

Η ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΝΕΡΟΥ ΤΗΣ ΒΡΟΧΗΣ ΑΠΟ ΤΟ ΑΣΦΑΛΤΟΣΤΡΩΜΕΝΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΠΙΛΥΣΗ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ ΠΥΡΟΣΒΕΣΗΣ, ΥΔΡΕΥΣΗΣ ΚΑΙ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

Από

Ε. Βαβλιάκη¹, Κ. Αλμπανάκη¹, Α. Ψιλοβίκο¹, Ε. Παπαφιλίππου-Πέννου¹

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Για να προσδιοριστεί η ποσότητα και η ποιότητα του συλλεγόμενου νερού της βροχής από το ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο επελέγη ως πειραματική επιφάνεια τμήμα δρόμου (40 m X 6,3 km) στην περιοχή της Χρυσοπηγής, 10 km βόρεια από την πόλη των Σερρών.

Με βάση τα πειραματικά δεδομένα προσδιορίστηκε ότι στην περιοχή της Χρυσοπηγής (υψος βροχής 700 mm) από 1 km δρόμου πλάτους 6 m, η ετήσια ποσότητα νερού της βροχής που μπορεί να συλλεγεί κυμαίνεται από 2.500 m³ μέχρι 3.500 m³.

Οι χημικές αναλύσεις, που έγιναν σε δείγματα του συλλεγόμενου από την ασφαλτο νερού, έδειξαν ότι με βάση τις προδιαγραφές που ισχύουν στην Ε.Ε. για το πόσιμο νερό, το νερό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς κανένα κίνδυνο για την ύδρευση ζώων, για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων και με μικρή επεξεργασία για την ύδρευση οικισμών.

Επίσης το νερό αυτό, με βάση τα ποσοτικά και ποιοτικά δεδομένα που προσδιορίστηκαν, μπορεί να χρησιμοποιηθεί:

Α. Για την αντιμετώπιση προβλημάτων πυρόσβεσης (κυρίως με επίγεια μέσα) και δενδροφυτεύσης αναδασωτέων εκτάσεων.

Β. Για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων ημιορεινών και ορεινών περιοχών, που οι μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι αδυνατούν.

Γ. Για την ύδρευση ζώων σε ορεινά και ημιορεινά λιβάδια που μέχρι σήμερα είναι προβληματική και σε πολλές περιπτώσεις αδύνατη.

Με την κατασκευή ή εγκατάσταση και μόνο δεξαμενών συλλογής νερού παραπλευρικά του υφιστάμενου δικτύου είναι δυνατόν έγκαιρα, μακροπρόθεσμα και με το μικρότερο οικονομικό κόστος να αντιμετωπιστούν τα παραπάνω χρόνια προβλήματα, που η αδυναμία επίλυσής τους από τους αρμόδιους φορείς οδηγεί είτε στον οικονομικό μααρασμό ευαίσθητων περιοχών της Ελλάδος είτε σε περιβαλλοντικές ή οικολογικές καταστροφές.

SUMMARY

An experimental road surface at Chrysopigi, Serres area was used for quantitative and qualitative testing of collected rainflow water.

The volume of collected water from a road surface of 6000 m² at Chrysopigi, where annual precipitations is approximately 700 mm, ranges between 2500 m³ and 3500 m³.

Chemical analysis of the collected water indicate good quality water for agricultural uses as well as for watering of animals and humans after a short process.

The application of this experiment into practice could solve several problems in highlands of Greece, such as:

Fires of forests and reforestation

Irrigation of limited agricultural areas around villages

Watering of animals in mountainous areas

¹ Τομέας Γεωλογίας & Φυσικής Γεωγραφίας - Τμήμα Γεωλογίας, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, 54006 Θεσσαλονίκη.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχής και γρήγορη αύξηση του πληθυσμού της Γης και η ταυτόχρονη βελτίωση του βιοτικού του επιπέδου έχουν κατατάξει το νερό σε παγκόσμια κλίμακα, στην κατηγορία των φυσικών αγαθών σε ανεπάρκεια.

Οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες της Ελλάδος σε νερό για ύδρευση, άρδευση και βιομηχανική χρήση καθιστούν σήμερα το πρόβλημα της εξασφάλισης των απαιτούμενων ποσοτήτων οξύτατο. Στο εγγύτατο μέλλον για την επίλυσή του θα απαιτηθεί η έγκαιρη επινόηση και εφαρμογή νέων μεθόδων διαχείρισης του επιφανειακού, του υπόγειου και του ατμοσφαιρικού νερού.

Στην εργασία αυτή, που χρηματοδοτήθηκε από τη Νομαρχία Σερρών, εφαρμόστηκε για πρώτη φορά μέθοδος εκμετάλλευσης του νερού της βροχής, που απορρέει από το ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο του Νομού. Όπως αποδεικνύεται στη συνέχεια μια συστηματική εφαρμογή της μεθόδου θα συμβάλει αποφασιστικά στην επίλυση μακροχρόνιων προβλημάτων πυρόσβεσης, ύδρευσης, και άρδευσης πολλών περιοχών της Ελλάδος ή και άλλων περιοχών της Γης με ανάλογες κλιματικές συνθήκες.

ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ ΚΛΙΜΑΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΝΟΜΟΥ ΣΕΡΡΩΝ

Από μορφολογική άποψη το Νομό Σερρών μπορούμε να τον διακρίνουμε σε τρεις κύριες μορφολογικές ζώνες.

