

# **Ο κίνδυνος πλημμύρας σε λεκάνες απορροής μετά από πυρκαγιά. Ανάλυση του προβλήματος και άμεσα μέτρα μείωσης των επιπτώσεων**

**Γ. Μπαλούτσος, Α. Οικονόμου και Κ. Καούκης**

*Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας  
Ινστιτούτο Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων  
και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων  
Τέγμα Αλκμάνος, 115 28 Ιλίσια – Αθήνα*

## **1. Εισαγωγή**

**Η** εκδήλωση και εξέλιξη μιας πυρκαγιάς σε λεκάνη απορροής, έχει σοβαρότατες οικονομικές, κοινωνικές, περιβαλλοντικές, οικολογικές, αισθητικές κ.ά. επιπτώσεις σ' αυτή και τους κατοίκους της περιοχής. Αναλυτικότερα, από την πυρκαγιά επηρεάζονται: η χλωρίδα και η πανίδα της λεκάνης, οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους της, η συγκράτηση και στη συνέχεια η κατανομή της βροχής που φθάνει στην επιφάνεια του εδάφους, καθώς επίσης η ποιότητα του νερού και του αέρα. Επιπλέον, επηρεάζονται οι εργασίες και τα εισοδήματα των κατοίκων, οι κοινωνικές τους δραστηριότητες, η ψυχική τους υγεία, η πολιτιστική τους κληρονομιά κ.λπ. Ειδικότερα, οι δυσμενείς επιπτώσεις μιας πυρκαγιάς στη βλάστηση και το έδαφος της λεκάνης όπου εκδηλώνεται, αλλάζουν τελείως τους μηχανισμούς μετατροπής της βροχής σε απορροή στο υδρογραφικό της δίκτυο που επικρατούσαν στην αρχή και δημιουργούν νέες συνθήκες, που οδηγούν στην εκδήλωση πλημμύρας, ακόμα και από ύψη βροχής μικρής σχετικά περιόδου επαναφοράς. Η εκδήλωση πλημμύρας με τη σειρά της, όχι μόνο επιδεινώνει τις επιπτώσεις στη λεκάνη, που αναφέρθηκαν

παραπάνω, αλλά τις επεκτείνει στις γεωργικές και κατοικημένες περιοχές κατάντη αυτής.

Η αντιμετώπιση του παραπάνω κινδύνου επιβάλλει τη λήψη άμεσων μέτρων στις καμένες λεκάνες απορροής και κυρίως εκεί όπου τα υδατορεύματα καταλήγουν ή διέρχονται από γεωργικές και κατοικημένες περιοχές. Στην Ελλάδα, οι πυρκαγιές στην πλειοψηφία τους εκδηλώνονται την περίοδο Ιουλίου – Σεπτεμβρίου ενώ οι βροχές μπορεί να αρχίσουν και από τον Οκτώβριο. Κατά συνέπεια, ο χρόνος για μια αποτελεσματική μελέτη αντιπλημμυρικής προστασίας των κατοικημένων και γεωργικών περιοχών, στα κατάντη μιας καμένης λεκάνης απορροής, είναι περιορισμένος. Στην περίπτωση αυτή, οι τεχνικοί των υπεύθυνων φορέων πρέπει να έχουν στη διάθεσή τους μια ποικιλία μέτρων και έργων εξομάλυνσης των επιπτώσεων από πλημμύρες, ώστε να επιλέξουν σε σύντομο χρονικό διάστημα και ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες κάθε περιοχής, τα πλέον κατάλληλα από αυτά.

Σκοπός της εργασίας, έχοντας υπόψη τα παραπάνω, είναι η περιληπτική παρουσίαση της υδρολογικής συμπεριφοράς μιας δασωμένης λεκάνης απορροής πριν και μετά την πυρκαγιά και η εξέταση των αναγκαίων μέτρων και έργων άμεσης εφαρμογής, για την εξάλειψη ή εξομάλυνση των επιπτώσεων από πιθανή πλημμύρα μετά από πυρκαγιά.

## **2. Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένων λεκανών απορροής**

Η δασική βλάστηση μιας λεκάνης απορροής συμβάλλει τόσο στη συγκράτηση και αποθήκευση σημαντικού ποσοστού της βροχής ενός επεισοδίου, όσο και στην προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Κατά συνέπεια, ο κίνδυνος πλημμύρας εξαλείφεται ή περιορίζεται σημαντικά από μικρά έως μέτρια και από μεγάλα επεισόδια βροχής, αντίστοιχα. Η επίδραση της βλάστησης στις πλημμύρες σήμερα μπορεί να ποσοτικοποιηθεί με την αριθμητική έκφραση των υδρολογικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια μιας βροχής. Οι διεργασίες αυτές περιλαμβάνουν την υδατοσυγκράτηση από τη δασική βλάστηση, τη φυλλάδα και το χούμο, τη διήθηση της βροχής στο έδαφος, τη δημιουργία επιφανειακής και υπεδάφιας απορροής, τη μόνιμη και παροδική συγκράτηση ενός μέρους της βροχής από το έδαφος υπό μορφή υγρασίας, καθώς και τη διάβρωση του εδάφους. Οι υδρολογικές αυτές διεργασίες απεικονίζονται στο Σχήμα 1 και οι αριθμητικές τους τιμές παρουσιάζουν ένα εύρος από περιοχή σε περιοχή, που εξαρτάται από το δασικό είδος, τον τύπο του εδάφους, την τοπογραφία και γεωμορφολογία της λεκάνης, τα χαρακτηριστικά των κατακρημνισμάτων κ.λπ. Παρακάτω δίνονται ορισμένες τιμές των διεργασιών αυτών που προέκυψαν από πληθώρα μετρήσεων σε δασωμένες λεκάνες απορροής. Ειδικότερα:

### **Υδατοσυγκράτηση από την κόμη, τη φυλλάδα και το χούμο**

Η υδατοσυγκράτηση από ένα δάσος πλατυφύλλων και κωνοφόρων μπορεί να ανέλθει σε 15-20 και σε 20-35 mm βροχής ανά επεισόδιο, αντίστοιχα. Στη συνέχεια, από τη βροχή που φτάνει στην επιφάνεια του εδάφους ένα μέρος συγκρατείται από τη δασική φυλλάδα και το χούμο και αυτό μπορεί να ανέλθει σε 2mm περίπου ανά ένα (1) εκατοστό βάθους φυλλάδας και χούμου. Επομένως η ποσότητα αυτή κυμαίνεται από 5-20 mm βροχής, ανάλογα με το πάχος, (βάθος) των στρωμάτων αυτών.

### **Διήθηση της βροχής στο έδαφος και συνθήκες δημιουργίας επιφανειακής και υπεδάφιας απορροής**

Η διήθηση της βροχής στα δασικά εδάφη και η αποφυγή έτσι δημιουργίας επιφανειακής απορροής είναι μια άλλη σπουδαία διεργασία με την οποία η δασική βλάστηση συμβάλλει στην εξομάλυνση του μεγέθους των πλημμυρών. Ειδικότερα η δασική βλάστηση με τις ρίζες και την αποσύνθεση των φύλλων και κλάδων, επηρεάζει ευνοϊκότερα τη δομή του εδάφους και δημιουργεί πολύ μεγάλες ταχύτητες διήθησης της βροχής, που σπάνια ξεπερνούν τις εντάσεις της βροχής. Κατά συνέπεια η βροχή διηθείται και κινείται υπό μορφή υπεδάφιας απορροής. Επισημαίνεται όμως ότι οι θέσεις που παρατηρείται επιφανειακή απορροή σε δασωμένες λεκάνες απορροής είναι το κατάστρωμα και τα προνή των δρόμων, τα μονοπάτια, οι σύρτες μετατόπισης ξυλείας, οι επιφάνειες βράχων, τα πολύ αβαθή εδάφη, οι παραρεμάτιες ζώνες κ.ά. Η απορροή από τις θέσεις αυτές είναι εκείνη που μετατρέπεται σε πλημμυρική στην κοίτη του υδατορεύματος.

### **Συγκράτηση υγρασίας από το έδαφος**

Η δυνατότητα του εδάφους μιας υδρολογικής λεκάνης να συγκρατεί πάντοτε μια ορισμένη ποσότητα βροχής από κάθε επεισόδιο, υπό μορφή υγρασίας, καθορίζει μέχρι ενός βαθμού το μέγεθος της απορροής και παροχής που δημιουργούνται στο στόμιο αυτής και οι οποίες στη συνέχεια είναι δυνατόν να δημιουργήσουν πλημμυρικά φαινόμενα στις χαμηλότερες περιοχές.

Η ποσότητα υγρασίας που συγκρατεί το έδαφος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες και μεταξύ αυτών είναι το βάθος του, η υφή και η δομή, η αρχική του υγρασιακή κατάσταση, το ύψος και η διάρκεια της βροχής κ.λπ. Στον Πίνακα 1 παρουσιάζεται σε τρεις κατηγορίες η μέγιστη ποσότητα υγρασίας που μπορούν να συγκρατήσουν οι διάφορες κατηγορίες εδαφών σε mm/1cm βάθους αδιατάρακτου εδάφους.

Από τις κατηγορίες αυτές η πρώτη αναφέρεται στην ποσότητα υγρασίας που συγκρατεί το έδαφος μέχρι το σημείο του μόνιμου μαρρασμού (στήλη 3), η δεύτε-

ρη μεταξύ αυτού και της υδατοχωρητικότητας και η τρίτη μέχρι πλήρους κάλυψης όλων των μακροπόρων του. Οι τιμές αυτές εκτιμήθηκαν από μεγάλο αριθμό μετρήσεων εδαφικών δειγμάτων στην Αμερική και μπορεί να υποστηριχθεί πως ισχύουν, κατά μεγάλη προσέγγιση, για τις ίδιες κατηγορίες Ελληνικών εδαφών.

