

Αξιολόγηση της μεθόδου διαχείρισης προστατευτικών συστάδων υβριδογενούς ελάτης (*Abies borisii regis*) έναντι του φαινομένου κατάπτωσης βράχων

Ζάγκας Δ.¹, Καραμανώλης Δ.¹, Ράπτης Δ.², Ζάγκας Θ.²

1: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Δασολογίας & Φ.Π., Εργαστήριο Δασικής Διαχειριστικής & Τηλεπισκόπησης.

2: Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο, Σχολή Δασολογίας & Φ.Π., Εργαστήριο Δασοκομίας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία γίνεται προσπάθεια καταγραφής ποσοτικών και ποιοτικών στοιχείων σε συστάδες ελάτης, με στόχο τον προσδιορισμό της πιο αποδοτικής προστατευτικής δομής έναντι των καταπτώσεων βράχων. Η περιοχή έρευνας εντοπίζεται στο Πανεπιστημιακό Δάσος Περτουλίου και πιο συγκεκριμένα στα τμήματα 823 και 824. Εστιάζει στη σύγκριση αδιατάρακτου και διαχειριζόμενου τμήματος, τα οποία όμως παρουσιάζουν όμοια φυσιογραφικά χαρακτηριστικά. Εκτιμήθηκαν διάφορα χαρακτηριστικά προκειμένου να καταγραφούν οι επικρατούσες συνθήκες. Η καταγραφή αυτή βασίστηκε τόσο σε μετρήσεις πεδίου όσο και σε πρόγραμμα τρισδιάστατης απεικόνισης συστάδας. Για τις ανάγκες της έρευνας εγκαταστάθηκαν συνολικά 8 ορθογώνιες επιφάνειες του ενός στρέμματος. Η αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της προστασίας και η αντοχή του κάθε τμήματος βασίστηκε στον υπολογισμό της πιθανότητας για ένα βράχο να διασχίσει κάθετα το τμήμα χρησιμοποιώντας το λογισμικό RockFor^{NET}, πριν και μετά τη μείωση της κυκλικής επιφάνειας της συστάδας, λόγω των αραιώσεων. Όσον αφορά τον προστατευτικό τους ρόλο, η ανάλυση έδειξε σαφώς μικρή διαφορά μεταξύ τους. Η προστασία και στις δύο συστάδες είναι υψηλή, παρόλο που η διαταραχθείσα συστάδα μέχρι σήμερα διαχειριζόταν ως παραγωγικό δάσος. Ως εκ τούτου, η μέχρι τώρα εφαρμογή διαχείρισης ανταποκρίνεται άριστα τόσο στην παραγωγική όσο και στην προστατευτική λειτουργία. Τέλος, συνάγεται το συμπέρασμα ότι οι αδιατάραχτες συστάδες εκπληρώνουν τον προστατευτικό ρόλο που τους έχει ανατεθεί, αλλά παράλληλα αποτελούν χρήσιμες πηγές πληροφοριών.

Λέξεις κλειδιά: προστασία δασών, διαχείριση δασών, RockFor^{NET}, αδιατάρακτο και διαχειριζόμενο τμήμα.

1. Εισαγωγή

Η ανθρώπινη εισβολή στις ορεινές περιοχές συνέβαλε σε μια σειρά από αλλαγές στις χρήσεις γης προκαλώντας σημαντικές διαταραχές στις λειτουργίες των οικοσυστημάτων. Ως αποτέλεσμα, ένας αριθμός των φυσικών κινδύνων προέκυψε, αποκαλύπτοντας την ευαισθησία των ανθρώπινων υποδομών ως προς τις φυσικές δυνάμεις. Οι καταπτώσεις βράχων είναι ένας από τους σημαντικότερους κινδύνους που απειλεί σπίτια, οχήματα, υποδομές και τις ανθρώπινες δραστηριότητες σε ένα ορεινό περιβάλλον που κυριαρχείται από απότομες πλαγιές. Οι καταπτώσεις βράχων είναι πολύ συχνές σε ορεινά περιβάλλοντα (Dussauge-Reisser et al. 2002) και συνίστανται σε ελεύθερα πέτοντες βράχους διαφόρων μεγεθών που έχουν αποσπαστεί από μια βραχώδη πλαγιά ή έναν απότομο βραχώδη κρημό (Berger et al. 2002). Για να

αντιμετωπίσουν το πρόβλημα αυτό, πολλές χώρες όπως η Ελλάδα αναζητούν λύσεις χαμηλού κόστους, προκειμένου να προστατευτούν αποτελεσματικά οι ευάλωτες περιοχές που κινδυνεύουν από καταπτώσεις βράχων. Τα προστατευτικά δάση προσφέρουν το πλαίσιο για μια χαμηλού κόστους, αποτελεσματική και το πιο σημαντικό, οικολογικά προσανατολισμένη λύση. Ως εκ τούτου, τα προστατευτικά δάση είναι τεχνικά έργα (Heinimann και Stampfer 2003) τα οποία είναι σε θέση να αντικαταστήσουν δαπανηρές ανθρωπογενείς υποδομές (Ζάγκας et al 2011). Αποτελούν ένα μέρος του φυσικού τοπίου και η συντήρησή τους είναι φθηνότερη από τα τεχνικά μέτρα (Cattiau et al. 1995, Bigot et al. 2009).

