

Πανελλήνια Ένωση Εκπαιδευτικών για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση
Παράρτημα Αττικής



Π.Ε.ΕΚ.Π.Ε.

Επιμορφωτική Εσπερίδα

ΛΕΙΨΥΔΡΙΑ και ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ:

προκλήσεις & προοπτικές

Παρασκευή 23 Ιανουαρίου 2026

18:00 – 20:45



Διαχείριση Υδατικών Πόρων σε περιόδους Ξηρασίας - Λειψυδρίας: Προκλήσεις και Προοπτικές

ΔΗΜΗΤΡΗΣ ΖΑΡΡΗΣ

Δρ. ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΜΠ

Μ.Σ. ΥΔΡΟΛΟΓΙΑΣ

Δημήτρης Ζαρρής, Δρ. Πολιτικός Μηχανικός ΕΜΠ, MSc Υδρολογίας
Κώστας Παπακωνσταντίνου, εκπ/κός, πρ. μέλος Π.Ο. ΚΠΕ Ακράτας
Δημήτρης Γκότζος, Ε.ΔΙ.Π. Τμήματος Ψηφιακών Συστημάτων ΠΑ.ΠΕΙ.

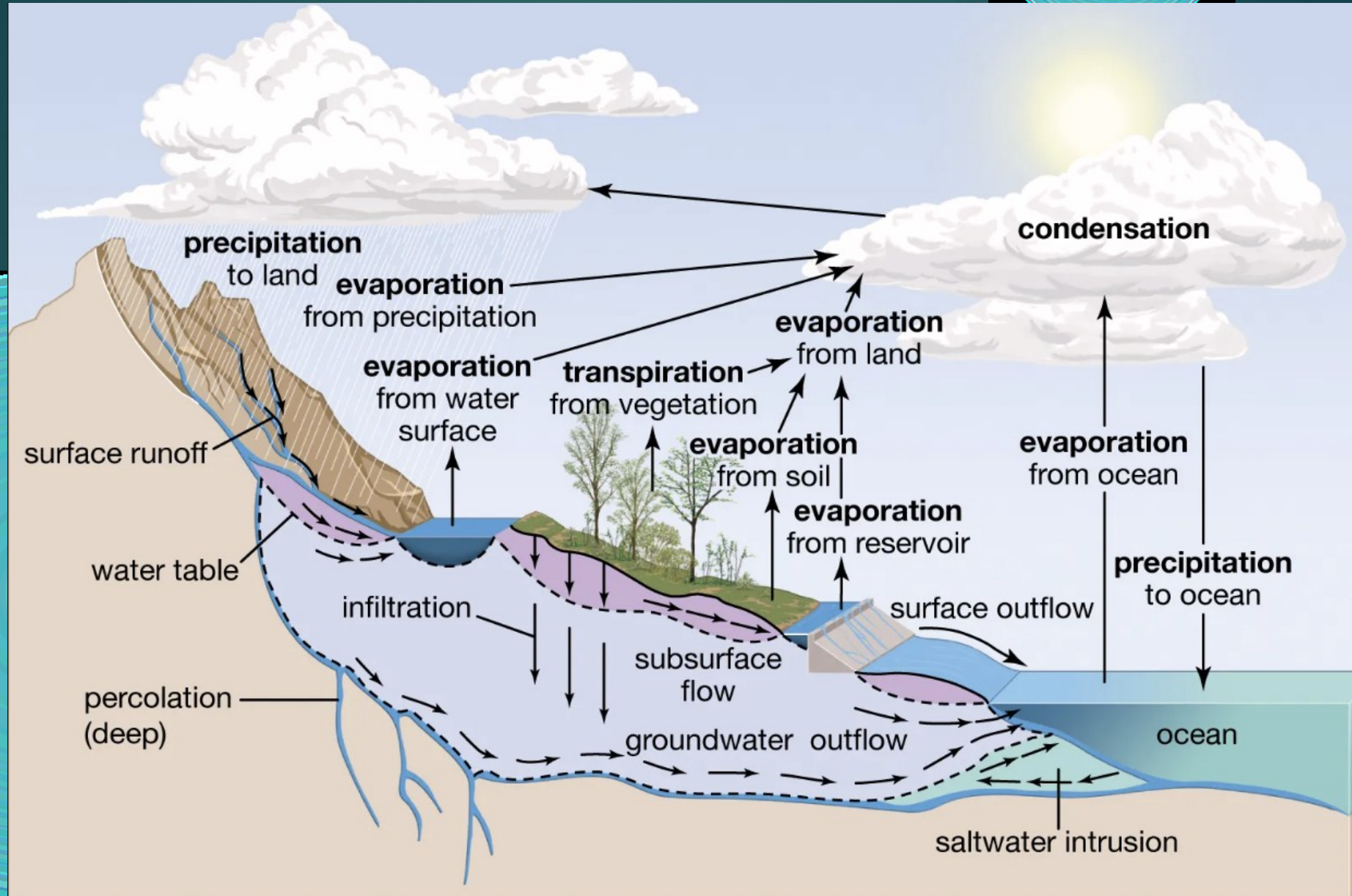
Αμφιθέατρο 1ου & 2ου ΕΠΑ.Λ. & Ε.Κ. Αγίας Παρασκευής
(οδ. Παπαφλέσσα 17, Αγία Παρασκευή / πλησίον σταθμού Μετρό Νομισματοκοπείο)

Δηλώσεις συμμετοχής στον σύνδεσμο: <https://forms.gle/AJE2B2sSzunTk3ot8>

Πρόγραμμα & πληροφορίες για την Εσπερίδα στην ιστοσελίδα: <http://peekpeattikis.gr/>

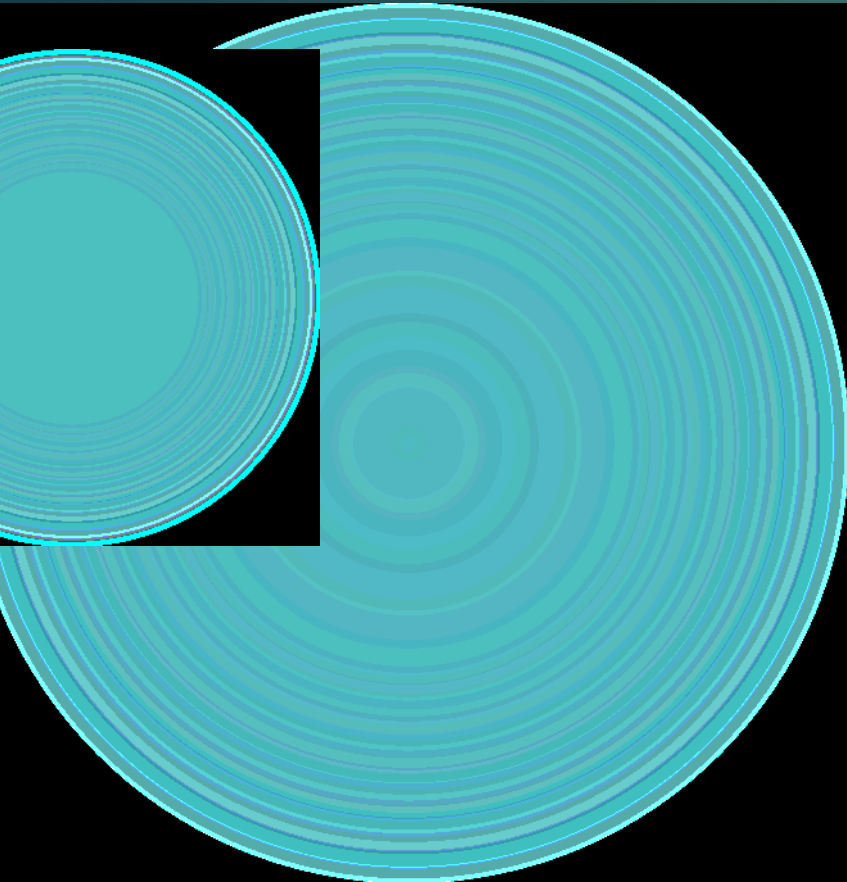
ΠΑΡΑΣΚΕΥΗ 23 ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΥ 2026