### Πίνακας 1.

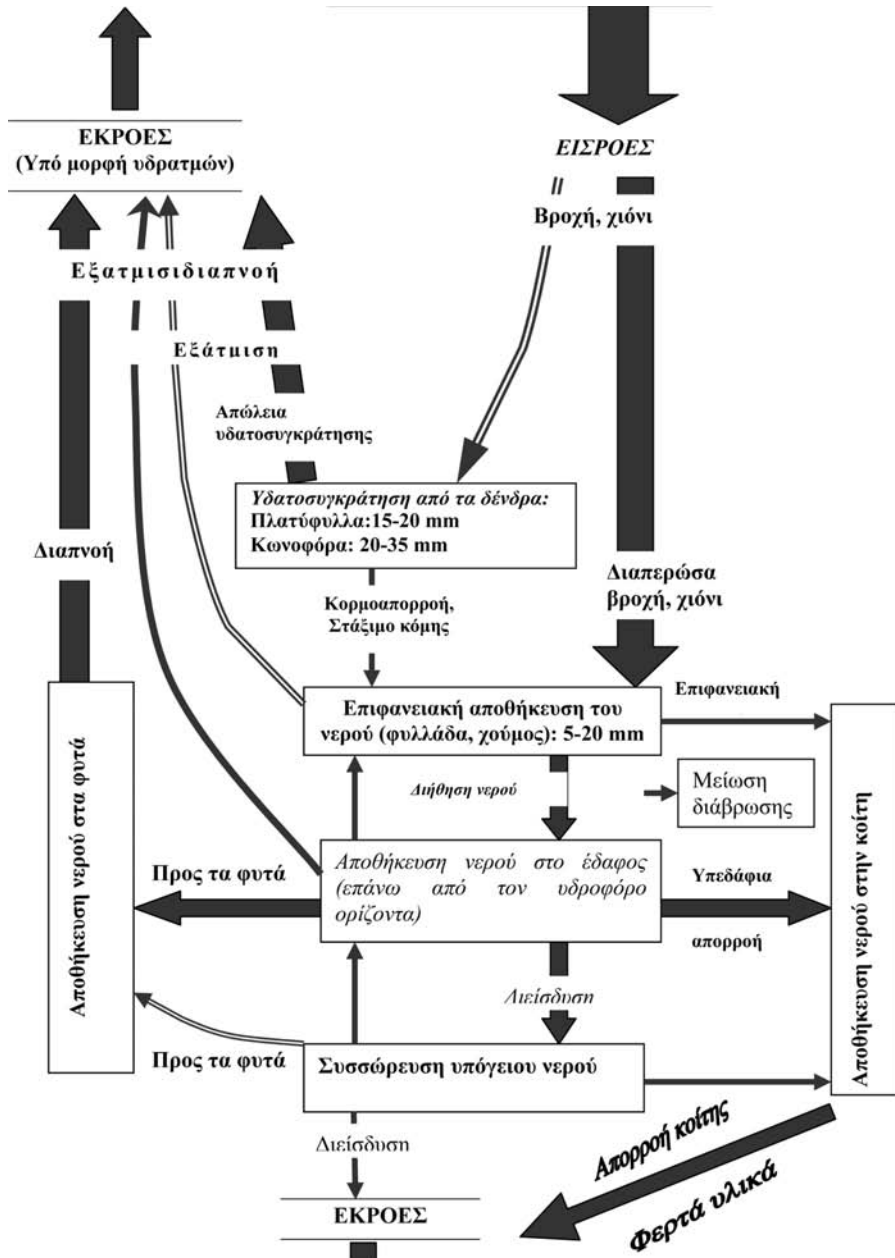
Συγκράτηση υγρασίας από διάφορες κατηγορίες εδαφών.

Είδος εδαφών	Πορώδες εδάφους (αναλογία κατ' όγκο)	Συγκράτηση υγρασίας (mm/1cm βάθους)		
		Μέχρι το σημείο μόνιμου μαρασμού	Μεταξύ του σημείου μόνιμου μαρασμού και υδατοχωρητικότητας	Χώρος μακροπόρων
1	2	3	4	5
Εδάφη λεπτής άμμου	0,41	0,6	0,5	3,0
Αμμοπηλώδη	0,42	0,6	0,8	2,8
Αμμοπηλώδη λεπτής γης	0,44	0,7	1,2	2,5
Πηλώδη	0,46	1,0	1,4	2,2
Πυοπηλώδη	0,47	1,3	1,5	1,9
Ελαφρά αργιλοπηλώδη	0,48	1,5	1,5	1,8
Αργιλοπηλώδη	0,49	1,7	1,5	1,7
Βαριά αργιλοπηλώδη	0,50	2,0	1,3	1,7
Αργιλώδη	0,52	2,3	1,2	1,7

Από τις κατηγορίες υγρασίας που αναφέρθηκαν, οι δύο πρώτες συμβάλλουν στη μείωση της παροχής και απορροής του υδατορεύματος από συγκεκριμένο ύψος βροχής, αφού η συγκράτηση είναι οριστική (retention storage) και η τρίτη στη σημαντική επιβράδυνση (detention storage) άφιξης της υπεδάφιας απορροής στο υδρογραφικό δίκτυο, λόγω της μικρής ταχύτητας μέσα από τους μακροπόρους. Ακόμα επισημαίνεται πως από τις τιμές του πορώδους των προηγούμενων εδαφών, διαπιστώνεται ότι η μέγιστη υγρασία που μπορούν να συγκρατήσουν κυμαίνεται από 4,1 μέχρι 5,2 mm/1cm βάθους αδιατάρακτου εδάφους. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε εδάφη λεπτής άμμου και αργιλώδη, αντίστοιχα.

Διευκρινίζεται ακόμα, πως ενώ υγρασία συγκρατούν και τα γεωργικά εδάφη, τα δασικά έχουν πάντοτε τη δυνατότητα να συγκρατούν μεγαλύτερη ποσό-

### ΝΕΡΟ ΣΤΗΝ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ (ΥΓΡΑΣΙΑ)



Σχήμα 1. Υδρολογικές διεργασίες μετατροπής της βροχής σε απορροή στο στόμιο μιας δασωμένης λεκάνης απορροής

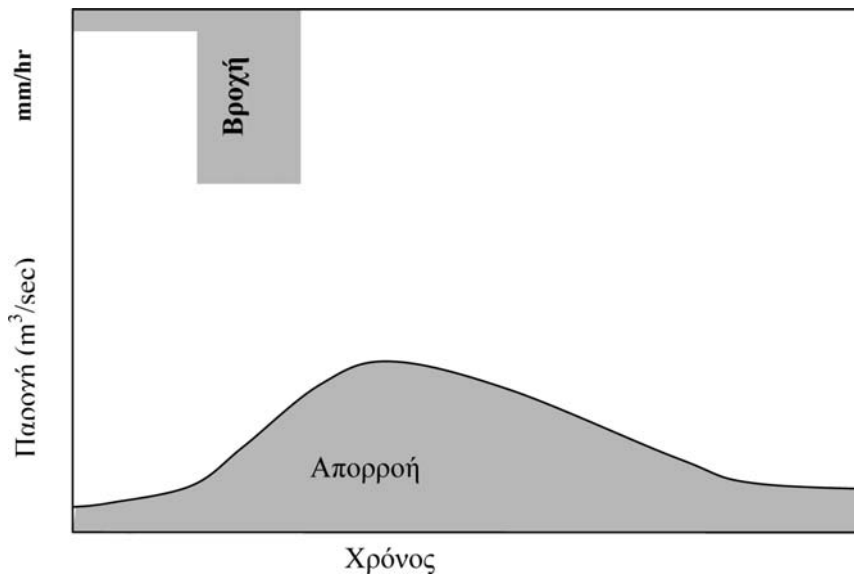
τητα, εξαιτίας του μεγαλύτερου κατά κανόνα βάθους, της διήθησης της βροχής σε αυτά και του διαθέσιμου πάντοτε χώρου από τη συνεχή μετακίνηση του νερού και τη μεγάλη διαπνοή των δασικών ειδών. Τέλος προστίθεται πως όλες οι επιμέρους ποσότητες βροχής που συγκρατούνται σε μια λεκάνη απορροής, αποτελούν το λεγόμενο «υδρολογικό της βάθος» σε mm. Αυτό, είναι προφανές ότι λαμβάνει μεγαλύτερες τιμές σε δασωμένες λεκάνες.

### ***Διάβρωση του εδάφους και φερτές ύλες σε δασωμένες λεκάνες απορροής***

Η τελευταία και ίσως πιο σημαντική διεργασία με την οποία η δασική βλάστηση συμβάλλει στην εξομάλυνση του μεγέθους των πλημμύρων, είναι η προστασία του εδάφους από τη διάβρωση. Η επίδραση αυτή θα μπορούσε να θεωρηθεί ως έμμεση, αφού με την ύπαρξη μεγάλων ταχυτήτων διήθησης της βροχής σε δασωμένες λεκάνες, αποφεύγεται, όπως αναφέρθηκε, η δημιουργία επιφανειακής απορροής και κατά συνέπεια η διάβρωση του εδάφους. Επομένως η απορροή και οι παροχές αιχμής των υδατορευμάτων είναι σημαντικά μειωμένες, λόγω και της μικρής ποσότητας φερτών υλών που περιέχουν. Αριθμητικές τιμές ευρείας εφαρμογής για το ποσοστό δασοκάλυψης των λεκανών απορροής και την ποσότητα των φερτών υλών, που παρατηρούνται στο στόμιο αυτών, είναι προφανώς δύσκολο να δοθούν. Η δυσκολία αυτή απορρέει τόσο από τον αριθμό των παραγόντων που εμπλέκονται σε αυτή τη διεργασία, όσο και από τις διαφορές που παρουσιάζουν οι εμπλεκόμενοι παράγοντες. Είναι όμως γενικά αποδεκτό πως σημαντική μείωση της δασοκάλυψης μιας λεκάνης απορροής, αυξάνει την ποσότητα των φερτών υλών, τουλάχιστον στο εκατονταπλάσιο εκείνης πριν την αποδάσωση. Επομένως γίνεται φανερή η στενή σχέση που υπάρχει μεταξύ διάβρωσης του εδάφους της λεκάνης, στερεοπαροχής – υδατοπαροχής και απορροής στο στόμιο αυτής (Σχήμα 2).

