

ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΩΝ ΤΗΣ ΝΗΣΟΥ ΘΑΣΟΥ. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΟΥ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΔΥΝΑΜΙΚΟΥ

Ι. Διαμαντής¹, Θ. Τζεβελέκης² και Π. Γεωργιάδης³

ABSTRACT

The combined management of ground and surface water, plays a leading role at those areas where the exploitation of water is considered extremely difficult.

Great as the precipitation level at Thasos might be the geological material of the island appears such a composition and structure that creates limited exploitation conditions.

Sea intrusion is one of the main reasons for the loss of great quantities of water together with the lost of water during the flow of streams. The construction of small dams combined with the construction of ponds can be the solution to several problems. Tracings can also indicate the directions of the groundwater flow.

ΣΥΝΟΨΗ

Η συνδυασμένη διαχείριση υπόγειων και επιφανειακών νερών, παίζει ένα ιδιαίτερο θετικό ρόλο στις περιοχές εκείνες, όπου η εκμετάλλευση γενικά των νερών (υπόγειων και επιφανειακών) θεωρείται προβληματική.

Η θάσος ενώ δέχεται σημαντικές βροχοπτώσεις, εμφανίζει τέτοια δομή και σύσταση του γεωλογικού της υλικού, που δημιουργεί συνθήκες περιορισμένης εκμετάλλευσης. Μεγάλες ποσότητες νερού εξαφανίζονται κατά τη ροή των χειμάρρων. Η διείσδυση της θάλασσας είναι επίσης από τις σημαντικότερες αιτίες απώλειας μεγάλων ποσοτήτων νερού.

Η συνδυασμένη κατασκευή μικρών φραγμάτων και λιμνοδεξαμενών μπορεί να λύσει ορισμένα προβλήματα. Επίσης οι ιχνηθετήσεις είναι δυνατόν να εντοπίσουν τις κατευθύνσεις ροής του υπόγειου νερού.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η ικανοποίηση των αυξημένων υδατικών αναγκών στις νησιωτικές κυρίως περιοχές, είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί μόνο κάτω από τη συνδυασμένη διαχείριση των υπόγειων και των επιφανειακών νερών. Η εφαρμογή της συνδυασμένης διαχείρισης παίζει ιδιαίτερο ρόλο στις περιοχές εκείνες όπου η συνεχόμενη ανομβρία, ιδιαίτερα τους ξηρούς μήνες και η μεγάλη εκμετάλλευση των υπόγειων νερών, για την ικανοποίηση κυρίως αρδευτικών αναγκών, έχει προκαλέσει ένα σημαντικό περιορισμό του υπόγειου δυναμικού. Επίσης παίζει σημαντικό ρόλο στις παράκτιες περιοχές όπου η αλόγιστη εκμετάλλευση έχει προκαλέσει έντονα φαινόμενα διείσ-

1 Δημοκρίτειο Παν/μιο Θράκης, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, 671 00 Ξάνθη

2 Γεωλόγος, Ξάνθη

3 Γεωλόγος, Υπουργείο Γεωργίας, Δ/ση Εγγείων Βελτιώσεων

δυσης της θάλασσας στους υπόγειους υδροφορείς, περιορίζοντάς τους έτσι το εκμεταλλεύσιμο δυναμικό.

Σε κάθε λοιπόν προβληματική περιοχή από πλευράς διαθέσιμων νερών, απαιτείται αρχικά διερεύνηση των αιτιών του προβλήματος στη συνέχεια των διαθέσιμων πόρων και τέλος των τρόπων αύξησης ή καλύτερης εκμετάλλευσης του υδάτινου δυναμικού.

Η εργασία αυτή αφορά τη διερεύνηση του υδάτινου δυναμικού της νήσου θάσου και την δυνατότητα συνδυασμένης διαχείρισης των υπόγειων και των επιφανειακών της νερών. Η θάσος παρουσιάζει από τη μια σημαντικές βροχοπτώσεις, που το μεγαλύτερό τους ποσοστό κατανέμεται μεταξύ χειμώνα και άνοιξης. Από την άλλη όμως η σύσταση και η κατάσταση του γεωλογικού υλικού (καρστικοποιημένα μάρμαρα, σχιστογενέσις κ.λ.π) από την μια δημιουργεί προβλήματα στην κατασκευή έργων συγκράτησης των επιφανειακών νερών (φράγματα) και από την άλλη δεν επιτρέπει στα νερά της απορροής των χειμάρρων, τους περισσότερους μήνες, να φτάσουν μέχρι την θάλασσα, στερώνοντας έτσι την σημαντικότερη και σχεδόν μοναδική πηγή εμπλουτισμού των υπόγειων υδροφορέων των παράκτιων πεδίων.

Η προσπάθεια καταγραφής, που γίνεται σ' αυτή την εργασία, του συνολικού υδάτινου δυναμικού και του τρόπου εκμετάλλευσής του στηρίζεται σε διάφορα στοιχεία πηγών και γεωτρήσεων (παροχές, ποιότητες κ.λ.π.) του νησιού καθώς επίσης και σε ορισμένα υδρολογικά στοιχεία (βροχές και παροχές χειμάρρων).

2. ΓΕΩΛΟΓΙΚΟ - ΓΕΩΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Γεωλογικά η θάσος εντάσσεται στην κρυσταλλοσχιστώδη μάζα της Δυτικής Ροδόπης και ανήκει σχεδόν ολόκληρη στη νοτιοδυτική πλευρά ενός αντίκλινου του οποίου ο άξονας έχει διεύθυνση ΒΔ/ΝΑ (Επιτρόπου κ.α. 1988).

Δομείται από μεταμορφωμένα πετρώματα του υποβάθρου και από ορισμένα ιζηματογενή που εντοπίζονται περιφερειακά του νησιού (σχ.1). Η στρωματογραφική σειρά που ισχύει για τη δυτική Ροδόπη ισχύει και για τη θάσο εκτός από ορισμένες αλλαγές.