Ο Υδρολογικός Κύκλος

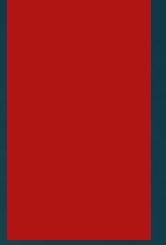
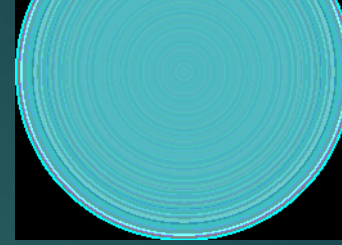


Υδρολογία

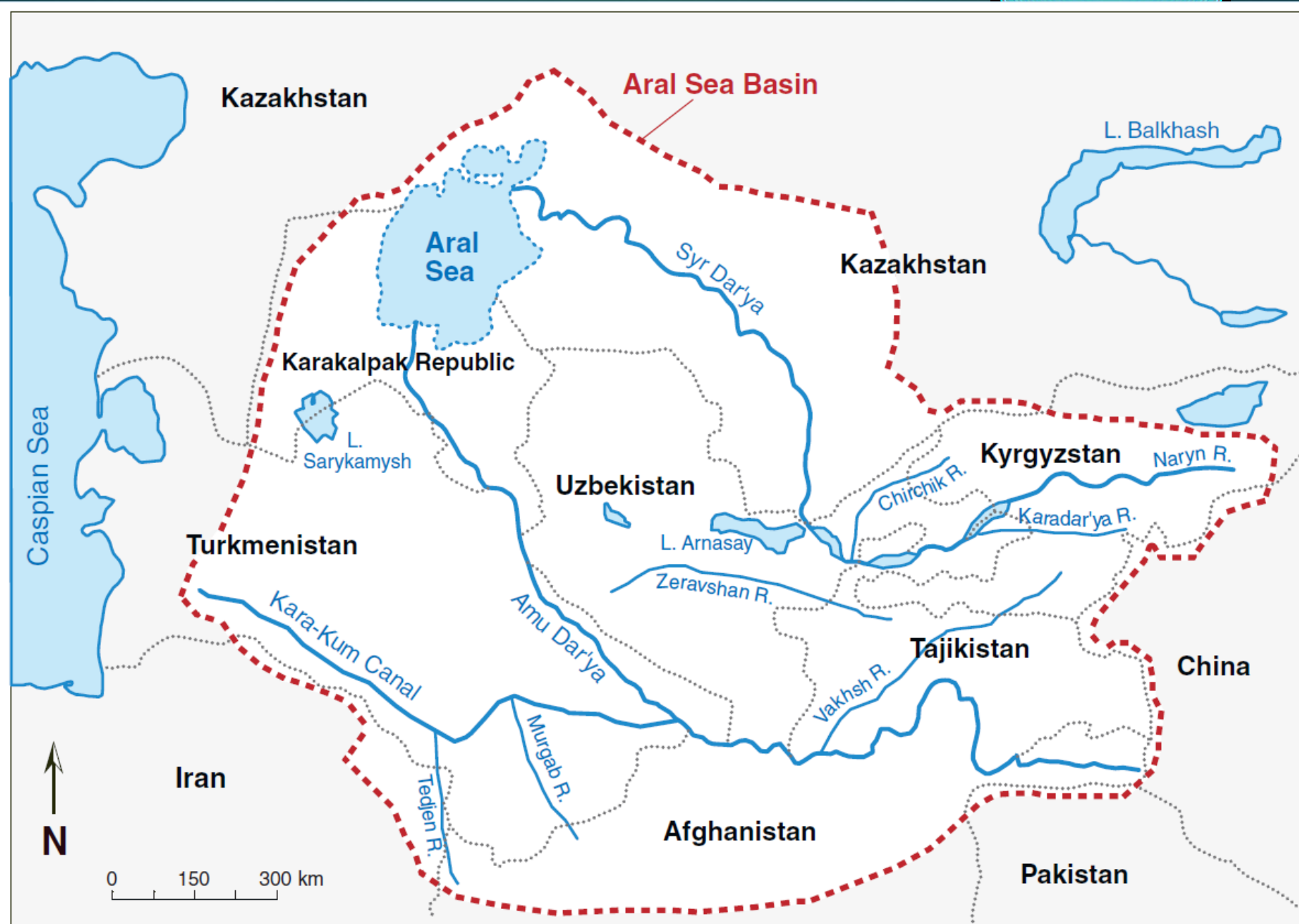
- Το βασικό δεδομένο είναι η βροχόπτωση. Το βασικό μέγεθος είναι το **ύψος της βροχόπτωσης** (rainfall depth) που μετριέται σε mm. Το βασικό παραγόμενο μέγεθος είναι η **ένταση της βροχόπτωσης** (rainfall intensity) που μετριέται σε mm/h.
- Στις μελέτες έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων μας ενδιαφέρει η κατακρήμνιση (βροχόπτωση + χιονόπτωση) στη διάρκεια το λιγότερο μιας ημέρας.
- Στις μελέτες έργων αντιπλημμυρικής προστασίας μας ενδιαφέρει η ένταση της βροχόπτωσης σε κλάσμα του χρόνου (από 10min έως το πολύ μιας ημέρας).
- Άλλο βασικό δεδομένο είναι η Δυνητική Εξατμοδιαπνοή που υπολογίζει τη μέγιστη εξάτμιση από το έδαφος και τη διαπνοή από τη βλάστηση δεδομένου ότι είναι κορεσμένα σε υγρασία.