Μια ορεινή ζώνη που το υψόμετρό της κυμαίνεται από 1000 μέχρι 2000 m. Εντοπίζεται περιμετρικά των ορίων του Νομού (εξαιρέση αποτελεί τμήμα του ανατολικού του ορίου μεταξύ Λακωνικής, Κορμισίας που είναι λοφώδες έως ημιορεινό).

Μια ημιορεινή ζώνη που εντοπίζεται στους πρόποδες των ορέων (Παγγαίο, Μενοικίου, Βροχιά, Ορβήλου, Κερκίνης, Βερτίσκου και Κερδυλλίων) και το υψόμετρό της κυμαίνεται από 200 μέχρι 1000 m.

Μια πεδινή ζώνη που εντοπίζεται στο κεντρικό και δυτικό τμήμα του Νομού και το υψόμετρό της κυμαίνεται από 0-200 m.

Εξαιτίας των παρακάτω έντονων υψομετρικών-μορφολογικών διαφορών που εμφανίζονται στην έκταση του Νομού παρατηρούνται και ανάλογες διαφορές στα κλιματικά στοιχεία τόσο στις τιμές όσο και στις ετήσιες πορείες τους.

Ιδιαίτερα για το ετήσιο ύψος βροχής που ενδιαφέρει την παρούσα έρευνα σύμφωνα με την Μπαλαφούτη (1977) στις πεδινές περιοχές κυμαίνεται από 400 μέχρι 600 m στις ορεινές ζώνες κυμαίνεται από 800 μέχρι 1000 m και στο Μενοίκιο υπερβαίνει τα 1000 mm.

Οι μεγαλύτερες μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα παρατηρούνται κατά τον Ιούλιο και Αύγουστο και φτάνουν τους 26 ή 27°C στην πεδινή ζώνη τους 22 ή 23°C στη λοφώδη και ημιορεινή ζώνη και τους 13-19°C στην ορεινή ζώνη.

Ειδικά για την περιοχή της Χρυσοπηγής όπου βρίσκεται και η πειραματική επιφάνεια παραθέτουμε τα στοιχεία θερμοκρασίας και βροχής που πάρθηκαν από τον Μεταωρολογικό Σταθμό Χρυσοπηγής (Παπαναστάσης 1982).

A. Βροχοπτώσεις

Όπως προκύπτει και από τον πίνακα 1.1 και 1.2 η ετήσια πορεία της βροχής θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ομοιόμορφη με μέση μηνιαία βροχόπτωση 50 mm εάν εξαιρεθούν οι μήνες Νοεμβρίου, Δεκεμβρίου που έχουν διπλάσιο του ποσού αυτού και ο Αύγουστος που έχει το ήμισυ.

B. Θερμοκρασία θέρους

Η μέση ετήσια θερμοκρασία είναι περίπου 13°C με θερμότερο το μήνα Αύγουστο 27°C και ψυχρότερο τον Ιανουάριο 3°C (Πίνακας 1.2).

Επειδή με την παρούσα έρευνα προτείνεται για πρώτη φορά η αξιοποίηση του απορρέοντος από την ασφαλτοστρωμένη αδιαπέρατη επιφάνεια νερού της βροχής θεωρήθηκε απαραίτητη η πειραματική παράθεση των κλιματικών στοιχείων του Νομού και της Χρυσοπηγής, διότι το ύψος βροχής και οι

τιμές της θερμοκρασίας καθώς και οι ετήσιες πορείες τους είναι οι αποκλειστικοί παράμετροι για την εκτίμηση της ποσοτικής απόδοσης της προτεινόμενης μεθόδου συλλογής νερού.

Πίνακας 1.1. Πίνακας Μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες του σταθμού Χρυσοπηγής

	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Μέση μεγ. Θερμ.	7	8	10	16	21	27	28	27	23	18	14	9
Μέση θερμοκρ.	3	4	7	11	17	20	22	23	19	14	10	6
Μέση ελ. Θερμ.	0	1	3	8	12	16	18	18	14	10	7	3

Πίνακας 1.2. Πίνακας Μέσες μηνιαίες βροχής του σταθμού Χρυσοπηγής

Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ	Ετήσιο
58	46	43	51	86	54	47	20	46	49	121	102	723

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

1. Υλικό - Όργανα

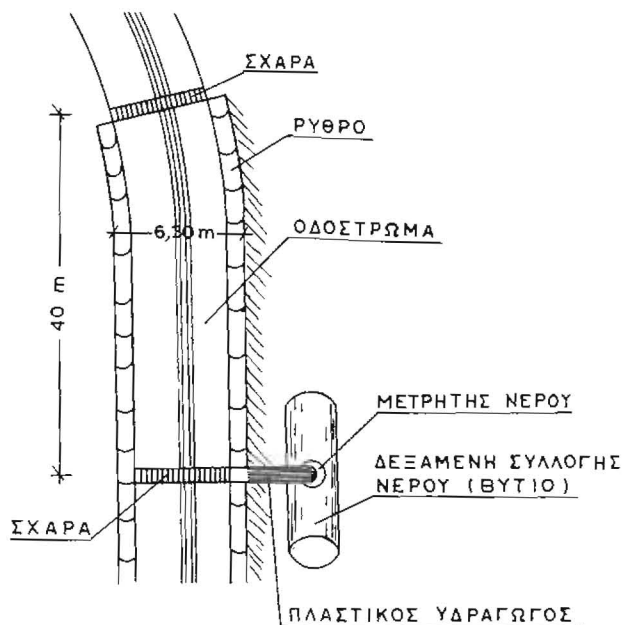
Για την υλοποίηση της προτεινόμενης συλλογής νερού χρησιμοποιήθηκαν:

