηκαν 56 χελώνες (22 αρσενικές, 24 θηλυκές, 10 «ανώριμες») από το χώρο εξόρυξης και τοποθετήθηκαν στο νέο προστατευμένο τους οικότοπο. Η ασφαλής ζώνη συντηρείται σε τακτική βάση με ιδιαίτερη φροντίδα για τα ζώα.

Γ. Roanoke Cement, TITAN America

Η εταιρεία Roanoke Cement της TITAN America έχει πραγματοποιήσει ένα έργο αποκατάστασης με τη δημιουργία τεχνητής λίμνης για πέστροφες. Το έργο ξεκίνησε το 2008, με στόχο τη δημιουργία ενός βιώσιμου οικοσυστήματος με πλούσια βιοποικιλότητα, σε τοποθεσία που στο παρελθόν ήταν ένα ενεργό λατομείο ασβεστόλιθου και το οποίο έχει προ πολλού εξοφληθεί και εγκαταλειφθεί. Με εισροές υδάτων από τον υδροφόρο ορίζοντα και από τις βροχοπτώσεις, ένα τμήμα 24.000τ.μ. του λατομείου μετετράπη σε λίμνη. Η αποκατάσταση και το ενδιαφέρον για το χώρο αυτό ανακινήθηκαν το 2009 μέσω σύμπραξης με την Trout Unlimited, μια εθνική οργάνωση αφιερωμένη στη διατήρηση, προστασία και αποκατάσταση των ψαρότοπων πέστροφας και σολωμού, και των λεκανών απορροής τους. Το 2009 απελευθερώθηκαν στη λίμνη του παλαιού λατομείου 350 ιριδίζουσες πέστροφες, και ο χώρος θεωρείται πλέον ιδανικός για τη φιλοξενία αυτού του περιβαλλοντικώς ευαίσθητου είδους. Για την πλήρη εκμετάλλευση του αιγιαλού της λίμνης, κατασκευάστηκε από ξύλο πεύκου ένας πλωτός προβλήτας 3x6 μέτρων, που επιτρέπει στους επισκέπτες να ψαρέψουν ή να απολαύσουν την φύση. Οργανώνονται επίσης κάθε χρόνο 'ημέρες ψαρέματος', με τη συμμετοχή των εργαζομένων στη Roanoke Cement και των οικογενειών τους. Η ποιότητα των υδάτων της λίμνης παρακολουθείται με ετήσιες μετρήσεις της θερμοκρασίας του νερού, για να αξιολογούνται οι συνθήκες επιβίωσης της πέστροφας.

Δίπλα στη λίμνη, υπήρχε ένας χώρος 780τ.μ., που επίσης αποκαταστάθηκε. Το έργο αποκατάστασης ξεκίνησε με ισοπέδωση των βράχων και τοποθέτηση επί τόπου αργιλοχώματος – προερχόμενο από την περίσσεια υλικού κατά την εξόρυξη του κοντινού ενεργού λατομείου – για φύτευση στην περιοχή. Στην αριστερή άκρη της λίμνης, διαμορφώθηκε μία επιφάνεια μικρού βάθους όπου φυτεύθηκε υγροτοπική χλωρίδα. Η φύτευση περιέλαβε οκτώ μυρτιές του είδους *Tuscarora Crape*, δύο *κλαίουσες ιτιές*, τέσσερις *ελικοειδείς ιτιές* και *τύφες (βούρλα)*. Σπάρθηκε επίσης χορτάρι του είδους *Kentucky 31 (φεστούκα η καλαμοειδής)* – ιδανικό για τις συνθήκες του αργιλούχου χώματος που περιβάλλει τη λίμνη με τις πέστροφες. Η *φεστούκα* έχει ένα εκτεταμένο ριζικό σύστημα που της επιτρέπει υψηλή ανθεκτικότητα στην ξηρασία. Είδη φυτών που απαντώνται στην περιοχή ή που ενδημούν ευρύτερα στην πολιτεία της Βιρτζίνια προτιμήθηκαν ως βιώσιμες επιλογές, βάσει των αποτελεσμάτων μιας μελέτης βιοποικιλότητας που διεξήχθη από το Κολλέγιο του Roanoke. Για να εισαχθούν περισσότερα αυτόχθονα αγριολούλουδα, δημιουργήθηκαν δύο παρτέρια με άργιλο κατά μήκος της όχθης της λίμνης. Πλησίον της λίμνης δημιουργήθηκαν οικότοποι για τα αυτόχθονα φυτά με τη χρήση προαναμεμειγμένου σπόρου που περιελάμβανε χορτάρι του είδους *Indiangrass*, *έλυμο (Canada Wild Rye)*, χορτάρι τύπου *Big Bluestem*, λουλούδια του είδους *Partridge Pea*, *ηλίοψη (Ox Eye Sunflower)*, *κίτρινη μαργαρίτα (Black Eyed Susan)* και *κεχρί (Switchgrass)*. Τοποθετήθηκαν ταΐστρες και φωλιές πουλιών για να προσελκύσουν ξανά στην περιοχή τα αυτόχθονα είδη που είχαν επηρεασθεί από την εξορυκτική δραστηριότητα. Οι διάφορες φωλιές περιελάμβαναν φιλικές προς το περιβάλλον κατασκευές κρεμασμένες πλησίον της λίμνης, καθώς και σφαιρικά κλουβιά-ταΐστρες ανθεκτικά στους σκίουρους και στα άλλα είδη πουλιών που εκφοβίζουν τα μικρότερα πουλιά. Πληθώρα ειδών ζουν πλέον στον περιβάλλοντα χώρο γύρω από τη λίμνη με τις πέστροφες, έχοντας διαμορφώσει πολλαπλές ενδιαιτήσεις. Η αποκατεστημένη πανίδα περιλαμβάνει διάφορα είδη *λιβελλούλας* που χρειάζονται την παρουσία νερού για την αναπαραγωγή τους.