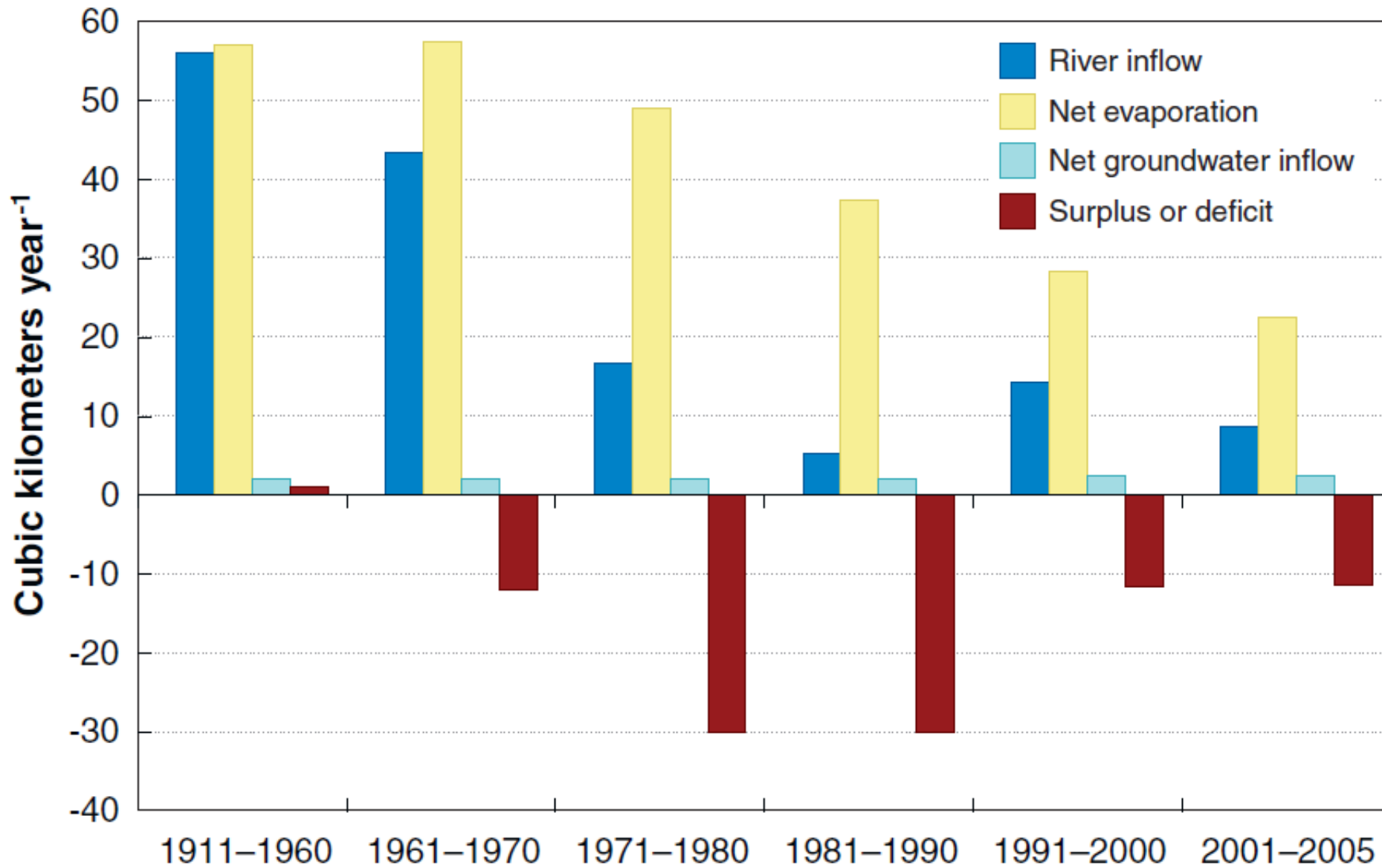
Video



Η Λίμνη Αράλη



Η Λίμνη Αράλη





Η Λίμνη Αράλη

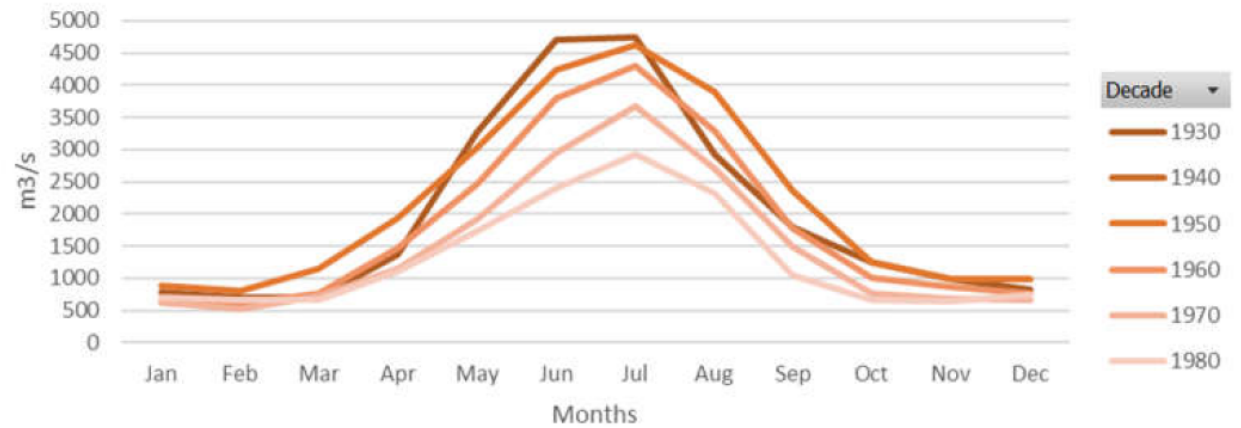
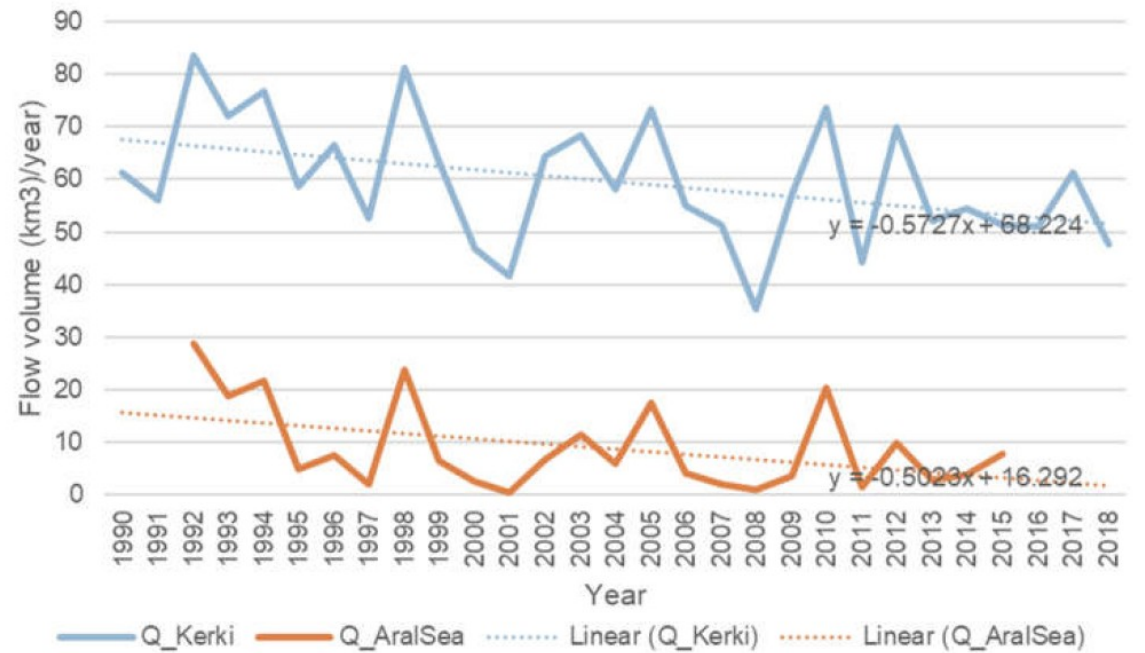
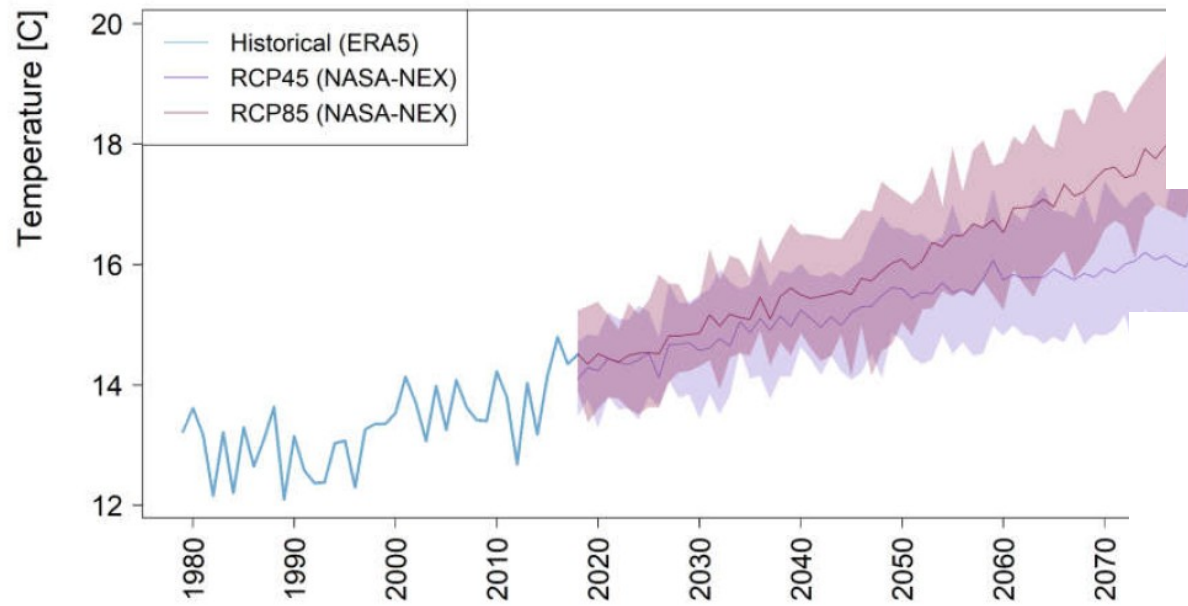