- Τοπογραφικοί χάρτες της Γ.Υ.Σ., κλίμακας 1:50.000, έκδοσης 1970.
- Αεροφωτογραφίες της Γ.Υ.Σ., 1:25.000 περίπου, λήψης 1978.
- Ογκομετρικό βροχόμετρο που τοποθετήθηκε 10 m περίπου από την πειραματική επιφάνεια.
- Μετρητής όγκου νερού που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε από την ερευνητική ομάδα για τις ανάγκες του έργου.
- Μεταλλική δεξαμενή συλλογής νερού συνολικής χωρητικότητας 10 m³ περίπου.
- Πλαστικοί αγωγοί για τη μεταφορά νερού από την πειραματική επιφάνεια στη δεξαμενή.

2. Πειραματική διάταξη της Χρυσοπηγής

Στις πειραματικές επιφάνειες χρησιμοποιήθηκε τμήμα της οδού Σερρών-Λαϊλιά στο 10 km από την πόλη των Σερρών. Το μήκος της πειραματικής επιφάνειας είναι 40 m και το πλάτος 6,3 m, το εμβαδόν της 250 m² και το υψόμετρο 630.

Προκειμένου να εξασφαλιστεί η αξιοπιστία των μετρήσεων και των αποτελεσμάτων κατασκευάστηκαν σχάρες κάθετες προς τον επιμήκη άξονα του οδοστρώματος. Οι διαστάσεις τους είναι 0,5X0,5X6,3 m (Σχ. 1). Η βόρεια σχάρα κατασκευάστηκε προκειμένου να απομακρύνονται τα νερά της βροχής από το υπερκείμενο οδόστρωμα ενώ η νότια κατασκευάστηκε για να συλλέγει τα νερά της πειραματικής επιφάνειας. Από τη νότια σχάρα τα νερά οδηγούνται με πλαστικό αγωγό σε μεταλλική δεξαμενή συνολικού όγκου 10 m³ περίπου. Στο στόμιο της δεξαμενής τοποθετήθηκε ειδικός μετρητής του οποίου μια ένδειξη αντιστοιχεί με 2 lit νερού. Σε απόσταση 10 m περίπου τοποθετήθηκε ογκομετρικό βροχόμετρο.



Σχ. 1. Σκαρίφημα που δείχνει τα στοιχεία της πειραματικής επιφάνειας στη Χρυσοληγή στο 10 km της οδού Σερρών-Λαϊλιά

3. Επεξεργασία των πειραματικών και εργαστηριακών δεδομένων

Τα επί μια διετία περίπου στοιχεία πειραματικών παρατηρήσεων και μετρήσεων καθώς και των εργαστηριακών αναλύσεων μας επέτρεψαν να προσδιορίσουμε τόσο την ποσοτική δυνατότητα συλλογής νερού της πειραματικής επιφάνειας όσο και την ποιοτική σύσταση του συλλεγομένου σε αυτή νερού.

3.1. Ποσοτικά στοιχεία

Από τα στοιχεία του πίνακα 2 όπου παρατέθηκαν οι τιμές του ύψους βροχής και οι αντίστοιχες τιμές του μετρητή της δεξαμενής συλλογής νερού της πειραματικής επιφάνειας προκύπτει ότι:

Το % ποσοστό απορροής του νερού της βροχής που προσπίπτει στην άσφαλτο εξαρτάται από το εκάστοτε ύψος βροχής. Όσο μικρότερο είναι το ύψος βροχής τόσο μικρότερο είναι και το ποσοστό απορροής, δηλαδή τόσο μικρότερη είναι και η συλλεγόμενη ποσότητα νερού στη δεξαμενή. π.χ. με ύψος βροχής 1 mm η συλλεγόμενη ποσότητα νερού κυμαίνεται από 5 μέχρι 15%. Με ύψος βροχής από 5 έως 15 mm η συλλεγόμενη ποσότητα κυμαίνεται από 40 μέχρι 71%. Για μεγαλύτερα ύψη βροχής η συλλεγόμενη ποσότητα μπορεί να φθάσει και το 80ή 90%.

Για ένα συγκεκριμένο ύψος βροχής δεν μπορεί να προσδιορισθεί συγκεκριμένο ποσοστό απορροής για τους εξής λόγους:

- i. Το ποσοστό απορροής εξαρτάται από την εποχή του έτους,
- ii. Από την ένταση της βροχής,
- iii. Από την υφιστάμενη ή όχι προϋπάρχουσα υγρασία στο οδόστρωμα και
- iv. Από την καθαρότητα ή όχι των ρύθρων.

Για τη συνολική πειραματική περίοδο με βάση τα στοιχεία του πίνακα 2 προκύπτει ότι ενώ η % απορροή κυμαίνεται από 50 έως 70%, η συλλεγόμενη ποσότητα νερού στη δεξαμενή κυμαίνεται από 60 έως 70%. Αυτό συμβαίνει γιατί τα μικρότερα ποσοστά απορροής αντιστοιχούν σε ελάχιστα ύψη βροχής ενώ τα μεγαλύτερα σε μεγάλα ύψη βροχής.