Τα είδη αυτά είναι ιδιαιτέρως σημαντικοί δείκτες για τη στάθμιση της υγείας μιας λίμνης για πέστροφες. Η αποκατεστημένη λίμνη είναι καταφύγιο για τις λιβελλούλες και για άλλα είδη, όπως οι πεταλούδες και οι ακρίδες. Η λίμνη αποτελεί όαση για τα αυτόχθονα πουλιά, προσφέροντάς τους γλυκό νερό, τροφή, και υλικά για φωλεοποίηση.

Τον Ιούλιο του 2011, η εταιρεία Roanoke Cement Company έλαβε από τη Διεύθυνση Μεταλλείας, Ορυκτών και Ενέργειας (DMME) και από τη VTCA (Virginia Transportation Construction Alliance) το Βραβείο «Καλύτερης Αποκατάστασης Λατομείου».

Δ. Υπό εξέλιξη μελέτες βιοποικιλότητας στην Ελλάδα σε συνεργασία με ΕΕΠΦ & ΕΟΕ

Πεδίο εφαρμογής των Μελετών είναι οι περιοχές εξόρυξης στις θέσεις «Λατζιμάς Ρεθύμνου», «Ξυλοκερατιά Μήλου» και «Αψάλου Πέλλας». Για το σκοπό αυτό επιλέχθηκαν ειδικοί συνεργάτες - μη κερδοσκοπικές οργανώσεις όπως η Ελληνική Εταιρεία Προστασίας της Φύσης (ΕΕΠΦ) και η Ελληνική Ορνιθολογική Εταιρεία (ΕΟΕ).

Ο σκοπός των Μελετών συνίσταται στο να αναγνωριστούν τα σημαντικότερα στοιχεία βιοποικιλότητας των περιοχών εκμετάλλευσης του Ομίλου ΤΙΤΑΝ όπως αυτές αναφέρονται στο Πεδίο Εφαρμογής της παρούσας και στη συνέχεια να καθοριστούν οι ενδεδειγμένες κατευθύνσεις για την διαχείριση τους, έτσι ώστε να υπάρξει ωφέλεια για την τοπική βιοποικιλότητα.

Στα πλαίσια των Μελετών θα πραγματοποιηθεί η εκτίμηση της βιοποικιλότητας δηλαδή η καταγραφή των σημαντικότερων ειδών χλωρίδας και πανίδας στις περιοχές εξόρυξης, καθώς και σε μια περιμετρική ζώνη πλάτους 1 km γύρω από αυτές. Στη συνέχεια θα αναγνωριστούν τα είδη και οι οικοτόποι προτεραιότητας κάθε περιοχής και θα καθοριστούν οι αντίστοιχες βασικές απειλές τους. Με βάση τα παραπάνω θα καθοριστούν στόχοι διατήρησης για την περιοχή και θα προταθούν συγκεκριμένες διαχειριστικές κατευθύνσεις που θα στοχεύουν στην βελτίωση της κατάστασης διατήρησης των ειδών αυτών. Στις κατευθύνσεις αυτές θα δοθεί ιδιαίτερη έμφαση στη συμμετοχή της τοπικής κοινωνίας. Βασικό τμήμα των διαχειριστικών κατευθύνσεων θα αποτελούν οι προτάσεις για τις ορθές πρακτικές αποκατάστασης των περιοχών μετά το πέρας της εκμετάλλευσης τους.