Σχ. 1: Γεωλογικός χάρτης θάσου (πηγή ΙΓΜΕ 1988 με τροποποιήσεις).

λακρού τα οποία διαχωρίζονται στα υπερκείμενα λευκά μάρμαρα και στα υποκείμενα γκρί ταινιωτά μάρμαρα.

Τα ιζηματογενή πετρώματα βρίσκονται στην περιφέρεια του νησιού και καλύπτουν μικρή έκταση. Το πάχος τους κυμαίνεται από 25 m έως περίπου 100 m. Τα ιζήματα αυτά διακρίνονται, α) σε τριτογενείς σχηματισμούς που αποτελούνται στη βάση τους από λατυποκροκαλοπαγή με μαργαϊκό συνδετικό υλικό και στην οροφή τους από αδρόκοκκους ψαμίτες και β) σε τεταρτογενείς σχηματισμούς που καταλαμβάνουν τις ευρύτερες κοίτες των χειμάρρων ή την παράκτια ζώνη και αποτελούνται από κροκάλες, λατύπες, άμμους και χαλίκια με εναλλαγές από αργιλικά και ιλύδη υλικά.

Η θάσος αν και δείχνει από πλευράς τεκτονικής μια "ήρεμη τεκτονική μορφή"

στην πραγματικότητα έχει δεχθεί έντονες παραμορφώσεις και διαρρήξεις (Ζάχος 1977). Αποτέλεσμα αυτών πέραν της κύριας πτύχωσης, που αποτελεί τμήμα της νοτιοδυτικής πλευράς ενός αντικλίνου με άξονα διεύθυνσης ΒΔ-ΝΑ, είναι και επί μέρους πτυχές και ρήγματα με διευθύνσεις από ΒΔ-ΝΑ ως ΒΑ-ΝΔ. Χαρακτηριστικό των ρηγμάτων είναι ότι εμφανίζονται σχεδόν κατακόρυφα.

Αποτέλεσμα της προαναφερόμενης τεκτονικής είναι οι έντονες ρωγματώσεις που εμφανίζονται σ' όλους τους σχηματισμούς. Συνέπεια της τεκτονικής δράσης στα μάρμαρα είναι η έντονη καρστικοποίηση που παρουσιάζεται σήμερα σ' αυτά.

Η γεωμορφολογική εικόνα της θάσου έχει άμεση σχέση α) με την πετρογραφία των σχηματισμών που τη δομούν β) την κατάσταση αυτών των σχηματισμών (αποσάθρωση, κατακερματισμός, κ.ά) και γ) τα τεκτονικά γεγονότα της περιοχής.

Μορφολογικά η θάσος διακρίνεται σε τρεις ενότητες που παρουσιάζουν υδρογεωλογικές διαφοροποιήσεις. Η ενότητα των ακτών, που σ' ένα μεγάλο ποσοστό είναι υψηλές ακτές και στο υπόλοιπο μια πεδινή παράκτια ζώνη που το πλάτος της εξαρτάται από τη δράση των χειμάρρων που έπαιξαν τον καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωσή τους. Στη συνέχεια έρχεται η ενότητα των ημιλοφωδών και λοφωδών περιοχών που καταλαμβάνουν μια μικρή περιοχή παράλληλα προς την πρώτη ενότητα και δομούνται κυρίως από ιζηματογενείς σχηματισμούς. Τέλος η ενότητα της ορεινής περιοχής που καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση και δομείται από

Πίν. 1: Λεκάνες απορροής σημαντικότερων χειμάρρων

Όνομασία Λεκάνης	Έκταση (Km ²)	Προσανατολισμός
Χειμάρρου Πρίνου	20,75	ΒΔ-ΝΑ
Χειμάρρου Μαριών	47,18	ΒΑ-ΝΔ
Χειμάρρου Λιμεναρίων	54,85	ΒΑ-ΝΔ
Χειμάρρου Θεολόγου	43,48	ΒΑ-ΝΔ
Χειμάρρου Λιβάδι-Αρχαγγέλου	8,15	ΒΑ-ΝΔ

συμπαγή πετρώματα του υποβάθρου (γνεύσιοι, μάρμαρα κ.λ.π).

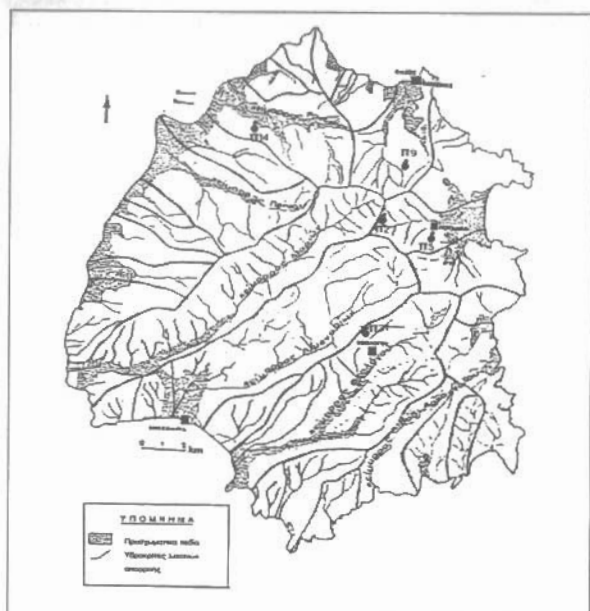
Η ορεινή ζώνη ανάλογα με την κατάσταση των σχηματισμών που τη δομούν παρουσιάζεται άλλοτε με αδρό ανάγλυφο, λόγω του έντονου τεκτονισμού και της καρστικοποίησης, και άλλοτε με έντονο πολυσχιδές (παρουσία σχιστογενευσίων)

Η θάσος διαρρέεται από χειμάρρους σ' όλη σχεδόν την έκτασή της. Αυτοί έχουν μια ακτινωτή διάταξη με κέντρο εκκίνησης όχι το κέντρο του νησιού αλλά μετατοπισμένο προς τα Α, ΒΑ. Έτσι οι χειμάρροι οι οποίοι εκβάλλουν προς τα Δ, ΝΔ εμφανίζονται με ένα πολύ μεγαλύτερο μήκος από τους υπόλοιπους και με λεκάνες απορροής με μεγαλύτερη έκταση (πίνακας 1 και σχήμα 2).