Με βάση τα όσα αναφέραμε παραπάνω προκύπτει ότι με ένα μέσο ετήσιο ύψος βροχής 700 mm στην περιοχή της Χρυσοπηγής η ετήσια ποσότητα νερού που μπορεί να συλλεγεί από 1 km όρομου θα πρέπει να κυμαίνεται από 2500 μέχρι 3500 m³.

Πίνακας 2. Ύψη βροχής και τιμές απορροής της Χρυσοπηγής κατά την πειραματική περίοδο 1991-92

ΗΜΕΡΟ-ΜΗΝΙΑ	ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΡΙΝ ΑΠΟ ΤΗ ΒΡΟΧΗ	ΥΨΟΣ ΒΡΟΧΗΣ Σε mm	ΕΝΔΕΙΞΗ ΜΕΤΡΗΤΗ ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΤΗ ΒΡΟΧΗ	% ΑΠΟΡΡΟΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
13/2/91	720	2,5	765	18	
14/2/91	765	4,3	949	46,5	
18/2/91	949	6,8	1949	59	
22/2/91	1949	6,0	2354	54	
23/2/91	2354	6,0	2744	52	
13/3/91	2744	8,9	3444	63	
31/3/91	3444	22,3	5944	90	Είσοδος νερού ακτός πειραμ. επιφάνειας
7/4/91	5944	1,0	5948	15	
9/4/91	5948	2,2	6017	25	
14/4/91	6017	6,5	6464	55,5	
19/4/91	6464	3,7	6612	32	
21/4/91	6612	16,6	7218	32	Προσχώθηκε ο πειραμ. νερού
24/4/91	7218	13,3	8381	67	
25/4/91	8381	3,0	8490	29	
28/4/91	8490	15,0	9534	61	Εν μέρει υπαρχαζιστη ρύθρων
29/4/91	9534	10,0	10396	69	
30/4/91					
6/5/91	10396	14,7	11701	71	
12/5/91	11701	2,0	11763	25	
14/5/91	11763	11,5	12683	64	
16/5/91	12683	3,6	12710	29	
17/5/91	12710	3,4	12816	25	
19/5/91	12816	14,5	13049	57	
25/5/91	13049	22,2	14853	65	
5/6/91	14853	12,0	15768	61	
7/6/91	15768	7,4	16295	57	
17/7/91	16295	13,5	17425	67	
25/7/91	17425	11,2	18237	58	
27/7/91	18237	1,1	18333	7	
3/8/91	18333	7,2	18792	51	
15/8/91					Πρόσχωση αγωγού οαε
20/8/91	18792	5,0	19048	41	
30/8/91	19048	15,5	20385	69	
3/9/91	20385	2,1	20461	29	
21/9/91	20461	1,0	20467	5	
25/9/91	20467	10,0	21167	56	
14/10/91					Βλάβη μετρητή
18/10/91	21167	1,5	21210	23	
29/10/91	21210	18,0	22830	72	
ΚΑΙ					
30/10/91					
5/11/91					
7/11/91					
8/11/91	22830	34,2	26122	77	

12/11/91	26122	6,5	26682	69	
20/11/91	26682	4,6	26916	52	
24/11/91	26916		27136	49	
27/11/91	27136	34,5	30816	85	
8/12/91					Μηδενική παροχή λόγω παγετού
25/12/91	30816	13,6	32108	76	
23/2/91	32108	2,8	32265	45	
25/2/92		0,6			Δεν πάρθηκαν μετρήσεις
18/3/92	32265		32430		
27/3/92	32430	2,8	33028	50	
28/3/92		7,6		63	
29/3/92					Καταιγίδα
7/4/92					
8/4/92					
9/3/92	33028	50,0	37965	79	
23/4/92	37965	16,3	40002	69	
20/5/92	40002	20,4	41863		
29/6/92	41863	98,2	50314	67	Ύψος βροχής Ιουνίου
17/7/92	50314	29,0	52597	63	
5/9/92	52597	22,8	53221	57	
25/9/92	53221	57,0			Υπερχείλιση
15/11/92	53221	29,2	55812	71	

3.2. Ποιοτικά στοιχεία

Προκειμένου να προσδιοριστεί εάν αλλοιώνεται η ποιοτική σύσταση του νερού της βροχής κατά το χρόνο απορροής του στο ασφαλτοστρωμένο τμήμα της πειραματικής επιφάνειας ακολουθήθηκε η παρακάτω διαδικασία:

Κατά τυχαίες ημέρες βροχής παίρνονταν δείγματα από το βροχόμετρο και ταυτόχρονα (όταν πρακτικά ήταν δυνατόν) δείγματα νερού από τα ρύθρα. Στη συνέχεια γίνονταν ο ποσοτικός χημικός προσδιορισμός των βαρέων μετάλλων καθώς και των κατιόντων και ανιόντων στα συλλεγόμενα δείγματα νερού. Τα αποτελέσματα των χημικών αναλύσεων δίνονται από τους πίνακες 3 και 4.

Όπως προκύπτει από τον πίνακα 3 η περιεκτικότητα του νερού των δειγμάτων από τα ρύθρα σε βαρέα μέταλλα δε διαφέρει σημαντικά από αυτή των δειγμάτων του βροχομέτρου.

Με βάση τον πίνακα 3 όπου δίνονται τα επιτρεπτά όρια περιεκτικότητας του πόσιμου νερού σε βαρέα μέταλλα προκύπτει το συμπέρασμα ότι το νερό όλων σχεδόν των δειγμάτων περιέχει βαρέα μέταλλα σε ανεκτά όρια εκτός από αυτά που πάρθηκαν στις ημερομηνίες 8/11/1991 και 5/6/1991.