Κατά τη σύνταξη των Μελετών θα αξιοποιηθεί η βάση δεδομένων IBAT με ευθύνη του ΤΙΤΑΝΑ, καθώς και οι κατευθυντήριες οδηγίες και εργαλεία της τσιμεντοβιομηχανίας σχετικά με τη διαχείριση της βιοποικιλότητας και όπως αυτά έχουν δημοσιευθεί από το WBCSD\CSI (KPI's Definitions for Local Impacts and Biodiversity, Quarry Rehabilitation Guidelines, IBAT Guidance, Draft Guidance on Biodiversity Management Plans).

Ζητούμενο των μελετών είναι η κατάστρωση μιας πρότασης-σχεδίου δράσης:

Καθορισμός στόχων διατήρησης: Με βάση τις οικολογικές απαιτήσεις και τις απειλές που αντιμετωπίζουν τα είδη/οικότοποι προτεραιότητας θα καθοριστούν συγκεκριμένοι στόχοι διατήρησης για την περιοχή μελέτης. Οι στόχοι διατήρησης θα έχουν κατά κανόνα ποσοτικά χαρακτηριστικά για να είναι δυνατή η αντικειμενική αξιολόγηση τους.

Καθορισμός διαχειριστικών μέτρων: Με σκοπό την επίτευξη των στόχων διατήρησης θα προταθούν συγκεκριμένα διαχειριστικά μέτρα στοχευμένα στα είδη και οικοτόπους προτεραιότητας. Κατά τη σύνταξη των μέτρων θα ληφθούν υπόψη το θεσμικό πλαίσιο, τα χαρακτηριστικά της τοπικής κοινωνίας, οι χρήσεις γης και οι διαθέσιμοι πόροι.

Προτάσεις αποκατάστασης: Με βάση τις πιο πρόσφατες διεθνείς πρακτικές και τάσεις θα καταρτιστεί σχέδιο αποκατάστασης των εξορυξέων στις περιοχές μελέτης, με στόχο να εφαρμοστούν τέτοιες πρακτικές, όπου απαιτείται, που θα ωφελήσουν στο μέγιστο βαθμό την τοπική βιοποικιλότητα και ιδιαίτερα τα είδη/ενδιαίτηματα προτεραιότητας.

Οι εν λόγω μελέτες αναμένεται να ολοκληρωθούν εντός του 2014.

Βιβλιογραφία

- EU NEEI Guidance: 'UNDERTAKING NON-ENERGY EXTRACTIVE ACTIVITIES IN ACCORDANCE WITH NATURA 2000 REQUIREMENTS', July 2010, Opinion of the European Commission: 'CLARIFICATION OF THE CONCEPTS OF: ALTERNATIVE SOLUTIONS, IMPERATIVE REASONS OF OVERRIDING PUBLIC INTEREST, COMPENSATORY MEASURES, OVERALL COHERENCE, OPINION OF THE COMMISSION, 2007/2012'
- Guidance document on Article 6(4) of the 'Habitats Directive' 92/43/EEC, CLARIFICATION OF THE CONCEPTS OF: ALTERNATIVE SOLUTIONS, IMPERATIVE REASONS OF OVERRIDING PUBLIC INTEREST, COMPENSATORY MEASURES, OVERALL COHERENCE, OPINION OF THE COMMISSION 2007/2012
- CSI 'Guidelines on Quarry Rehabilitation', 2011
- CSI Local Impact Indicators Definitions (incl. Biodiversity KPI's), 2011
- Papanikolaou I., Iatrou, G., Panitsa, M., Papageorgiou, N., Katsiamboulas, A., 2013. Titan Patras Cement Plant: Biodiversity Study for Artimes Limestone Quarry, 6th International Conference on Sustainable Development in the Minerals Industry, 30 June - 3 July 2013, Milos island, Greece.

και αποκατάστασης της βλάστησης μετά από πυρκαγιά.