Οι χειμάρροι πριν την εκβολή τους στη θάλασσα έχουν δημιουργήσει προσχωματικά πεδία η έκταση και το πάχος των οποίων είναι αποτέλεσμα της παροχετευτικότητας των χειμάρρων σε παλαιότερες γεωλογικές εποχές, της γεωλογικής σύστασης και των τεκτονικών διαταραχών, που έχει υποστεί κατά το παρελθόν η λεκάνη απορροής.

Οι συχνές εναλλαγές υγιούς και ρωγματωμένου υλικού καθώς και η παρουσία καρστικοποιημένου μαρμάρου έχει συμβάλλει στην δενδριτική και αδρή κατά θέσεις μορφή των χειμάρρων με ελάχιστους ή με σχεδόν καθόλου δευτερεύοντες κλάδους.

Την μάζα των πετρωμάτων της ορεινής ζώνης διατρέχει ένας μεγάλος αριθμός διακλάσεων και ρωγματώσεων και άλλων ασυνχειών οι οποίες όμως σε άλλες θέσεις κλείνουν σε μικρό βάθος από την επιφάνεια ενώ σε άλλες όχι. Το γεγονός αυτό δημιουργεί όπως θα φανεί και στη συνέχεια ένα διαφορετικό σε βάθος υδρογεωλογικό καθεστώς που επηρεάζει ανάλογα θετικά ή αρνητικά τα διάφορα αναπτυξιακά έργα της περιοχής.



Σχ. 2: Λεκάνες απορροής σημαντικότερων χειμάρρων και προσχωματικά πεδία νήσου θάσου.

λος αριθμός διακλάσεων, ρωγματώσεων και άλλων ασυνεχειών με αποτέλεσμα να δημιουργείται πολλές φορές ένα ευνοϊκό καθεστώς υδροφορίας. Σε περιοχές όπου ευνοεί και η μορφολογία, η υδροφορία αυτών εκδηλώνεται υπό μορφή πηγών. Τέτοιες πηγές οι οποίες εμφανίζονται σε διάφορα υψόμετρα έχουν καταγραφεί για το νησί 21. Η παροχή τους κατά τους θερινούς μήνες, είναι της τάξης των $2\text{m}^3/\text{h}$ με εξαίρεση μια πηγή (P5) που φθάνει τα $18\text{m}^3/\text{h}$, επειδή δέχεται τροφοδοσίες και από τα μάρμαρα, που βρίσκονται ψηλότερα. Οι παροχές των πηγών αυτών κυμαίνονται ετησίως ανάλογα με τις βροχοπτώσεις.

Γεωτρήσεις στα μεταμορφωμένα έχουν γίνει περί τις 10 σε διάφορες θέσεις του νησιού. Τα βάθη τους κυμαίνονται από 60-90m και η εκμεταλλεύσιμη παροχή τους από $8-18\text{m}^3/\text{h}$ χωρίς να σχετίζεται με το βάθος. Η ειδική ικανότητά τους είναι για όλες τις γεωτρήσεις κάτω από $0,2\text{m}^3/\text{h/m}$.

3. 2. Μάρμαρα

Τα μάρμαρα του νησιού στη μεγαλύτερή τους έκταση εμφανίζονται ρωγματωμένα και καρστικοποιημένα. Η διάλυσή τους ξεκινά από τις καταμήσεις και τις άλλες διαχωριστικές δομές του πετρώματος και επεκτείνεται σε ρωγμές και διάφορους κοίλους χώρους. Η καρστικοποίηση φθάνει πολλές φορές σε μεγάλο βάθος και δημιουργεί ευνοϊκές συνθήκες αποταμίευσης μεγάλων ποσοτήτων υπόγειου νερού

Χαρακτηριστικό αυτής της κατάστασης των μαρμάρων είναι:

α) Οι πολλές πηγές διαφόρου δυναμικού που εμφανίζονται σχεδόν σ' ολόκληρο το νησί σε διάφορα υψόμετρα, είτε αποκλειστικά στα μάρμαρα, (πηγές υπερχειλίσης) και είναι επτά, είτε στην επαφή με τους άλλους σχηματισμούς (πηγές επαφής) και ιδιαίτερα με τα μεταμορφωμένα με τα οποία συχνά εναλλάσσονται, και έχουν καταγραφεί 57.

Οι σημαντικότεροι καρστικοί υδροφορείς του νησιού εμφανίζονται στο ανατολικό τμήμα (περιοχή Παναγιάς - Ποταμιάς). Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα η υδροφορία

3. ΥΔΡΟΓΕΩΛΟΓΙΚΕΣ ΕΥΝΟΗΚΕΣ

Οι γεωλογικοί σχηματισμοί που δομούν το νησί και οι οποίοι αναφέρθηκαν σε προηγούμενη παράγραφο, παρουσιάζουν μεταξύ τους διαφορετική υδρογεωλογική συμπεριφορά, που οφείλεται τόσο στη σύσταση και τη δομή του γεωλογικού υλικού όσο και στην κατάσταση στην οποία βρίσκεται (αποσαθρωμένο, τεκτονισμένο, καρστικοποιημένο κ.λ.π).

Τα πετρώματα της θάσου από υδρογεωλογικής πλευράς μπορούν να διακριθούν σε τρεις κατηγορίες: (Χάρτης σχ. 1).

3.1. Μεταμορφωμένα (εκτός των Μαρμάρων)

Είναι περιορισμένης υδροφορίας λόγω της μικρής γενικά περατότητας που παρουσιάζουν. Όμως λόγω της έντονης, τεκτονικής δραστηριότητας της περιοχής, την μάζα των πετρωμάτων της θάσου διατρέχει ένας μεγάλος

στο ανατολικό τμήμα να είναι συγκριτικά πολύ καλύτερη απ' αυτή του δυτικού.