Πρέπει να σημειωθεί ότι για την επιβάρυνση του νερού των ρύθρων των παραπάνω ημερομηνιών δεν ευθύνεται το ασφαλτοστρωμένο τμήμα της πειραματικής επιφάνειας αλλά η ίδια η βροχή που έπεσε στις ημερομηνίες αυτές. Όπως διαπιστώνεται και από τον πίνακα 3 το νερό της βροχής στις 8/11/1991 περιείχε Cd και Mn περίπου εξαπλάσιο σε σύγκριση με τις επιτρεπτές τιμές στο πόσιμο νερό που αναφέρονται στον ίδιο πίνακα.

Πίνακας 3. Περιεκτικότητα του νερού (PPb) της βροχής και των ρύθρων της πειραματικής επιφάνειας στη Χρυσοπηγή σε βαρέα μέταλλα

Ημερ.	Ni	Pb	Cr	Cu	Zn	Cd	Mn	Προέλευση νερού
29/3/91	9	5		20	29.5	4	24	Νερό βροχής
25/4/91	14	8	3	15	7.5	2	22	Νερό βροχής
25/5/91	13	9	4	14	4.9	4	12	Νερό ρύθρου
5/6/91	10	19	3	10	6.38	4	35	Νερό βροχής
5/6/91	13	6	8	10	139	13	17	Νερό ρύθρου
5/8/91	12	3		7	0.72	1	4	Νερό ρύθρου
19/8/91	8	8	1	10	12.5	3	31	Νερό βροχής
31/8/91	11	6	10	9	0.11	3	5	Νερό βροχής
8/11/91	12	9		47	29	29	324	Νερό βροχής
8/11/91	10	5	8	53	33	56	145	Νερό ρύθρου
1/11/91	9	3	1	4	19.2	6	62	Νερό βροχής
27/3/92	7	6	2	18		3	19	Νερό βροχής
23/4/92	12	4	10	9		8	32	Νερό ρύθρου
29/6/92	9	10	8	17		11	24	Νερό βροχής
17/7/92	11	6	2	9		5	12	Νερό βροχής
25/9/92	10	3	6	12		4	26	Νερό βροχής
25/12/92	13	5	2	4		8	16	Νερό βροχής
4/2/93	8	3	3	10		7	15	Νερό βροχής
Επιτρεπτά Όρια	50	50	50	100	100	5	20-50	

Για τα αίτια της επιβάρυνσης του νερού της βροχής κατά τις παραπάνω ημερομηνίες με βαρέα μέταλλα δεν έχουμε επαρκή στοιχεία για να τα προσδιορίσουμε. Αν ευθύνονται διαρροές από τα πυρηνικά εργοστάσια της γειτονικής Βουλγαρίας ή άλλων χωρών απαιτείται συστηματική ανάλυση του νερού της βροχής καθ' όλη τη διάρκεια τουλάχιστον ενός έτους με ταυτόχρονο προσδιορισμό της κυκλοφορίας της ατμόσφαιρας κατά τις ημέρες των βροχοπτώσεων. Μόνο με αυτές τις προϋποθέσεις θα ήταν δυνατός ο προσδιορισμός των πιθανών πηγών προέλευσης των προσδιορισθέντων παραπάνω κανονικών ορίων τιμών του καδμίου (Cd) και του μαγγανίου (Mn).

Πρέπει να αναφερθεί ότι από τους Vavliaki et al. (1990) και Samara et al (1988) διαπιστώθηκε, ότι οι όξινες βροχές που πέφτουν στην περιοχή της Θεσσαλονίκης οφείλονται κατά κύριο λόγο σε πηγές παραγωγής οξειδίων που βρίσκονται σε βιομηχανικές χώρες της δυτικής, κεντρικής και βόρειας Ευρώπης.

Από τον πίνακα 4 όπου αναγράφονται οι τιμές των κατιόντων καθώς επίσης και οι τιμές pH, αγωγιμότητας και ανθρακικής σκληρότητας διαπιστώνεται ότι οι προσδιορισμένες τιμές στα δείγματα νερού της βροχής δε διαφέρουν από τις αντίστοιχες του νερού των ρύθρων.

Με βάση τις τιμές του πίνακα 4, τον τύπο του S.A.R. = $\frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}}$ (Richards 1954)

το διάγραμμα του Richards (1954) και Tem (1970) και τις εκτιμήσεις που κάνουν για την καταλληλότητα του νερού στη γεωργία διαπιστώθηκε ότι το νερό της πειραματικής επιφάνειας της Χρυσοπηγής είναι κατάλληλο για κάθε γεωργική χρήση

Πίνακας 4. Τιμές των στοιχείων που προσδιορίστηκαν στο νερό της βροχής και των ρύθρων της πειραματικής επιφάνειας της Χρυσοπηγής