Δρ. Γ. Ξανθόπουλος, Ερευνητής του Ελληνικού Γεωργικού Οργανισμού (ΕΛΓΟ) **Δήμητρα** - Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων.

10:30 - 10:50 Η οικολογική γνώση στο σχεδιασμό της μεταπυρικής διαχείρισης: Μελέτες Περίπτωσης.

5

Καθηγήτρια Μ. Αριανούτσου, Τμήμα Βιολογίας – Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

10:50 - 11:10 Χαρτογράφηση και Παρακολούθηση Καμένων Εκτάσεων – ο ρόλος της δορυφορικής τηλεπισκόπησης και των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών (ΓΣΠ) στη βραχυπρόθεσμη & μακροπρόθεσμη αποτίμηση των ζημιών.

9

Δρ. Ι. Γήτας, Αναπληρωτής Καθηγητής, τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος (ΦΠ) - Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

11:10 – 11:30 Θέσπιση κριτηρίων για την επιλογή κατάλληλων δασοπονικών ειδών που θα χρησιμοποιούνται στην αποκατάσταση καμένων δασικών εκτάσεων και δείκτες συνεχούς παρακολούθησης της ανταπόκρισης των ειδών αυτών (για πέντε τουλάχιστον έτη μετά την εγκατάστασή τους), καθώς και δείκτες παρακολούθησης της φυσικής αναγέννησης μετά τη φωτιά (τουλάχιστον 3-4 έτη).

6

Δρ. Γ. Καρέτσος, Ερευνητής ΕΛΓΟ Δήμητρα, Διευθυντής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π.

11:30 – 11:50 Η χρήση κομπόστ στις αναδασώσεις ως υλικό με κρίσιμες φυσικοχημικές και βιολογικές επιδράσεις.

8

Δρ. Κ. Χασάπης, Αναπληρωτής καθηγητής Χημείας & Τεχνολογίας Φυσικών Πόρων – Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών.

11:50 – 12:10 Οι Επιπτώσεις της Κλιματικής Αλλαγής στον κίνδυνο δασικών πυρκαγιών στα Ελληνικά Οικοσυστήματα

9

Δρ. Χ. Γιαννακόπουλος, Ανώτερος Ερευνητής του Ινστιτούτου Περιβαλλοντικών Ερευνών και Βιώσιμης Ανάπτυξης - Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών.

12:10 – 12:30 Ανάγκη εκπόνησης κοινής στρατηγικής αποκατάστασης καμένων δασικών εκτάσεων, νέων προδιαγραφών που θα λαμβάνουν υπόψη τις νέες προκλήσεις (κλιματική αλλαγή, βιοποικιλότητα, εξοικονόμηση νερού), αλλά και ανάγκη για μεταφορά τεχνογνωσίας από την έρευνα στην πράξη.

10
Παυλός

κ. Ι. Βέρδη, Δασολόγος, Δ/ση Αναδασώσεων Αττικής.

Μέθοδοι Αποκατάστασης των καμένων δασικών οικοσυστημάτων στην Ελλάδα - Επίδειξη Καλών Πρακτικών.

12:30 – 12:50 Αναδάσωση στην περιοχή Αγίας Μαρίνας – Νέας Μάκρης του Πεντελικού Όρους με χρήση κομπόστ.

11

Ε. Τσάρτσου, MSc Δασολόγος – Περιβαλλοντολόγος – Ειδική Υπηρεσία Συντονισμού Περιβαλλοντικών Δράσεων – ΥΠΕΚΑ

12:50 – 13:10 Τα Έργα Αποκατάστασης του Αρχαιολογικού και Ευρύτερου Τοπίου της Ολυμπίας.

12

Δρ. Γ. Καρέτσος, Ερευνητής ΕΛΓΟ Δήμητρα, Δ/ντής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων.

13:10 – 13:30 Φυσική Αναγέννηση της Κεφαλληνιακής Ελάτης στον Εθνικό Δρυμό της Πάρνηθας και δυνατότητες αποκατάστασης έξι χρόνια μετά τη φωτιά.

13

Δρ. Ε. Δασκαλάκου, Εντεταλμένη Ερευνήτρια ΕΛΓΟΔήμητρα, Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & ΤΔΠ.

13:30 – 13:50 Αποκατάσταση καμένων δασών Μαύρης Πεύκης μέσω μιας δομημένης προσέγγισης.

14

Δρ. Π. Κακούρος, Ελληνικό Κέντρο Βιοτόπων – Υγροβιοτόπων, Τομέας Βιοτικών Πόρων & Διαχείρισης Προστατευόμενων Περιοχών.