Figure 2-3 Monthly flows per decade (m³/s) to the mean annual flow (%) based on data from 1936-19 Kerki station.

Ξηρασία

Η ξηρασία είναι ένα επαναλαμβανόμενο φαινόμενο του κλίματος που χαρακτηρίζεται από προσωρινά ελλείμματα ύδατος σε σχέση με την κανονική παροχή, σε μια παρατεταμένη χρονική περίοδο – μια εποχή, ένα χρόνο ή πολλά χρόνια.

Η έναρξη και η λήξη μιας περιόδου ξηρασίας είναι δύσκολο να εντοπιστεί, οι αρνητικές επιδράσεις της αυξάνεται με αργό αλλά σταθερό ρυθμό, συχνά αθροίζονται σε ένα σημαντικό χρονικό διάστημα και μπορεί να παραταθούν ακόμα και μετά τη λήξη της περιόδου ξηρασίας. Επομένως η ξηρασία μπορεί να θεωρηθεί ως ένα "έρπον φαινόμενο".

Οι αρνητικές συνέπειες της ξηρασίας δεν είναι δομικές (δηλαδή δεν υπάρχουν καταστροφές σε υποδομές, κλπ) και γενικά επεκτείνονται σε ευρείες γεωγραφικά περιοχές σε αντίθεση με άλλους φυσικούς κινδύνους. Με την έννοια αυτή κατά την περίοδο ξηρασίας είναι εξαιρετικά δύσκολο να ποσοτικοποιηθούν οι αρνητικές επιδράσεις.