### **3. Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά**

Η καταστροφή της βλάστησης και των φυτικών υπολειμμάτων (φυλλάδας, χούμου κ.λπ.) της επιφάνειας μιας λεκάνης απορροής από πυρκαγιά και η εκδήλωση στη συνέχεια ισχυρών βροχοπτώσεων συντελούν: Στην εμφάνιση επιφανειακής απορροής και διάβρωσης του εδάφους, στη μείωση της ικανότητας του εδάφους να συγκρατεί υγρασία, στην αύξηση της παροχής στα υδατορεύματα και τελικά στη δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων τόσο στην ίδια όσο και στην αντίστοιχη πεδινή περιοχή. Ειδικότερα μετά την πυρκαγιά μεταβάλλονται, εκτός των άλλων, τόσο το ύψος και η ενέργεια της βροχής που φθάνει στην επι-



Σχήμα 2. Υδρολογική συμπεριφορά δασωμένης λεκάνης απορροής.

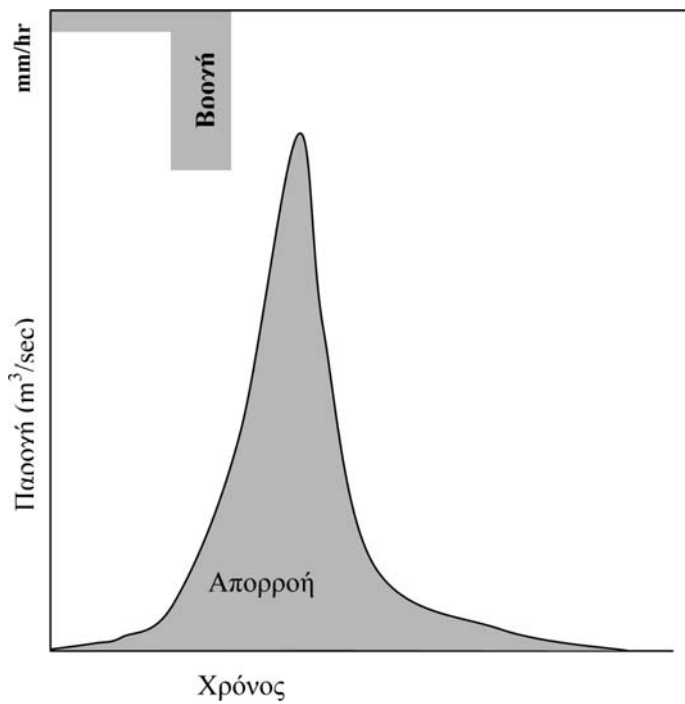
φάνεια της λεκάνης, όσο και πολλές από τις φυσικές ιδιότητες του εδάφους της, με αποτέλεσμα την εμφάνιση των δυσμενών φαινομένων που αναφέρθηκαν. Οι παραπάνω μεταβολές, με τη σειρά εμφάνισης μετά την πυρκαγιά και οι διεργασίες διάβρωσης του εδάφους και δημιουργίας πλημμύρας, παρουσιάζονται περιληπτικά στον Πίνακα 2 και στο Σχήμα 3.

## Πίνακας 2.

*Διαχρονικές μεταβολές χαρακτηριστικών λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά, διεργασίες διάβρωσης του εδάφους και δημιουργίας πλημμύρας, από ισχυρή βροχή.*

Δημιουργία υδρόφοβου στρώματος εντός του εδάφους μετά την πυρκαγιά από καύση οργανικής ουσίας και διείσδυση χημικών ενώσεων εντός αυτού. Συντελεί στην αύξηση της επιφανειακής απορροής και σε πλάγια κίνηση της υπεδάφιας απορροής	1	Πτώση μεγαλύτερου ύψους βροχής στην επιφάνεια της λεκάνης λόγω έλλειψης βλάστησης-υδατοσυγκράτησης.	2
Συγκράτηση λιγότερης υγρασίας στην επιφάνεια του εδάφους λόγω της καύσης των επιφανειακών φυτικών υπολειμμάτων (φυλλάδας, χούμου, κ.λπ.)	3	Κατακερματισμός των εδαφικών συσσωμάτων λόγω μεγαλύτερης ενέργειας των σταγόνων της βροχής.	4
Μείωση της ταχύτητας διήθησης της βροχής στο έδαφος λόγω απόφραξης των πόρων του.	5	Δημιουργία επιφανειακής απορροής στις πλαγιές της λεκάνης.	6
Μείωση της αντίστασης του εδάφους στην παράσυρση από την επιφανειακή απορροή, λόγω έλλειψης βλάστησης.	7	Διάβρωση και παράσυρση του εδάφους από τις πλαγιές της λεκάνης προς τα κατάντη και τις κοίτες των υδατορευμάτων.	8
Σημαντική και απότομη αύξηση της υδατοστερεοπαροχής στην κοίτη των υδατορευμάτων.	9	Διάβρωση του πυθμένα και των πρανών της κοίτης των υδατορευμάτων και μεταφορά των υλικών προς τα κατάντη.	10
Υπερχείλιση της πεδινής κοίτης του υδατορεύματος και επιδείνωση της κατάστασης σε περίπτωση ύπαρξης ανθρώπινων παρεμβάσεων.	11	Δημιουργία πλημμυρικών φαινομένων στην πεδινή γεωργική και κατοικημένη περιοχή της λεκάνης με πληθώρα δυσμενών επιπτώσεων.	12





Σχήμα 3. Υδρολογική συμπεριφορά λεκάνης απορροής μετά από πυρκαγιά

Επομένως σε καμένες λεκάνες, είναι επιτακτική η ανάγκη λήψης και κατασκευής άμεσων αντιδιαβρωτικών – αντιπλημμυρικών μέτρων και έργων, αντίστοιχα, για την εξομάλυνση των πλημμυρικών φαινομένων από τυχόν ισχυρές βροχοπτώσεις που θα ακολουθήσουν.

## **4. Αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά μέτρα και έργα καμένων λεκανών**

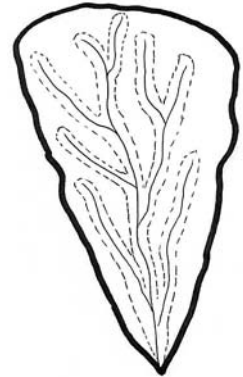
### **4.1 Γενικά**

Ολοκληρωμένες προτάσεις μέτρων και έργων για την εξομάλυνση των επιπτώσεων από πλημμύρες σε καμένες λεκάνες απορροής δεν έχουμε υπόψη. Αντίθετα όμως, υπάρχει σημαντικός αριθμός περιπτώσεων όπου μία ή και περισσότερες κατηγορίες μέτρων και έργων εφαρμόστηκαν και αξιολογήθηκαν σε καμένες λεκάνες απορροής στην Αμερική, την Αυστραλία, τις Μεσογειακές χώρες συμπεριλαμβανομένης και της Ελλάδας, κ.λπ. Αυτό φανερώνει ότι υπάρχει πληθώρα μέτρων και έργων εξομάλυνσης των επιπτώσεων από πλημμύρες σε καμένες υδρολογικές λεκάνες, τα οποία εφαρμόζονται ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες κάθε λεκάνης. Με γνώμονα τα παραπάνω, γίνεται περιληπτική αναφορά σε όσο το δυνατόν περισσότερες κατηγορίες μέτρων και έργων, ώστε οι τεχνικοί κάθε περιοχής να μπορούν να επιλέξουν, ανάλογα με την περίπτωση που αντιμετωπίζουν, τα πιο αποτελεσματικά από αυτά.

Προστίθεται ακόμα πως κατά την επιλογή των μέτρων και έργων πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι παρακάτω ειδικές συνθήκες:

- Μια καμένη λεκάνη απορροής είναι ιδιαίτερα εύθραυστη και κάθε επέμβαση κατακερματίζει τα συσσωματώματα του εδάφους, με αποτέλεσμα τη δημιουργία εδαφικού υλικού, εύκολα μεταφερόμενου με επιφανειακή απορροή. Επομένως κάθε επέμβαση που έχει αντιπλημμυρικό ή άλλο σκοπό, πρέπει να γίνεται με ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην αυξάνονται τα «υποψήφια» προς μεταφορά εδαφικά υλικά.
- Σε κάθε υδρολογική λεκάνη μόνο ορισμένες θέσεις συμβάλλουν στη δημιουργία της πλημμυρικής απορροής από ένα επεισόδιο βροχής. Οι θέσεις αυτές πρέπει να εντοπίζονται και σ' αυτές να επικεντρώνεται η κατασκευή των έργων (Σχήμα 4).
- Το σύνολο των μέτρων και έργων σε καμένες λεκάνες απορροής, υπάγονται στην κατηγορία των «προσωρινών» και επομένως θα πρέπει η αποτελεσματικότητά τους να παραμείνει σε ισχύ τουλάχιστον μέχρι την αποκατάσταση της βλάστησης.

**Σχήμα 4.** Ζώνες τροφοδοσίας απορροής των υδατορευμάτων μιας υδρολογικής λεκάνης



- Το κόστος εξομάλυνσης των επιπτώσεων από πλημμύρες μιας καμένης λεκάνης απορροής είναι πολύ υψηλό και γι' αυτό θα πρέπει να καταβάλλεται ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε να χρησιμοποιούνται υλικά από την ίδια ή κοντινότερη περιοχή.

