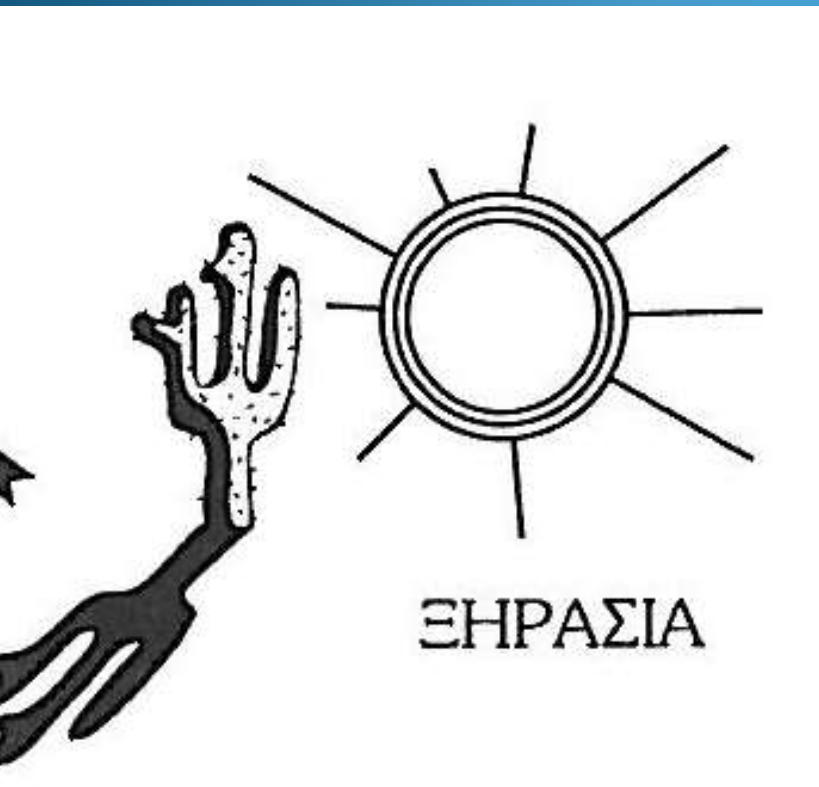


Έννοιες από προηγούμενα μαθήματα (επανάληψη)

-Ξηρασία

Δρ Μ.Σπηλιώτη



Λειψυδρία

	Φυσικά Αίτια	Ανθρωπογενή Αίτια
Προσωρινή κατάσταση	Ξηρασία (drought)	Έλλειμμα Νερού (water shortage)
Μόνιμη κατάσταση	Ξηρότητα (aridity)	Λειψυδρία Ερημοποίηση (Desertification)

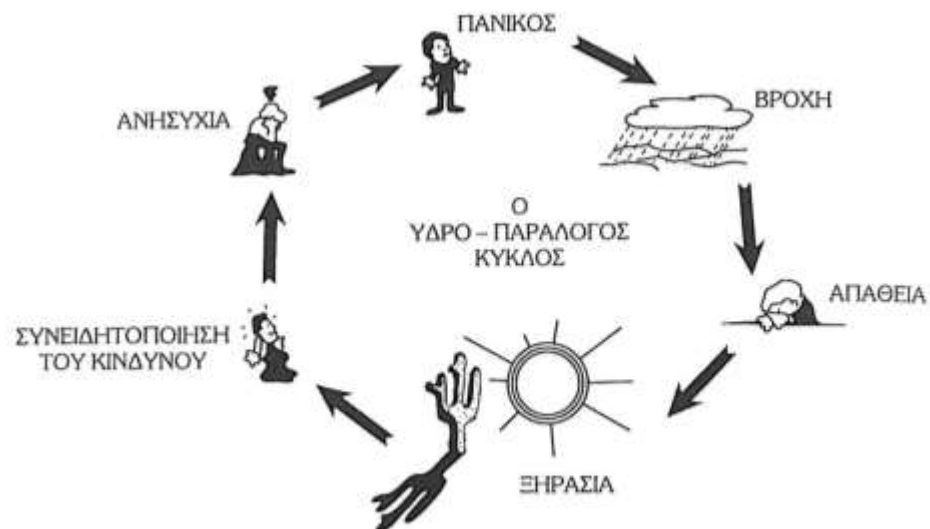
Λειψυδρία: μόνιμη ή περιστασιακή περίπτωση όπου η ζήτηση υπερβαίνει τους αξιοποιήσιμους υδατικούς πόρους. Αίτια:

- Ανθρωπογενή (αύξηση του πληθυσμού, η έλλειψη υποδομών κ.ά)
- Φυσικά
- Συνδυασμός

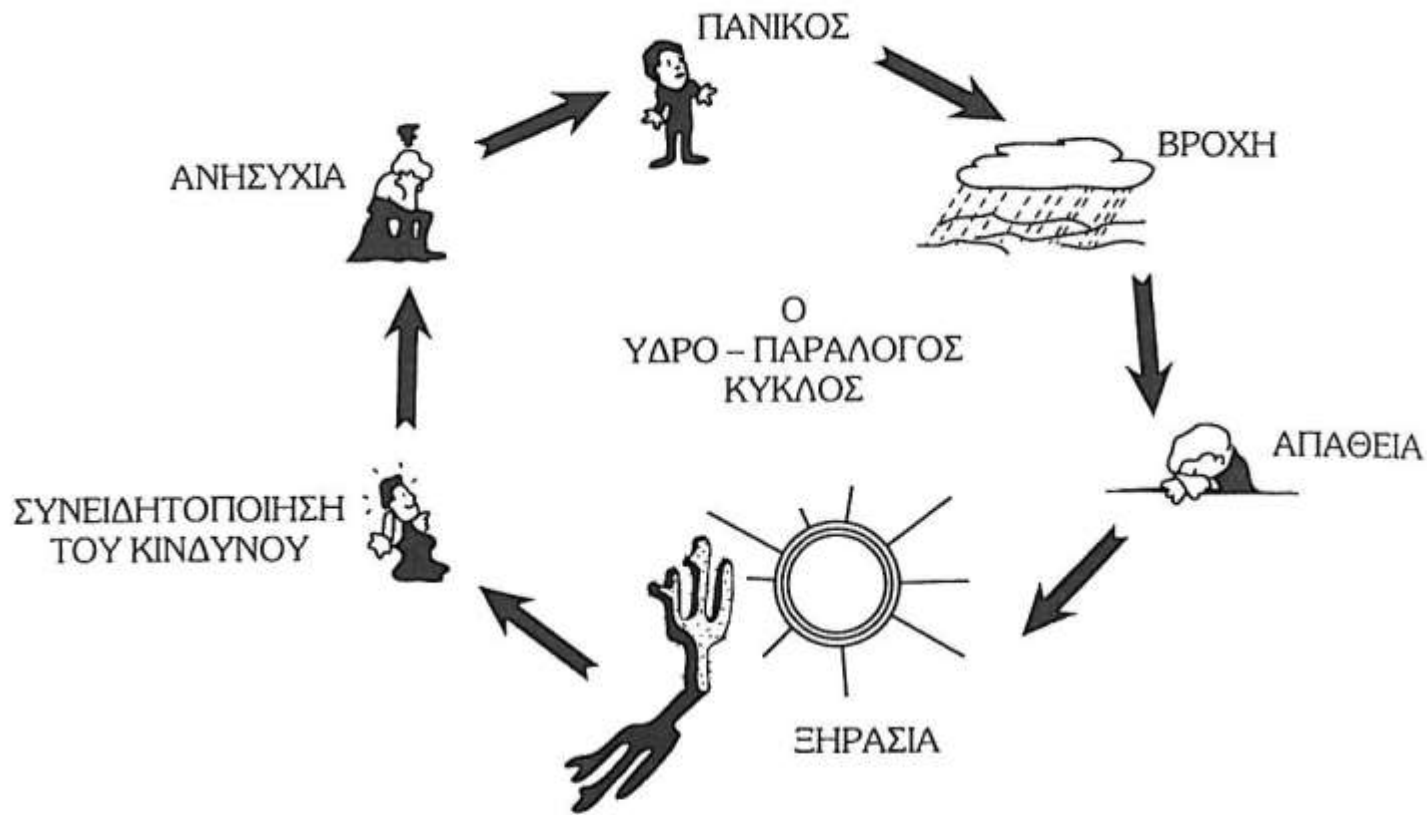
Ξηρασία: Το φαινόμενο κατά το οποίο οι ποσότητες εισερχόμενου διαθέσιμου νερού σε ένα σύστημα είναι **κάτω από τις κανονικές για μία σημαντική χρονική περίοδο και έκταση** (Τσακίρης, 2013)

Ξηρασία

Μ.Σπηλιώτη



Σχ. 13.1: Ο "υδρο-παράλογος" κύκλος της ξηρασίας.