Έχοντας αναγνωρίσει τη σημασία των προστατευτικών δασών στο ζήτημα των καταπτώσεων βράχων, τίθενται θέματα από πολλούς συγγραφείς και ερευνητές σε όλο τον κόσμο για το καθεστώς διαχείρισής τους. Σύμφωνα με τους Dorren et al. (2004) ένα τέτοιο δάσος, δεν χρειάζεται κανονικά καμία δασοπονική παρέμβαση, λόγω της αυτοοργανούμενης σταθεροποιητικής ικανότητάς του. Οι Brang et al. (2006) δείχνουν ότι δασοκομικοί χειρισμοί όπως υπόσκιες υλοτομίες, κρασπεδικές υλοτομίες ή επιλογικές υλοτομίες, είναι πιο κατάλληλες από τις αποψιλωτικές υλοτομίες. Επιπλέον, μια δασική συστάδα, από όπου πολλά δέντρα έχουν αφαιρεθεί, χάνει την προστατευτική της λειτουργία (Schonenberger and Brang 2004). Οι Brang et al. (2006) αναφέρονται επίσης σε μια σειρά από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα που απορρέουν από τα μη διαχειριζόμενα προστατευτικά δάση. Αυτό το δίλημμα γίνεται ακόμη πιο περίπλοκο αν κοινωνικές αναγκαιότητες για παραγωγή ξυλείας υπεισέρχονται στην εξίσωση. Οι χώρες που χαρακτηρίζονται από σύνθετη τοπογραφία με χαμηλή παραγωγή τεχνικής ξυλείας, όπως η Ελλάδα, έχουν οργανώσει τη δασική πολιτική διαχείρισής τους με κύριο στόχο την αξιοποίηση του ξύλου. Το υψηλό κόστος της συγκομιδή ξυλείας από απότομες πλαγιές διατήρησε την προστατευτική λειτουργία του δάσους, αλλά σε πολλές περιπτώσεις φυσικές διαταραχές όπως οι πυρκαγιές, εξαιτίας της συσσώρευσης βιομάζας, οδήγησαν σε μη αναστρέψιμες βλάβες. Την ίδια στιγμή, τα ορεινά δάση είναι στην πραγματικότητα πολυλειτουργικά δάση (Buttoud 2000, Cattoi et al. 2000, Fuhrer 2000, UN-ECE/FAO 2000, Dorren et al. 2004, Ράπτης 2011), συνεπώς οι μέθοδοι διαχείρισής τους θα πρέπει να αποσκοπούν σε όσο το δυνατόν περισσότερους στόχους.

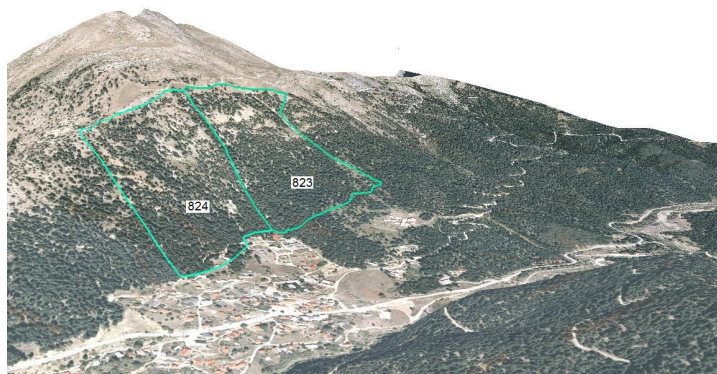
Στην παρούσα εργασία γίνεται μια προσπάθεια για την καταγραφή και τη σύγκριση των ποιοτικών και ποσοτικών στοιχείων των συσταδικών δομών, με στόχο τον προσδιορισμό των πιο αποδοτικών ως προς την προστατευτική δασική δομή και τον προσδιορισμό της καλύτερης μεθόδου διαχείρισης για τα προστατευτικά δάση. Η έρευνα βασίζεται στη σύγκριση μεταξύ διαχειριζόμενου και αδιατάραχτου, για περισσότερα από 50 χρόνια, δασικού τμήματος ελάτης, τα οποία παρουσιάζουν παρόμοια φυσιογραφικά χαρακτηριστικά.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Περιοχή έρευνας

Η περιοχή έρευνας βρίσκεται στο πανεπιστημιακό δάσος του Πετρουλίου Τρικάλων στο ανατολικό τμήμα της Κεντρικής Πίνδου. Εκτείνεται ανάμεσα σε δύο κορυφές, του Κόζιακα (1901μ.) και Μπουντούρα (2067μ.), στο πάνω μέρος της λεκάνης απορροής του Ασπροποτάμου, παρουσιάζοντας ορεινή φυσιογραφία (Tsitsoni et al. 2002).