#### 4.2 Σκοπός των μέτρων και έργων

Τα μέτρα και έργα σε μία ορεινή λεκάνη απορροής μετά από πυρκαγιά έχουν ως σκοπό την εξάλειψη ή το μετριασμό των πλημμυρικών επιπτώσεων τόσο στο ορεινό όσο και στο αντίστοιχο πεδινό της τμήμα.

Ειδικότερα οι επεμβάσεις στοχεύουν:

- Στην αποφυγή δημιουργίας εκτεταμένης επιφανειακής απορροής και διάβρωσης του εδάφους στις πλαγιές της λεκάνης, από ισχυρή βροχόπτωση.
- Στην προστασία της κοίτης των υδατορευμάτων από διάβρωση και εκσκαφή και στη δημιουργία συνθηκών απόθεσης φερτών υλών.
- Στην ταμίευση όσο το δυνατόν μεγαλύτερου όγκου νερού και στη συγκράτηση υγρασίας από το έδαφος των πλαγιών και της κοίτης των υδατορευμάτων, για τη μείωση των πλημμυρικών παροχών στο στόμιο της λεκάνης.
- Στη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών αποκατάστασης και προστασίας της βλάστησης.

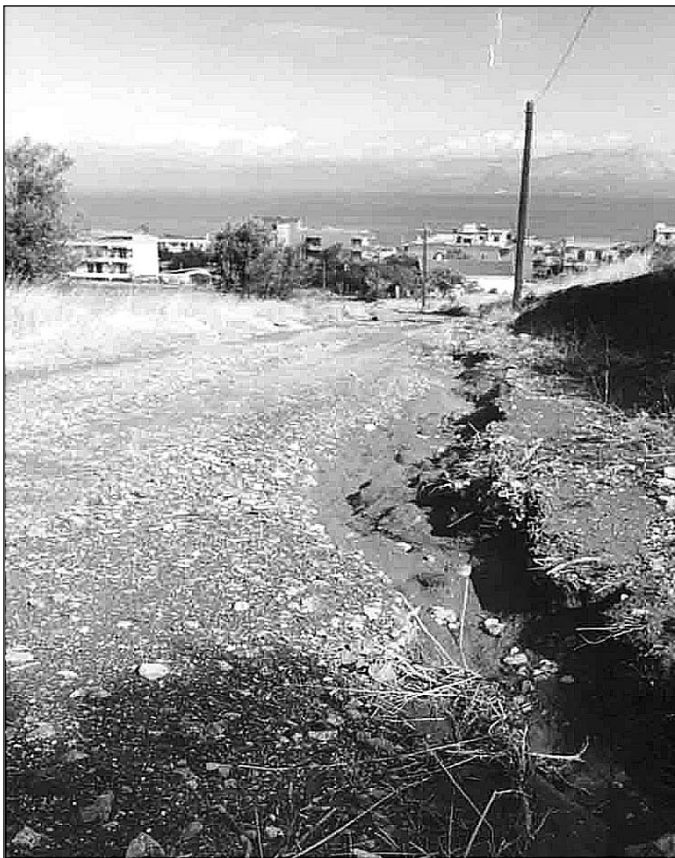
#### 4.3. Κατηγορίες και περιγραφή μέτρων και έργων

##### 4.3.1 Γενικά μέτρα και έργα

- Πλήρης απαγόρευση της βοσκής για προστασία της νέας βλάστησης και αποφυγή κατακερματισμού του καμένου εδάφους.
- Κήρυξη της περιοχής, αναδασωτέας.
- Αποφυγή διάνοιξης νέων δρόμων για να μην δημιουργηθούν καινούριες εστίες παραγωγής φερτών υλών (Φωτ. 1).
- Συντήρηση – βελτίωση του αποστραγγιστικού δικτύου των υπαρχόντων δρόμων, όπου η επιφανειακή απορροή από τα πρανή και το κατάστρωμα ρέει ανεξέλεγκτα και μπορεί να δημιουργήσει νέες κοίτες αυλάκων ή και υδατορευμάτων, στα κατάντη κάθε θέσης του δρόμου, όπου το επιτρέπουν οι τοπογραφικές συνθήκες και το κατάστρωμα (Φωτ. 2).
- Αποφυγή μετατόπισης της καμένης ξυλείας δια σύρσεως.
- Κήρυξη της καμένης περιοχής αναδασωτέας.



*Φωτογραφία 1. «Κατακερματισμός» καμένης πλαγιάς λεκάνης απορροής από τη διάνοιξη νέων δρόμων.*



*Φωτογραφία 2. Η έλλειψη αποστραγγιστικού δικτύου των δρόμων σε καμένες λεκάνες απορροής, είναι μια από τις αιτίες αύξησης της επιφανειακής απορροής και διάβρωσης του εδάφους.*

### 4.3.2. Έργα στις πλαγιές της λεκάνης

#### 4.3.2.1 Βιολογικά έργα

Στα βιολογικά έργα υπάγονται η σπορά και η φύτευση των καμένων λεκανών απορροής. Τα μέτρα αυτά σε καμένες λεκάνες αιιφύλλων πλατυφύλλων, δρυός, Χαλεπίου και Τραχείας πεύκης με καρποφορία κλπ, πιστεύουμε πως υπολείπονται σημαντικά σε αποτελεσματικότητα κατά των πλημμυρών, σε σχέση με τη φυσική εμφάνιση και εξέλιξη της βλάστησης και γι' αυτό δεν πρέπει να συνιστώνται. Υπάρχουν βέβαια και περιπτώσεις όπου η σπορά ή η φύτευση επιβάλλεται και κυρίως εκεί όπου η φυσική επανεγκατάσταση της βλάστησης σε μια καμένη λεκάνη απορροής είναι αβέβαιη και προβληματική (π.χ. στην περίπτωση πυρκαγιάς σε νεαρές συστάδες Χαλεπίου ή Τραχείας πεύκης, σε άγονα και βραχώδη εδάφη, σε θέσεις με απότομες κλίσεις, στα βραχώδη πρηνή των δρόμων κ.ά.) Ειδικότερα για την τελευταία περίπτωση και κυρίως, αν η περιοχή κατάντη της λεκάνης είναι οικιστική, πρέπει να εξετάζεται η φυτοκάλυψη των θέσεων αυτών και με υδροσπορά.

Επισημαίνεται ακόμη πως, σε αντίθεση με τις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν, η σπορά και κυρίως η φύτευση θεωρείται απαραίτητη σε καμένες λεκάνες απορροής ελάτης, αφού σ' αυτές η φυσική επανεγκατάσταση της βλάστησης είναι ιδιαίτερα δύσκολη και μακροχρόνια.

#### 4.3.2.2 Αγροτεχνικά – τεχνικά έργα

Τα έργα αυτά έχουν ως σκοπό την αποφυγή εμφάνισης επιφανειακής απορροής ή την μετατροπή αυτής σε υπεδάφια, την προστασία του εδάφους από τη διάβρωση, τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών για την εμφάνιση και ανάπτυξη της νέας βλάστησης και τη συγκράτηση φερτών υλών.

Επισημαίνεται ακόμα ότι στις μέρες μας, για την προστασία των εδαφών μιας καμένης λεκάνης απορροής ή μιας υποβαθμισμένης περιοχής γενικότερα, υπάρχει πληθώρα υλικών νέας τεχνολογίας. Στοιχεία για το κόστος προμήθειας και εγκατάστασης των υλικών αυτών δεν έχουμε διαθέσιμα. Όμως είναι απόλυτα αναγκαίο να γίνει αναφορά και στα υλικά αυτά και η χρήση τους ή όχι σε κάθε περίπτωση, μπορεί να εξετασθεί μετά από μελέτη των υπεύθυνων φορέων που αντιμετωπίζουν προβλήματα προστασίας εδαφών, σε καμένες ή υποβαθμισμένες λεκάνες απορροής.

Τα κυριότερα από τα έργα στις πλαγιές μιας λεκάνης απορροής είναι:

##### 4.3.2.2.1 Κορμοδέματα

Τα κορμοδέματα χρησιμοποιούνται σε πολλές καμένες λεκάνες απορροής της

Ελλάδας από το 1995, ενώ στην Αμερική χρησιμοποιήθηκαν για πρώτη φορά γύρω στο 1985. Η αποτελεσματικότητά τους όμως δέχεται συχνά στη χώρα μας αρνητική κριτική. Η κριτική αυτή κατά τη γνώμη μας, απορρέει περισσότερο από την αναποτελεσματικότητα των έργων λόγω της πλημμελούς επίβλεψης και επομένως μη εφαρμογής των κανόνων κατασκευής τους, παρά από την πραγματική ακαταλληλότητα αυτών για το σκοπό που κατασκευάζονται (Φωτ. 3Α, 3Β).



**Φωτογραφία 3Α.**  
*Κανονική κατασκευή  
κορμοδεμάτων.*



**Φωτογραφία 3Β.**  
*Κατασκευή κορμοδεμάτων  
που δεν ενδείκνυται.*

Για το λόγο αυτό κατά την κατασκευή των συγκεκριμένων έργων πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη σημασία:

- *Στην επιλογή των θέσεων κατασκευής τους*

Αναφέρθηκε προηγουμένα πως στη δημιουργία της πλημμυρικής απορροής μιας λεκάνης από ένα επεισόδιο βροχής, δεν συνεισφέρουν όλες οι θέσεις της ομοιόμορφα. Ειδικότερα η πλημμυρική απορροή προέρχεται από θέσεις εκατέρωθεν και κατά μήκος των υδατορευμάτων της και κυρίως εκείνων που βρίσκονται κοντά στο στόμιο της λεκάνης. Στις θέσεις αυτές δημιουργείται κατά κανόνα και επιφανειακή απορροή και συνεπώς το έδαφος κινδυνεύει από διάβρωση. Οι περιοχές αυτές καλούνται «θέσεις τροφοδοσίας των υδατορευμάτων» (Σχήμα 4) και εκεί πρέπει να επικεντρώνεται η κατασκευή των κορμοδεμάτων.