Σχ. 13.1: Ο "υδρο-παράλογος" κύκλος της ξηρασίας.

Το φαινόμενο της ξηρασίας σε αντίθεση με άλλα ακραία γεγονότα όπως πλημμύρες, καταιγίδες κλπ, έχει συνήθως μεγάλη χρονική διάρκεια χωρίς εύκολα να διακρίνεται η αρχή και το τέλος της.

- Γενικός ορισμός Ξηρασίας (για ένα υδατικό σύστημα)

Φαινόμενο κατά τη διάρκεια εμφάνισης του οποίου το υδατικό σύστημα βρίσκεται κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο σε σχέση με την κανονική του λειτουργία.

για ένα κρίσιμο χρονικό διάστημα και έκταση...

- Συντελεί σε υδατικό έλλειμμα και άρα σε λειψυδρία
- Σε αντίθεση με τις πλημύρες καταλαμβάνει μεγάλη χρονική έκταση
- Μη πλήρως «αντιμετωπίσιμο» φαινόμενο, μετριασμός επιπτώσεων μείωση τρωτότητας

- Ξηρότητα κλίματος (aridity)

- Αναφέρεται στα μόνιμα μετεωρολογικά / υδρολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής.

- Δείκτης Ξηρότητας : μέσο ετήσιο ύψος βροχής / μέσο ετήσιο ύψος δυνητικής εξατμισοδιαπνοής

υπερβολικά Ξηρό

< 0.03

Ξηρό

$0.03 - 0.20$

ημίξηρο

$0.20 - 0.50$

ύψυχρο

$0.50 - 0.75$

υγρό

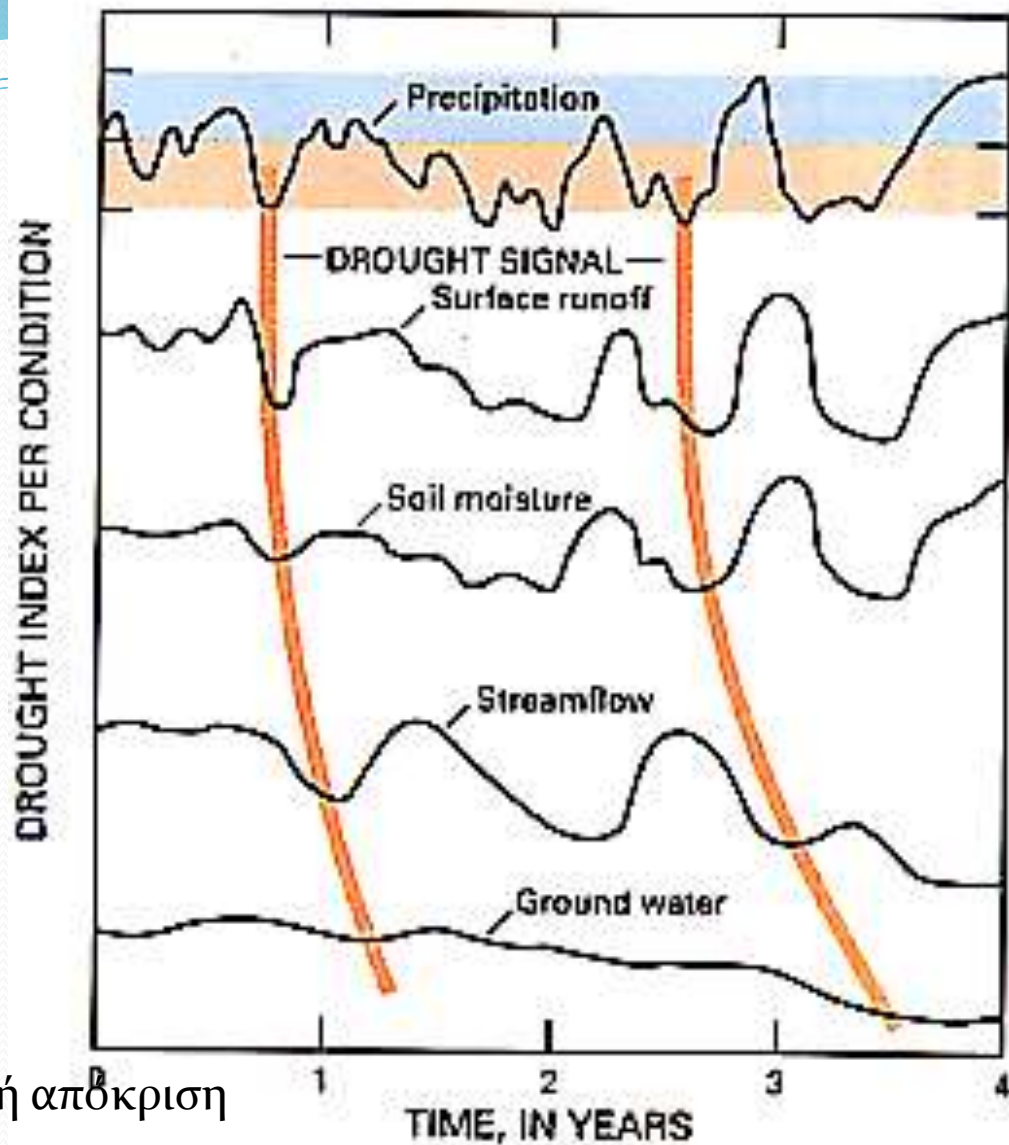
> 0.75

Προσοχή άλλο ξηρότητα (μόνιμη) και άλλο ξηρασία

Π.χ. υπάρχει δείκτης ξηρασίας που στηρίζεται στο λόγο Q αλλά με βάση την απόκλιση από τις μέσες τιμές $\frac{Q - \bar{Q}}{\sigma_Q}$

Ορισμοί της Ξηρασίας

- Μετεωρολογική Ξηρασία: Περίοδος χωρίς αρκετή βροχή.
- Υδρολογική Ξηρασία: Περίοδος υδρολογικού ελλείμματος (απορροή, αποθήκευση σε ταμιευτήρες, υπόγεια υδροφόρα στρώματα).
- Γεωργική Ξηρασία: Επίπεδα εδαφικής υγρασίας και επάρκειας του νερού για την ανάπτυξη των καλλιεργειών.
- Κοινωνικο-οικονομική Ξηρασία: Ελλείμματα υδατικών πόρων λόγω υπερκατανάλωσης, ανεπαρκούς υποδομής και προετοιμασίας.