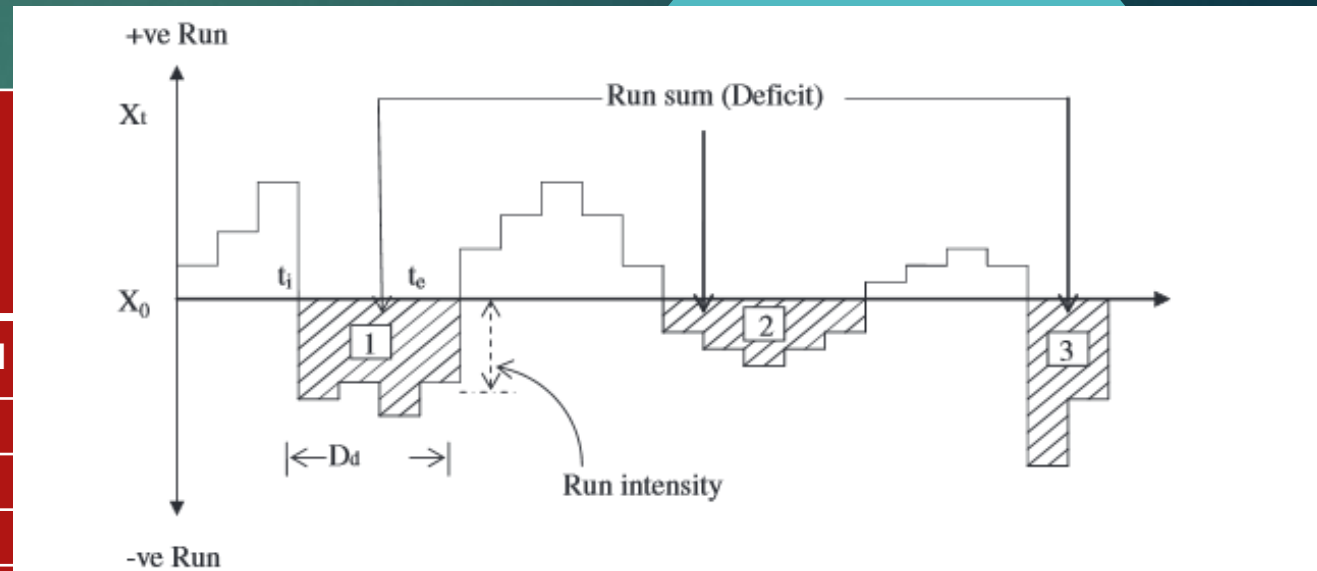
Ξηρασία

- Η **μετεωρολογική-κλιματική ξηρασία** ορίζεται από την απόκλιση της βροχόπτωσης (συνολικό ύψος και αριθμός ημερών βροχής) από την αναμενόμενη, με βάση το κλίμα της περιοχής, τιμή της.
- Η **υδρολογική ξηρασία** σχετίζεται με τα αποτελέσματα της μειωμένης βροχόπτωσης στην επιφανειακή και υπόγεια απορροή του νερού και εκδηλώνεται με τη μείωση της εδαφικής υγρασίας, της παροχής των ποταμών και πηγών, της στάθμης λιμνών, ταμιευτήρων και αποθεμάτων των υπόγειων νερών.
- Η **κοινωνικοοικονομική ξηρασία** εκφράζει την τρωτότητα της κοινωνίας στην έλλειψη νερού. Συνδέει όλες τις προηγούμενες κατηγορίες ξηρασίας με την προσφορά και ζήτηση αγαθών που σχετίζονται με τη χρήση νερού (πόσιμο νερό, γεωργικά προϊόντα, υδροηλεκτρική ενέργεια κ.α.).

Δείκτες Ξηρασίας

Ο Δείκτης Τυποποιημένης Βροχόπτωσης (Standardized Precipitation Index, SPI) είναι ο πλέον διαδεδομένος δείκτης της κατηγορίας των στατιστικών δεικτών.

Εύρος τυποποιημένου δείκτη ξηρασίας	Χαρακτηρισμός κατάστασης
$2.0 \leq SPI$	Ακραία υψηλή υδροφορία
$1.5 \leq SPI < 2.0$	Πολύ υψηλή υδροφορία
$1.0 \leq SPI < 1.5$	Υψηλή υδροφορία
$0.0 \leq SPI < 1.0$	Κανονική υδροφορία
$0.0 \geq SPI > -1.0$	Ήπια (mild) ξηρασία
$-1.0 \geq SPI > -1.5$	Μέτρια (moderate) ξηρασία
$-1.5 \geq SPI > -2.0$	Σοβαρή (severe) ξηρασία
$-2.0 \geq SPI$	Ακραία (extreme) ξηρασία



Εξαίρεση του Άρθρου 4.6 της Οδηγίας 2000/60/ΕΕ λόγω Παρατεταμένης Ξηρασίας

Επίτευξη καλής κατάστασης μέχρι το 2015, δηλαδή καλής οικολογικής κατάστασης (ή δυναμικού) και καλής χημικής κατάστασης των επιφανειακών υδάτων και καλής χημικής και καλής ποσοτικής κατάσταση των υπογείων υδάτων.

Προσωρινή υποβάθμιση της κατάστασης των υδατικών συστημάτων δεν συνιστά παράβαση των απαιτήσεων της Οδηγίας εάν οφείλεται σε περιστάσεις που απορρέουν από φυσικά αίτια ή από ανωτέρα βία και είναι εξαιρετικές ή δεν θα μπορούσαν ευλόγως να έχουν προβλεφθεί, ιδίως ακραίες πλημμύρες και **παρατεταμένες ξηρασίες**.

Απαραίτητη η εκπόνηση Σχεδίου Διαχείρισης Ξηρασίας / Λειψυδρίας ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι δυσμενείς επιπτώσεις της ξηρασίας στα υδατικά σώματα.

Λειψυδρία

Η λειψυδρία λαμβάνει χώρα όταν υπάρχουν **ανεπαρκείς υδατικοί πόροι** που να ικανοποιούν **τη μακροπρόθεσμη ζήτηση νερού**. Αναφέρεται σε μακροπρόθεσμες ανατροπές του υδατικού ισοζυγίου που συνδυάζει μικρή διαθεσιμότητα υδατικών πόρων με ένα επίπεδο ζήτησης σε νερό που να υπερβαίνει τη φέρουσα ικανότητα του φυσικού συστήματος.

Προβλήματα λόγω ελλειπών υδατικών πόρων συχνά εμφανίζονται σε περιοχές με μικρές βροχοπτώσεις αλλά επίσης και σε περιοχές με υψηλή πυκνότητα πληθυσμού, έντονης γεωργικής δραστηριότητας ή/και βιομηχανικής παραγωγής.

Εκτός βεβαίως από τα ποσοτικά θέματα, προβλήματα λειψυδρίας μπορεί να παρουσιαστούν και από την ποιοτική κατάσταση των υδατικών πόρων, που ενώ θα επαρκούσαν από ποσοτική άποψη, εντούτοις δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν λόγω της ποιοτικής κατάστασής τους.

Δείκτες Λειψυδρίας

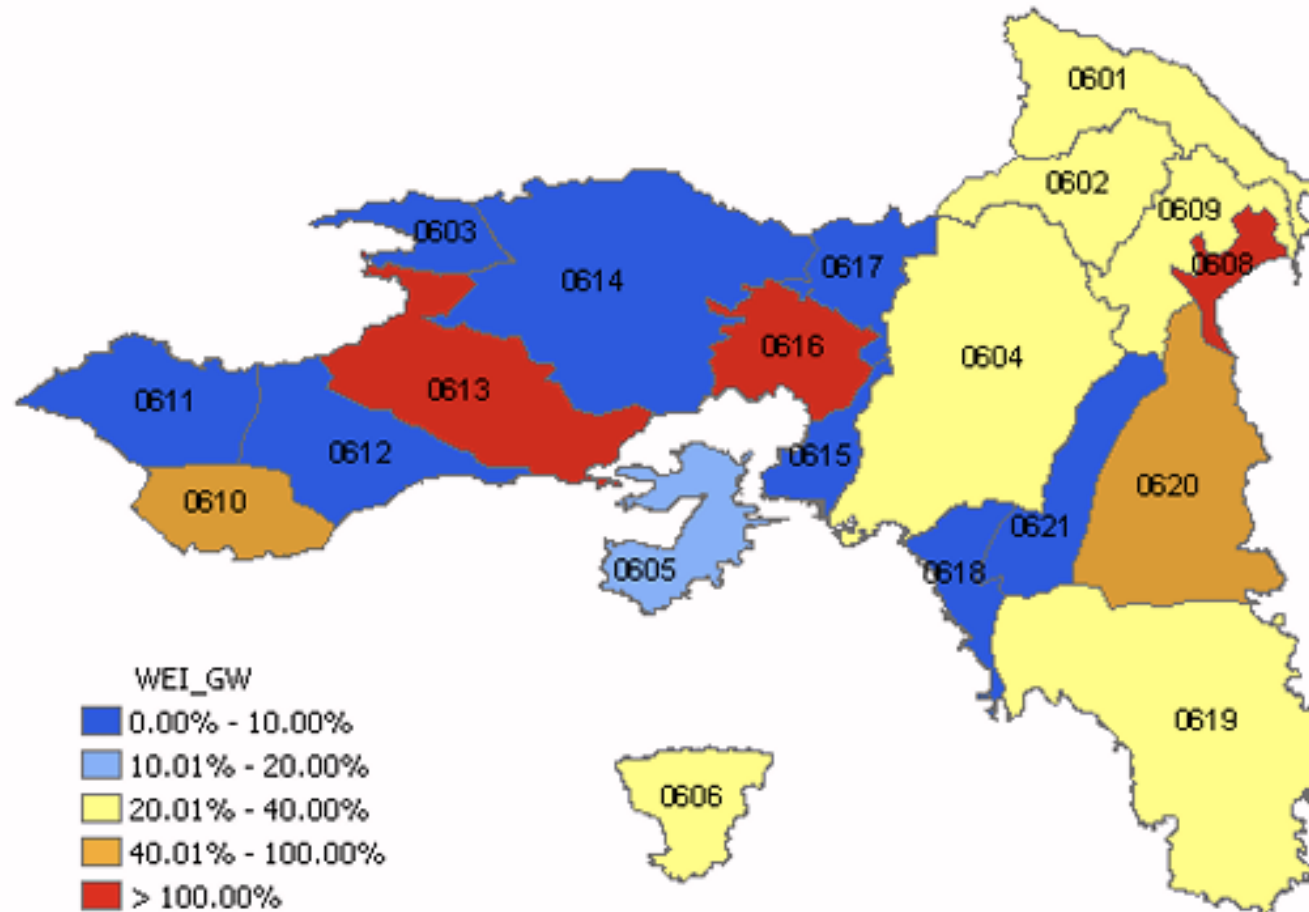
Ο **Δείκτης Εκμετάλλευσης Νερού (Water Exploitation Index (WEI+))** χρησιμοποιείται από τον Ευρωπαϊκό Οργανισμό Περιβάλλοντος για την επισκόπηση της λειψυδρίας σε πανευρωπαϊκό επίπεδο και έχει καθοριστεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση ως ο βασικός δείκτης λειψυδρίας στα πλαίσια της ΟΠΥ.