Η τακτική κατασκευή κορμοδεμάτων σε ολόκληρη την επιφάνεια της λεκάνης απορροής δεν συνιστάται, αφού εκτός από την οικονομική επιβάρυνση των έργων, πολλά από αυτά δεν έχουν κανένα θετικό αποτέλεσμα στην ελάφρυνση των πλημμυρικών φαινομένων. Γενικότερα, δε συνιστάται η κατασκευή κορμοδεμάτων στις ψηλότερες θέσεις της λεκάνης (κορυφές), στα κυρτά τμήματα (ράχες), στα βαθιά εδάφη, σε θέσεις πετρώδεις ή με κυματοειδή επιφάνεια, σε

αββεστολιθικά πετρώματα και γενικά σε θέσεις που δε δημιουργείται επιφανειακή απορροή ή τα κορμοδέματα δε μπορεί να έχουν καλή επαφή με το έδαφος.

• *Στο υλικό κατασκευής τους*

Τα δένδρα (πεύκα, έλατα) που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κορμοδεμάτων πρέπει να είναι ευθυτενή και όσο το δυνατόν μεγαλύτερης διαμέτρου. Η ρύψη τους και η τοποθέτησή τους να γίνεται κατά την έννοια των χωροσταθμικών καμπυλών της πλαγιάς. Η αποκλάδωση πρέπει να γίνεται σύρριζα στον κορμό. Δε συνιστάται η χρησιμοποίηση κορμών διαμέτρου μικρότερης των 15-20 εκατοστών.

• *Στις μεθόδους κατασκευής τους*

- Οι κορμοί πρέπει να τοποθετούνται στην πλαγιά κατά την έννοια των χωροσταθμικών καμπυλών και να έχουν μηδενική κλίση. Η στερέωση γίνεται με πασσάλους.
- Μικρό μήκος κορμών (2-3 m) και μικρή ανασκαφή του εδάφους επιτρέπει καλύτερη επαφή με αυτό και ασφαλέστερη συγκράτηση των φερτών υλών και της επιφανειακής απορροής.
- Ξηρό χόρτο ή άχυρο έχει τοποθετηθεί ανάντη των κορμών σε πολλές, χώρες για αποδοτικότερη λειτουργία των κατασκευών.
- Οι συνενώσεις (αρμοί) των κορμών δεν πρέπει να επιτρέπουν την παράυρση εδαφικού υλικού προς τα κατόντη.
- Όταν τοποθετούνται δύο ή περισσότεροι κορμοί υπό μορφή δέματος, η σύνδεση πρέπει να είναι συμπαγής για τη συγκράτηση των φερτών υλών.
- Ύψος κορμοδεμάτων 25-30 εκατοστών και ανάλογα βέβαια με τη θέση κατασκευής, θεωρείται ικανοποιητικό για την επίτευξη των στόχων κατασκευής.
- Η απόσταση μεταξύ των κορμών επιλέγεται ανάλογα με την κλίση και υφή του εδάφους, τις εντάσεις και τη διάρκεια των βροχών που επικρατούν στην περιοχή κατασκευής, τη διάμετρο των κορμών, την ύπαρξη οικισμών κατόντη της καμένης περιοχής, τις διαθέσιμες πιστώσεις κλπ.
- Η έναρξη κατασκευής των σειρών γίνεται από τα ανάντη προς τα κατόντη της πλαγιάς.
- Οι συνδέσεις των κορμών αρμοί της μιας σειράς πρέπει να αντιστοιχούν στο μέσον του κορμού της επόμενης σειράς.
- Το παραμένον ανώτερο και λεπτό τμήμα κάθε κορμού, τοποθετείται κάθετα προς την κορμοσειρά στα σημεία ενώσεως των κορμών, για καλύτερη συγκράτηση και σταθεροποίηση των φερτών υλών.
- Οι κλάδοι των χρησιμοποιηθέντων κορμών πρέπει να επιστρώνονται σε θέ-

σεις με αυλακωτή διάβρωση (μονοπάτια, σύρτες μετατόπισης ξυλείας) και έχοντας τη βάση τους προς τα καπάντη (κλαδοτρώματα). Η στερέωση γίνεται με λίθους ή παυσάλους.

- Τα κορμοδέματα διαρκούν 3-4 χρόνια και κατά το διάστημα αυτό πρέπει να έχει επανεγκατασταθεί η βλάστηση για την προστασία του εδάφους της λεκάνης από τη διάβρωση (Φωτ. 4).



**Φωτογραφία 4.** Επανεγκατάσταση της βλάστησης και αναπλήρωση του σκοπού κατασκευής των κορμοδεμάτων (Μενίδι Ν. Άρτας).

#### 4.3.2.2. Κλαδοπλέγματα

Τα κλαδοπλέγματα αποτελούν πολύ καλό μέσο προστασίας του εδάφους από τη διάβρωση, εφόσον κατασκευάζονται από κατάλληλα υλικά (χλωροί και εύκαμπτοι κλάδοι από πλάτανο, ακακία, ιτιά, σκλήθρο, λυγαριά, κουμαριά κ.λπ.). Τέτοια όμως υλικά σε μια καμένη λεκάνη απορροής δεν υπάρχουν και κατά συνέπεια η κατασκευή τους είναι δύσκολη έως αδύνατη.



**Φωτογραφία 5.** «Κλαδοπλέγματα» υπό μορφή κλαδοσωρού. Δεν ενδείκνυται για την εκπλήρωση του σκοπού κατασκευής τους.



Αντί των κλαδοπλεγμάτων, σε πολλές περιπτώσεις καμένων λεκανών απορροής στην Ελλάδα, χρησιμοποιήθηκαν οι κλαδοσωροί από καμένους κλάδους. Τέτοια έργα κατασκευάστηκαν κατά την έννοια των χωροσταθμικών καμπυλών και δεν είχαν καμία σύνδεση με το έδαφος, καθώς και μεταξύ τους, λόγω έλλειψης φύλλων και κλαδίσκων. Κατά συνέπεια η αποτελεσματικότητά τους ήταν ελάχιστη έως αρνητική, αφού αποτελούν και εύφλεκτο υλικό για μελλοντικές πυρκαγιές. Συνέχιση της χρήσης αυτών των μέτρων δε συνιστάται (Φωτ. 5).

#### *4.3.2.2.3. Τοίχοι από ξηρολιθοδομή*

Οι τοίχοι αυτοί κατασκευάζονται παράλληλα προς τις χωροσταθμικές καμπύλες και η επιλογή τους ως μέτρο προστασίας, καθορίζεται κυρίως από την ύπαρξη διαθέσιμων λίθων στην περιοχή.

Οι θέσεις κατασκευής τους στη καμένη λεκάνη καθορίζονται με τα κριτήρια των κορμοδεμάτων. Οι τοίχοι μπορεί να είναι συνεχόμενοι ή διακοπτόμενοι. Το μήκος τους εξαρτάται από τη μορφολογία και τοπογραφία των θέσεων της λεκάνης και το ύψος τους μπορεί να ανέρχεται έως τα 50 εκατοστά, ανάλογα με την απόσταση μεταξύ τους. Το μικρό γενικά ύψος προτιμάται, αφού εκπληρούν το σκοπό της κατασκευής τους και επιπλέον καλύπτονται σύντομα από την αναπτυσσόμενη βλάστηση. Έτσι η αισθητική του τοπίου αποκαθίσταται. Οι τοίχοι από ξηρολιθοδομή πλεονεκτούν έναντι των κορμοδεμάτων αφού παρουσιάζουν μεγάλη ελαστικότητα και λόγω της μεγάλης διάρκειας, εκπληρούν τον προστατευτικό τους σκοπό μετά και από νέα πυρκαγιά.

Λόγω έλλειψης λίθων και κορμών σε μια καμένη λεκάνη απορροής και ανάλογα με την σπουδαιότητα της κατάντη περιοχής για προστασία, παρόμοιοι τοίχοι είναι δυνατόν να κατασκευασθούν με σάκους άμμου, σκύρων και μετσιμεντόλιθους.

#### *4.3.2.2.4. Φράγτες από συρματόπλεγμα και ξύλινους πασσάλους*

Για την κατασκευή τους τοποθετούνται κατακόρυφα στο έδαφος και κατά την έννοια των χωροσταθμικών καμπυλών, ξύλινοι πάσσαλοι ανά 50 εκ. περίπου και ύψους 40-50 εκατοστών. Στα ανάντη αυτών προσαρμόζεται συρματίνο πλέγμα του ίδιου ύψους (σίτα) με βρόγχους 1,5 – 2 εκατοστών και εσωτερικά ενισχύεται με μικρούς λίθους, κλάδους, φύλλα, χώμα κ.λπ. Με τον τρόπο αυτό συγκρατείται σημαντική ποσότητα φερτών υλών κατά τη διάρκεια μεγάλων επεισοδίων βροχής. Το μέτρο αυτό δεν είναι γενικά περιβαλλοντικά αποδεκτό.

#### 4.3.2.2.5. Βαθμίδες και αυλάκες

Η κατασκευή βαθμίδων και αυλάκων κατά την έννοια των χωροσταθμικών καμπυλών πρέπει να εξετάζεται σε πλαγιές καμένων λεκανών απορροής με μικρή κλίση ώστε να είναι δυνατή η προσπέλαση και λειτουργία ειδικού μηχανήματος.