Διαφορετική χρονική απόκριση στη ξηρασία

Ανάλογα τη θέση του υδρολογικού κύκλου

<http://geochange.er.usgs.gov/s/w/changes/natural/drought/>

EXPLANATION

Precipitation

	Above normal
	Below normal (deficit)

Επικινδυνότητα μιας Ξηρασίας (drought risk)

Βαθμός επικινδυνότητας:

Πιθανότητα να συμβεί Ξηρασία σε οποιοδήποτε υδρολογικό έτος

$$P(H < h) = \frac{1}{T}$$

$P(H < h)$: πιθανότητα μη υπέρβασης της τιμής h

H : ετήσιο ύψος βροχής

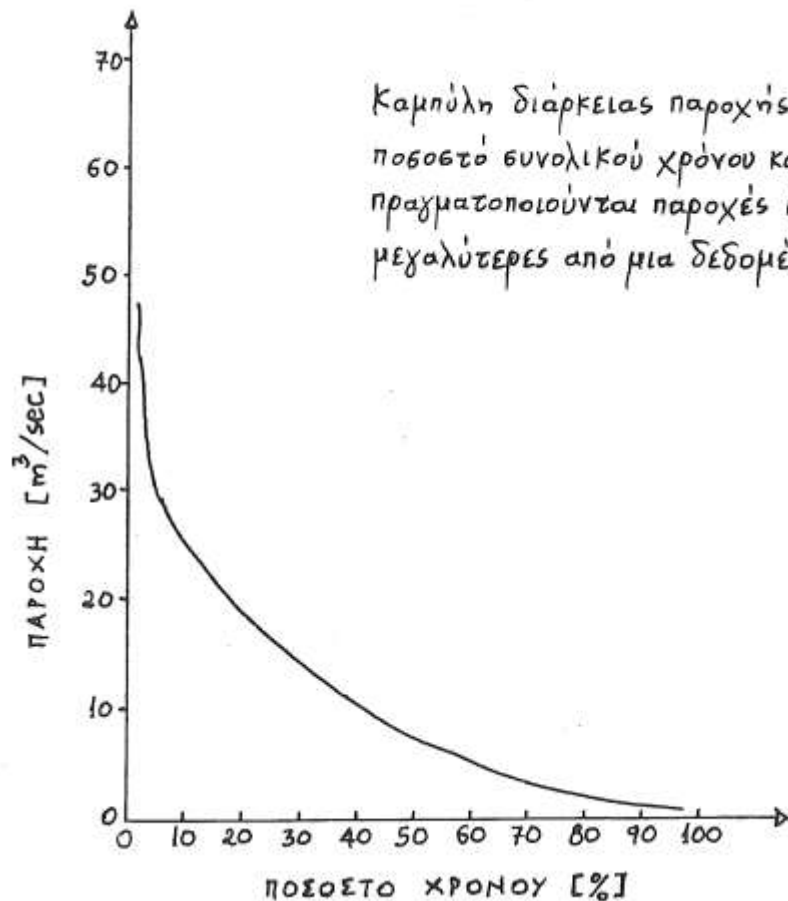
T : περίοδος επαναφοράς σε έτη

Περίοδος επαναφοράς (ελαχίστων, εδώ ξηρασία): η περίοδος επαναφοράς ορίζεται ως ο μέσος αριθμός χρονικών διαστημάτων μέσα στο οποίο η τυχαία μεταβλητή (υδρολογικό μέγεθος, π.χ. απορροή) θα εμφανιστεί μία μόνο φορά με μέγεθος ίσο η μικρότερο μίας τιμής μία μόνο φορά. Πχ. Αν η παροχή $20 \text{ m}^3/\text{s}$ αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς 50 ετών σημαίνει μεσολαβούν 50 έτη για την εμφάνιση αντίστοιχης παροχής μικρότερης ή ίση από $20 \text{ m}^3/\text{s}$ («κάθε 20 χρόνια τόσο μικρή παροχή στο ποτάμι...»)

Αυστηρά μαθηματικά: Αδιάστατη παράμετρος

Δείκτες Ξηρασίας με βάση τις χαμηλές απορροές

- Δείκτης υδρολογικής Ξηρασίας :
απόκλιση από τη μέση τιμή της παροχής συγκεκριμένης διάρκειας
- Δείκτης Ξηρασίας με βάση την καμπύλη διάρκειας παροχής ενός ποταμού :
π.χ. παροχή που ξεπερνιέται το 95% του χρόνου,
ή το ποσοστό του χρόνου που το 1/4 της μέσης παροχής
ξεπερνιέται.



Κατάταξη από μεγάλες
σε μικρές παροχές

Εμπειρική πιθανότητα
 p/N

Χρυσάνθου, 2013

- Σημειακή Ξηρασία: Χρονική περίοδος κατά την οποία το ύψος βροχής δεν υπερβαίνει την κρίσιμη τιμή του για το θεωρούμενο σταθμό.

Χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο αποθηκευμένος όγκος νερού ε' έναν ταμιευτήρα δεν υπερβαίνει τον κρίσιμο.

- Ξηρασία συστήματος: Χρονικό διάστημα κατά το οποίο ο αριθμός ταμιευτήρων του συστήματος είναι μεγαλύτερος ή ίσος του κρίσιμου.

Οι υδρολογικοί δείκτες ξηρασίας εμπεριέχουν αναγκαστικά την έννοια του συστήματος. Για παράδειγμα ο SDI στηρίζεται σε παροχές επομένως υπάρχει μία υπολεκάνη που στραγγίζει το νερό στο εξεταζόμενο σημείο του υδατορέματος

Ξηρασία

- Διάρκεια
- Ένταση
- Χωρική εξάπλωση

Στο σημερινό μάθημα επικεντρωθήκαμε σε απλούς αλγεβρικούς δείκτες ξηρασίας με βάση σημειακές μετρήσεις...

Μετεωρολογική ξηρασία

- Κύρια σχολή με βάση την αθροιστική πιθανότητα βροχόπτωσης
- Συμπερίληψη της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής για τη συμπερίληψη των απωλειών:
 - Αρχικά:

$$\alpha_k = \frac{\sum_{j=1}^k P_j}{\sum_{j=1}^k PET_j} \quad (13.1)$$

όπου P_j και PET_j η βροχόπτωση και η δυναμική εξατμισοδιαπνοή αντίστοιχα, του μήνα j του συγκεκριμένου υδρολογικού έτους. Επειδή το υδρολογικό έτος για τις Μεσογειακές συνθήκες θεωρείται ότι ξεκινά τον Οκτώβριο (για τις Μεσογειακές χώρες), η τιμή του k για τον μήνα Οκτώβριο είναι $k = 1$.

Ο Normalised RDI μπορεί να εκτιμηθεί από την ακόλουθη σχέση:

$$RDI_n(k) = \frac{a_k}{\bar{a}_k} - 1 \quad (13.2)$$

Ο Standardised RDI μπορεί να εκτιμηθεί από τη σχέση:

$$RDI_{st}(k) = \frac{y_k - \bar{y}_k}{\hat{\sigma}_k} \quad (13.3)$$

όπου y_k είναι ο $\ln(a_k)$, \bar{y}_k είναι ο αριθμητικός μέσος όρος και $\hat{\sigma}_k$ η τυπική απόκλιση.

Η εκτίμηση του τυποποιημένου RDI (RDI_{st}) με βάση την προηγούμενη εξίσωση στηρίζεται στην υπόθεση ότι οι τιμές του a_k ακολουθούν τη λογαριθμοκανονική κατανομή, ενώ η διαδικασία υπολογισμού είναι ανάλογη με αυτή που ακολουθείται και για τον δείκτη SPI. Επειδή μάλιστα η γενι-