Ορίζεται ως ο λόγος (%) της συνολικής ετήσιας απόληψης νερού (Total Water Abstraction) προς τη μέση υπερετήσια διαθεσιμότητα υδατικών πόρων (Renewable Water Resources, RWR).

Με βάση τον δείκτη αυτό έχουν καθοριστεί τα εξής επίπεδα :

- για τιμές του WEI < 20%: δεν υπάρχει πίεση νερού (no water stress)
- για τιμές του WEI 20% - 40%: υπάρχει πίεση νερού (water stress)
- για τιμές του WEI > 40% : υπάρχει σημαντική πίεση νερού (severe water stress)

Δείκτες Λειψυδρίας



Σχήμα 7-30: Χωρική κατανομή και διαχωρισμός περιοχών λειψυδρίας (ανά υπολεκάνη) με βάση το δείκτη WEI_GW για τα υπόγεια ύδατα.

Ενέργειες σε περιόδους Ξηρασίας/Λειψυδρίας

- **Βραχυπρόθεσμο:** Διαχείριση της Ζήτησης.
- **Βραχυπρόθεσμο:** Εκμετάλλευση των στρατηγικών υπόγειων αποθεμάτων.
- **Μεσο-Βραχυπρόθεσμο:** Αφαλάτωση για ύδρευση.
- **Μακροπρόθεσμο:** Κατασκευή Φραγμάτων υπερετήσιας ρύθμισης.
- **Μακροπρόθεσμο:** Ανάκτηση νερού από Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων για άρδευση.

Κατηγορίες Φραγμάτων

- Υδρευτικά Φράγματα (π.χ. Μόρνος, Εύηνος).
- Αρδευτικά Φράγματα (π.χ. Πηνειού, Φανερωμένης).
- Υδροηλεκτρικά Φράγματα (π.χ. Λάδωνα, Κρεμαστών, Μεσοχώρας).
Υδροηλεκτρική αξιοποίηση της περιβαλλοντικής παροχής.
- Φράγματα Πολλαπλού Σκοπού (π.χ. Πουρνάρι, Καστρακίου).
Υδροηλεκτρική αξιοποίηση της παροχής για άρδευση.
- Αντιπλημμυρικά φράγματα (π.χ. Ραπεντώσας Αττικής).
- Φράγματα Τουριστικά – Ανάδειξης Τοπίου (π.χ. Φενεού Κορινθίας, Πλαστήρα, Μαραθώνα??).

Γιατί κατασκευάζουμε φράγματα

- Χρονική ανισοκατανομή προσφοράς και ζήτησης νερού.
- Σε φράγματα υπερετήσιας ρύθμισης βελτιώνεται η ανθεκτικότητα σε περιόδους ξηρασίας.
- Στα υδροηλεκτρικά φράγματα παράγεται ενέργεια (πράσινη??) και μειώνεται η ανάγκη χρήσης ορυκτών καυσίμων.
- Αποθηκεύεται όγκος νερού και μειώνεται η αιχμή της παροχής σε πλημμύρες (ο αντιπλημμυρικός ρόλος).
- Με ελεγχόμενη εκροή βελτιώνεται η περιβαλλοντική λειτουργία του ποταμού (ιδίως σε περιόδους ξηρασίας) κατάντη και η επαναπλήρωση των υπόγειων υδροφορέων.

Αρδευτικά Φράγματα

- Λόγω της χρονικής ανισοκατανομής προσφοράς και ζήτησης νερού στις καλλιέργειες, χωρίς τα φράγματα, οι δυνατότητες άρδευσης θα ήταν μόνο (α) η απόληψη νερού από το υδρογραφικό δίκτυο χωρίς ταμίευση, και (β) η απόληψη από τους υπόγειους υδροφορείς.
- Τη θερινή περίοδο η συντριπτική πλειονότητα των ποταμών της χώρας έχει σχεδόν μηδενική παροχή.
- Σε περιοχές χωρίς φράγματα όπου η απόληψη νερού γίνεται από τους υπόγειους υδροφόρους, η πρακτική αυτή έχει οδηγήσει σε σημαντική υποβάθμιση (ποσοτική και ποιοτική) των υπόγειων υδροφόρων ειδικά όταν γίνεται υπεράντληση (άντληση μεγαλύτερης από τα ρυθμιστικά αποθέματα).
- Κρίσιμο ζητούμενο η **ορθολογική διαχείριση** των τοπικών υδατικών πόρων.

Μειονεκτήματα Φραγμάτων

- Πλήρης ανατροπή του υδρολογικού ισοζυγίου του ποταμού κατάντη ενός φράγματος με σοβαρές συνέπειες στα οικοσυστήματα αλλά και στις κατάντη χρήσεις. Μείωση της παροχής και μείωση των πλημμυρικών αιχμών. Η (στοχευμένη) περιβαλλοντική παροχή αμβλύνει κάπως το πρόβλημα (παράδειγμα: Φράγμα Ασπρόκρεμμου – Κύπρος).
- Πλήρης ανατροπή του ισοζυγίου φερτών υλικών. Σχεδόν το σύνολο της στερεοπαροχής κατακρατείται στους ταμιευτήρες.
 - Σε υδροηλεκτρικά φράγματα η διάβρωση κατάντη εξαφανίζει τους χάλικες και εμφανίζει το στρώμα θωράκισης (ωτοκία ιχθύων).
 - Η απουσία πλημμυρών σε αρδευτικά φράγματα κατάντη δημιουργεί τροποποίηση της κοίτης λόγω πρόσχωσης με συνέπειες στα οικοσυστήματα αλλά και στις πλημμύρες.
 - Μείωση της ωφέλιμης αποθήκευσης στους ταμιευτήρες. Για παράδειγμα το φράγμα Siliana στην Τυνησία κάθε χρόνο χάνει περίπου 1hm^3 νερού λόγω απόθεσης φερτών υλικών.