Σκοπός των έργων αυτών είναι η συγκράτηση επιφανειακής απορροής, φερτών υλών και η διάσπαση του υδροφόρου στρώματος του εδάφους, που συχνά δημιουργείται μετά από πυρκαγιά.

Το μήκος των βαθμίδων εξαρτάται από τη γεωμορφολογία και τοπογραφία των πλαγιών, το δε πλάτος τους από τις διαστάσεις του μηχανήματος κατασκευής (2,5 – 3,0 μέτρα).

Η κλίση των βαθμίδων πρέπει να είναι αρνητική ώστε να ανταποκρίνονται στο σκοπό της κατασκευής τους.

Μειονέκτημα των παραπάνω έργων είναι η ισχυρή διατάραξη του εδάφους και γι' αυτό η επιλογή τους πρέπει να γίνεται σε περίπτωση αποκλεισμού άλλων προστατευτικών έργων. Επίσης δεν πρέπει να επιχειρείται η κατασκευή τους σε λεκάνες με ασβεστολιθικά πετρώματα.

#### 4.3.2.2.6. Άλλα έργα προστασίας των πλαγιών

Κατά καιρούς έχουν εφαρμοσθεί σε διάφορες χώρες και οι παρακάτω τεχνικές για την προστασία του εδάφους σε πλαγιές καμένων λεκανών:

- Διασκορπισμός κομμένου χόρτου ή άχυρου στις πλαγιές και ανάμειξη με το έδαφος.
- Υλοτομία των καμένων δένδρων, ρήψη κατά τις χωροσταθμικές καμπύλες, πλήρης αποκλάδωση και παραμονή του υλικού στο έδαφος.
- Διάνοιξη τάφρων-δεξαμενών για την ταμίευση της επιφανειακής απορροής και των φερτών υλών.

#### 4.3.2.2.7. Προστασία του εδάφους των πλαγιών και των προανών δρόμων καμένων λεκανών απορροής με υλικά νέας τεχνολογίας

Στην κατηγορία των υλικών νέας τεχνολογίας για την προστασία του εδάφους υπάγονται οι γεωκνυφές, τα γεωφάσματα, τα βιοπλέγματα, τα προφυτευμένα στρώματα κ.λπ. Αυτά αποτελούνται από πλέγματα γιούτας, ίνες καρύδας, άχυρο, συνθετικές ίνες ή και άλλα υλικά.

Σκοπός τους είναι η συγκράτηση του εδάφους στη θέση του μετά την πυρκαγιά μέχρι την επανεγκατάσταση της βλάστησης. Τα υλικά αυτά συνήθως προσφέρονται υπό μορφή ρολών και ανάλογα με την κατηγορία τους, είναι δυνατόν πρώτα να γίνει σπορά με αυτόχθονα φυτικά είδη στις θέσεις τοποθέτησης. Στη συνέχεια οι ρολοί τοποθετούνται κατά τη μέγιστη κλίση της πλαγιάς και

στερεώνονται με δίχαλα. Τα υλικά κατασκευής τους παρουσιάζουν επίσης μεγάλη ικανότητα προσρόφησης του νερού της βροχής και έτσι εγγυώνται την επιτυχία της σποράς, που πραγματοποιείται στο σύνολο των περιπτώσεων στην επιφάνειά τους. Πριν τη σπορά, η κάλυψη των υλικών με λεπτό στρώμα εδάφους, καλά συμπιεσμένου, έχει δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα. Τα υλικά έχουν διάρκεια ζωής 1-5 έτη και μετά αποσυντίθενται.

Πληροφορίες για τη δαπάνη αγοράς και τοποθέτησης αυτών των υλικών σε υδρολογικές λεκάνες, δεν υπάρχουν διαθέσιμες. Υποστηρίζουμε όμως ότι, σε περίπτωση προστασίας κατοικημένων κυρίως περιοχών, πρέπει να εξετάζονται και οι παραπάνω εναλλακτικές λύσεις.

#### **4.4 Μέτρα και έργα στο υδρογραφικό δίκτυο της καμένης λεκάνης απορροής**

Αυτά έχουν ως σκοπό την προστασία του πυθμένα και των πρηνών της κοίτης των υδατορευμάτων από διάβρωση και εκσκαφή, καθώς και την απόθεση – συγκράτηση φερτών υλών.

Στα μέτρα περιλαμβάνεται η διατήρηση των πεσμένων κορμών στην κοίτη των υδατορευμάτων και των κλάδων ή άλλων υλικών, που συγκρατήθηκαν ανάντη (έμπροσθεν) αυτών. Τα εμπόδια αυτά λειτουργούν ως απλής μορφής φράγματα με όλες τις θετικές συνέπειες.

Οι κυριότερες κατηγορίες των έργων στο υδρογραφικό δίκτυο είναι:

##### **4.4.1 Φράγματα από κορμούς καμένων δένδρων (κορμοφράγματα)**

Κατασκευάζονται σε κατάλληλες θέσεις του ανώτερου τμήματος των υδατορευμάτων και πιο συγκεκριμένα σε υδατορεύματα 1ης και 2ης τάξης.



**Φωτογραφία 6Α.**  
Κανονική κατασκευή  
κορμοφράγματος.



**Φωτογραφία 6Β.**  
Κατασκευή κορμοφράγματος  
που δεν ενδείκνυται.

Οι κορμοί τοποθετούνται κατακόρυφα ή παράλληλα προς τη διατομή του υδατορεύματος και στερεώνονται στα προνή και τον πυθμένα της κοίτης. Πρέπει να γίνεται ιδιαίτερη επίβλεψη των κατασκευαστών ώστε να ακολουθούνται οι ορθοί κανόνες κατασκευής και κυρίως η καλή συνοχή των κορμών για συγκράτηση των φερτών υλών (Φωτ. 6Α, 6Β).

#### 4.4.2 Φράγματα από ξηρολιθοδομή

Η επιλογή των συγκεκριμένων φραγμάτων στηρίζεται στην ύπαρξη διαθέσιμων λίθων στην περιοχή. Η κατασκευή τους πρέπει να ακολουθεί τους γνωστούς κανόνες, ώστε να αυξάνεται η διάρκεια λειτουργίας και η αποτελεσματικότητά τους.

#### 4.4.3 Ξυλόλιθινα φράγματα

Η διαθεσιμότητα ικανής ποσότητας κορμών καμένων δένδρων και λίθων στην περιοχή, είναι ο κυριότερος παράγοντας επιλογής αυτών των έργων.

#### 4.4.4 Φράγματα από συρματόπλεκτα κιβώτια

Η κατασκευή τους επιλέγεται όταν υπάρχουν διαθέσιμοι λίθοι μικρών διαστάσεων.

#### 4.4.5 Φράγματα από σάκους άμμου ή σκύρων

Τα συγκεκριμένα έργα μπορεί να κατασκευασθούν σε καμένες λεκάνες απορροής που δεν παρέχουν κανένα επιτόπιο υλικό για την κατασκευή φραγμάτων. Τέτοιες περιπτώσεις είναι η εκδήλωση πυρκαγιάς σε γαιώδεις λεκάνες και με βλάστηση νεαρής ηλικίας.

#### 4.4.6 Φράγματα από σκυρόδεμα ή λιθοδομή

Η χωρητικότητα συγκράτησης φερτών υλών των προηγούμενων φραγμάτων είναι δυνατόν να καλυφθεί κατά τη διάρκεια μεγάλων επεισοδίων βροχής και τα υπόλοιπα υλικά να παρασυρθούν προς τα κατάντη της κοίτης του υδατορεύματος. Για το λόγο αυτό, αλλά και για τη συγκράτηση των επιπρόσθετων υλικών από τα χαμηλότερα σημεία της λεκάνης και του υδατορεύματος, προτείνεται η κατασκευή φραγμάτων μεγαλύτερης διάρκειας και με ταμειυτήρα μεγαλύτερης χωρητικότητας. Ως υλικό κατασκευής αυτών των φραγμάτων συνιστάται το σκυρόδεμα ώστε να μειώνεται σημαντικά ο χρόνος κατασκευής τους πριν την έναρξη της βροχερής περιόδου (Φωτ. 7). Ιδιαίτερη σημασία πρέπει να δίνεται στην επιλογή της θέσης κατασκευής των συγκεκριμένων φραγμάτων και να επι-

βλέπεται η κατασκευή τους για την εφαρμογή των απαραίτητων κανόνων. Μειονέκτημα του σκυροδέματος είναι η μη συμβατότητα με το περιβάλλον. Καθώς τα φράγματα αυτά όμως είναι μεγάλης διάρκειας, συνιστάται, σε ένα μεταγενέστερο στάδιο, η κάλυψη της καπάντη πλευράς και της στέψης με πλάκες. Η εγκατάσταση βλάστησης στα πρανή της κοίτης του υδατορεύματος κοντά στα φράγματα, είναι μια άλλη τεχνική για την εξομάλυνση της μη συμβατότητας με το περιβάλλον. Παρόμοια φράγματα θα ήταν δυνατόν να κατασκευασθούν και από λιθοδομή, ώστε να έχουν καλύτερη περιβαλλοντική προσαρμογή. Όμως, η πίεση του χρόνου για να αποπερατωθεί η κατασκευή πριν την έναρξη των βροχών, μειώνει τις πιθανότητες επιλογής τους.



*Φωτογραφία 7. Κατασκευή φραγμάτων από σκυρόδεμα στα όρια ορεινής και πεδινής λεκάνης για τη συγκράτηση φερτών υλών μετά από πυρκαγιά (Φράγματα ΕΥΔΑΠ στην Αττική).*

#### *4.4.7. Φράγματα ανάσχεσης της πλημμυρικής απορροής*

Όλα τα έργα που αναφέρθηκαν προηγούμενα συμβάλλουν οπωσδήποτε στη μόνιμη ή προσωρινή συγκράτηση μιας σημαντικής ποσότητας βροχής και φερτών υλών από ένα μεγάλο επεισόδιο που δέχεται η λεκάνη. Για λόγους όμως μεγαλύτερης ασφάλειας των πεδινών γεωργικών και οικιστικών περιοχών, μια λύση είναι η κατασκευή ενός ή περισσότερων μεγάλων φραγμάτων για την προσωρινή ταμίευση και τη βαθμιαία απελευθέρωση (ανάσχεση) ενός άλλου μέρους της απορροής που θα διέλθει από τις θέσεις κατασκευής τους.