Χαρακτηριστικό των πηγών εκφορτίσεων είναι η μη επίδραση του θαλάσσιου περιβάλλοντος στο νερό τους. Αυτό οφείλεται στα σχετικά μεγάλα υψόμετρα εμφάνισης των καρστικών πηγών. Από διάφορες χημικές αναλύσεις που έγιναν στα νερά των πηγών, διαπιστώθηκε η καλή ποιότητα τους με εξαίρεση την αυξημένη παρουσία Mg σε ορισμένες απ' αυτές, ιδιαίτερα του ανατολικού τμήματος. Αυτό οφείλεται σε ενδογενή αίτια των μαρμάρων.

Οι γεωτρήσεις οι οποίες έχουν ανορυχθεί στις τοπογραφικά χαμηλότερες ζώνες του μαρμάρου, αποκλειστικά σε μάρμαρο είναι 26, ενώ άλλες 25 περίπου έχουν ανορυχθεί σε εναλλαγές μαρμάρου με γνεύσιο ή έχουν διατηρήσει μάρμαρα κάτω από τ' αλλούβια. Τα βάθη τους κυμαίνονται από 25 έως 160 m με μεγαλύτερο ποσοστό σε βάθη από 70 έως 120 m. Ανεξάρτητα παροχής σε ποσοστό 95% τα νερά αυτών των γεωτρήσεων παρουσιάζουν αυξημένη περιεκτικότητα σε άλατα (μεγάλες τιμές ηλεκτραγωγιμότητας) και ιδιαίτερα εκείνες του δυτικού τμήματος. Έχουν δηλαδή υποστεί ένα βαθμό υφαλμύρωσης. Επίσης η συνεχιζόμενη άντληση προκαλεί μία σταθερή αύξηση της τιμής της ηλεκτραγωγιμότητας.

Οι παροχές αυτών των γεωτρήσεων δεν ξεπερνούν τα 70 m³/h. Οι σχετικά μικρές αυτές παροχές δημιουργούν ερωτήματα συγκριτικά με τις ποσότητες των νερών των χειμάρρων που χάνονται κατά την διαδρομή τους στα μάρμαρα, μια και όπως θα

Πίν. 2: Προσχωματικά πεδία παράκτιας ζώνης θάσου

Περιοχή Πεδίου	Έκταση (Km ²)	Μέγιστο Πάχος προσχώσεων (m)	Αριθ. Γεωτρ.	Όγκος αντιλούμενου νερού ετησίως (m ³)
Ραχωνίου - Πρίνου-Σωτήρος	11,25	105	40	2,24 X 10 ⁶
Καλλιράχης	4,38	74	8	0,275 X 10 ⁶
Λιμένα	2	-	4	0,361 X 10 ⁶
Ποταμιάς	5,9	120	9	0,695 X 10 ⁶
Κοινύρων	0,88	32	1	-
Λιμεναρίων	2,6	83	4	0,098 X 10 ⁶
Ποτού	2,93	-	2	-
Μαριών	1	50	3	0,211 X 10 ⁶
Υπόλοιπες		-	3	0,029 X 10 ⁶

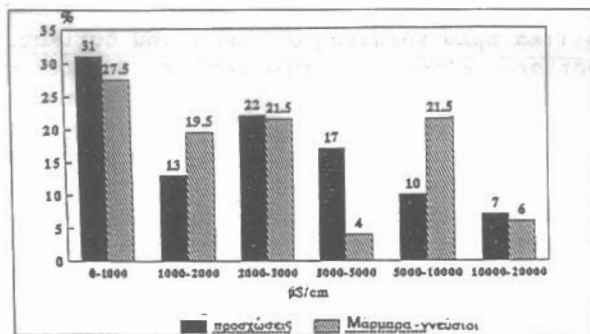
φανεί στη συνέχεια η τροφοδοσία πηγών απ' αυτά τα νερά είναι ελάχιστη λόγω υψομετρικών διαφορών.

β) Οι σημαντικές απώλειες επιφανειακού νερού καθ' όλη τη διάρκεια του έτους από τις κοίτες των χειμάρρων τη στιγμή που διασχίζουν τα μάρμαρα. Αυτό αποτελεί ένα χαρακτηριστικό φαινόμενο για τις επιφανειακές απορροές σ' όλες σχεδόν τις λεκάνες του νησιού. Στις κεντρικές περιοχές του νησιού (μεγάλα υψόμετρα), όπου επικρατεί το γνευσιακό υλικό, παρατηρείται απορροφή σχεδόν όλο το χρόνο (πίνακας 3).

Όμως αυτές οι απορροές των χειμάρρων δεν φθάνουν σχεδόν ποτέ στη θάλασσα εκτός ελάχιστων εξαιρέσεων δηλ. σε πλημμυρικές καταστάσεις. Κατά τη ροή στην κοίτη η μεγαλύτερη παροχή παρατηρείται στα όρια των μεταμορφωμένων προς τα μάρμαρα. Στη συνέχεια αυτή συνεχώς ελαττώνεται προς τα κατάντη μέχρι που εξαφανίζεται.