ΗΜΕ- ΡΟΜΗ- ΝΙΑ	Ca ⁺⁺		Mg ⁺⁺		Na ⁺		K ⁺		HCO ₃		SO ₄ ⁻		Cl		NO ₃		pH	Αγωγι- μότη- τα μS/cm	Ανθρα- κική σκλη- ρότητ α	Προελευ-σης νερού
	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l	mg/l	Meg/l				
13/12/91	9.2	0.46	7.57	0.63	1.55	0.07	55	0.14	58	0.951	18	0.37	19.9	0.56	1.32	0.021	6.80	78	53	Νερό βροχής
16/12/91	1.6	0.080	12.7	1.044	0.85	0.04	53	1.35	90	1.475	12	0.25	32.1	0.90	0.88	0.014	6.76	64	56	Νερό βροχής
16/2/92	35.2	1.76	8.3	0.68	2.85	0.12	14	0.36	22	0.36	-	-	20.7	0.58	1.32	0.021	8.22	153	76	Νερό ρύθρου
18/3/92	4.27	0.21	9.2	0.76	1.74	0.08	46	1.18	83	1.36	16.2	0.34	19.8	0.56	1.14	0.018	6.83	69	54	Νερό βροχής
23/4/92	3.82	0.19	11.4	0.93	1.52	0.07	22	0.56	67	1.10	19	0.40	26.2	0.74	0.92	0.015	6.94	73	57	Νερό βροχής
23/4/92	12.7	0.63	13.2	1.08	3.6	0.16	18	0.46	98	1.61	-	-	17.8	0.50	1.17	0.019	7.92	135	79	Νερό ρύθρου
17/7/92	11.3	0.56	8.6	0.71	1.27	0.05	28	0.72	72	1.18	13.4	0.28	28.4	0.80	1.21	0.020	7.05	84	58	Νερό βροχής
25/9/92	8.4	0.42	9.6	0.79	1.35	0.06	37	0.95	79	1.23	17.6	0.37	19.2	0.54	0.97	0.016	6.87	79	52	Νερό βροχής
25/9/92	19.5	0.96	6.7	0.51	4.12	0.18	26	0.66	104	1.70	-	-	12.1	0.34	1.47	0.024	6.73	147	82	Νερό ρύθρου

Με βάση τις τιμές των πινάκων 3 και 4 και τις αντίστοιχες τιμές των στοιχείων που προσδιορίζονται με την οδηγία της ΕΟΚ 80/778/5-7-80, ΦΕΚ 53/20-2-86 για το πόσιμο από τον άνθρωπο νερό διαπιστώθηκε ότι το νερό της πειραματικής επιφάνειας με μικρή επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για την ύδρευση οικισμών.

Διαπιστώθηκε επίσης ότι το νερό του ορεινού και ημιορεινού οδικού δικτύου του Νομού μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς κανένα κίνδυνο για την ύδρευση των ζώων που διαβιούν κατά τη θερινή περίοδο στα ημιορεινά και ορεινά λιβάδια.

ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΓΟΜΕΝΟΥ ΑΠΟ ΤΟ ΕΠΑΡΧΙΑΚΟ ΟΔΙΚΟ ΔΙΚΤΥΟ ΝΕΡΟΥ

Με βάση το ποσοτικό και ποιοτικό προσδιορισμό του συλλεγόμενου νερού από το ασφαλτοστρωμένο τμήμα της πειραματικής επιφάνειας της Χρυσοπηγής προτείνεται να χρησιμοποιηθεί για τις εξής ανάγκες του Νομού:

1. Για την πυρόσβεση και τη δενδροφύτευση αναδασωτέων εκτάσεων

Είναι γεγονός ότι τις τελευταίες δεκαετίες είτε από αμέλεια είτε από πρόθεση των κατοίκων οδικών χιλιάδες στρέμματα δάσους αποτεφρώνονται κατά τη θερινή περίοδο του έτους με οδυνηρές συνέπειες για τα ελληνικά οικοσυστήματα.

Ένας από τους πολλούς λόγους της μεγάλης έκτασης των πυρκαϊών είναι η αδυναμία έγκαιρης και διαρκούς προμήθειας νερού των μέσων πυρόσβεσης που χρησιμοποιούν οι αρμόδιες υπηρεσίες στον αγώνα τους κατά των πυρκαϊών ειδικά σε δύσβατες ορεινές ή ημιορεινές περιοχές. Σημειώνεται ότι το 40 έως 50% της ελληνικής χερσαίας επιφάνειας αλλά και του Νομού Σερρών καταλαμβάνεται από καρστικά πετρώματα (μάρμαρα, ασβεστόλιθοι, δολομίτες) τα οποία δεν επιτρέπουν την επιφανειακή παραμονή του νερού είτε σε φυσικά είτε σε τεχνητά έγκοιλα. Συνεπώς η μόνη δυνατότητα συγκέντρωσης νερού κατά τη θερινή περίοδο είναι η αξιοποίηση του ασφαλτοστρωμένου οδικού δικτύου που υπάρχει σ' αυτές.

Συγκεκριμένα προτείνεται ανάλογα με την έκταση και την πιθανότητα εμφάνισης τυχαίας πυρκαϊάς (που προσδιορίζεται από τη χλωριδική σύνθεση), των δασικών εκτάσεων, να κατασκευαστούν δεξαμενές συλλογής νερού κοντά στο ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο σε θέσεις και αποστάσεις που θα καθορίζονται από τη μορφολογία των περιοχών διέλευσης του οδικού δικτύου και την προβλεπόμενη αναγκαία ποσότητα νερού σε περίπτωση εκδήλωσης πυρκαϊάς.