Τα φράγματα ανάσχεσης κατασκευάζονται σε θέσεις που έχουν προσπέλαση οχημάτων και η γεωμορφολογία τους επιτρέπει την ταμίευση μεγάλων όγκων απορροής (Φωτ. 8). Ως υλικό κατασκευής αυτών των έργων χρησιμοποιείται το σκυρόδεμα, για λόγους κυρίως ταχείας αποπεράτωσης. Μετά την κατασκευή τους είναι απαραίτητη η φύτευση κατάλληλων ειδών για περιβαλλοντικούς-αισθητικούς λόγους.

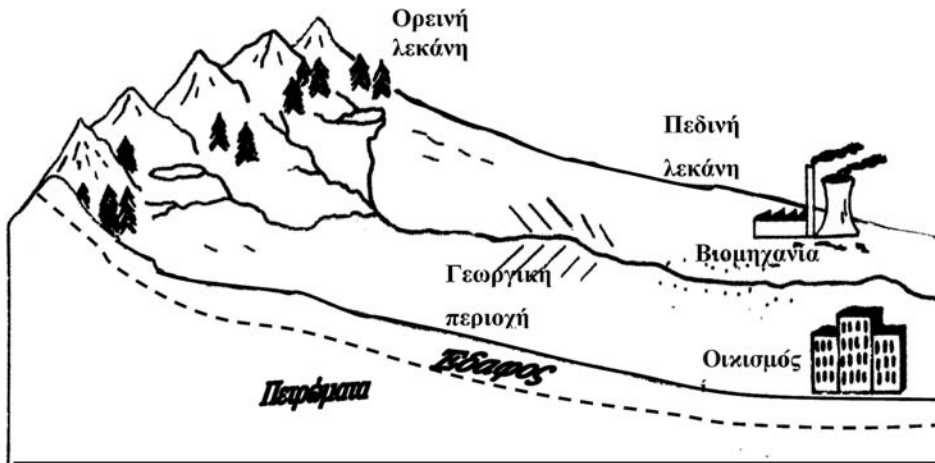


*Φωτογραφία 8. Φράγματα ανάσχεσης (προσωρινής συγκράτησης) πλημμυρικής απορροής μετά από πυροκαγιά στα όρια της ορεινής και πεδινής λεκάνης (περιοχή Στυλίδας).*

## **5. Ανάγκη αντιμετώπισης των πλημμυρικών φαινομένων σε επίπεδο λεκάνης απορροής**

Τα αντιδιαβρωτικά και αντιπλημμυρικά έργα που προτείνονται σε μια λεκάνη απορροής ανταποκρίνονται πάντοτε στους σκοπούς κατασκευής τους όταν το ύψος βροχής ενός επεισοδίου δεν ξεπερνάει τις δυνατότητες που έχουν να τη συγκρατήσουν. Όμως, κάθε περιοχή δέχεται ως γνωστό, ανά ακαθόριστα συνήθως χρονικά διαστήματα και πολύ υψηλότερα ύψη βροχής από τα συνηθισμένα. Τέτοιες βροχές εκδηλώνονται όταν επικρατούν ακραίες μετεωρολογικές συνθήκες. Στην περίπτωση αυτή, «μετά το γέμισμα του υδρολογικού βάθους» της καμένης λεκάνης όπου κατασκευάστηκαν τα έργα, το υπόλοιπο της απορροής, υπακούοντας τον αέναο νόμο λειτουργίας των υδατορευμάτων, θα κατευθυνθεί προς την κοίτη της πεδινής γεωργικής ή κατοικημένης περιοχής της λεκάνης και θα καταλήξει τελικά σε κάποιο φυσικό αποδέκτη. Η εξέλιξη αυτή θα είναι βέβαια φυσιολογική, εφόσον η πεδινή κοίτη δεν έχει δεχθεί ανθρώπινες παρεμβάσεις που να έχουν μειώσει ή εξαφανίσει τη χωρητικότητά της. Στην αντίθετη περίπτωση, η απορροή του υδατορεύματος θα καλύψει τις πεδινές γεωργικές και αστικές περιοχές με τα γνωστά πλημμυρικά φαινόμενα που εκδηλώνονται τελευταία σε πολλές περιοχές της Ελλάδας. Τονίζεται όμως, ότι η απορροή αυτή θα είναι πολύ μικρότερη εκείνης χωρίς την κατασκευή των έργων αντιδιαβρωτικής και αντιπλημμυρικής προστασίας στην ορεινή λεκάνη.

Οι παραπάνω απόψεις κάνουν επιτακτική την ανάγκη αντιμετώπισης των πλημμυρικών και λοιπών υδατικών προβλημάτων μιας περιοχής, σε επίπεδο υδρολογικής λεκάνης και όχι μόνο για το ορεινό ή πεδινό της τμήμα (Σχήμα 5). Η ανάγκη που αναφέρθηκε αναγνωρίζεται και από όλες τις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης και περιλαμβάνεται στην οδηγία της 2000/60/EK που αφορά τον τομέα της πολιτικής των υδάτων.



Σχήμα 5. Η αντιμετώπιση των πλημμυρικών επιπτώσεων πρέπει να γίνεται πάντοτε σε επίπεδο λεκάνης απορροής (ορεινή και πεδινή).

## 6. Η συμμετοχή των πολιτών στην αντιπλημμυρική προστασία

Είναι επίσης πολύ σημαντικό να επισημανθεί ακόμα, πως και η κατασκευή αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων στην ορεινή και πεδινή λεκάνη, δεν εξαλείφει τελείως τις επιπτώσεις από πολύ ακραία επεισόδια βροχής. Γι' αυτό πρέπει να ενημερώνονται και οι πολίτες πώς να αντιδρούν στα επεισόδια αυτά και τι μέτρα να λαμβάνουν πριν και κατά την εκδήλωσή τους. Πρέπει επίσης να τους γνωστοποιείται πως η φύση επαναφέρει κάθε διατάραξη της φυσικής της ισορροπίας με τρόπο βίαιο και ασυγκράτητο. Επομένως, είναι μέγα λάθος οι παρεμβάσεις στις κοίτες των υδατορρευμάτων, αφού κάποια χρονιά στο μέλλον, η πλημμυρική απορροή θα σαρώσει τα πάντα για να ανοίξει την τεχνητά μπαζωμένη κοίτη που διαμόρφωσαν οι γεωμορφολογικές και κλιματικές συνθήκες της περιοχής στο διάβα του χρόνου.

Όμως και οι πολιτικοί πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τη γνώμη των ειδικών και να μην αλλάζουν τα αντιπλημμυρικά τους προγράμματα, όταν αλλάζουν οι σύμβουλοι και οι υπουργοί, ή όταν άλλο κόμμα έρχεται στην εξουσία. Και αφού εφαρμοσθούν όλα όσα αναφέρθηκαν στην εργασία αυτή, ως προετοιμαστούμε να υποφέρουμε και να υπομείνουμε τη σπάνια πλημμύρα για την οποία κανένα μέτρο δεν μπορεί να ληφθεί λόγω του μεγάλου κόστους. Στην περίπτωση αυτή ως θεωρήσουμε το τίμημα των επιπτώσεων ως «ενοίκιο» στον όμορφο πλανήτη που κατοικούμε.

## 7. Συμπερασματικές προτάσεις

Η καταστροφή της δασικής βλάστησης μιας λεκάνης απορροής από πυρκαγιά και η εκδήλωση ισχυρών βροχών σε σύντομο σχετικά χρονικό διάστημα από τη φωτιά, συμβάλλουν στη δημιουργία πλημμυρών με σοβαρές συνέπειες τόσο για την καμένη λεκάνη, όσο και για την αντίστοιχη πεδινή περιοχή. Επομένως, η λήψη και κατασκευή των αναγκαίων μέτρων και έργων αντίστοιχα στην καμένη περιοχή, είναι υψηλής προτεραιότητας.

Είναι όμως πιθανό στην καμένη περιοχή να μην εκδηλωθούν ισχυρές βροχές επί ένα, δύο ή και περισσότερα χρόνια, η δε βλάστηση να αποκατασταθεί κανονικά και να προσφέρει αντιπλημμυρική προστασία. Το γεγονός αυτό ίσως μας θέσει προ διλήμματος για την κατασκευή ή όχι αντιπλημμυρικών έργων. Όμως, ο χαοτικός χαρακτήρας των βροχών και των καιρικών φαινομένων γενικότερα, καθώς και η ανάγκη προστασίας των κατάντη της καμένης λεκάνης γεωργικών και οικιστικών περιοχών, επιβάλλει πάντοτε τη λήψη και κατασκευή αντιπλημμυρικών μέτρων και έργων.