Πιο συγκεκριμένα αντικείμενο μελέτης αποτέλεσαν δύο δασικά τμήματα, το 823 και το 824 (Εικ. 2.1.). Τα δύο τμήματα γειτνιάζουν και χαρακτηρίζονται από ΝΑ έκθεση, ίδιο γεωλογικό υπόβαθρο και παρόμοια κλίση. Πιο συγκεκριμένα, η μέση κλίση του τμήματος 823 είναι 61% ενώ η μέση κλίση του 824 είναι 62%.



Εικόνα 2.1: Τα τμήματα 823 και 824 σε 3D εικόνα, με βάση το λογισμικό ArcScene.

Image. 2.1: Sections 823 and 824 in 3D, created using ArcScene software.

Η συνολική έκταση του τμήματος 823 είναι 24,90 ha ενώ του 824 ανέρχεται σε 25,60 ha. Και στις δύο ξεχωρίζει η σύνθεση του ανωρόφου η οποία αποτελείται κυρίως από άτομα *Abies borisii regis* με κάποια μεμονωμένα άτομα *Junglans regia*, *Ostrya carpinifolia*, *Ulmus montana* και *Prunus cocomilia*.

2.3 Καθεστώς Διαχείρισης

Υπεύθυνο για τη διαχείριση του συγκεκριμένου δάσους είναι το Τ.Δ.Δ.Π.Δ. και συγκεκριμένα το Δασαρχείο Περτουλίου, σε συνεργασία με τη Σχολή Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Το Πανεπιστημιακό δάσος χρησιμοποιείται κυρίως για εκπαιδευτικές ανάγκες, αλλά παράγει επίσης υψηλής ποιότητας ξυλεία. Το δασοκομικό σύστημα ανομήλικης διαχείρισης των δασών υλοποιείται μέχρι σήμερα, το οποίο βασίζεται στις περιοδικές επιλογικές υλοτομίες (Davis et al. 2001). Η εφαρμογή του συστήματος αυτού βασίζεται στην κατ'άτομο διαχείριση, η οποία φαίνεται να είναι η καταλληλότερη για το σκιάφωτο είδος της ελάτης. Ο χρόνος περιφοράς (μεταξύ δύο διαδοχικών υλοτομιών) είναι 10 έτη. Για κάθε τμήμα έχει καταρτιστεί ένας δείκτης ποιότητας τόπου, με βάση το ρυθμό αύξησης των δένδρων, ο οποίος εμφανίζεται ως ο πιο πρακτικός, συνεπής και χρήσιμος δείκτης της ποιότητας του τόπου (Davis et al. 2001). Ως εκ τούτου, ο ρυθμός αύξησης του ξυλαποθέματος που απομένει μετά την υλοτομία βασίζεται στον ετήσιο ρυθμό ανάπτυξης των δένδρων του κάθε τμήματος, ενώ ο βαθμός αραίωσης συνήθως δεν υπερβαίνει το 15% της αρχικής κυκλικής επιφάνειας. Οι κανόνες που εφαρμόζονται στη συγκομιδή ρυθμίζουν θέματα, όπως η κατεύθυνση πτώσης των δένδρων, ενισχύοντας τις παραδοσιακές τεχνικές συγκομιδής, προκειμένου να προστατευθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η ευάλωτη αναγέννηση του υπορόφου. Τα είδη που συνθέτουν τον υπόροφο (αναγέννησης) είναι κυρίως άτομα *Abies borisii regis*, τα οποία είναι σε θέση να διεισδύσουν στο μεσόροφο όταν οι συνθήκες φωτισμού και αυξητικού χώρου

είναι ευνοϊκές. Έχοντας προσδιορίσει το ζωτικό προστατευτικό ρόλο του τμήματος 824 κατά των κατολισθήσεων, ενώ παράλληλα το κρίσιμο ζήτημα της δομής του προστατευτικού δάσους μένει αδιευκρίνιστο, αποφασίστηκε να αποκλειστεί το 824 από το γενικό διαχειριστικό σχέδιο προκειμένου να διατηρηθεί και να ενισχυθεί ο ιδιαίτερος ρόλος του. Συνεπώς, το τμήμα 824 παραμένει εκτός διαχείρισης για περισσότερο από 50 χρόνια, παρουσιάζοντας ως εκ τούτου χαρακτηριστικά ενός φυσικού, αδιατάρακτου δάσους.