Πίν. 13.3: Κατάταξη της ξηρασίας με βάση τις τιμές του δείκτη SPI

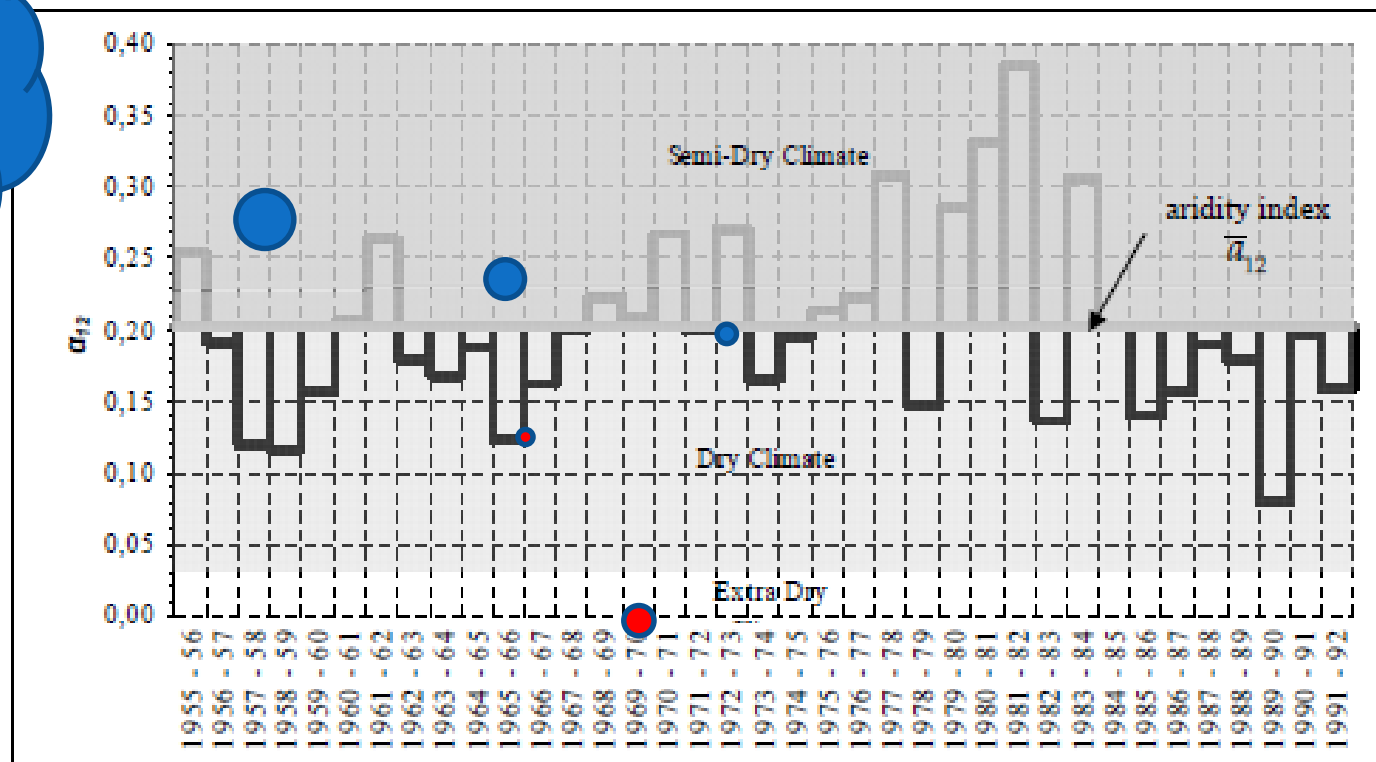
Τιμές SPI	Κατηγορία υγρασίας/ξηρασίας
> 2.0	ακραία υγρή
1.50 έως 1.99	σημαντικά υγρή
1.00 έως 1.49	μέτρια υγρή
-0.99 έως 0.99	κανονικές συνθήκες
-1.00 έως -1.49	μέτρια ξηρή
-1.50 έως -1.99	σημαντικά ξηρή
< -2.00	ακραία ξηρή

Χρήση και για RDI

Ο παραπάνω πίνακας χρ και στο RDI

Ο RDI μπορεί να υπολογιστεί για ένα υδρολογικό έτος για περιόδους αναφοράς 3, 6, 9 και 12 μηνών. Αυτό συνεπάγεται τη διαφορετική φύση του RDI σε σύγκριση με άλλους δείκτες ξηρασίας, δεδομένου ότι ο RDI υπολογίζεται για προκαθορισμένες περιόδους αναφοράς και όχι ως "κυλιόμενος" δείκτης σταθερής χρονικής περιόδου.

Μέση
τιμή
ξηρότητα
(κανονικό
τητα)



Σχήμα 3.4. Ετήσιος a_{12} σε σύγκριση με τον δείκτη ξηρότητας (\bar{a}_{12}) στην περιοχή της Νάξου.

RDI, μετεωρολογική ξηρασία, ΒΑΓΓΕΛΗΣ Χ., Δ.Δ. , ΕΜΠ, 2012

Κάτω από το κατώφλι ξηρότητας
(κανονικότητα) για τον
δεδεκάμηνο RDI → ΞΗΡΑΣΙΑ

Γιατί είναι σημαντική η συμπερίληψη της θερμοκρασίας στη ξηρασία

- T → Δυνητική εξατμισοδιαπνοή
- Αν πραγματοποιηθούν **400 mm ετήσιας βροχής** σε ένα **ζεστό κλίμα** θα υποστηρίξουν μόνο αραιή βλάστηση αλλά σε ένα ψυχρό κλίμα μπορούν να συντηρήσουν ένα δάσος.
- **δάση κωνοφόρων** (taiga) με βροχόπτωση **μικρότερη από 500 mm** ανά έτος (Καναδάς, Αλάσκα, Νορβηγία, Σιβηρία).
- Αντίθετα, σε θερμές περιοχές κοντά στην ισημερινό, η διατήρηση τροπικού δάσους απαιτεί βροχόπτωση μεγαλύτερη από 1500 mm ανά έτος, ενώ ακόμη και περιοχές με βλάστηση σαβάνας (χορτάρι, χαμηλά δένδρα) δέχονται περίπου 1000 mm ετήσιας βροχόπτωσης (Μαμάσης και Κουτσογιάννης, 2007)

ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (ΕΝΑΡΟΤRANSPIRATION)

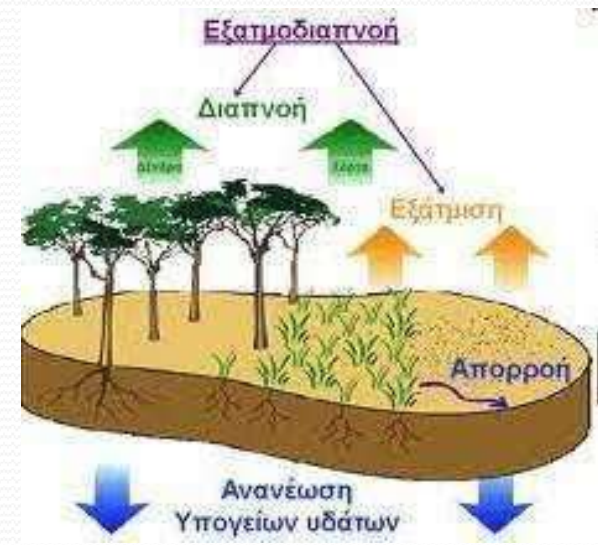
Εξατμισοδιαπνοή: η επιστροφή του νερού στην ατμόσφαιρά

Εξατμισοδιαπνοή = Εξάτμιση + Διαπνοή

Εξάτμιση: μετάβαση του νερού από την υγρή στην αέρια φάση

- Συμβαίνει όταν το νερό που μεταβαίνει από την υγρή στην αέρια φάση είναι περισσότερο από αυτό που μεταβαίνει από την αέρια στην υγρή.
- Συμβαίνει σε ελεύθερες υδάτινες επιφάνειες και στην επιφάνεια του εδάφους

Διαπνοή: η απόδοση υδρατμών στην ατμόσφαιρα από το μεταβολισμό των φυτών



ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ (ΕΝΑΡΟΤΡΑΝΣΠΙΡΑΤΙΟΝ)