Οι δεξαμενές συλλογής νερού του ασφαλτοστρωμένου οδικού δικτύου μπορούν να εξυπηρετήσουν ταυτόχρονα και τις ανάγκες σε νερό των δενδρυλίων των αναδασωτέων εκτάσεων κατά τη θερινή περίοδο. Ένας από τους κύριους λόγους, κατά την άποψή μας, που δεν επιτυγχάνεται η επιθυμητή ταχύτητα αναδάσωσης αποτεφρωμένων ή μη εκτάσεων, είναι η αδυναμία ύδρευσης των δενδρυλίων σε ημιορεινές και ορεινές περιοχές κατά τα πρώτα 2 έως 3 χρόνια μετά τη δενδροφύτευση.

Η δυνατότητα άρδευσης των δενδρυλίων κατά τα πρώτα χρόνια μετά τη δενδροφύτευση προβληματικών περιοχών θα επιτρέψει τις αρμόδιες υπηρεσίες να χρησιμοποιήσουν για την αναδάσωση είδη δέντρων με μικρότερο βαθμό κινδύνου αυτανάφλεξης, που μέχρι σήμερα δεν μπορούν να τα χρησιμοποιήσουν εξαιτίας της αδυναμίας των υπηρεσιών να αρδεύσουν τις αναδασωτέες εκτάσεις.

Αν σημειωθεί ότι ένα χιλιόμετρο δρόμου σε ημιορεινές ή ορεινές περιοχές με μέσο πλάτος 6 m μπορεί να εξασφαλίσει 3000 μέχρι 4000 m² νερό το χρόνο γίνεται σαφές ότι η αξιοποίηση του υφιστάμενου ασφαλτοστρωμένου οδικού δικτύου έχει τη δυνατότητα της ταυτόχρονης αντιμετώπισης των αναγκών της δασοπυρόσβεσης και αναδάσωσης των περιοχών αυτών.

2. Για την άρδευση γεωργικών εκτάσεων προβληματικών περιοχών.

Οι προβληματικές περιοχές όπως προαναφέραμε εντοπίζονται σε ημιορεινή ή ορεινά τμήματα του Νομού και ειδικά εκεί όπου επικρατούν καρστικά πετρώματα.

Με βάση το μέσο ετήσιο ύψος βροχής προσδιορίστηκε ότι ανάλογα με το υψόμετρο, από ένα χιλιόμετρο ασφαλτοστρωμένου οδικού δικτύου μπορούν να συλλεγούν 2000 μέχρι και πάνω από 4000 m³. Αυτό σημαίνει ότι σε μια ημιορεινή -ορεινή κοινότητα όπου μέχρι σήμερα δεν υπάρχει καμία δυνατότητα άρδευσης καλλιεργειών, η αξιοποίηση του υφιστάμενου οδικού δικτύου είναι δυνατόν να επιτρέψει την άρδευση συγκεκριμένων καλλιεργειών και συγκεκριμένων εκτάσεων.

Δεδομένου ότι σε ημιορεινές -ορεινές περιοχές εξαιτίας της μορφολογίας οι εκτάσεις για καλλιέργεια είναι περιορισμένες και ότι η πυκνότητα του πληθυσμού είναι μικρή, η προσφερόμενη από την ασφαλτο δυνατότητα άρδευσης εκτάσεων θα βελτιώσει σημαντικά το βιοτικό επίπεδο των κατοίκων.

3. Για την ύδρευση ζώων σε βοσκοτόπους.

Μέχρι σήμερα για να καλυφθούν στοιχειωδώς οι ανάγκες ύδρευσης των ζώων στα λιβάδια κατασκευάζονται υποχρεωτικά από τις αρμόδιες υπηρεσίες ομβροδεξαμενές.

Με την προτεινόμενη μέθοδο αξιοποίησης του ορεινού και ημιορεινού οδικού δικτύου εξασφαλίζονται μεγαλύτερες ποσότητες νερού με μικρότερο κόστος.

Συγκεκριμένα εφ' όσον το ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο διέρχεται από ορεινά ή ημιορεινά λιβάδια και υπάρχουν τα προβλεπόμενα ρύθρα, η συλλογή επιθυμητής ποσότητας νερού εξασφαλίζεται μόνο με την κατασκευή ομβροδεξαμενών. Αποφεύγεται δηλαδή η δαπάνη κατασκευής ιδιαίτερα επιφάνειας απορροής των ομβρίων υδάτων, δεδομένου ότι ως τέτοια χρησιμοποιείται το υφιστάμενο ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο και η κατασκευή δρόμου προσπέλασης.

ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΗΣ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ ΣΥΛΛΟΓΗΣ ΝΕΡΟΥ