2.4 RockFor^{NET}

Τα τελευταία χρόνια, έχει σημειωθεί μεγάλη ερευνητική πρόοδος στο επιστημονικό κομμάτι που ασχολείται με τις καταπτώσεις βράχων, με το λογισμικό RockFor^{NET} να είναι ένα από τα πιο σημαντικά εργαλεία για την αξιολόγηση του κινδύνου καταπτώσεων. Το συγκεκριμένο λογισμικό δημιουργήθηκε με απλή εκτίμηση παραμέτρων πεδίου και 350 ελεγχόμενες καταπτώσεις βράχων στις γαλλικές Άλπεις (Berger και Dorren 2006). Στόχος του λογισμικού είναι η γρήγορη και εύκολη αξιολόγηση των επιπέδων κινδύνου που προέρχονται από την κατάπτωση βράχων. Στην πραγματικότητα παρέχει τη σύνδεση μεταξύ τοπογραφικών και γεωλογικών χαρακτηριστικών και τα χαρακτηριστικά δομής των συστάδων, εξάγοντας την πιθανότητα (%) ενός βράχου, συγκεκριμένων διαστάσεων, να διασχίσει κάθετα μια δασωμένη πλαγιά. Το RockFor^{NET} έχει χρησιμοποιηθεί από πολλούς συγγραφείς στη βιβλιογραφία (π.χ. Bigot et al. 2009), σε μια προσπάθεια να ποσοτικοποιηθεί η προστατευτική ικανότητα των διαφόρων δασικών συστάδων ενάντια στην κατάπτωση βράχων. Λόγω του γεγονότος ότι το RockFor^{NET} ορίζει ως βασική παράμετρο χρήσης την κυκλική επιφάνεια (Berger και Dorren 2006), φαίνεται να είναι ένα πολύτιμο εργαλείο για την αξιολόγηση αλλαγών στην αποδοτικότητα του προστατευτικού ρόλου των δασών, που απορρέει από τις δασοκομικές παρεμβάσεις και τις στρατηγικές διαχείρισης.

2.5 Επεξεργασία Δεδομένων

Ένας τοπογραφικός χάρτης (κλίμακα: 1:50.000) με ισοΰψείς καμπύλες 20 m ψηφιοποιήθηκε προκειμένου να δημιουργηθεί το ψηφιακό μοντέλο εδάφους (DEM) της περιοχής μελέτης (μέγεθος pixel: 20 m x 20 m). Ο χάρτης κάλυψης του εδάφους προέρχεται από το Υπουργείο Περιβάλλοντος και Κλιματικής Αλλαγής (διαθέσιμο στη διεύθυνση: <http://gis.ktimanet.gr/WMS/ktbasemap/default.aspx>). Οι τοπογραφικές παράμετροι (κλίση, έκθεση, υψόμετρο) εκτιμήθηκαν με τη χρήση του λογισμικού ArcGis 9.3 (ESRI). Για τις ανάγκες της έρευνας, ένα ικανοποιητικό δείγμα 8 επιφανειών από 1 στρέμμα η κάθε μία μετρήθηκαν, οι οποίες προέρχονταν από την κατώτερη πιο συμπαγή και πιο ομοιόμορφη έκταση των τμημάτων 823 και 824. Οι διαστάσεις των έξι ορθογώνιων επιφανειών ήταν 40 m x 25 m (μήκος και πλάτος αντίστοιχα), ενώ στο πιο αντιπροσωπευτικό κομμάτι του κάθε τμήματος λήφθηκαν επιφάνειες ορθογώνιου σχήματος με διαστάσεις 50 m x 20 m (προφίλ) (Σχ. 3.3). Η οριοθέτηση της κάθε επιφάνειας και ο προσδιορισμός των ορίων έγινε με ταινία σήμανσης. Για τον προσδιορισμό του ορθογωνίου σχήματος της επιφάνειας, χρησιμοποιήθηκε πυξίδα τύπου Meridian. Η χωροθέτηση των ορίων της επιφάνειας ολοκληρώθηκε με τη χρήση της συσκευής χειρός GPS Magellan Explorist 500. Μετά

τη διαδικασία καθορισμού της επιφάνειας, για κάθε δένδρο με στηθιαία διάμετρο ≥ 8 cm, πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες εργασίες (Τσιτσώνη και Ζάγκας 1994): Προσδιορισμός είδους δένδρου, μέτρηση της στηθιαίας διαμέτρου ($d_{1,30}$), μέτρηση του ύψους των δένδρων (με χρήση υψομέτρου Haga) και μέτρηση του ύψους της έναρξης κόμης του κάθε δένδρου. Για το προφίλ των δυο επιφανειών (20 m x 50 m), έγιναν επιπλέον: προσδιορισμός της χωρικής κατανομής των ατόμων σε ένα τοπικό καρτεσιανό σύστημα αξόνων, ξεκινώντας από το σημείο (0,0) το οποίο συνέπιπτε με την έναρξη της επιφάνειας, και μέτρηση της κάθετης προβολής των διαστάσεων της κόμης και από τις τέσσερις πλευρές του κάθε δένδρου. Τα προαναφερθέντα αυτά χαρακτηριστικά αποτέλεσαν τις εισηγμένες παραμέτρους για το λογισμικού Stand Visualization System (Σύστημα Απεικόνισης Συστάδας) (McGaughey 2004) το οποίο εξήγαγε λεπτομερείς εκτιμήσεις για το ποσοστό συγκόμωσης. Για τη στατιστική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το SPSS v.17.