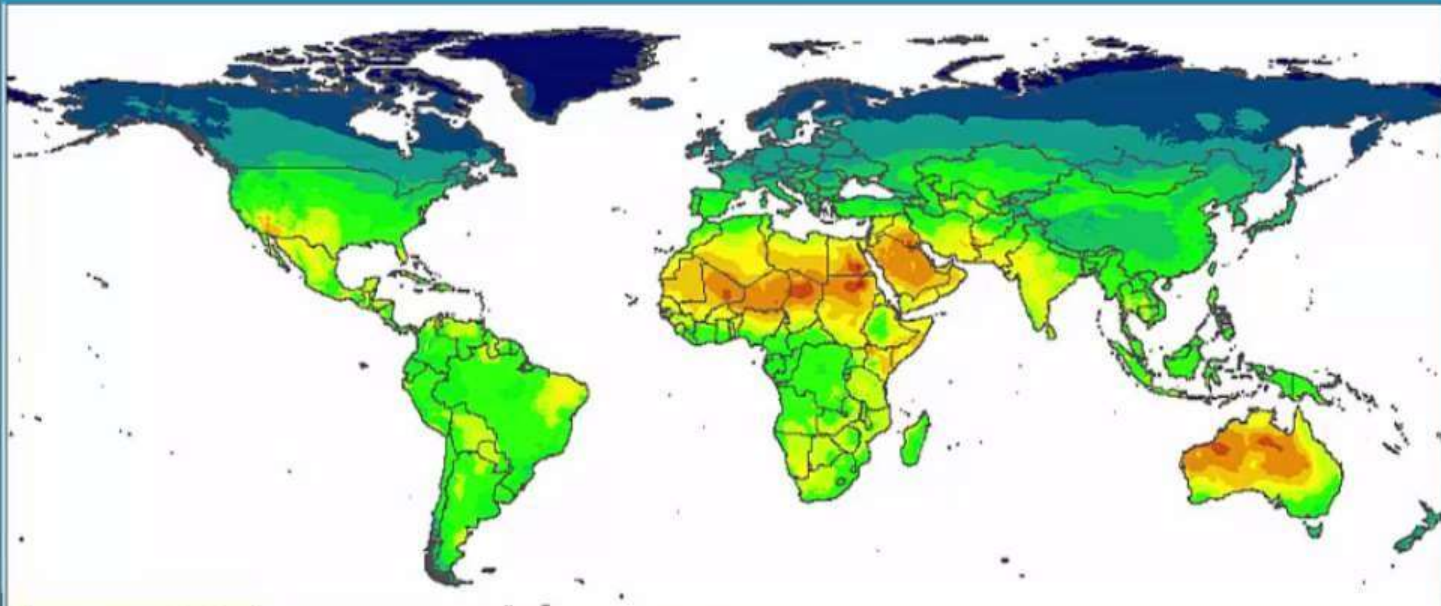
Εξατμισοδιαπνοή: Η συνδυασμένη απώλεια νερού από το έδαφος και το υπέδαφος, που οφείλεται στην εξάτμιση και διαπνοή.

Δυνητική Εξατμισοδιαπνοή (PET) : Η ποσότητα νερού που μπορεί να χαθεί από την επιφάνεια του εδάφους με τις διεργασίες της εξάτμισης και της διαπνοής, εάν στο υπέδαφος υπάρχει επάρκεια νερού για την κάλυψη της ζήτησης (εξατμισοδιαπνοή σε συνθήκες πλήρους διαθεσιμότητας νερού).

Πραγματική εξατμισοδιαπνοή (ET): Μεταφορά νερού προς την ατμόσφαιρα από τη διαπνοή των φυτών και από την εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους και των φύλλων όταν αυτά είναι υγρά. Υπάρχει αβεβαιότητα στην εκτίμηση της.

Συνήθως η διαστασιολόγηση γίνεται με βάση τη **δυνητική εξατμισοδιαπνοή**, δυσκολία αποτίμησης της πραγματικής εξατμισοδιαπνοής.

Evaporating power of the atmosphere (ET_o) in mm/year



Evapotranspiration

0 - 250 mm/year

250 - 500 mm/year

500 - 750 mm/year

LEGEND

750 - 1,000 mm/year

1,000 - 1,250 mm/year

1,250 - 1,500 mm/year

1,500 - 1,750 mm/year

1,750 - 2,000 mm/year

2,000 - 2,250 mm/year

2,250 - 2,500 mm/year

2,500 - 2,750 mm/year

> 2,750 mm/year

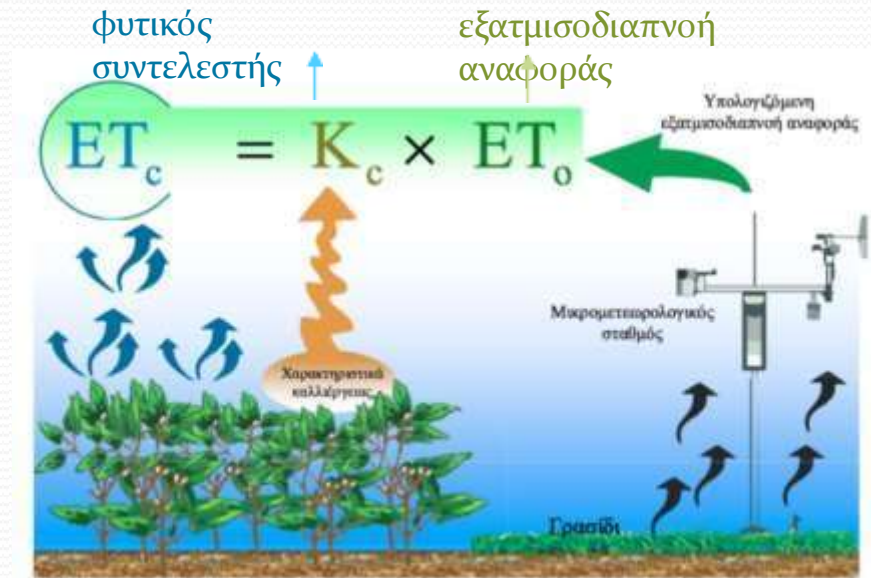
Food and Agriculture Organization of the United Nations
FAO Penman-Monteith method

ΕΞΑΤΜΙΣΟΔΙΑΠΝΟΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας (ET_c):

Το απαιτούμενο για την ανάπτυξη των καλλιεργειών νερό εκφράζεται με τον όρο υδατοκατανάλωση καλλιεργειών ή ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών και αντιπροσωπεύεται από την από την Εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας.

Η οποία αναπτύσσεται χωρίς κανένα περιορισμό σε νερό, χωρίς προσβολές από ασθένειες και εχθρούς και δίνει το μέγιστο της παραγωγής για τις συνθήκες του περιβάλλοντος στο οποίο αναπτύσσεται . Εξαρτάται κυρίως από το **κλίμα** και την **καλλιέργεια**.



Υδρολογική ξηρασία

- Συνήθως, με βάση τις παροχές στα υδατορέματα
- Από πολλούς προτείνεται η διάκριση από τη ξηρασία στους υπόγειους υδατικούς πόρους και από άλλους όχι
- Οι επιφανειακοί υδατικοί πόροι είναι λιγότερο ανθεκτικοί στην περίπτωση ξηρασίας αλλά οι επιπτώσεις στους υπόγειους υδροφορείς έχουν μεγαλύτερο χρόνο απόκρισης

13.8.2 Ο Δείκτης υδρολογικής ξηρασίας SDI (Streamflow Drought Index)

Σύμφωνα με τους Nalbantis and Tsakiris (2009), αν είναι διαθέσιμη μια χρονοσειρά μηνιαίων όγκων απορροής $Q_{i,j}$, όπου i το υδρολογικό έτος και j ο μήνας του συγκεκριμένου υδρολογικού έτους (με $j = 1$ για το μήνα Οκτώβριο), τότε:

$$V_{i,k} = \sum_{j=1}^{3k} Q_{ij} \quad i = 1, 2, \dots \quad j = 1, 2, \dots, 12 \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad (13.14)$$

όπου $V_{i,k}$ ο αθροιστικός όγκος απορροής για το υδρολογικό έτος i και την περίοδο αναφοράς k , με $k = 1$ για την περίοδο Οκτωβρίου-Δεκεμβρίου, $k = 2$ για την περίοδο Οκτωβρίου-Μαρτίου, $k = 3$ για την περίοδο Οκτωβρίου-Ιουνίου και $k = 4$ για την περίοδο Οκτωβρίου-Σεπτεμβρίου.