- A. Παρέχει τη δυνατότητα εξασφάλισης ικανοποιητικής ποσότητας νερού σε προβληματικές περιοχές που οι μέχρι σήμερα χρησιμοποιούμενες μέθοδοι (γεωτρήσεις, φράγματα) αδυνατούν ή είναι οικονομικά ασύμφορες.
- B. Η θέση συλλογής νερού καθορίζεται αποκλειστικά από τις ανάγκες χρήσης των κατοίκων ή της Πολιτείας, σε αντίθεση με τις εν χρήσει μεθόδους που τη θέση των υδραυλικών έργων την καθορίζουν κατά κανόνα τυχαίοι φυσικοί παράγοντες (όπως μορφολογία, υδρογραφία και υδρογεωλογία).
- Γ. Επειδή οι δεξαμενές συλλογής νερού μπορούν να κατασκευασθούν σε επιθυμητές θέσεις η χρήση του νερού μπορεί να γίνει με ελεύθερη ροή και συνεπώς με μηδενικό λειτουργικό κόστος.
- Δ. Επειδή το υπό συλλογή νερό της βροχής θα προέρχεται από το ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο δεν θα περιέχει σχεδόν καθόλου φερτά υλικά, η ταχύτητα πρόσχωσης των δεξαμενών θα είναι ασήμαντη και συνεπώς η διάρκεια λειτουργίας τους σχεδόν απεριόριστη.
- Ε. Η κατασκευή των προτεινόμενων δεξαμενών μπορεί να γίνει σε πολύ μικρότερο χρονικό διάστημα συγκριτικά με άλλες μεθόδους, η δε αξιοποίηση της μιας δεξαμενής είναι ανεξάρτητη από την άλλη. Συνεπώς η προτεινόμενη μέθοδος εξασφαλίζει σχεδόν άμεσα την απόδοση των τυχόν επενδύσεων.
- ΣΤ. Αποκλείεται η πιθανότητα αποτυχίας εφαρμογής της μεθόδους.
- Z. Η μέθοδος δεν προκαλεί αρνητικές περιβαλλοντικές επιδράσεις στον εγγύτερο ή ευρύτερο χώρο εφαρμογής της.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Με την παρούσα έρευνα προέκυψαν τα παρακάτω συμπεράσματα:

1. Η ποιότητα του νερού της βροχής που προέρχεται από το ασφαλτοστρωμένο οδικό δίκτυο των προβληματικών περιοχών του Νομού Σερρών είναι κατάλληλη για τη χρησιμοποίησή του στις ανάγκες : πυρόσβεσης-αναδάσωσης, άρδευσης προβληματικών περιοχών και ύδρευσης ζώων σε

βοσκοτόπους χωρίς καμία επεξεργασία. Για την ύδρευση οικισμών απαιτείται σχετική επεξεργασία.

2. Η ετήσια απόδοση ενός 1 km του ασφαλτοστρωμένου οδικού δικτύου των παραπάνω περιοχών είναι περίπου 2500 m³ και η συνολική απόδοση 800000 m³ περίπου.
3. Το κόστος αξιοποίησης 1 km (για το έτος 1990) του οδικού δικτύου ανερχόταν σε 15000000 δραχμές περίπου και η αξιοποίηση του δικτύου των προβληματικών περιοχών σε 5000000000 δραχμές.

Συνεπώς η ποιοτική σύσταση του νερού, η ποσοτική απόδοση και το κόστος αξιοποίησης του οδικού δικτύου των προβληματικών περιοχών συνηγορούν για την εφαρμογή της μεθόδου όχι μόνον στο Νομό Σερρών αλλά και σε όλες τις προβληματικές περιοχές της Ελλάδας ή του κόσμου.

Σημειώνεται ότι η αξιοποίηση του οδικού δικτύου σε συνδυασμό με τη μέθοδο των Qanat (Βαβυλιανική, 1989) θα καλύψουν σταδιακά πλήρως τις ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης όλων των προβληματικών σήμερα περιοχών τόσο του Νομού Σερρών όσο και των αντίστοιχων περιοχών της Ελλάδας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Βαβυλιανική, Ε., 1981: Μελέτη των επιφανειών διάβρωσης καρστικών παγετωδών και περιπαλιτωσών φαινομένων του όρους Μενικίου, στην Α. Μακεδονία, από γεωμορφολογικής και μορφολογικής πλευράς. Διδακτορική διατριβή, Παν/μιο Θεσσαλονίκης.
- Βαβυλιανική, Ε., 1989: Τα συστήματα Qanat στην Ελλάδα. Μελέτη των συστημάτων Qanat στην επαρχία Φυλίδας Σερρών από μορφολογική, υδρογραφική και κοινωνικοοικονομική άποψη (Μονογραφία). ΑΠΘ, 93 σελ.
- Kern, W. und Vavliakis, E. (1890) Veränderungen einer Kulturlandschaft in Abhängigkeit von Morphologie und politische Entwicklung am Beispiel der Sudwestabhänge des Menikiongebirges in Ostmakedonien, Griechenland. Salzburger Geogr. Arbeit., Bd 18, 33-75, Salzburg.
- Μπαλαφούτης, Χ., 1977: Συμβολή εις την μελέτην του κλίματος της Μακεδονίας και Δυτικής ρακίας. Διδακτ. Διατριβή, Α.Π.Θ., Θεσσαλονίκη.
- Παπαναστάσης, Β., 1982: Παραγωγή των ποολίβαδων σε σχέση με τη θερμοκρασία αέρος και τη βροχή στη Βόρεια Ελλάδα. Διατριβή για Υψηγεία, 128 σ., Α.Π.Θ. Θεσσαλονίκη.
- Richards, L.A. 1954: Diagnosis and improvement of saline and alkali soils- U.S. dept. Agriculture Handb., 60: 160 s., 32 Abb, 17 Tab.
- Samara, C., Balafoutis, Ch., and Kouimtzis, Th. 1988: Acid rain in northern Greece- Toxicol. Environ Chem. 16, 111-118.
- Todd, D.K. (1960): Safe Water intrusion of coastal aquifers in the United States, Intl. Assoc. Sci of Hydrology. Publ. 52 45, pp. 452-461.
- Vavliakis, E., Charistos, D. and Balafoutis Ch., 1990: Indirect influence of man-made factors on the dissolution rate of dolomitic marble in Thessaloniki area (Northern Greece). Z. Geomorph. N F 34, 4, 475-480.