2.6 Επεξεργασία στοιχείων

Μετά τη λήψη των παραπάνω στοιχείων υπαίθρου πραγματοποιήθηκε η εξής επεξεργασία: Κατηγοριοποίηση των στοιχείων ανά τμήμα, υπολογισμός πρόσθετων παραμέτρων (π.χ. μήκος κόμης, κυκλική επιφάνεια), στατιστική επεξεργασία (κατανομή διαμέτρων, υψών), προσομοίωση καταπτώσεων βράχων σε κάθε τμήμα με διάφορα σενάρια σταδιακής μείωσης της κυκλικής επιφάνειας, κατάρτιση εξίσωσης ποσοστού διαπέρασης βράχου ανά τμήμα με εξαρτημένη μεταβλητή την κυκλική επιφάνεια και ανεξάρτητη το ποσοστό κινδύνου.

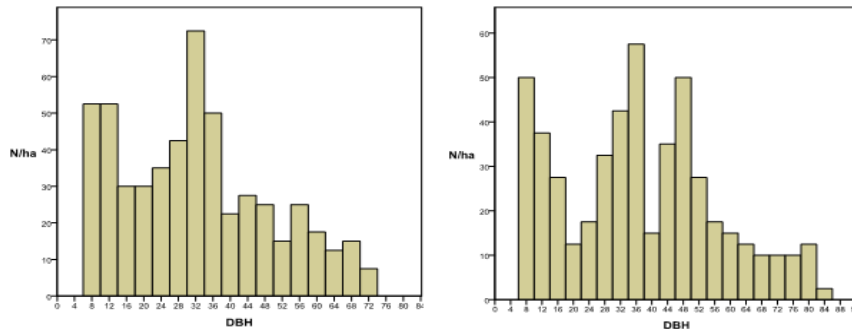
3. Αποτελέσματα

Από τη συστηματοποίηση και στατιστική επεξεργασία των δεδομένων προέκυψαν τα παρακάτω ποσοτικά δεδομένα (Πιν. 3.1.), οι κατανομές διαμέτρων (Σχ. 3.1.) και υψών (Σχ. 3.2.), οι τρισδιάστατες απεικονίσεις των χαρακτηριστικών επιφανειών (Σχ. 3.3.) καθώς και οι εξισώσεις παλινδρόμησης για τα δύο τμήματα (Σχ. 3.4.).

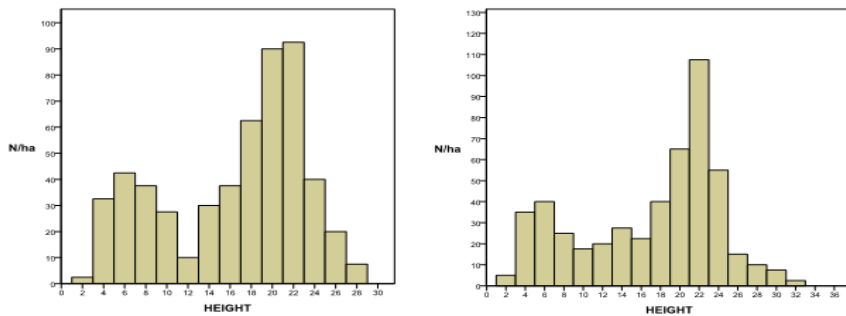
Πίνακας 3.1. Ποσοτικοί παράμετροι των τμημάτων 823 και 824.

Table 3.1. Quantitative parameters of sections 823 and 824.

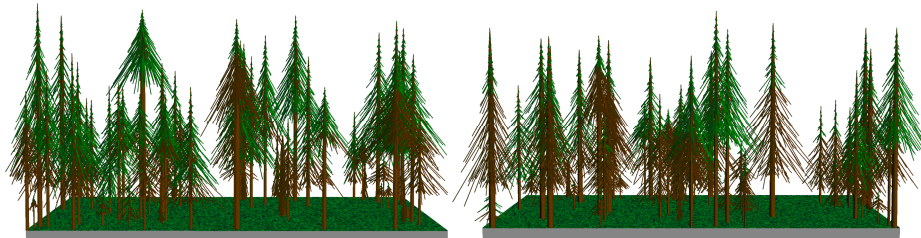
	Τμήμα 823	Τμήμα 824
Αριθμός ατόμων ανά ha	532	495
Κυκλική επιφάνεια	54,4	66,98
Μέση διάμετρος	31,8	36,6



Σχήμα 3.1. Κατανομή διαμέτρων των τμημάτων 823 (αριστερά) και 824 (δεξιά).
Figure 3.1. Diameter distribution of sections 823 (left) and 824 (right).