3.3. Ιζηματογενή

Τα ιζήματα κατατάσσονται σε δύο κατηγορίες. Σ' αυτά που εντοπίζονται στις λοφώδεις - ημιλοφώδεις περιοχές και εμφανίζονται περιμετρικά σχεδόν της



Σχ. 3: Ποσοστιαία συμμετοχή των γεωτρήσεων σε δύο διαφορετικούς σχηματισμούς (προσχώσεις, μάρμαρα - γενεσεις) σε ομαδοποιημένες τιμές ηλεκτραγωγιμότητων. (Αύγουστος 1992)

μέσου δυναμικού υδροφορία. Γεωτρήσεις σε τέτοιες περιοχές έχουν αποδώσει παροχές από 8-15 m³/h για βάθη που φθάνουν από 160 έως 170 m (όσο δηλ. και το συνολικό πάχος στις θέσεις αυτές των μειοκαινικών ιζημάτων). Η ειδική ικανότητα είναι μικρότερη από 0,1 m³/h/m)

3.4. Υδρογεωλογική συμπεριφορά των προσχωματικών πεδίων

Τα πεδία αυτά όπως αναφέρθηκε έχουν σχηματισθεί κυρίως στις εξόδους των χειμάρρων προς τη θάλασσα. Πρόκειται για κοκκώδη ποταμοχειμαρρώδους προέλευσης υλικά που το πάχος τους ποικίλει σε κάθε πεδίο αλλά και από θέση σε θέση για το ίδιο πεδίο. Στον πίνακα 2, φαίνονται τα μέγιστα πάχη για κάθε προσχωματικό πεδίο όπως αυτά προέκυψαν από τις υδρογεωτρήσεις. Ειδικότερα τα υλικά των πεδίων αποτελούνται από εναλλαγές αργίλων, άμμων και χαλίκων καθώς και από πλευρικά κορήματα. Χαρακτηριστικό των αποθέσεων αυτών είναι η μη ανάπτυξη σαφών και κανονικών οριζόντων, αλλά η εμφάνιση μιας χαρακτηριστικής ανομοιομορφίας με πλευρικές και κατακόρυφες μεταβάσεις και αποσφηνώσεις, (σχ.3).

Η τροφοδοσία των υπόγειων υδροφοριών τους, επιτυγχάνεται κυρίως από τις διηθήσεις των νερών των χειμάρρων κατά την έξοδό τους από την ορεινή ζώνη αλλά και κατά τη διαδρομή τους στην περιοχή των προσχώσεων. Επομένως υπάρχει άμεση εξάρτηση με τις απορροές που μπορούν να φτάσουν μέχρι τα προσχωματικά πεδία. Επίσης ένα μικρό μέρος εξασφαλίζεται από τα νερά της βροχής που πέφτουν στο ανάπτηγμα των προσχώσεων και ένα επίσης μικρό μέρος εξασφαλίζεται από τις πλευρικές μεταγίσεις των μαρμάρων.

Για την καλύτερη συγκρότηση της εικόνας της γεωμετρικής ανάπτυξης των προσχώσεων στο συνολικό τους χώρο, εφαρμόσθηκε η μέθοδος της ομαδοποίησης του αρχικά άναρχου υλικού με τη βοήθεια των λιθολογικών τομών των υδρογεωτρήσεων (Διαμαντής, 1985). Από τη μέθοδο αυτή προέκυψε η συγκέντρωση σε εκλεκτικές ζώνες αδρομερούς υλικού σ' όλα τα προσχωσιγενή πεδία. Οι ζώνες αυτές συσχετίζονται με τους παλαιογεωγραφικούς άξονες ροής.

Τα υδροφόρα των προσχωσιγενών πεδίων, σήμερα αντλούνται από ένα αριθμό 74 γεωτρήσεων. Το βάθος τους εξαρτάται από το πάχος των προσχώσεων και η εκμεταλλεύσιμη παροχή τους από τη θέση τους ως προς τους προσδιορισθέντες εκλεκτικούς άξονες αδρομερούς υλικού.

Η ειδική ικανότητα των γεωτρήσεων αυτών κυμαίνεται από 0,8 m³/h/m ως 25m³/h/m με ελάχιστες εξαιρέσεις σε μικρότερες και μεγαλύτερες τιμές έξω από τα όρια.

παραλιακής ζώνης και ιδιαίτερα προς τα δυτικά (μειοκαινικά ιζηματα), είναι δε ως επί το πλείστον συμπαγή και σ' εκείνα των παράκτιων πεδινών τμημάτων που εμφανίζονται χαλαρά (τεταρτογενείς αποθέσεις, κορήματα).

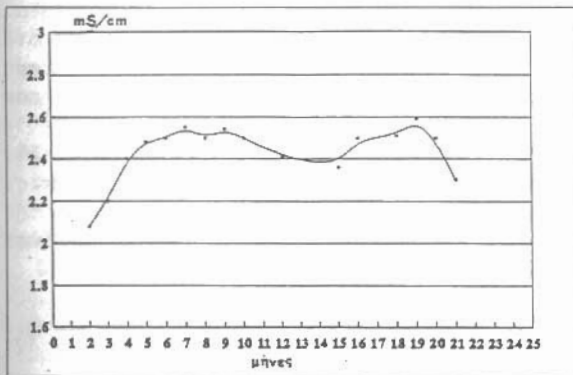
Τα πρώτα από υδρογεωλογικής πλευράς παρουσιάζονται χωρίς ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω των συχνών παρεμβολών αργιλικού υλικού ανάμεσα στα στρώματα των ψαμμιτών ή των λατυποκροκαλοπαγών, που είναι δυνατόν να εμφανίσουν υδροφορία. Στις περιοχές εκείνες όπου το πάχος των ψαμμιτικών στρωμάτων είναι σημαντικό παρουσιάζεται μικρού ως

Σε αντίθεση με όσα ειπώθηκαν περί υπερεκμετάλλευσης των υπόγειων υδροφόρων στρωμάτων η παροχή των γεωτρήσεων στα προσχωματικά πεδία παραμένει αμετάβλητη ή περιορίζεται ελάχιστα. Επίσης τα μέγιστα της στάθμης ελάχιστα μεταβάλλονται. Όμως οι τιμές της ηλεκτραγωγιμότητας αυξάνουν χρόνο με το χρόνο με το χρόνο με γρήγορους ρυθμούς. Στο 80% των γεωτρήσεων τόσο των προσχωματικών πεδίων όσο και των άλλων σχηματισμών που βρίσκονται στη χαμηλή ζώνη, οι τιμές της ηλεκτραγωγιμότητας δεν ξεπερνούν αρχικά κατά την εποχή της ανόρυξης τα 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Η τελευταία μέτρηση του Αυγούστου του 92 έδειξε τα αποτελέσματα του σχ.4. Όπως λοιπόν φαίνεται στο σχήμα, γεωτρήσεις με αγωγιμότητα κάτω από 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ δεν ξεπερνούν σήμερα το 30% (αλλουβιακά ή μάρμαρα) για κάθε περίπτωση. Πρέπει όμως να τονισθεί ότι αυτές στο μεγαλύτερο ποσοστό είναι καινούργιες γεωτρήσεις.