13:50 - 14:10 Αναγέννηση Δασών Χαλεπίου & Τραχείας Πεύκης μετά από πυρκαγιά
Δρ. Θ. Ζάγκας, Καθηγητής, τμήμα Δασολογίας & Φυσικού Περιβάλλοντος (ΦΠ) –
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης



14:10-14:30

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΠΑΝΤΗΣΕΙΣ

14:30 – 15:20

ΕΛΑΦΡΥ ΓΕΥΜΑ

2^η Θεματική Ενότητα: Αποκατάσταση Δασικού Οικοσυστήματος & Τοπίου μετά από εξορυκτικές δραστηριότητες.

15:20 – 15:40 Μεταλλευτική Δραστηριότητα στην Ελλάδα από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα. Η συμβολή στην εθνική οικονομία.

Δρ. Μ. Βαβελίδης, Καθηγητής Κοιτασματολογίας, Αναπληρωτής πρόεδρος, τμήμα Γεωλογίας – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

15:40 - 16:00 Υποβάθμιση και Αποκατάσταση του Περιβάλλοντος σε Μεταλλευτικές Περιοχές. Καθηγητής Δ. Αλιφραγκής, τμήμα Δασολογίας & ΦΠ – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

16:00 – 16:20 Διεθνής Πρακτική, όσον αφορά στην αποκατάσταση Λατομείων.
«Ένα Σύνθετο Αειφόρο Εδαφοβελτιωτικό για την φυτοαποκατάσταση σε ακραίες εδαφικές συνθήκες»
Professor Dr. Oswald Blumestein, Faculty of Mathematics & Science – Institute of Geology – University Potsdam – Germany.

16:20 – 16:40 Παράγοντες που επηρεάζουν την εγκατάσταση της βλάστησης στις κυριότερες μεταλλευτικές και λατομικές εκμεταλλεύσεις της Ελλάδας.

Δρ. Γ. Μπρόφας, πρώην Ερευνητής του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων & Τ.Δ.Π.

Μέθοδοι Αποκατάστασης της Βλάστησης και του Τοπίου διαταραγμένων επιφανειών κυρίως μετά από εξορυκτικές δραστηριότητες στην Ελλάδα – Επίδειξη Καλών Πρακτικών

16:40 – 17:00

Μελέτη και Υλοποίηση της φυτοαποκατάστασης του παλαιού τέλματος απόθεσης αποβλήτων στην Ολυμπιάδα Χαλκιδικής.

Καθηγητής Δ. Αλιφραγκής, τμήμα Δασολογίας & ΦΠ – Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

17:00 – 17:20 Χρήσεις αυτοφυών φυτών στις αποκαταστάσεις της Μήλου.

κ. Γ. Πετράκης, Προϊστάμενος Αποκατάστασης Τοπίου – Διεύθυνση Λειτουργιών Μήλου, S&B Βιομηχανικά Ορυκτά Α.Ε.

17:20 – 17:40

Καλές Πρακτικές σε λατομεία τσιμεντοβιομηχανίας από τον Όμιλο TITAN.

κ. Α. Κατσιάμπουλας, Διευθυντής Περιβάλλοντος – Κλάδος Τσιμέντου Ελλάδος – TITAN.

17:40 - 18:00

Ερωτήσεις – Απαντήσεις

18:00

Ολοκλήρωση των Εργασιών του Συνεδρίου – Σχόλια κλεισίματος από τον Προεδρεύοντα του Συνεδρίου κ. Γ. Ξανθόπουλο



Αποκατάσταση της δασικής έκτασης Αγ. Μαρίνας – Ν. Μάκρης του Πεντελικού Όρους



Το πλοίο του αρχαιολογικού χώρου της Ολυμπίας μετά την αποκατάσταση



Το κατάλυμα της Ολυμπιάδας Καλαχολής πριν την αποκατάσταση



Το δάσος Μάκρης Πιπίνας στον Πάρκο πριν την Πληρωσι

Η επιστημονική συνάντηση αποτελεί αποκλειστική δωρεά του Ιδρύματος «Σταύρος Νιάρχος» (www.SNF.org), στο πλαίσιο της υποστήριξής του προς τον Ελληνικό Οργανισμό Ανάπτυξης Κοινωφελών Έργων, για την αναδάσωση μέρους του Πεντελικού όρους.