Μειονεκτήματα Φραγμάτων

- Αύξηση των απωλειών νερού λόγω εξάτμισης στους ταμιευτήρες κατά τη θερινή περίοδο και λόγω της κλιματικής αλλαγής ιδίως στους πεδινούς ταμιευτήρες (ταμιευτήρες άμμου στα ξηρά κλίματα).
- Κόστος του έργου – Χρονική διάρκεια από την απόφαση έως την κατασκευή και του φράγματος αλλά και των δικτύων προσαγωγής και διανομής του νερού.
- Κοινωνικές συγκρούσεις ιδίως στις τοπικές κοινωνίες οι οποίες αποστερούνται των υδατικών πόρων τους. Βελτίωση των δικτύων διανομής στους χρήστες των φραγμάτων με μείωση των διαρροών και αύξηση της απόδοσης με στόχο τη μείωση του απολήψιμου νερού στα φράγματα.
- Επιτάχυνση της διάβρωσης των ακτών λόγω μείωσης των φερτών υλικών που φτάνουν στη θάλασσα και ανατροπή του ισοζυγίου διάβρωσης – απόθεσης.

Εναλλακτικές λύσεις στα φράγματα

- Η χρήση ανακυκλωμένου νερού σε Εγκαταστάσεις Επεξεργασίας Λυμάτων. Δεν είναι ευάλωτη σε ξηρασίες. Στην Κυπριακή Δημοκρατία η χρήση ανακυκλωμένου νερού στην άρδευση το έτος 2014 ξεπερνούσε τα 20hm³.
- Η χρήση των Φυσικών Μεθόδων Κατακράτησης Νερού (Natural Water Retention Measures (NRWMs))

ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (ΟΡΕΙΝΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΑΣ)

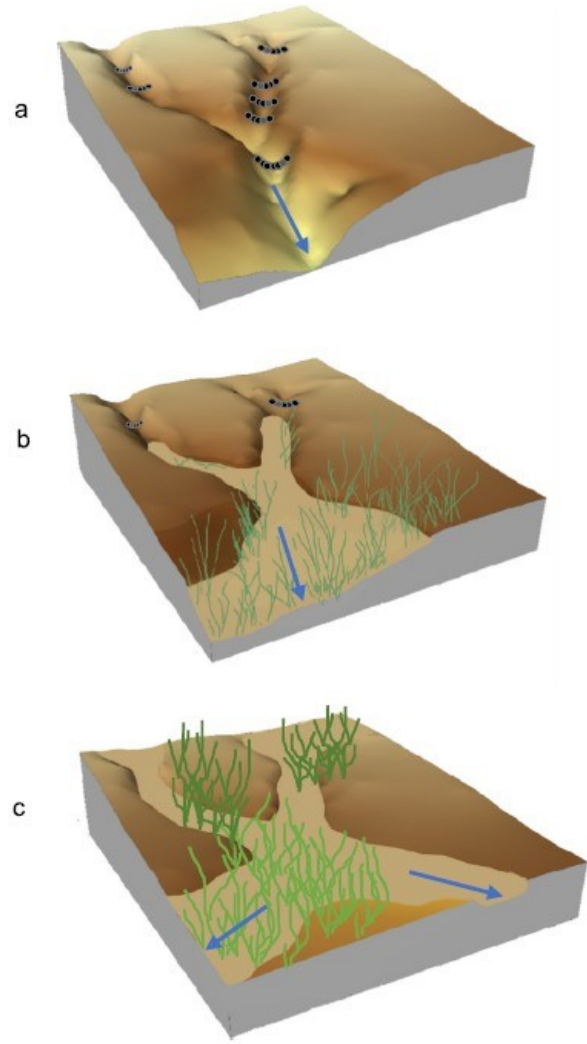


Fig. 5. Conceptual model of landscape evolution in response to check dams, a) incising channel and newly placed porous rock check dams, b) initial accumulation of sediment and establishment of vegetation, c) accumulation of sediment creating topographic high regions that alter primary runoff pathways.

for accurately interpreting the process response to landscape treatments. Further, in environments where high sediment loads and flash flood transport dynamics can rapidly alter local morphology, such as