Τα αντιπλημμυρικά μέτρα σε μια λεκάνη απορροής μετά από πυρκαγιά είναι καθορισμένα και τα σπουδαιότερα από αυτά πιστεύουμε πως έχουν αναφερθεί στην παρούσα εργασία. Η κατάσταση όμως παρουσιάζεται πιο περίπλοκη με τα έργα, αφού κάθε λεκάνη απορροής έχει τα δικά της χαρακτηριστικά και επικρατούν ειδικές συνθήκες, με αποτέλεσμα να είναι δύσκολη η πρόταση κατασκευής συγκεκριμένων έργων. Για το λόγο αυτό έγινε περιληπτική αναφορά σε όσο το δυνατόν περισσότερες κατηγορίες αντιδιαβρωτικών και αντιπλημμυρικών έργων, ώστε οι τεχνικοί μιας περιοχής να επιλέγουν εκείνα, που ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά της υπό εξέταση καμένης λεκάνης απορροής. Σχετικά με την επιλογή αυτή επισημαίνονται τα ακόλουθα:

- Τα αγροτεχνικά-τεχνικά έργα στις πλαγιές της λεκάνης δεν πρέπει να επεκτείνονται σε ολόκληρη την επιφάνεια αυτών αλλά μόνο σε εκείνες τις θέσεις, που είναι πολύ πιθανό ότι συμβάλλουν στη δημιουργία της απορροής των υδατορευμάτων της. Ο περιορισμός αυτός συμβάλλει στη βελτίωση της αποδοτικότητας των έργων, στη δυνατότητα καλύτερης επίβλεψης και συνεπώς καλύτερης κατασκευής αυτών και στη μείωση του κόστους τους. Η πρόταση αυτή αφορά κυρίως στα κορμοδέματα.
- Πριν την απόφαση επιλογής κορμοδεμάτων, συνιστάται να εξετάζονται οι «κανόνες επιλογής» τους και κυρίως να προτιμώνται κορμοί ευθυτενείς, μήκους 2-3 μέτρων και διαμέτρου τουλάχιστον 15-20 εκατοστών. Ύψος κορμοδεμάτων 25-30 εκατοστών θεωρείται γενικά ικανοποιητικό. Επιπλέον συνιστάται συνεχής επίβλεψη των τεχνιτών ώστε τα έργα να μην γίνονται ελαττωματικά.
- Τα έργα στις πλαγιές και την κοίτη των υδατορευμάτων και κυρίως τα κορμοδέματα και κορμοφράγματα, είναι «προσωρινά» αφού θα αποσυντεθούν



σε 3-4 χρόνια. Επομένως σε αυτό το χρονικό διάστημα πρέπει να έχει αποκατασταθεί οπωσδήποτε η βλάστηση, ώστε να αναλάβει το ρόλο της.

- Τα κορμοφράγματα στις κοίτες μικρών υδατορευμάτων συγκρατούν πάντοτε μεγάλη ποσότητα φερτών υλών. Μετά την αποσύνθεση όμως του ξύλου, είναι πολύ πιθανόν ορισμένες από αυτές να παρασυρθούν προς τα κατάντη, σε περίπτωση εκδήλωσης ισχυρής βροχής. Για το λόγο αυτό συνιστάται και η κατασκευή μεγαλύτερων φραγμάτων από σκυρόδεμα ή λιθοδομή στην κοίτη του υδατορεύματος μιας καμένης λεκάνης, για τη συγκράτηση των φερτών υλών των κορμοφραγμάτων και από μελλοντικές πλημμύρες.
- Ιδιαίτερη σημασία πρέπει επίσης να δίνεται και στο υλικό κατασκευής των έργων, ώστε αυτά να είναι «περιβαλλοντικά» αποδεκτά.
- Κατά την αντιπλημμυρική προστασία μιας ορεινής καμένης λεκάνης απορροής, πρέπει πάντοτε να εξετάζεται και η αντίστοιχη πεδινή και γενικά όλα τα μέτρα και έργα να εξετάζονται σε επίπεδο ολόκληρης της λεκάνης απορροής. Η αναγκαιότητα αυτή γίνεται αντιληπτή αν λάβουμε υπόψη πως όσα μέτρα και έργα αν ληφθούν ή κατασκευασθούν, αντίστοιχα, στην ορεινή λεκάνη, ένα μέρος της πλημμυρικής απορροής από ισχυρή βροχή θα καταλήξει στις γεωργικές ή οικιστικές περιοχές. Κατά συνέπεια «η ύπαρξη κοίτης» του υδατορεύματος αναλόγου χωρητικότητας στην πεδινή ζώνη, για τη μεταφορά της απορροής σε κάποιο τελικό αποδέκτη, είναι επιβεβλημένη.
- Η συμμετοχή των πολιτών στην εξάλειψη ή εξομάλυνση των επιπτώσεων των πλημμυρών μετά από πυρκαγιά (ή οποιαδήποτε άλλη αιτία) επιφέρει πολύ σημαντικά θετικά αποτελέσματα. Επομένως η ενημέρωση και εκπαίδευση των πολιτών από τους αρμόδιους τεχνικούς, εκ των προτέρων, για τον τρόπο αντίδρασής τους σε περίπτωση πλημμύρας, είναι σημαντικότερη υποχρέωση αλλά και καθήκον τους.

### **Βιβλιογραφία**

- DeBano L.F. (1981): «Water repellent soils: a state of the art». Gen. Tech. Rep. PSW – 46. Berkley, CA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific South – West Forest and Range Experiment Station, pp. 21.
- Dennis N. (1989): «The effects of fire on watersheds: A summary». USDA Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-109, pp. 92-94.
- FAO (1985): «Soil conservation and management in developing countries». FAO, Soils Bulletin 33, Report of an Expert Consultation held in Rome 22-26 November 1976, pp. 211.
- FAO (1985): «Watershed development with special reference to soil and water conservation». FAO, *Soil Bulletin* 44, pp. 257.
- Indar M., Wittenberg L., and Tamir M. (1997): «Soil erosion and Forestry management after wildfire in a Mediterranean woodland», Mt. Carmel, Israel. *Int. J. Wild land Fire*, 7(4):285-294.

- MacDonald L.E. (1989): «Rehabilitation and recovery following wild fires: A synthesis». USDA, Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-109, pp. 141-144.
- Marques M.A. and Mora E. (1992): «The influence of aspect on runoff and soil loss in a Mediterranean burnt forest (Spain)» *Catena*, 19: 333-334.
- Nasseri I. (1989): «Frequency of floods – from a burned chaparral watershed». USDA, Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-109, pp. 68-71.
- Robichaud P.R. (2000): «Fire effects on infiltration rates after prescribed fire in Northern Rocky Mountain Forest», *MSA, Journal of Hydrology*, 231-232: 220-229.
- Smith M.E. and Wright K.A. (1989): «Emergency watershed protection measures in highly unstable terrain on the Blake Fire, Six Rivers National Forest». USDA, Forest Service Gen. Tech. Rep. PSW-109, pp. 103-108.
- Simanton J.R., Wingate G.D. and Weltz M.A. (1988): «Runoff and sediment from a burned Sagebrush community». Proceedings of the Symposium on Effects of Fire Management of South Western Natural Resources. USDA, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station, General Tech. Rep. RM-191, pp. 180-185.
- Townsend S.A. and Douglas M.M. (2000): «The effect of three fire regimes on stream water quality, water yield and export coefficients in a tropical savanna (northern Australia)». *Journal of Hydrology*, 229: 118-137.
- Βουζαράς Αλ. (1981): «Μεταβολή υδρολογικών χαρακτηριστικών μετά από πυρκαγιά στην περιοχή των λεκανών απορροής αειφύλλων πλατυφύλλων Όσσας». *Δασική Έρευνα* II: 2.
- Γκαγκάρη Π., Λυριντζής Γ., Μπαλούτσος Γ. και Ξανθόπουλος Γ. (1998): «Συμβολή των κορμοδεμάτων στην προστασία του εδάφους και αποκατάσταση της βλάστησης σε δάσος Χαλεπίου πεύκης μετά από πυρκαγιά». Πρακτικά 8<sup>ου</sup> Πανελληνίου Δασολογικού Συνεδρίου με τίτλο: «Σύγχρονα Προβλήματα Δασοπονίας», της Ελληνικής Δασολογικής Εταιρείας, Αλεξανδρούπολη, 6-8 Απριλίου 1998, σελ. 12.
- Καπετανόπουλος Γ. (1989): «Αποτροπή των αναμενόμενων διαβρώσεων και πλημμυρών μετά τις πυρκαγιές της θερινής περιόδου 1989». Γενική Γραμματεία Δασών και Φ.Π., Δ/ση Διαχείρισης Δασών και Φυσικών Πόρων, Τμήμα Διευθέτησης Χειμάρρων και Αντιδιαβρωτικής Προστασίας, Αθήνα.
- Καπετανόπουλος Γ. (1992): «Προστασία του εδάφους από τη διάβρωση μετά την αποψίλωση λόγω της πυρκαγιάς». Γενική Γραμματεία Δασών και Φ.Π., Δ/ση Διαχείρισης Δασών και Φυσικών Πόρων, Τμήμα Διευθέτησης Χειμάρρων και Αντιδιαβρωτικής Προστασίας, Αθήνα.
- Λυριντζής Γ., Μπαλούτσος Γ., Γκαγκάρη Π. και Ξανθόπουλος Γ. (1998): Δασικές πυρκαγιές στον Ελληνικό χώρο: Η επόμενη ημέρα. Κέντρο Πολιτικής Έρευνας και Επιμόρφωσης, *Επίκεντρα*, 6: 84-94.
- Παπαμίχος Ν. (1990): «Επίδραση δασικών πυρκαγιών στη διάβρωση των δασικών εδαφών». 3<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Εδαφολογικό Συνέδριο της Ελληνικής Εδαφολογικής Εταιρείας με θέμα «Προστασία Εδαφών-Ποιότητα Ζωής», ΙΔΕΑ, 26-28 Απριλίου 1990, σελίδες 15-24.
- Στεφανίδης Π. (1991): «Φυσικό περιβάλλον, δασικές πυρκαγιές, υδρολογικές συνέπειες». ΑΠΘ, Σχολή Γεωτεχνικών Επιστημών, Τμήμα Δασολογίας και Φυσικού Περιβάλλοντος, Εργαστήριο Διευθέτησης Ορεινών Υδάτων, Ανακοίνωση Αριθ. 21, σελίδες 16.