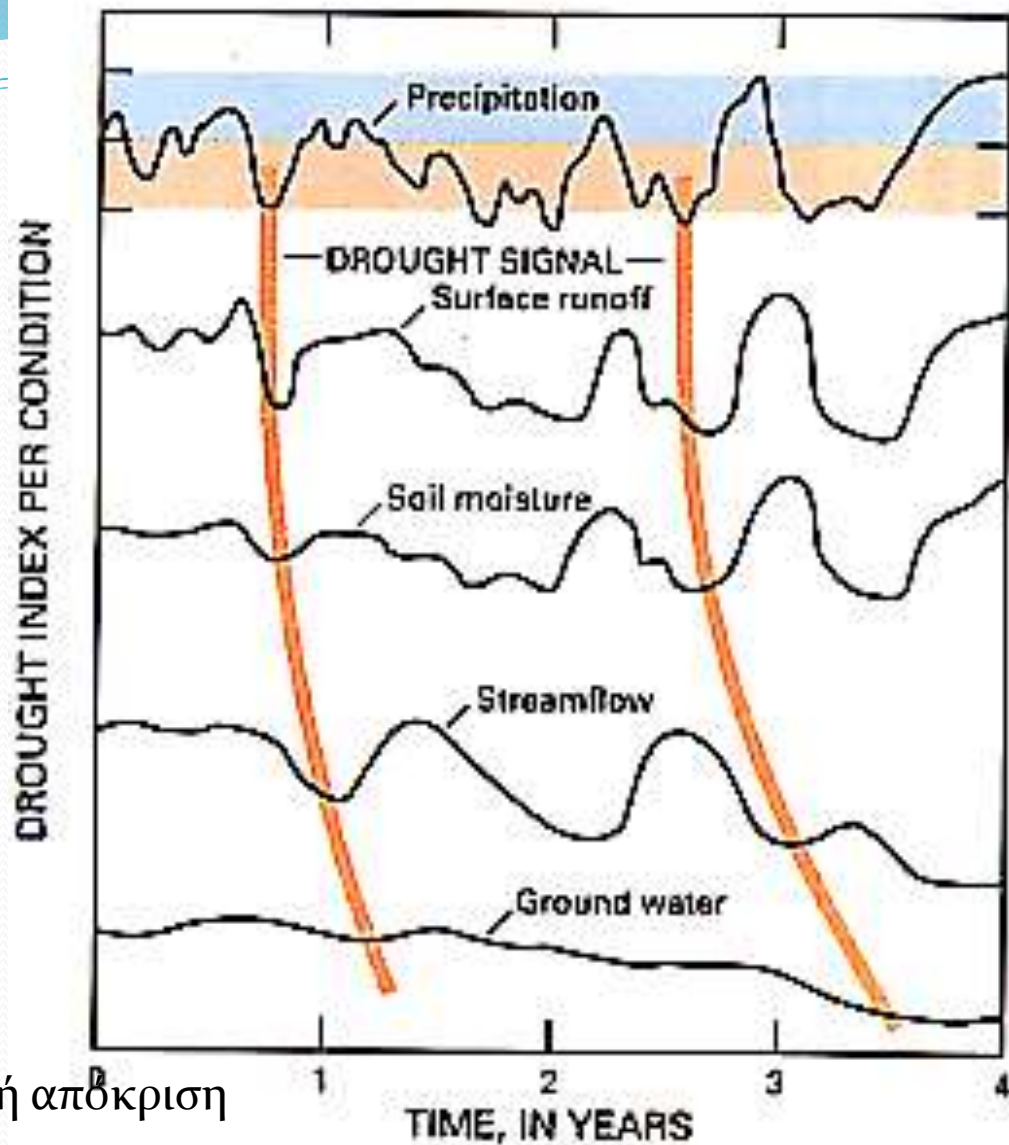
Με βάση τους αθροιστικούς όγκους απορροής $V_{i,k}$, ο SDI ορίζεται για κάθε περίοδο αναφοράς k του υδρολογικού έτους i ως εξής:

$$SDI_{i,k} = \frac{V_{i,k} - \bar{V}_k}{S_k} \quad i = 1, 2, \dots \quad k = 1, 2, 3, 4 \quad (13.15)$$

Το πρόβλημα της αντιμετώπισης της διακοπόμενης ή εφήμερης ροής είναι πολύ σημαντικό, όταν πρόκειται για υδρολογικές ξηρασίες. Τρεις περιπτώσεις μπορούν να διακριθούν: (1) υδατόρευμα με μόνιμη ροή, (2) υδατόρευμα με εφήμερη ροή και όχι ολοκληρωτικά ξηρό καθ' όλη τη διάρκεια του υδρολογικού έτους, (3) υδατόρευμα χωρίς ροή σε ορισμένα υδρολογικά έτη. Σύμφωνα με τον ορισμό του SDI, η περίπτωση 2 δεν είναι αξιοποιήσιμη, δεδομένου ότι η αθροιστική απορροή θα λαμβάνει πάντα κάποια θετική τιμή. Παραμένει έτσι μόνο η περίπτωση των απολύτως ξηρών υδρολογικών ετών (περίπτωση 3), η οποία αυθαίρετα κατατάσσεται στην κατηγορία της ακραίας ξηρασίας (κατάσταση 4).

Πίν. 13.4: Ορισμός των καταστάσεων υδρολογικής ξηρασίας σύμφωνα με τον SDI

Κατάσταση	Περιγραφή	Κριτήριο
0	Χωρίς ξηρασία	$SDI \geq 0.0$
1	Ήπια ξηρασία	$-1.0 \leq SDI < 0.0$
2	Μέτρια ξηρασία	$-1.5 \leq SDI < -1.0$
3	Σημαντική ξηρασία	$-2.0 \leq SDI < -1.5$
4	Ακραία ξηρασία	$SDI < -2.0$