ΦΥΣΙΚΑ ΜΕΤΡΑ ΚΑΤΑΚΡΑΤΗΣΗΣ ΝΕΡΟΥ

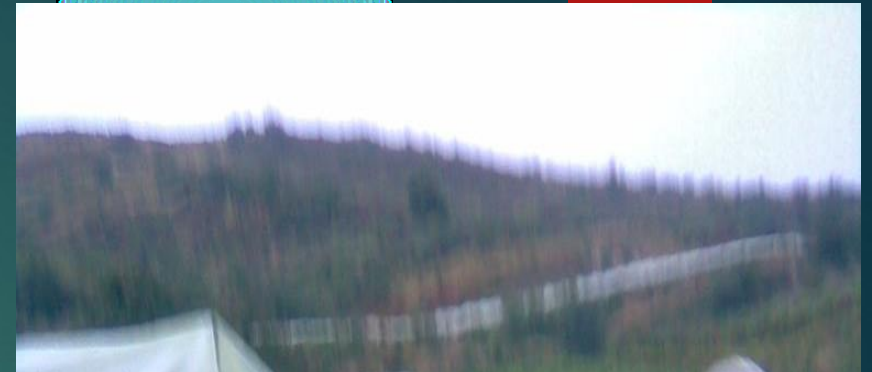
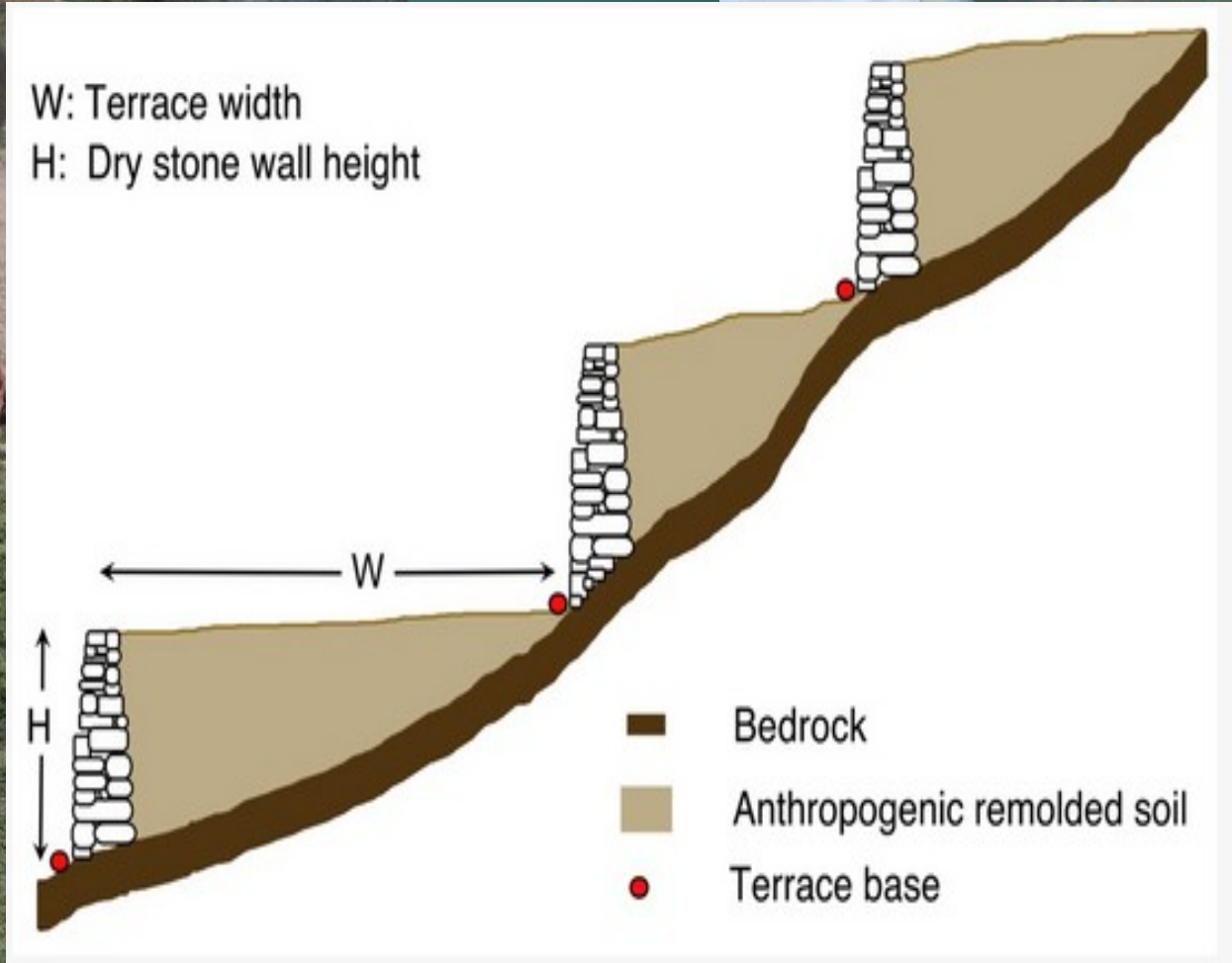
ΦΡΑΓΜΑΤΑ ΑΝΑΣΧΕΣΗΣ (ΟΡΕΙΝΗΣ ΥΔΡΟΝΟΜΙΑΣ)



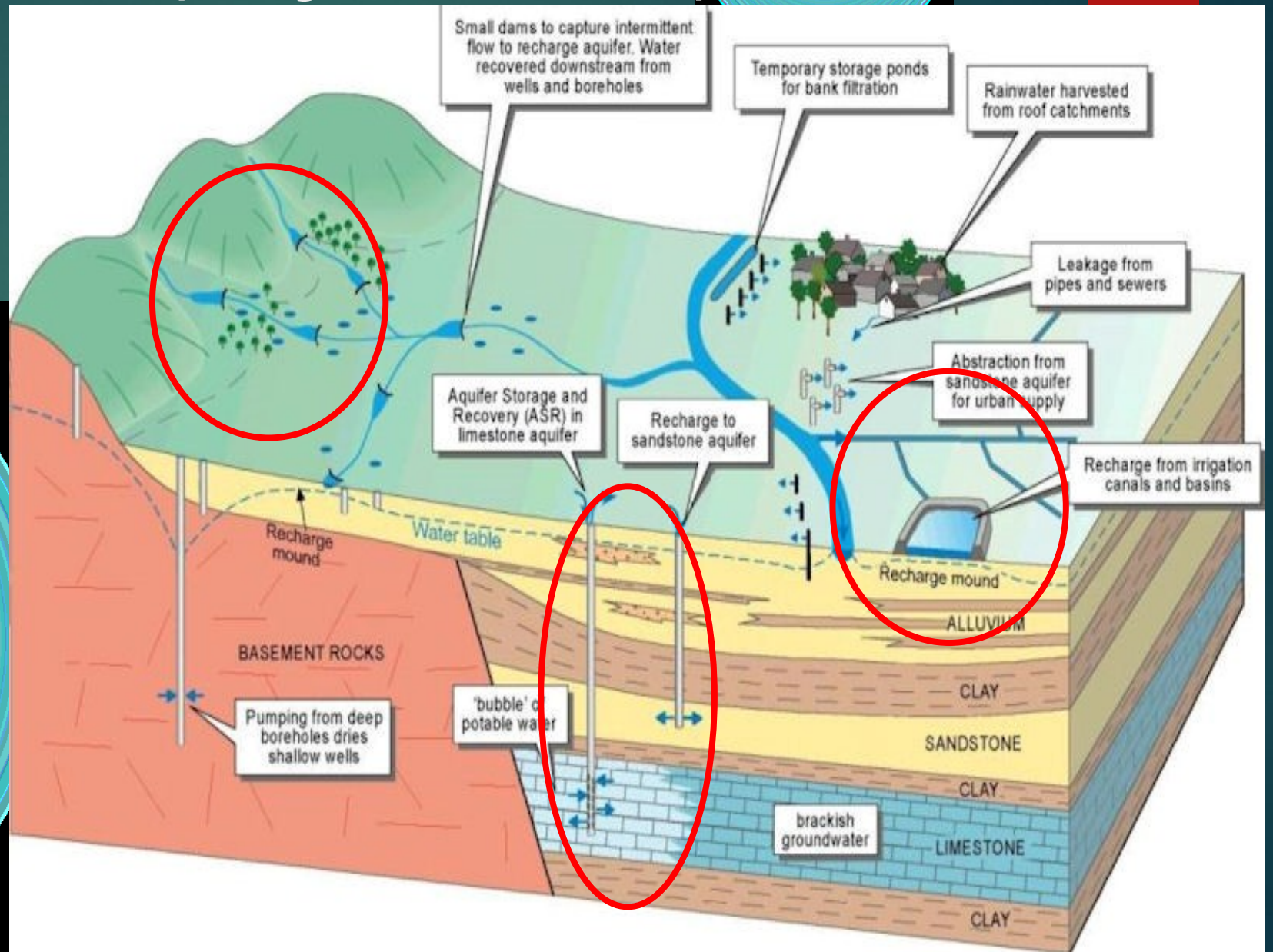
Γεωργικές Πρακτικές



Απορροή



Τεχνητός εμπλουτισμός των υπόγειων υδροφορέων





ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ ΠΟΛΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΡΟΣΟΧΗ ΣΑΣ