

Κεφάλαιο Α1

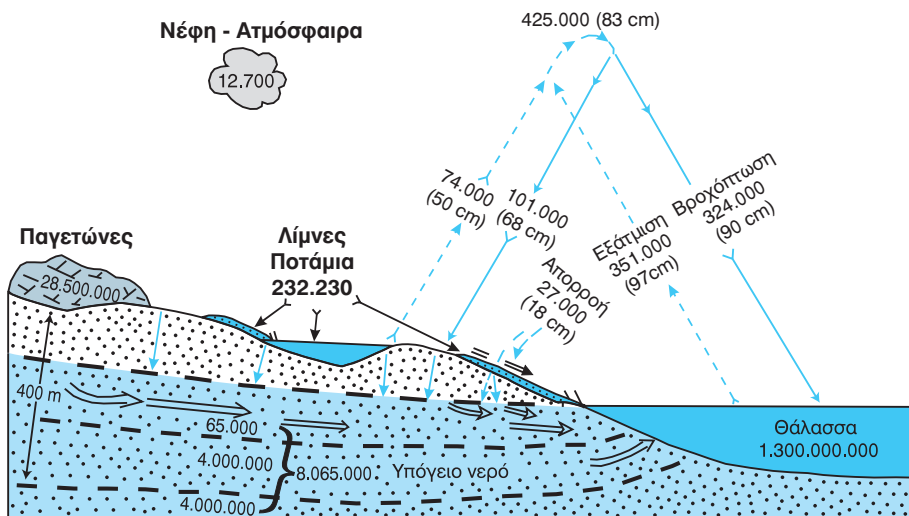
ΚΥΚΛΟΣ ΝΕΡΟΥ – ΥΔΡΟΛΟΓΙΚΟ ΙΣΟΖΥΓΙΟ

α. Το νερό στη Φύση

ι. Διάφοροι ερευνητές συγκλίνουν στο να δεχθούν ότι η ποσότητα του νερού (και με τις τρεις καταστάσεις) που υπάρχει στη Γη είναι της τάξης των $1.336.800.000 \text{ km}^3$. Αυτή η ποσότητα κατανέμεται ως εξής (Σχήμα Α1.1):

❖ Κατά κατάσταση

– υγρή	$1.308.290.000 \text{ km}^3$ (97,86%)
– στερεά (παγετώνες)	$28.500.000 \text{ km}^3$ (2,13%)
– αέρια (υδρατμοί)	12.700 km^3 (0,001%)



Σχήμα Α1.1. Το νερό στη φύση. (οι ποσότητες, εφόσον δεν διευκρινίζεται, είναι km^3).

❖ Κατά περιβάλλον	
– θάλασσες (αλμυρό νερό)	1.300.000.000 km ³ (97,25%)
– παγετώνες	28.500.000 km ³ (2,13%)
– ατμόσφαιρα (υδρατμοί)	12.700 km ³ (0,001%)
– επί των ηπείρων (γλυκό νερό)	8.290.000 km ³ (0,62%), από το οποίο:
*λίμνες, ποτάμια	224.230 km ³
*υπόγειο νερό	8.065.000 km ³ , από το οποίο:
– *κοντά στην επιφάνεια	65.000 km ³
– *μέχρι 800 m βάθος	4.000.000 km ³
– *σε βάθος > 800 m	4.000.000 km ³

Με βάση τον πιο πάνω πίνακα μπορούμε να κάνουμε μερικές παρατηρήσεις:

- Αν υποθέσουμε ότι όλη η επιφάνεια της Γης (510·10⁶ km²) καλυφθεί ομοιόμορφα με στρώμα νερού, τότε το πάχος αυτού του στρώματος θα είναι 2.610 m περίπου!!
- Από την πελώρια ποσότητα του νερού που υπάρχει στη Γη μόνον το 2,8% (≈36.800.000 km³) είναι γλυκό και από αυτό το μεγαλύτερο μέρος του, (τα ≈28.500.000 km³), είναι οι παγετώνες. Έτσι τελικά ένα μικρό ποσοστό 0,62% (≈8.290.000 km³) είναι γλυκό νερό σε υγρή κατάσταση, αλλά κατά το μεγαλύτερο του μέρος μη προσιτό ή μη χρησιμοποιήσιμο. Γίνεται έτσι φανερό ότι οι ποσότητες του νερού οι χρησιμοποιήσιμες από τον άνθρωπο αντιπροσωπεύουν ελάχιστο ποσοστό (0,15% έως 0,20% κατά μέγιστο όριο). Μερικοί συγγραφείς με βάση το παγκόσμιο ετήσιο ισοζύγιο εκτιμούν ότι η μέση ετήσια διαθέσιμη ποσότητα νερού (χωρίς εκμετάλλευση μονίμων αποθεμάτων) είναι της τάξης των 15.000-20.000 km³.

ii. Η κίνηση του νερού μέσα στη φύση (κύκλος του νερού) δίνεται στο Σχήμα Α1.1 από όπου έχουμε για κάθε έτος:

Βροχόπτωση: Ολική (P)	425.000 km ³ (830 mm)
– επί των Ωκεανών	324.000 km ³ (900 mm)
– επί των Ηπείρων	101.000 km ³ (680 mm)
Απορροή Ολική (Επιφανειακή + Υπόγεια)	27.000 km ³ (180 mm)
Επανεξάτμιση Ολική (E)	425.000 km ³ (830 mm)
– από τους Ωκεανούς	351.000 km ³ (970 mm)
– από τις Ηπείρους	74.000 km ³ (500 mm)

Ορισμένοι ερευνητές δίνουν κάπως μικρότερα μεγέθη π.χ. Βροχόπτωση P=400.000 km³. Είναι ασφαλώς δύσκολο να υπολογιστεί επακριβώς το παγκόσμιο ισοζύγιο του κύκλου του νερού. Θα είναι ορθότερο να μιλάμε για την

τάξη μεγέθους του. Πέραν αυτού θα σημειώσουμε εδώ ότι οι ποσότητες ενέργειας που υπεισέρχονται στο παιγνίδι του κύκλου του νερού είναι πραγματικά πελώριες και φυσικά τεράστιας σημασίας για τη ζωή του ανθρώπου.

iii. Όσον αφορά την προέλευση του υπόγειου νερού, αυτή είναι βασικά μετεωρική. Πιο συγκεκριμένα το υπόγειο νερό μπορεί να διακριθεί σε:

- ❖ *Νερό κατείσδυσης*. Είναι αυτό που προέρχεται από την επιφάνεια του εδάφους και ρέει σχεδόν κατακόρυφα. Έχει άμεση μετεωρική προέλευση. Είναι ρεούμενο νερό. Η ροή του είναι σχεδόν κατακόρυφη και δεν έχει παρά μηδενική ή αμελητέα οριζόντια συνιστώσα.
- ❖ *Νερό ροής*. Είναι αυτό που κινείται κάτω από την επιφάνεια του υδροφόρου οριζοντία, δηλ. αυτό που βρίσκεται μέσα στα υδροφόρα στρώματα. Είναι νερό εξ ορισμού ρεούμενο. Η ροή του έχει σημαντική οριζόντια συνιστώσα και συνήθως πολύ μικρή ως αμελητέα κατακόρυφη.
- ❖ *Νερό βάθους ή βαθύ νερό*. Είναι αυτό που πρακτικά δε ρέει ή ρέει βραδύτατα. Λέγεται και «*απολιθωμένο*» νερό. Είναι συνήθως υδροστατικά απομονωμένο και δεν υπόκειται στον υδροδυναμισμό. Περιέχει σε διάλυση μεγάλες ποσότητες αλάτων ή κατά την έκφραση άλλων βρίσκεται σε χημική ισορροπία με τα πετρώματα. Το βάθος μέχρι το οποίο συναντάται αυτό το νερό δεν μπορεί φυσικά να είναι κάτω από εκεί που δεν υπάρχει πορώδες δηλ. από εκεί που τα πετρώματα είναι εντελώς συμπαγή. Αυτό το βάθος είναι συζητήσιμο. Για μερικούς αυτό είναι 10km, για άλλους 18km, για άλλους 30km. Πάντως κατά υπολογισμούς με βάση μία γεωθερμική βαθμίδα των 33 m οι σχέσεις μεταξύ θερμοκρασίας και πίεσης σε συνάρτηση με το βάθος δεν επιτρέπουν την ύπαρξη νερού σε υγρή κατάσταση σε βάθος πάνω από 33km.