Ο συνδυασμός των σταθερών παροχών, των μη μεγάλων μεταβολών της στάθμης σε ετήσια βάση και των αυξανόμενων σταθερά χρόνο με το χρόνο ηλεκτραγωγιμοτήτων, δηλώνει σαφέστατα την αναπλήρωση των υδροφόρων στρωμάτων με θαλασσινό νερό.

3.4.1. Ποιότητα του νερού των υδροφόρων των προσχώσεων

Από την εξέταση της τιμής της ηλεκτραγωγιμότητας σε ένα αριθμό γεωτρήσεων στα παράκτια πεδία σε τακτά χρονικά διαστήματα για μια σειρά ετών (σχ.5), προκύπτει αρχικά μια τάση αύξησης της τιμής κατά τους θερινούς και φθινοπωρινούς μήνες. Αυτό δείχνει και το ρυθμό εξάντλησης. Δηλαδή γίνεται μια μεγάλη εκμετάλλευση κατά τους θερινούς μήνες όπου προκαλείται μια επιβάρυνση της ποιότητας από την σχετικά εύκολη, αυτή την εποχή, διείσδυση της θάλασσας, που συνεχίζεται και κατά τους φθινοπωρινούς μήνες μέχρι την περίοδο πριν τις βροχοπτώσεις. Οι βροχεροί μήνες στη συνέχεια δημιουργούν επανατροφοδοσίες και έτσι προκαλούν πρόσκαιρη μείωση της τιμής της ηλεκτραγωγιμότητας. Χαρακτηριστικό όμως είναι το γεγονός ότι κάθε φορά τα μέγιστα και τα ελάχιστα είναι μεγαλύτερα της προηγούμενης χρονιάς. Αυτό επιβεβαιώνει τον μεγάλο ρυθμό εκμετάλλευσης. Οι παροχές σε τέτοια περιορισμένης έκτασης πεδία που πολλές φορές ξεπερνούν τα 80 m^3/h δηλώνουν ότι οι υπόγειοι υδροφορείς δέχονται μια σταθερή τροφοδοσία από τη θάλασσα.



Σχ. 4: Χαρακτηριστικό παράδειγμα διακυμάνσεων ηλεκτραγωγιμότητας συνεχόμενων μηνών, γεώτρησης στις προσχώσεις της νήσου θάσου. (προσχωματικό πεδίο Πρίνου)

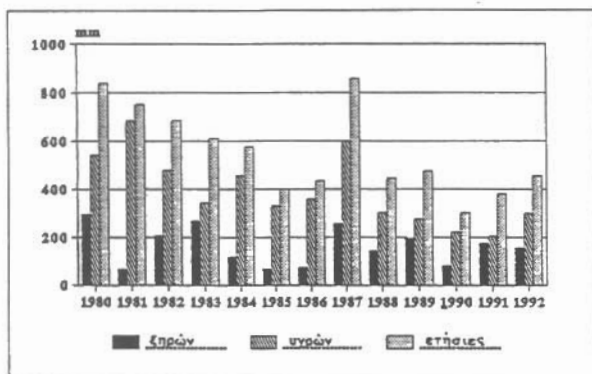
4. ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΥΔΡΟΛΟΓΙΑ

- Από τα βροχομετρικά στοιχεία των δύο σταθμών που είναι εγκαταστημένοι στη θάσο (σταθμός θάσου υψόμετρο 2m και σταθμός Κάστρου, υψόμετρο 575m) προκύπτει πως οι τιμές των βροχοπτώσεων του σταθμού της θάσου είναι για τα περισσότερα έτη σημαντικά υψηλότερες από εκείνες του Κάστρου. Αυτό οφείλεται στις ορειγραφικές κυρίως συνθήκες. Ο σταθμός της θάσου και γενικά το νησί δέχεται την επίδραση των βόρειων βροχοπτώσεων της βόρειας ορεινής ζώνης της ηπειρωτικής χώρας (οροσειρά Ροδόπης), ενώ το βουνό Υψάριο της θάσου, δρα για το σταθμό Κάστρου σαν "κυματοθραύστης" στις βόρειες αυτές βροχοπτώσεις.

Λαμβάνοντας υπ' όψη τις τιμές του σταθμού Κάστρου, που παρουσιάζει μια πληρότητα στις μετρήσεις, (στο σχ.6 φαίνονται οι ετήσιες βροχοπτώσεις για τη χρονική περίοδο 1980-92 οι βροχοπτώσεις των ξηρών μηνών, Απρίλιος - Σεπτέμβριος και των υγρών μηνών, Οκτώβριος - Μάρτιος), προκύπτει το εξής συμπέρασμα: παρατηρείται μια τάση μείωσης στις ετήσιες βροχοπτώσεις τα τελευταία χρόνια με εξαίρεση κάποιες εξάρσεις π.χ. (1987). Το σημαντικότερο όμως είναι η παρατηρούμενη σταθερή μείωση των βροχοπτώσεων των υγρών μηνών, τουλάχιστον για τα τελευταία 6 χρόνια, με εξαίρεση το 1992 (λόγω πλημμυρικών συνθηκών). Το γεγονός αυτό δικαιολογεί τις αντίστοιχες εικόνες που παρουσιάζουν κυρίως οι πηγές τα τελευταία χρόνια δηλ. μια σημαντική τάση μείωσης της παροχής των μέχρι εξάντλησης.

- Σε μερικές λεκάνες του δυτικού τμήματος, γίνονται συστηματικά ορισμένες μετρήσεις παροχής των χειμάρρων. Εδώ εξετάζονται δύο απ' αυτές, των Μαριών και των Λιμεναριών κυρίως γιατί εντοπίζονται μόνο σε γνεύσιο (τα υπάρχοντα μάρμαρα βρίσκονται πάνω στους γνεύσιους, που σημαίνει ότι το μεγαλύτερο ποσοστό της κατείδυσης σ' αυτά επανέρχεται στη λεκάνη).

Από τον μέσο ετήσιο όγκο απορροής της περιόδου 1986-92 (βλέπε πίνακα 3) και



Σχ. 5: Ετήσιες βροχοπτώσεις - Βροχοπτώσεις ξηρών (Απρίλης - Σεπτέμβρης), υγρών (Οκτώβριος - Μάρτιος) μηνών περιόδου 1980 - 1992. - Σταθμός Κάστρου

της τάξης των 150 km² τότε προκύπτει πως ο μέσος ετήσιος όγκος βροχόπτωσης που κατείδυει στα μάρμαρα είναι της τάξης των 37.106 m³/έτος.

Η κατείδυση στους γνεύσιους και σχιστόλιθους θεωρείται ασήμαντη μέχρι 5%. Ένα μέρος από το νερό αυτό εξέρχεται υπό μορφή πηγών ή αντιλείται από γεωτρήσεις.

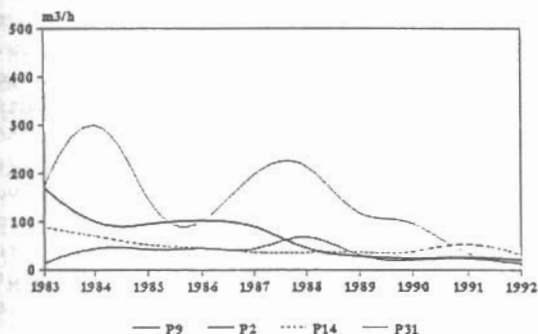
Η κατείδυση στα προσχωματικά πεδία είναι αρκετά μεγάλη αλλά λόγω της μικρής έκτασης που καταλαμβάνουν αυτά, ο συνολικός όγκος που κατείδυει θεωρείται μικρός.

Πίν. 3: με τις μέσες μηνιαίες πραγματικές απορροές της περιόδου 1986/91 (σε m³/s) σε δύο χειμάρρους του νησιού.

Μήνας	Ι	Φ	Μ	Α	Μ	Ι	Ι	Α	Σ	Ο	Ν	Δ
Χειμάρρος												
Λιμεναριών	106,7	281,2	444,5	135,0	242,8	163,9	50,9	34,1	30,9	52,4	28,8	86,7
Μαριών	56,7	135,6	99,2	104,4	145,3	65,9	44,5	33,9	34,9	29,1	52,2	50,8

5. ΠΗΓΕΣ

Στη θάσσο όπως έχει αναφερθεί έχουν εντοπισθεί 85 πηγές από τις οποίες οι 21 στους γνεύσιους και σχιστόλιθους και οι υπόλοιπες στα μάρμαρα, με δυναμικό που ποικίλει από 1-2 m³/s μέχρι 1560 m³/h (μέση παροχή για το διάστημα 1982-1992). Υπολογίζοντας με βάση το ποσοστό κατείδυσης, το νερό που εισέρχεται στα μάρμαρα για τα χρόνια 90-91 και κατά προσέγγιση το νερό που εξέρχεται υπό μορφή πηγών προκύπτει πως η σχέση τους είναι 3/1. Ειδικότερα για το παραπάνω διάστημα ως μέσο ετήσιο ποσό κατείδυσης υπολογίσθηκε το ποσό των 29,75.106m³, ενώ ως συνολική παροχή των καρστικών πηγών τα 9,75.106m³.



Σχ. 6: Πορεία μεταβολής της παροχής 4 μεγάλων πηγών για το μήνα Αύγουστο περιόδου 1983 - 1992.

Για τον υπολογισμό της παραπάνω σχέσης ελήφθησαν τα δύο τελευταία σχεδόν χρόνια, λόγω της πληρότητας των μετρήσεων αλλά και λόγω του ότι αντιπροσωπεύουν τη σημερινή πραγματικότητα (συνθήκες ανομβρίας). Στο σχ.6 απεικονίζεται η πορεία για τη χρονική περίοδο 1983 -1992 της παροχής 4 μεγάλων πηγών για το μήνα Αύγουστο. Από το σχήμα αυτό φαίνεται η τάση περιορισμού των παροχών των πηγών, κάτι που έχει έμμεση σχέση με την πορεία των βροχοπτώσεων.

6. ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΣΤΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΩΝ ΝΕΡΩΝ

Όπως προέκυψε από τα προηγούμενα το νησί της θάσσο δέχεται σημαντικές βροχοπτώσεις. Η δομή και η σύσταση όμως των πετρωμάτων του, δημιουργεί συνθήκες περιορισμένης εκμετάλλευσης.

Εντοπίστηκαν μεγάλες απώλειες νερού κυρίως από την επιφανειακή απορροφή των χειμάρρων, δια μέσου των μαρμάρων προς άγνωστες γενικά κατευθύνσεις.

Επίσης παρατηρείται ένας μεγάλος αριθμός πηγών, μικρού δυναμικού που εκφορτίζεται σε πάρα πολλά σημεία, δημιουργώντας έτσι αδυναμία ουσιαστικής εκμετάλλευσης. Η διείδυση της θάλασσας είναι από τις σημαντικότερες αιτίες απώλειας μεγάλων ποσοτήτων νερού. Αυτό οφείλεται στην ανάμειξη, στα παράκτια πεδία, με το γλυκό νερό.

Οι περιπτώσεις αυτές δημιουργούν:

α) προβλήματα στη συγκράτηση των επιφανειακών νερών για τη δημιουργία ταμιευτήρων ενώ υπάρχουν ιδανικές θέσεις από πλευράς μορφολογίας και παροχών. Όμως η παρουσία των καρστικοποιημένων μαρμάρων δημιουργεί αρνητικές προϋποθέσεις.