Διαφορετική χρονική απόκριση στη ξηρασία

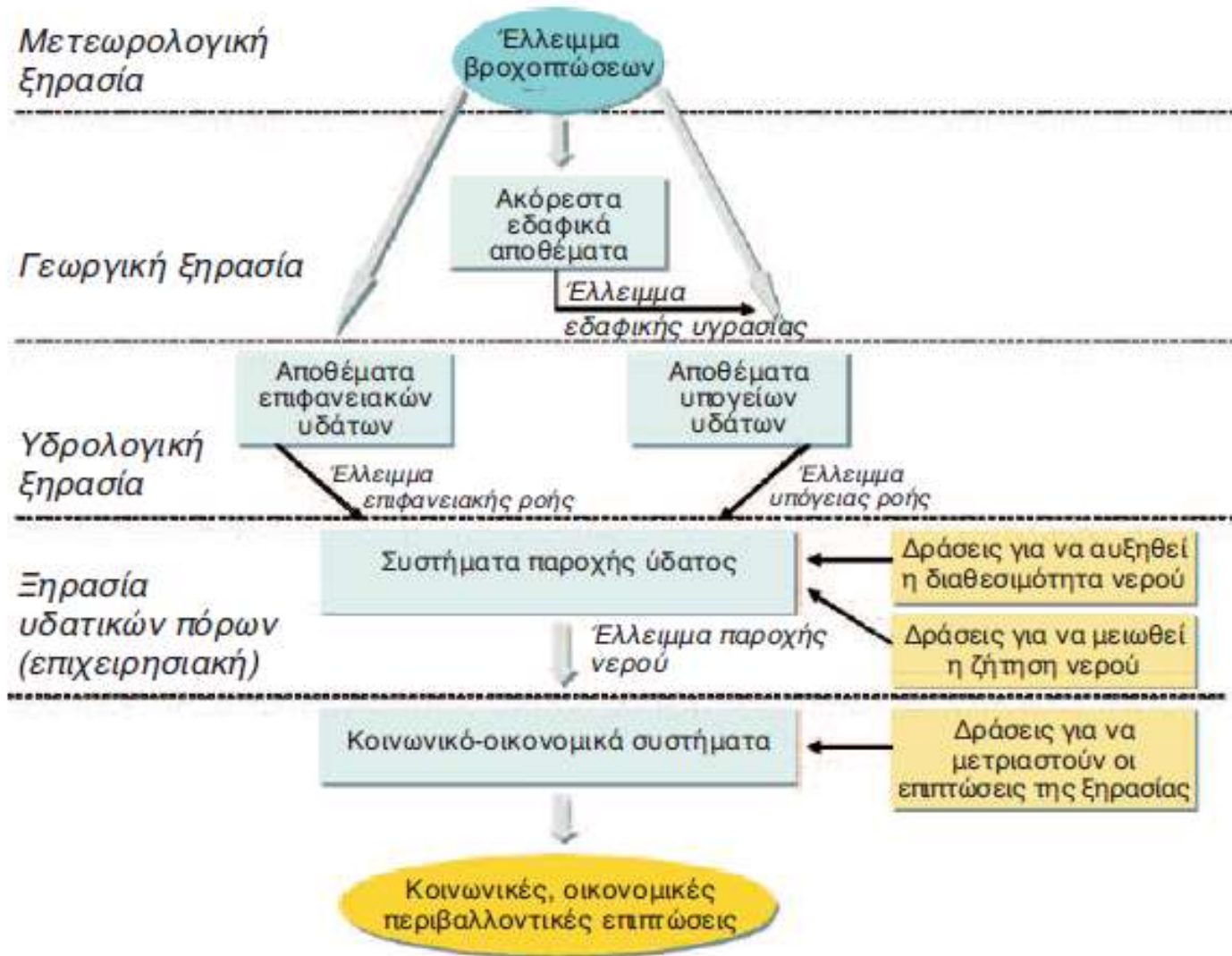
Ανάλογα τη θέση του υδρολογικού κύκλου

<http://geochange.er.usgs.gov/s/w/changes/natural/drought/>

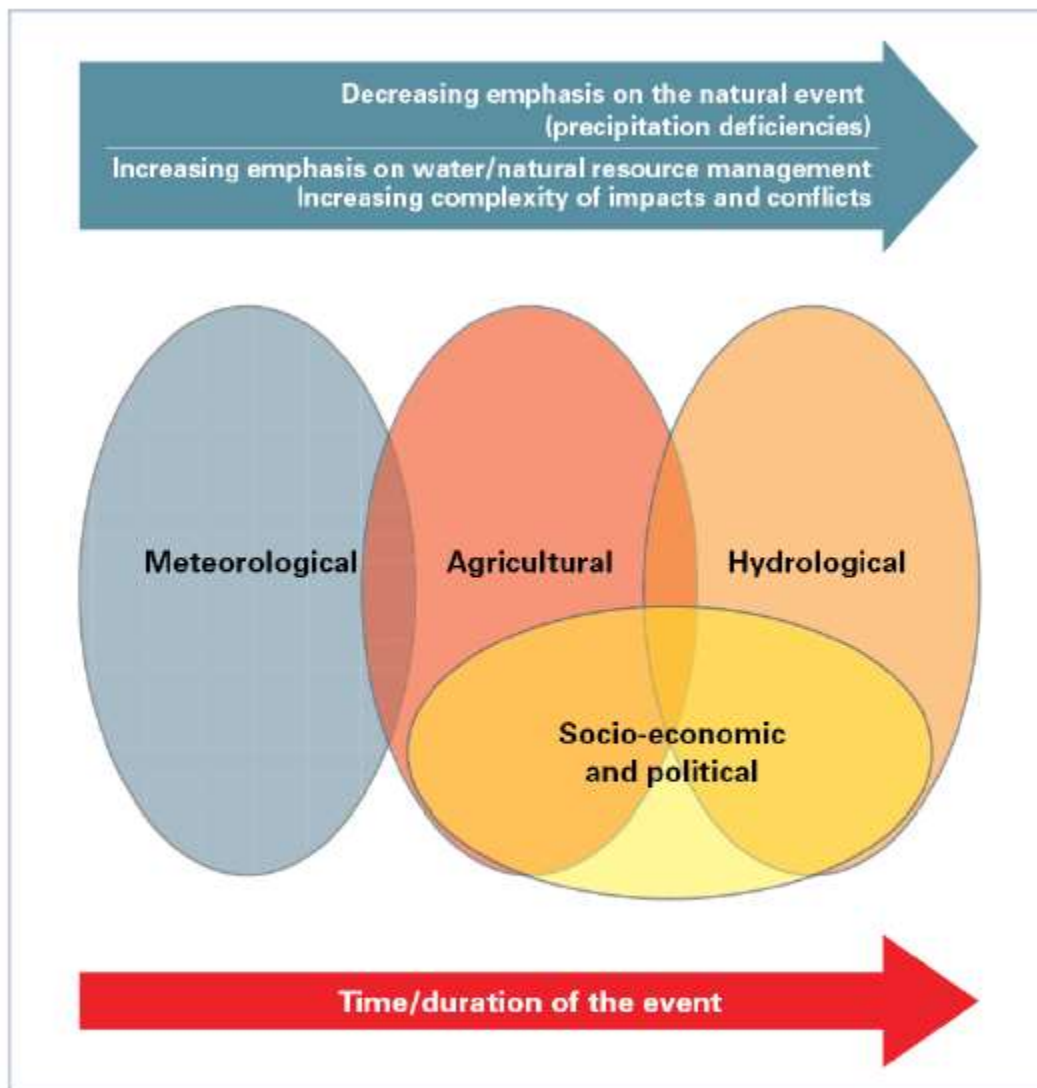
EXPLANATION

Precipitation

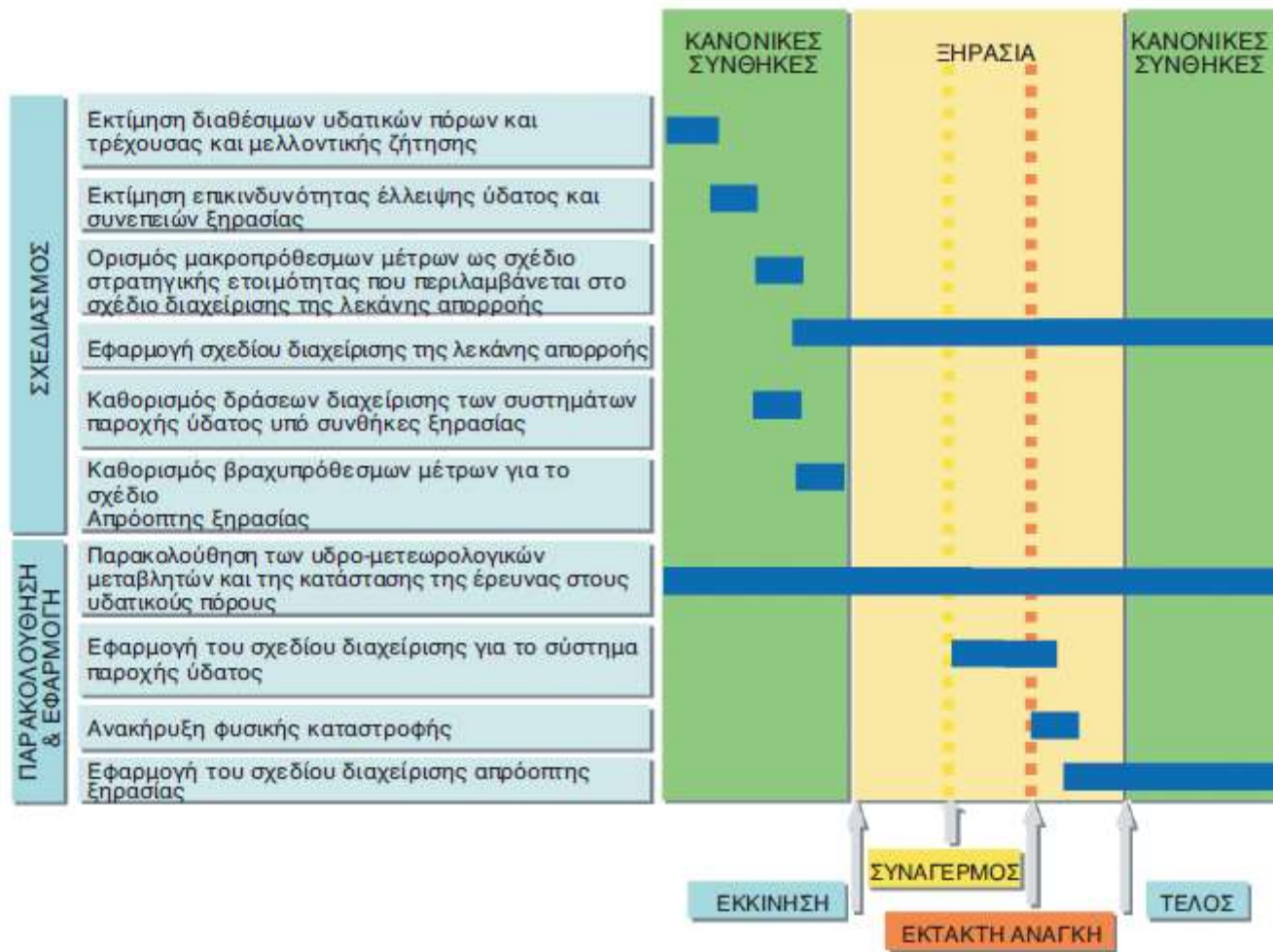
	Above normal
	Below normal (deficit)