Από αυτές τις τρεις κατηγορίες νερού οι δύο πρώτες (νερό κατείσδυσης και νερό ροής) έχουν σαφώς μετεωρική προέλευση και πάντως είναι *παλιά νερά* (vadoses) δηλ. νερά που έλαβαν γένεση σε κάποια άλλη φάση σε κάποια άλλη θέση. Το νερό της τρίτης κατηγορίας (βαθύ νερό) μπορεί να έχει διπλή προέλευση:

- Μπορεί να είναι *παλιό νερό* (vadose) που καταστράγγισε, ή νερό κάποιας παλιάς λίμνης ή θάλασσας ή υδροφόρου στρώματος που εγκλωβίστηκε και απομονώθηκε με διαφόρους τρόπους κατά την ιζηματογένεση και γενικά κατά τον τεκτονισμό και τις μεταβολές του στερεού φλοιού της Γης και έτσι το βρίσκουμε σε βαθιές ζώνες κλπ. Μπορεί ακόμα να προέκυψε από την «*απόσταξη*» ιζηματογενών πετρωμάτων που βρέθηκαν σε επαφή με μάγμα ή να προήλθε από τη μεταμόρφωση ιζηματογενών πετρωμάτων και εξωθή-

θηκε από γεωστατικές πιέσεις επειδή τα μεταμορφωμένα έχουν πολύ μικρότερο πορώδες σε σχέση με τα ιζηματογενή ή επειδή κατά τη μεταμόρφωση από ένυδρα άλατα που μετατράπηκαν σε άνυδρα.

- Μπορεί επίσης να είναι *νέο νερό* (juvenile) δηλ. νερό που για πρώτη φορά έλαβε γένεση και δεν μετακινήθηκε σημαντικά από εκεί ή πάντως δεν ήλθε ακόμα στο φως.

Σε αυτά τα πραγματικά νέα νερά ανήκουν:

- ❖ *Τα μαγματικά νερά*, δηλ. αυτά που προέρχονται από τα μάγματα στα οποία ήταν εγκλεισμένα σε μη διαλυμένη κατάσταση ή αυτά που προέρχονται από την κρυστάλλωση του μάγματος γιατί το τελευταίο μπορεί να περιέκλειε μέχρι και 5% νερό και να έδωσε πραγματικές πηγές νέου νερού.
- ❖ *Τα κυρίως νέα νερά* που λαμβάνουν γένεση από σύνθεση του H_2 και του O_2 κάτω από πολύ υψηλές πιέσεις και θερμοκρασίες. Αλλά αυτή η κατηγορία νέου νερού φαίνεται ότι αντιπροσωπεύει ελάχιστες έως πρακτικά μηδαμινές ποσότητες.

β. Κύκλος νερού-Υδρολογικό Ισοζύγιο

ι. Ένας αένας κύκλος του νερού διαγράφεται στη φύση καθώς αυτό μεταπηδά από πεδίο σε πεδίο επαναλαμβάνοντας συνεχώς τη μετακίνησή του αυτή μέσα στο χρόνο.

Ο κύκλος αυτός μελετάται ιδιαίτερα από την *Επιφανειακή Υδρολογία* την επιστήμη δηλαδή εκείνη που μελετά το νερό από τη στιγμή που αυτό φθάνει στην επιφάνεια της Γης με οποιαδήποτε μορφή: βροχή, χιόνι, χαλάζι, δροσιά κλπ, γνωστά στο σύνολό τους ως «*ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα*» ή απλά «*κατακρημνίσματα*», συμβολιζόμενα με το γράμμα P.

Το νερό λοιπόν φθάνοντας στην επιφάνεια της Γης ως «*κατακρημνίσματα*» (precipitations) έχει να ακολουθήσει τρεις δρόμους:

- Να διαπεράσει την επιφάνεια του εδάφους και να κατέλθει στο υπέδαφος, στους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες, και να προστεθεί στο υπόγειο νερό. Η ποσότητα αυτή συνιστά την *κατείδδυση I (Infiltration)*. Μπορεί, αφού κάνει μια υπόγεια διαδρομή, να επανέλθει στο φως ύστερα από κάποιο χρόνο παραμονής στο υπέδαφος, και, με το υδρογραφικό σύστημα να οδηγηθεί στη θάλασσα από όπου επανεξατμίζεται για να επαναλάβει τον κύκλο.
- Να ρεύσει επιφανειακά και παραλαμβανόμενο από το υδρογραφικό δίκτυο (τα ποτάμια συστήματα) να εκχυθεί τελικά στη θάλασσα (ή σπάνα σε λίμνη). Αυτή λοιπόν η ποσότητα που ρέει επιφανειακά και τελι-

κά χύνεται στη θάλασσα, συνιστά την *επιφανειακή απορροή R (Runoff)* που φυσικά και αυτή από τη θάλασσα (ή τη λίμνη) μπορεί τελικά να επανεξατμισθεί και να επανέλθει στην ατμόσφαιρα από όπου θα επαναλάβει τον κύκλο.