Στη λεκάνη του χειμάρρου των Λιμεναρίων, επιλέχθηκε θέση η οποία θα μπορούσε να συγκρατήσει πάνω από 700.10³ m³ νερό, ποσότητα σημαντική για την περιοχή του νησιού, όμως η απορροφή του χειμάρρου τους περισσότερους μήνες σταματούσε ανάντη της επιλεγμένης θέσης περίπου 4 km. Ερευνητικές γεωτρήσεις στη θέση του φράγματος συνάντησαν μετά από τα χαλαρά ποταμοχειμάρρια υλικά των πρώτων μέτρων, καρστικοποιημένα μάρμαρα μέχρι τα 70 μέτρα όπου και σταμάτησαν. Σ' ολόκληρη τη στήλη δεν συναντήθηκε η στάθμη του νερού. Αυτό ακριβώς επιβεβαιώνει αφ' ενός την αδυναμία συγκράτησης των επιφανειακών νερών αλλά επίσης την αδυναμία εκμετάλλευσης των νερών που διηθούνται προς τους βαθύτερους ορίζοντες.

Η εκμετάλλευση των επιφανειακών νερών σε τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να γίνει με διαδοχικά μικρά φράγματα που να φιλοξενούνται αποκλειστικά σε στεγανά

υλικά (γνευσίους). Όμως η μικρή λεκάνη απορροής, σε τέτοιες θέσεις, δεν μπορεί να δημιουργήσει μεγάλο αποθηκευτικό χώρο. Απλά μπορεί με αυτόν τον τρόπο να γίνει εκμετάλλευση και των θερινών απορροών που είναι και αυτές απαραίτητες για το νησί.

Επίσης η κατασκευή χωμάτινων εξωποτάμιων λιμνοδεξαμενών στα χαμηλότερα σημεία σε συνδυασμό με την κατασκευή των προηγούμενων μικρών φραγμάτων και την μεταξύ τους σύνδεση, θα δημιουργήσει καλύτερες προϋποθέσεις για την εκμετάλλευση σημαντικά μεγαλύτερων ποσοτήτων νερού.

Από έρευνες στην περιοχή του προηγούμενου χειμάρρου προκύπτει ότι ο συνδυασμός ενός μικρού φράγματος ύψους μέχρι 6 μέτρων στην περιοχή των γνευσίων (λεκάνη απορροής περίπου 5 km²) και μιας χωμάτινης εξωποτάμιας λιμνοδεξαμενής χωρητικότητας 100.000 m³ θα είχε σαν αποτέλεσμα την δυνατότητα εκμετάλλευσης περίπου 330.000 m³ νερού ανά έτος με βάση τα στοιχεία παροχής των χειμάρρων.

β) Προβλήματα στην εκμετάλλευση των διηθούμενων ποσοτήτων από τις επιφανειακές απορροές μια και η κατεύθυνση αυτών των νερών παραμένει άγνωστη. Πιθανώς ένα μικρό μέρος τροφοδοτεί τις μικρές πηγές που βρίσκονται σε χαμηλότερο υψόμετρο από την περιοχή διήθησης του επιφανειακού νερού. Ένα μέρος έχει παγιδευτεί κατά τη διαδρομή του προς τα κατάντη λόγω των παρεμβαλλόμενων μεγάλων ρηγμάτων ή γνευσιακού υλικού και ένα σημαντικό μέρος της ροής κινείται προς άγνωστες κατευθύνσεις ενδεχομένως με τελικό προορισμό τη θάλασσα. Στην τελευταία περίπτωση η ιχνηθέτηση είναι η μέθοδος που θα μπορούσε να βοηθήσει στην ανίχνευση της κατεύθυνσης του υπόγειου νερού και στη συνέχεια στον προσδιορισμό του τρόπου εκμετάλλευσης.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΒΕΡΓΗΣ, Σ. (1985). "Υδρογεωλογική Έρευνα Θάσου" Έκθεση ΙΓΜΕ, Εάνθη
- ΔΙΑΜΑΝΤΗΣ, Ι. και ΤΖΕΒΕΛΕΚΗΣ, Θ. (1992). Υδρογεωλογικές και Υδροχημικές Συνθήκες στις Παράκτιες Προσχώσεις της Νήσου Θάσου. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Συνεδρίου Υδρογεωλογίας. Δελτίο Συνδέσμου Γεωλόγων Μεταλλειολόγων Κύπρου Νο 6, σελ. 131-148
- ΕΠΙΤΡΟΠΟΥ, Ν. ΤΣΟΜΠΟΣ, Π. ΖΑΧΟΣ, Σ. και ΔΗΜΑΔΗΣ Ε (1988). "Νέα Κοιτασματολογικά, γεωλογικά και τεκτονικά δεδομένα στη Ν. Θάσο. Οι προοπτικές εντοπισμού νέων Pb-Zn-Fe-Mn-Au μεταλλοφόρων συγκεντρώσεων". Έκθεση ΙΓΜΕ, Εάνθη.
- ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΓΕΩΛΟΓΙΑΣ (1990). "Διερεύνηση δυνατοτήτων κατασκευής ταμειυτήρα στο χείμαρρο Λιμεναρίων Θάσου". Έκθεση Ερευνητικού Προγράμματος για τη Νομαρχία Καβάλας. Εάνθη.
- ΖΑΧΟΣ, Σ. (1977). "Έκθεση γεωλογικής χαρτογράφησης νήσου Θάσου". Έκθεση ΙΓΜΕ, Εάνθη.
- ΙΓΜΕ, (1982). Γεωλογικός Χάρτης, φύλλο Θάσος 1:50.000.
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Δ. (1986). Γεωλογία της Ελλάδας. Αθήνα. Εκδόσεις Επτάλοφος Α.Β.Ε.Ε., σελ 240.