Σχήμα 3.2. Κατανομή ύψους των τμημάτων 823 (αριστερά) και 824 (δεξιά).
Figure 3.2. Height distribution of sections 823 (left) and 824 (right).



Σχήμα 3.3. Απεικόνιση των επιφανειών διαστάσεων 50 m x20 m (προφίλ) στα τμήματα 824 (αριστερή εικόνα) και 823 (δεξιά εικόνα) με το λογισμικό S.V.S.

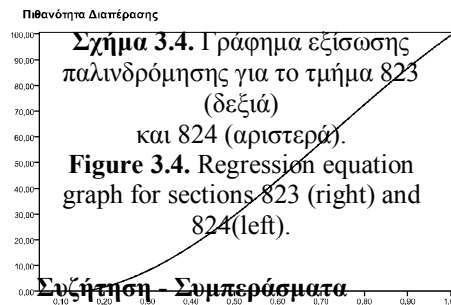
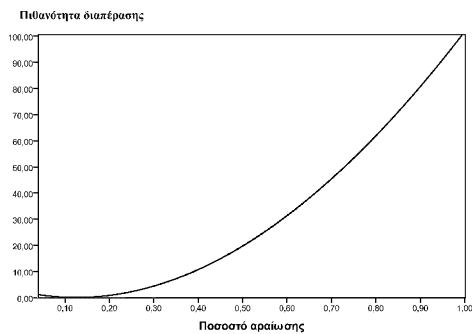
Figure 3.3. Representation of 50 m x20 m plots (profile) in section 824 (left figure) and 823 (right figure) using the S.V.S. software.

Πιν. 3.2. Πίνακας παραμέτρων εξίσωσης παλινδρόμησης για το τμήμα 823.
Table 3.2. Regression equation parameters for section 823.

Equation	Model Summary					Parameter Estimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Cubic	,999	4437,521	3	7	,000	1,650	-50,054	274,767	-126,845

Πιν. 3.3. Πίνακας παραμέτρων εξίσωσης παλινδρόμησης για το τμήμα 824.
Table 3.3. Regression equation parameters for section 824.

Equation	Model Summary					Parameter Estimates			
	R Square	F	df1	df2	Sig.	Constant	b1	b2	b3
Cubic	,998	3447,277	3	24	,000	2,444	-37,695	152,193	-15,196



4.

Όπως γίνεται φανερό και από τα γραφήματα, τόσο το αδιατάρακτο όσο και το διαχειριζόμενο τμήμα παρέχουν υψηλά ποσοστά προστασίας στους οικισμούς και τις υποδομές που εντοπίζονται κάτω από αυτά. Βαθμός αραίωσης της τάξης του 15% τυπικά δεν μεταβάλλει την προστατευτική ιδιότητα των εν λόγω τμημάτων όπως χαρακτηριστικά διακρίνεται στα γραφήματα της εικόνας 3.4. Η μεταξύ τους διαφορά έγκειται στο γεγονός ότι μεταβολή της προστατευτικής ικανότητας στο μεν αδιατάρακτο τμήμα 824 ξεκινά από βαθμό αραίωσης της τάξης του 21% ενώ στο διαχειριζόμενο τμήμα 823 από βαθμό αραίωσης της τάξης του 17%. Αν ληφθεί υπόψη ότι το τμήμα 823 έχει δεχθεί συνολικά 5 υλοτομικές επεμβάσεις σε σχέση με το τμήμα 824 με στόχο την παραγωγή ξυλείας, τότε εξάγεται το συμπέρασμα ότι το τμήμα 823 έχει διαχειριστεί με βάση την αρχή της πολύ-λειτουργικότητας καθώς ικανοποιεί τόσο την παραγωγική όσο και την προστατευτική λειτουργία. Παράλληλα, όπως διακρίνεται και στις κατανομές των διαμέτρων, η δομή και των δύο τμημάτων είναι η υποκηπευτή, ενώ όπως είναι αναμενόμενο στο αδιατάρακτο τμήμα διακρίνονται περισσότερα αθροίσματα κλάσεων διαμέτρου. Συνεπώς, τόσο το διαχειριζόμενο όσο και το αδιατάρακτο τμήμα χαρακτηρίζεται από μια δομή που ανταποκρίνεται ικανοποιητικά

στην κύρια λειτουργία της προστασίας του οικισμού του Περτουλίου (Ντάφης 1990, Cordonnier et al. 2008).

Συμπερασματικά, ο τρόπος διαχείρισης των τμημάτων του Περτουλίου έχει οδηγήσει στη δημιουργία συστάδων που ανταποκρίνονται με αειφορικό τρόπο και σε άλλες λειτουργίες εκτός της παραγωγής ξυλείας. Η δομή των συστάδων παρουσιάζεται ως υποκηπευτή εμφανίζοντας αυξημένη προστατευτική ικανότητα. Το συμπέρασμα αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία καθώς η παραγωγική λειτουργία έρχεται σε αντίθεση με την προστατευτική, με αποτέλεσμα την ανάγκη εύρεσης συμβιβαστικής λύσης μεταξύ των δύο.

Η έρευνα των Cordonnier et al. (2008) κατέληξε στο συμπέρασμα ότι υλοτομικές επεμβάσεις κατά μικρές ομάδες (διαμέτρου 10 μέτρων, με χρόνο περιφοράς τα 20 χρόνια) είναι η καλύτερη δασοκομική μέθοδος όσον αφορά τη διατήρηση της προστατευτικής ικανότητας συστάδων ερυθρελάτης (*Picea abies*). Σύμφωνα με τους ίδιους συγγραφείς, η εκτίμηση αυτή εν μέρει οφείλεται στο γεγονός ότι το συγκεκριμένο είδος είναι ημισκιάφοιτο, παρουσιάζοντας πλεονεκτήματα σε σχέση με την επιλογική κατ' άτομο υλοτομία. Το κύριο συμπέρασμα που εξάγεται από την παρούσα έρευνα είναι ότι η κατάλληλη διαχείριση των προστατευτικών δασών με κυρίαρχο είδος την υβριδογενή Ελάτη (*Abies borisii regis*) θα πρέπει να στηρίζεται σε επιλογικές κατ' άτομο υλοτομικές επεμβάσεις. Αυτό βασίζεται στο ότι η υβριδογενής Ελάτη είναι είδος σκιάφοιτο, ικανό να αναλάβει μετά από μακροχρόνια περίοδο σκίασης, όταν οι συνθήκες παρουσιάζονται ως οι ιδανικές. Συνεπώς, αυτή η δασοκομική μέθοδος παρουσιάζει ουσιαστικά πλεονεκτήματα καθώς αποφεύγονται τα μεγάλα διάκενα που μπορούν να οδηγήσουν στη συσσώρευση μεγάλου όγκου χιονιού κατά τη διάρκεια της χειμερινής περιόδου, δημιουργώντας περαιτέρω καταστροφές, ενώ παράλληλα δεν επηρεάζεται η φυσική αναγέννηση η οποία κρίνεται ως πολύ καλή και στις δύο περιπτώσεις.

Evaluation of the management method of protective fir (*Abies borisii regis*) stands against rockfall.

Zagas D.¹, Karamanolis D.¹, Raptis D.², Zagas Th.²

1: Aristotle University, School of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Forest Management and Remote Sensing.

2: Aristotle University, School of Forestry and Natural Environment, Laboratory of Silviculture.

Summary

In the present research an effort is being made to record and to compare qualitative and quantitative stands' structure elements, aiming at the determination of the most efficient protective forest structure and the designation of the best management method for protective forests against rockfall activity. The study area is located in a mountainous slope-dominated forested terrain in central Greece. The research is based on the comparison between undisturbed and managed, for more than 50 year, fir forest compartments, which present similar physiographical features. Several stand characteristics were estimated in order to capture the conditions prevailing to each forest sector using field measurements in conjunction with an advanced stand simulator. For the needs of the research, totally eight (8) sample plots installed (4 per

compartment) on steep slopes while many qualitative, quantitative and social characteristics of the present trees were measured and estimated by section. The assessment of the protection efficiency and its resilience was based on the calculation of the probability for a rock to cross vertically each compartment using RockForNET software in a GIS framework before and after potential stand basal area reduction scenarios, due to thinning treatments. Concerning their protection role, the analysis clearly showed little difference between them. Protection from tumbling rocks in both stands is high, even though the disturbed stand has so far been managed as a productive forest. Therefore, the heretofore applied management excellently meets both the productive and the protective function. Finally, it is concluded that the undisturbed stands fulfill the protective role they are charged with, but they are also consist useful sources of information.

Key words: protective forest, forest management, RockForNET, unmanaged and managed sector.

Βιβλιογραφία

Berger, F., Quétel, C. and Dorren, L.K.A. 2002. Forest: a natural protection mean against rockfall, but with which efficiency? The objectives and methodology of the ROCKFOR project. In: Proceedings of the International Conference on Congress Interpraevent 2002 in the Pacific Rim, Matsumoto/Japan, pp. 815–826.