- Να επανεξατμισθεί άμεσα από την επιφάνεια του εδάφους, από την ελεύθερη επιφάνεια του υδρογραφικού συστήματος, από το υπέδαφος ή να διαπνευσθεί από τα φυτά που το αντλούν από το υπέδαφος. Αυτή η ποσότητα συνιστά την *εξατμισοδιαπνοή E (Evapotranspiration)*, που επανέρχεται στην ατμόσφαιρα για να συνεχίσει τον κύκλο.

Από τα πιο πάνω έχουμε λοιπόν:

$$P = I + R + E \quad (A1.1)$$

Η (A1.1) αποτελεί την *εξίσωση του υδρολογικού ισοζυγίου (hydrological balance)* που είναι χαρακτηριστική σε κάθε περιοχή και που καθορίζει την υδατική οικονομία της περιοχής.

ii. Τα στοιχεία της (A1.1) που λέγονται και *φάσεις* ή *παράμετροι* του υδρολογικού ισοζυγίου μπορούν να εκφραστούν σε όγκο (m^3), σε ύψος νερού - βροχής (mm) και ακόμα σε συντελεστές δηλαδή σε ποσοστό ως προς τα κατακρημνίσματα. Έτσι π.χ. μπορούμε να έχουμε την παρακάτω έκφραση του υδρολογικού ισοζυγίου:

	P	=	I	+	R	+	E
Όγκος (m^3)	118×10^6	=	$12,98 \times 10^6$	+	$51,92 \times 10^6$	+	$53,1 \times 10^6$
Ύψος βροχής (mm)	590	=	64,9	+	259,6	+	265,5
Συντελεστής (%)	100	=	11	+	44	+	45

(το πιο πάνω παράδειγμα αναφέρεται σε λεκάνη 200 km^2)

Το ύψος βροχής (νερού) προκύπτει από τον όγκο όταν αυτός διαιρεθεί δια του εμβαδού της περιοχής στην οποία αναφέρεται δηλαδή με την έκφραση αυτή (ύψος βροχής ή νερού) δεχόμαστε ομοιόμορφη κατανομή του υπ' όψη μεγέθους σε όλη την εξεταζόμενη περιοχή, οπότε το μέγεθος αυτό (η φάση αυτή) θα σχημάτιζε στρώμα νερού με πάχος ίσο προς τα mm που αναφέρονται.

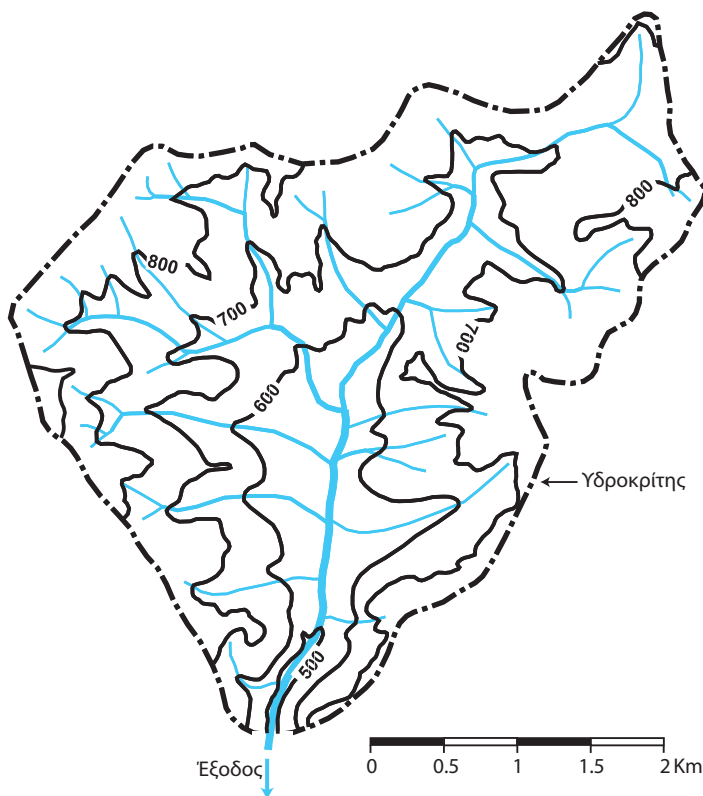
iii. Ο υδρολογικός κύκλος (hydrologic cycle) είναι από τους πιο σημαντικούς που συμβαίνουν στη Γη. Υπάρχουν και άλλοι κύκλοι που επαναλαμβάνονται μέσα στο γεωλογικό χρόνο (π.χ. γεωχημικός κύκλος, γεωτεκτονικός κύκλος, ιζηματολογικός κύκλος κλπ). Η σημασία όμως του υδρολογικού είναι μέγιστη. Όχι μόνο γιατί με αυτόν διακινούνται και εναλλάσσονται μεταξύ επιφάνειας εδάφους και ατμόσφαιρας τεράστιες ποσότητες ενέργειας, αλλά και

διότι διατηρεί τη ζωή πάνω στην επιφάνεια των ηπείρων. Αν φανταστούμε ένα μακάβριο σενάριο, ότι π.χ. για δέκα (10) συνεχή έτη δε βρέχει καθόλου πάνω στη Γη, τότε είναι προφανές ότι θα σβήσει, θα εκλείψει κάθε μορφής ζωή επί των ηπείρων! Θα μείνει ζωή άμεσα μόνο στις θάλασσες!! Η Γη θα επανέλθει στο Παλαιοζωικό!!..

γ. Λεκάνη απορροής

ι. Η έννοια του υδρολογικού ισοζυγίου μας εισάγει αναγκαστικά την έννοια της λεκάνης απορροής ή υδρολογικής λεκάνης:

Ονομάζουμε *λεκάνη απορροής* ή *υδρολογική λεκάνη* (*hydrologic basin*) ενός ποταμού το τμήμα εκείνο της επιφάνειας του εδάφους πάνω στο οποίο τα νερά που ρέουν επιφανειακά φέρονται με το υδρογραφικό δίκτυο στην κοίτη του υπ' όψη ποταμού ο οποίος τα οδηγεί κατευθείαν στη θάλασσα ή δια μέσου άλλου μεγαλύτερου ποταμού, του οποίου είναι παραπόταμος, Σχήμα A1.2.



Σχήμα A1.2. Λεκάνη απορροής.

Αν ένας ποταμός είναι παραπόταμος κάποιου άλλου μεγαλύτερου, τότε και η λεκάνη απορροής του είναι *υπολεκάνη* κάποιας ευρύτερης που αντιστοιχεί στο μεγαλύτερο ποταμό.

Η οριακή – περιφερειακή – γραμμή μιας λεκάνης απορροής λέγεται *υδροκρίτης* ή *υδροκριτική γραμμή* της λεκάνης και αντιστοιχεί στην κορυφογραμμή εκείνη εκατέρωθεν της οποίας τα επιφανειακά νερά κατευθύνονται προς διαφορετικές λεκάνες απορροής. Υδροκρίτης δηλαδή είναι ο γεωμετρικός τόπος των σημείων εκατέρωθεν των οποίων τα επιφανειακά νερά ρέουν προς διαφορετικές λεκάνες (ή υπολεκάνες) απορροής. Η χάραξη της μπορεί να γίνει είτε πάνω σε ένα καλό τοπογραφικό χάρτη με προσεκτική παρατήρηση της μορφολογίας και του υδρογραφικού δικτύου, είτε με παρατηρήσεις στο ύπαιθρο.

Η σημασία της λεκάνης απορροής έγκειται στο ότι αυτή συνιστά ένα τμήμα εδάφους με αυτόνομη επιφανειακή υδροοικονομία, έχει δηλαδή η λεκάνη απορροής ίδιο, ανεξάρτητο υδρολογικό ισοζύγιο. Αυτό βέβαια δεν συμβαίνει για οποιοδήποτε τμήμα εδάφους το οποίο μπορεί να δέχεται νερό από – ή και να δίνει νερό σε – παρακείμενη περιοχή. Είναι δηλαδή η λεκάνη απορροής τμήμα εδάφους με αυτονομία στο υδρολογικό ισοζύγιο.

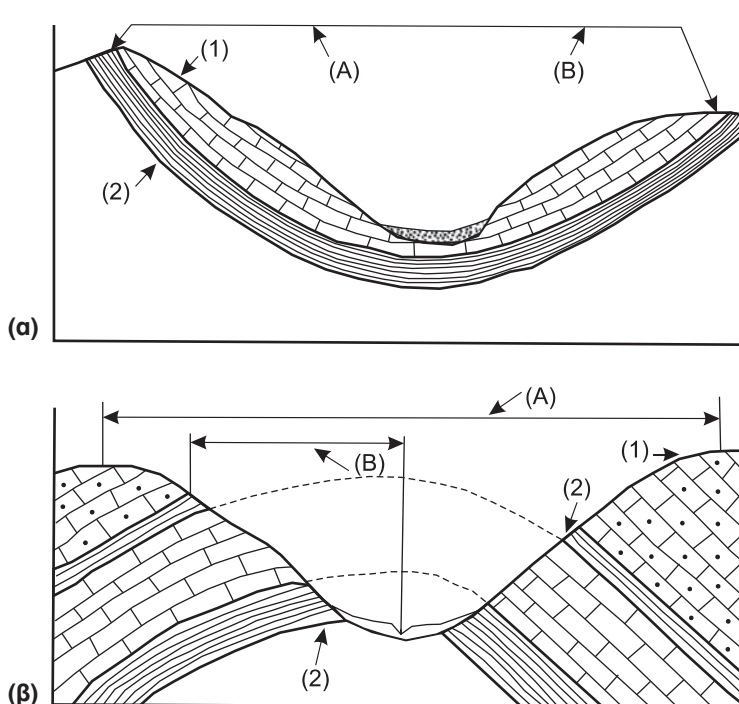
Συνήθως συμβαίνει οι λεκάνες απορροής να έχουν και ίδια ανεξάρτητη οικονομία υπόγειου νερού. Τότε, για την περίπτωση αυτή που υπάρχει σε μια περιοχή σύμπτωση για ανεξάρτητο επιφανειακό και υπόγειο ισοζύγιο, θα μπορούσαμε να προτείνουμε τον όρο *Υδρογεωλογική λεκάνη* που δεν έχει επικρατήσει προς το παρόν.

ii. Οι περιπτώσεις που η επιφανειακή και η υπόγεια λεκάνη δεν συμπίπτουν, Σχήμα Α1.3, παρατηρούνται σχεδόν αποκλειστικά στις καρστικές περιοχές ή γενικά σε περιοχές με διαπερατούς σχηματισμούς σε επιφανειακή εμφάνιση και με μεγάλο πάχος.

Οι τιμές που παίρνουν οι διάφοροι όροι της Α1.1 μεταβάλλονται από λεκάνη σε λεκάνη, ενώ για την ίδια λεκάνη διακυμαίνονται έως ισχυρά κάθε υδρολογικό έτος γύρω από μια μέση τιμή, ανάλογα με τις βροχοπτώσεις και τις θερμοκρασιακές συνθήκες του έτους.

iii. Οι παράγοντες που παίζουν ρόλο στον καθορισμό του υδρολογικού ισοζυγίου μιας λεκάνης είναι:

- Οι κλιματικές συνθήκες και κυρίως η βροχοπτώση και δευτερευόντως η θερμοκρασία.
- Η φύση των πετρωμάτων που συνιστούν το υπέδαφος της λεκάνης, δηλ. η γεωλογική σύσταση.
- Η γεωμορφολογία της λεκάνης και ιδίως η κλίση του εδάφους της και το υδρογραφικό της δίκτυο.
- Η βλάστηση και η επέμβαση του ανθρώπου (με άροση, καλλιέργειες κλπ).



Σχήμα A1.3. Υπόγειες και επιφανειακές λεκάνες. (α) σύμπτωση υπόγειας και επιφανειακής λεκάνης, (β) μη σύμπτωση των δύο αυτών λεκανών. (A) επιφανειακή λεκάνη απορροής, (B) υπόγεια λεκάνη, (1) περατός σχηματισμός, (2) αδιαπέρατος σχηματισμός.

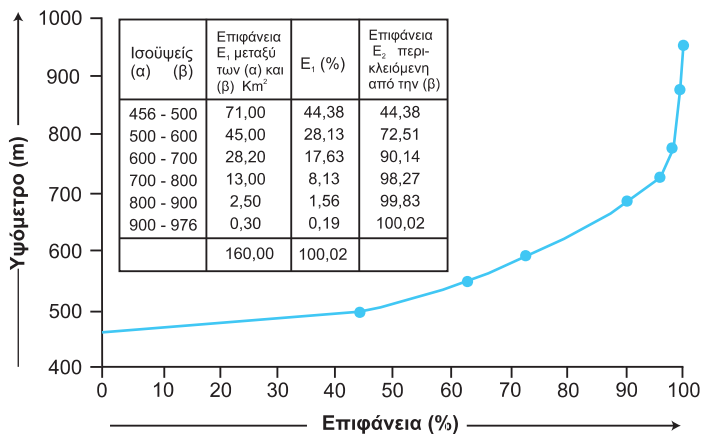
Ο ρόλος των δύο πρώτων από τους πιο πάνω παράγοντες θα αναλυθεί λεπτομερώς σε επόμενες σελίδες, ενώ των δε δύο τελευταίων θα αναλυθεί συνοπτικά στις επόμενες γραμμές, αν και αυτός θα φανεί σε επόμενες σελίδες, κατά τη μελέτη των επιμέρους παραγόντων του υδρολογικού ισοζυγίου, δηλαδή της A1.1.

Η Γεωμορφολογία μιας λεκάνης αναλύεται ποσοτικά και προσδιορίζεται με παραμέτρους από τις οποίες την Υδρογεωλογία ενδιαφέρουν κυρίως:

- ❖ Η μέση κλίση P του εδάφους ($P = \frac{dL}{E}$) όπου d = η ισοδιάσταση,

$L = l_1 + l_2 + \dots + l_n$ = το συνολικό μήκος των ισοϋψών καμπυλών και E = η επιφάνεια της υπόψη περιοχής. Εδάφη με μεγάλη κλίση (ισχυρό ανάγλυφο) ευνοούν την επιφανειακή απορροή, ενώ εδάφη με μικρή κλίση ευνοούν την κατεΐσδυση.

- ❖ Το μέγιστο ανάγλυφο H_b (δηλαδή η υψομετρική διαφορά ανάμεσα στο υψηλότερο και το χαμηλότερο σημείο).
- ❖ Η κατανομή της επιφάνειας στα διάφορα υψόμετρα που δίδεται από την υψογραφική καμπύλη, Σχήμα A1.4 κ.ά.



Σχήμα A1.4. Υψογραφική καμπύλη μιας λεκάνης.

- ❖ Το υδρογραφικό δίκτυο αναλύεται και αυτό ποσοτικά και προσδιορίζεται με παραμέτρους από τις οποίες ενδιαφέρουν την Υδρογεωλογία κυρίως οι εξής:
 - ο συντελεστής αποστράγγισης $d = \frac{E}{L}$ (E = η επιφάνεια εξεταζόμενης περιοχής ή λεκάνης, L = συνολικό μήκος των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου)
 - η πυκνότητα του υδρογραφικού δικτύου $D = \frac{L}{E}$
 - η συχνότητα του υδρογραφικού δικτύου $F = \frac{N}{E}$ (N = ο αριθμός όλων των κλάδων του υδρογραφικού δικτύου)

Ένα πυκνό υδρογραφικό δίκτυο δημιουργείται εκεί που έχουμε πολλά επιφανειακά ρέοντα νερά, είναι δηλαδή ένδειξη σημαντικής επιφανειακής απορροής. Το αντίθετο, δηλαδή αραιό υδρογραφικό δίκτυο σημαίνει λίγη επιφανειακή απορροή. Με άλλα λόγια το υδρογραφικό δίκτυο είναι η παθητική απεικόνιση της υπάρχουσας κατάστασης της οποίας τα αίτια είναι άλλα, η πυκνότητα του όμως υποβοηθά τελικά την απορροή R .

Η βλάστηση έχει οπωσδήποτε επίδραση στο υδρολογικό ισοζύγιο, αν και σε ορισμένα σημεία αμφισβητούμενη. Συγκεκριμένα είναι πάντοτε αρνητική, σημαντικά μάλιστα, για την επιφανειακή απορροή. Η μεταβολή της βλάστησης σε μια και την ίδια λεκάνη θα επηρεάσει σημαντικά την απορροή. Όμως μερικοί ισχυρίζονται ότι με οποιαδήποτε δυνατή φυσική βλάστηση σε μία και την ίδια λεκάνη η εξατμισοδιαπνοή είναι πάντα η ίδια. Δηλαδή ότι ουσιαστικά σε μια περιοχή η βλάστηση μεταβάλλει το συσχετισμό ως προς τα ποσοστά της απορροής και της εξατμισοδιαπνοής, αλλά όχι αναγκαστικά της κατείδυσης.

Η επέμβαση του άνθρωπου: π.χ. με καλλιέργειες, μεταβάλλει βασικά την φυσική βλάστηση με τα συνεπακόλουθά της, με την άροση μεταβάλλει τις φυσικές συνθήκες κατείδυσης και δυσχεραίνει συνήθως την τελευταία. Οι άλλες επεμβάσεις του άνθρωπου και κυρίως η κατασκευή αποστραγγιστικών δικτύων, φραγμάτων-τεχνητών λιμνών, οικισμών, δρόμων κλπ, η εκτενής χρησιμοποίηση υδάτινων πόρων, οι αντλήσεις κλπ έχουν άμεσες ή έμμεσες, αλλά πάντως σημαντικές συνέπειες που θα φανούν σε επόμενες σελίδες.

iv. Όλοι, οι τέσσερες ως άνω παράγοντες, που μνημονεύθηκαν και που στην πράξη ο κάθε ένας είναι σύνθετος αποτελούμενος από επί μέρους παράγοντες, δημιουργούν την ιδιαιτερότητα κάθε λεκάνης έτσι ώστε να έχει διαφορετικό ισοζύγιο από τη γειτονική της ή οποιαδήποτε άλλη και δύσκολα να βρούμε δύο λεκάνες που το ισοζύγιο τους να εκφράζεται ποσοστιαία με τους ίδιους αριθμούς.

Από τώρα πάντως πρέπει να σημειώσουμε ότι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων στις έρευνες πάνω στο ισοζύγιο συνηθέστατα δεν είναι μεγάλη για λόγους που θα αναπτυχθούν.

Σε παγκόσμια κλίμακα το υδρολογικό ισοζύγιο είναι αυτό που δίνεται στο σχήμα Α1.1 και επεξηγείται σε προηγούμενες σελίδες.

Ο Γεωλόγος ενδιαφέρεται άμεσα για το υδρολογικό ισοζύγιο μιας περιοχής, γιατί αυτό καθορίζει το υπάρχον υδάτινο δυναμικό, την τροφοδοσία του υπόγειου νερού και γενικά σε μεγάλο βαθμό τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα.

Ενδεικτική Βιβλιογραφία για το Κεφάλαιο Α1

ACCORDI, B. et al (1969): «Idrogeologia de l'alto bacina de Liri (Appenino Centrale)».

– *Geologia Romana, vol VIII, p. 177-559.*

BALEC, J. (1982): «Case study of the extension of the data from representative catchments in the basins of the Lakes Victoria, Kyoga and Mobutu Sese Seko».

– *UNESCO, Studies and reports in Hydrology, n° 32, p. 253-271.*

COSAWDEY, C.H. (1983): «Recherches sur les bilans d'eau dans l'ouest du massif armoricain».

– *Thèse d'état, Université de Paris-Sorbonne, 515 p.*

- COUTAGNE, A. (1933): «Monographie hydrologique du bassin de Bés».
– *Revue Générale d'Hydraulique, Paris*, 86 p.
- COUTAGNE, A. (1935): «Monographie d'un bassin».
– *Comprt Rendus des travaux de la société Hydrotechnique de France, Paris*, 69 p.
- DUB, O. (1965): «Experiment and representative basins in Czechoslovakia».
– *I.A.S.H., (publ. n° 66), v. 1, p. 131-135.*
- HIRSCH, F. (1965): «Application de la morphometrie à l'Hydrologie».
– *Revue de Geomorph. Dynamique, v. 15, n° 11, p. 172-175.*
- HORTON, R.E. (1932): «Drainage basin characteristics».
– *Transam. Geophysica Union, v. 13, p. 13-36.*
- ΚΑΛΛΕΡΓΗΣ, Γ. (1970): «Υδρογεωλογική έρευνα υπολεκάνης Καλαμπάκας (Δυτ. Θεσσαλία)».
– *Εκδόσεις Ι.Γ.Ε.Υ., Τ. XIV, p. 7-197.*
- NOIRFALISE, A. (1962): «Influence de quelques types de forets sur le bilan des eaux d'infiltration».
– *La technique de l'eau et l'assainissement, t. 186, p. 17-20.*
- REMENIERAS, G. – BOYER, J. (1950): «Monographie hydrologique du bassin de la Moronne».
– *La Huille Blanche, n° 2, 4 et 6.*
- SERRA, L. (1954): «Le controle hydrologique d'un bassin versant».
– *A.H.F., p. 29-35.*
- SERRA, L. (1954): «Le controle hydrologique d'un bassin versant».
– *A.I.H.S., Assemblée Générale de Rome, t. 38, p. 249-257.*
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ. (1975): «Υδρογεωλογική μελέτη της λεκάνης Ξυνιάδος (Φθιώτιδος)».
– *Διδακτορική Διατριβή, Α.Π.Θ., 99 σελ.*
- ΣΟΥΛΙΟΣ, Γ. et al. (1989): «Έρευνα πάνω στο υδρολογικό ισοζύγιο λεκανών απορροής του ελληνικού χώρου».
– *Δελτίο της Ε.Γ.Ε., τ. XXVI, 99 σελ. 129-153.*
- STRAHLER, A. (1968): «Physical Geography».
– *Ed. Columbia University, p. 465-500.*
- SUTCLIFFE, J.V. – AGRAWAL, R.P. – TUCKER, J.M. (1981): «The water balance of the Betwa basin, India».
– *Hydrol. Sci. Bul, v.26, n° 2, p. 149-158.*
- TOEBES, C. – DURYVAEV, V. (1970): «Les basins representative et experimentaux».
– *UNESCO, Paris, Studies and Reports in Hydrology, n° 4, 380 p.*
- TRENOUS, J. (1962): «Contribution à l'étude hydrogeologique de la plaine de Mitidja (Algerie)».
– *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, p. 287-297.*