Berger, F. and Dorren, L. 2006. Rockfor.NET: A New Efficient Tool for Quantifying the Residual Rockfall Hazard of a Forested Slope. In: Marui, H. et al. (Eds), Disaster mitigation of debris flows, slope failures and landslides, Universal Academy Press, Inc., Tokyo, Japan: pp. 229-235.

Bigot, C., Dorren, L. K. A., and Berger, F. 2009. Quantifying the protective function of a forest against rockfall for past, present and future scenarios using two modeling approaches. *Nat Hazards* 49: 99–111

Brang, P., Schönenberger, W., Frehner, M., Schwitter, R., Thormann, J. J., Wasser, B. 2006. Management of protection forests in the European Alps: an overview. *Forest Snow and Landscape Research*: 80, 23-44.

Buttoud, G., 2000. Approaches to multifunctionality in mountain forests. In: Price, M.F., Butt, N. (Eds.), *Forests in Sustainable Mountain Development: A State of Knowledge Report for 2000*. IUFRO Research Series 5. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 187–193.

Cattiau, V, Mari, E. and Renaud, J.P. 1995. Forêt et protection contre les chutes de rochers. *Ingénieries-EAT* 3:45–54

Cattoi, S., Pollini, C., Tosi, V., 2000. Case study: multifunctionality in the fiemme valley, Italian Alps. In: Price, M.F., Butt, N. (Eds.), *Forests In Sustainable Mountain*

Development: A State of Knowledge Report for 2000. IUFRO Research Series 5. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp. 203–205.

Cordonnier, T., Courbaud, B., Berger, F. and Franc, A. 2008. Permanence of resilience and protection efficiency in mountain Norway spruce forest stands: A simulation study. *Forest Ecology and Management* 256: 347–354

Davis, L.S., K.N. Johnson, P. Bettinger, and Howard, T.E. 2001. *Forest Management*. Waveland Press, Long Grove, IL. 804 p.

Dorren, L.K.A., Berger, F., Imerson, A.C., Maier, B. and Rey, F. 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. *Forest Ecology Management* 195: 165-176.

Dussauge-Peisser, C., Helmstetter, A., Grasso, J.R., Hantz, D., Desvarreux, P., Jeannin, M., Giraud, A. 2002. Probabilistic approach to rock fall hazard assessment: potential of historical data analysis. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 2: 1-13.

Führer, E., 2000. Forest functions, ecosystem stability and management. *For. Ecol. Manage.* 132:29–38.

Heinimann, H.R., Stampfer, K., 2003. Harvest layout planning for high altitude protection forests. In: Proceedings of the Austro2003 meeting: High Tech Forest Operations for Mountainous Terrain. CD ROM, 5–9 October 2003, Schlaegl –Austria Limbeck-Lilienau, Steinmuller and Stampfer (editors), p. 13.

McGaughey, P. J. 2004. Stand Visualization System, Version 3.3. USDA Forest Service. Pacific Northwest Research Station. 141 p.

Ντάφης, Σ. 1990. Εφαρμοσμένη δασοκομική. Εκδ. Γιαχούδη - Γιαπούλη, Θεσσαλονίκη, σελ. 258.

Ράπτης, Δ.Ι. 2011. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών φυσικών συστάδων μαύρης Πεύκης υπό το πρίσμα της δασοκομίας πολλαπλών σκοπών στην περιοχή του Ν.Α. Ολύμπου. Διδακτορική Διατριβή, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη 176σελ.

UN-ECE/FAO, 2000. Forest Resources of Europe, CIS, North America, Australia, Japan and New Zealand (industrialized temperate/boreal countries). UN-ECE/FAO Contribution to the Global Forest Resources Assessment 2000. Geneva Timber and Forest Study Papers, vol. 17. United Nations, New York and Geneva.

Schonenberger, W. and Brang, P., 2004: Silviculture in mountain forests. In: BURLEY, J.; EVANS, J. (eds) *Encyclopedia of forest sciences*. Vol. 1. Amsterdam, Elsevier. 1085–1095.

Τσιτσώνη, Θ. και Ζάγκας, Θ. 1994. Συμβολή των δασών της Κασσάνδρας στην ανάπτυξη της περιοχής και δασοκομικά μέτρα για τη βελτίωση των διαφόρων λειτουργιών τους. Πρακτικά 6ου Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου. Χανιά 6-8 Απριλίου 1994: 163-172.

Tsitsoni Th., Zagas Th., Ganatsas P. 2002. Plant diversity and nature conservation in Koziakas NATURA 2000 (network) site, central Greece. Proceedings of the International conference □Protection and Restoration of the Environment VI□. Skiathos, July 1-5, pp. 609-616.

Zagas, T.D., Raptis, D.I. and Zagas, D.T. 2011. Identifying and mapping the protective forests of southeast Mt. Olympus as a tool for sustainable ecological and silvicultural planning, in a multi-purpose forest management framework. *Ecological Engineering* 37:286-293.