Σχήμα 5. Το φαινόμενο της Ξηρασίας και ο ρόλος των μέτρων περιορισμού της



Σχήμα 1.3. Η αλληλεξάρτηση μεταξύ της μετεωρολογικής, της γεωργικής, της υδρολογικής και της κοινωνικο-οικονομικής ξηρασίας (Πηγή: [WMO, 2006](#)).



Σχήμα 10. Διαδοχικά βήματα για την εφαρμογή των δράσεων διαχείρισης της ξηρασίας.

MEDROPLAN, TSAKIRIS 2009, ωστόσο από άλλους προτείνονται προληπτικά μέτρα πριν το συναγερμό, ήπιας μορφής

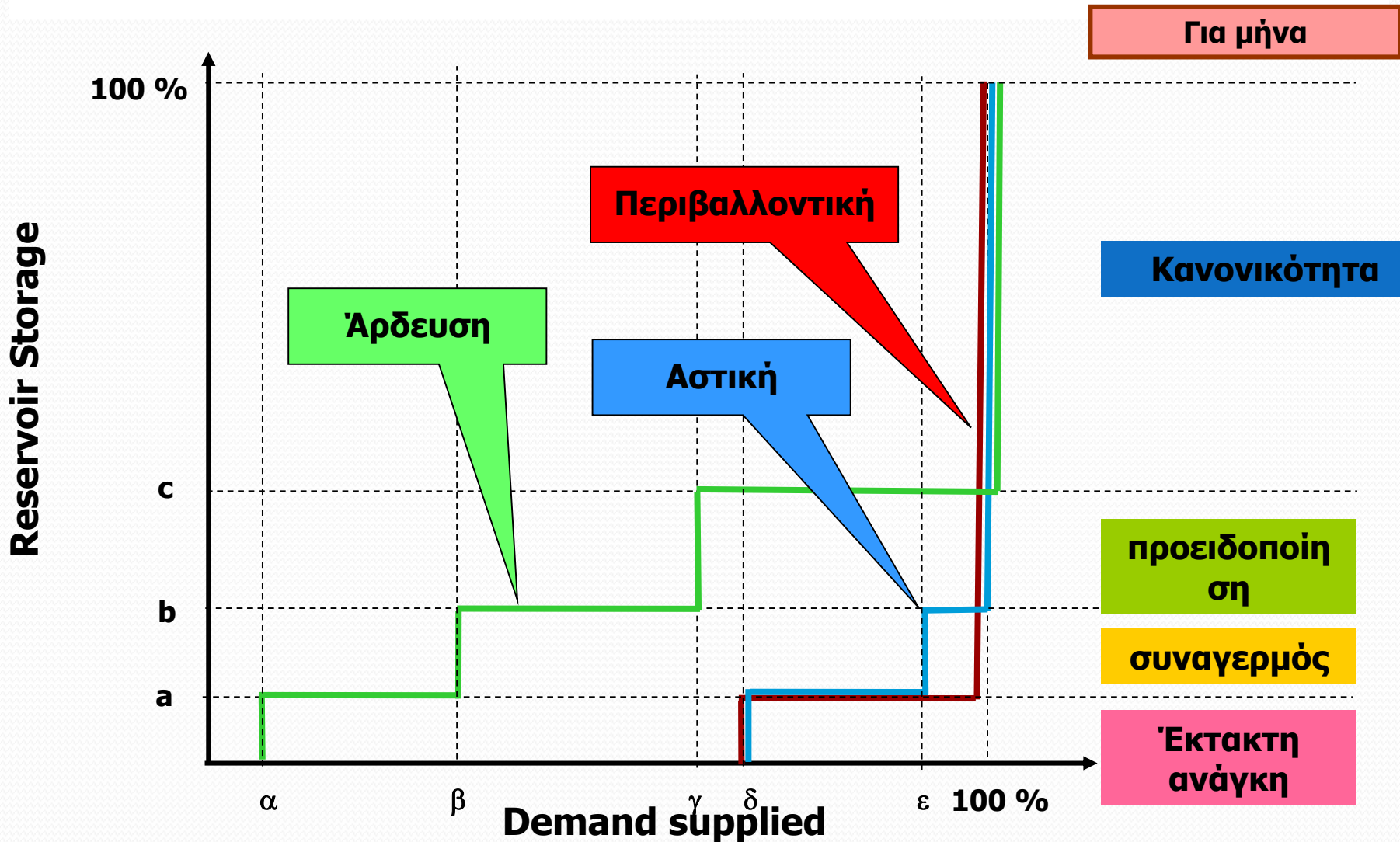


Σχήμα 9. Επίπεδα ορίων και ομάδες που πρέπει να λάβουν δράση

MEDROPLAN, TSAKIRIS 2009, ωστόσο από άλλους προτείνονται προληπτικά μέτρα πριν το συναγερμό, ήπιας μορφής

Διαχείριση ταμιευτήρα

- We also need to define supply restrictions in each level



- Κατώφλια δράσεων με βάση τη χωρητικότητα του ταμιευτήρα
 - Ιεράρχηση χρήσεων
- Περιορισμός παροχής νερού κλιμακωτά

Στοιχεία από Λήψη απόφασης

Risk: Διακινδύνευση, όχι μόνο πιθανότητα αλλά και μέσα από το φίλτρο των ζημιών

Διακινδύνευση, R

- $\{R\} = \{H\} \times \{V\}$ ή $\{R\} = \{H\} \times \{V\} \times \{C\}$
- H : κίνδυνος, πιθανότητααλλάζει με κλιματική αλλαγή
- V τρωτότητα, μεταβαλλόμενο μέγεθος χαρακτηρίζει το σύστημα Υ.Π.
- C κόστος, η άλλο μέγεθος με βάση τις χρ.μονάδες

ΚΙΝΔΥΝΟΣ (HAZARD)

Ο κίνδυνος είναι ένα φυσικό φαινόμενο ή μια ανθρώπινη δραστηριότητα που μπορεί να προκαλέσει μέσα σε καθορισμένο χρονικό διάστημα επιπτώσεις στον άνθρωπο, τις υποδομές, το περιβάλλον, στην περιουσία, συμπεριλαμβανομένης της πολιτιστικής κληρονομιάς, σε συγκεκριμένη περιοχή και ορισμένη χρονική περίοδο.

ΤΡΩΤΟΤΗΤΑ (VULNERABILITY)

Τρωτότητα: Ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα είναι ευαίσθητο ή χωρίς δυνατότητα προσαρμογής να αντιμετωπίσει ένα φυσικό κίνδυνο, συμπεριλαμβανομένης της κλιματικής μεταβλητότητας και των ακραίων. Η ευπάθεια είναι συνάρτηση του χαρακτήρα, του μεγέθους και του ρυθμού της κλιματικής διακύμανσης στην οποία εκτίθεται ένα σύστημα, της ευαισθησίας του και της προσαρμοστικής του ικανότητας

Εάν υπάρχει ο κίνδυνος, υπάρχει και η τρωτότητα.

Οι συνιστώσες της είναι η **ευαισθησία** (sensitivity), η **προσαρμοστική ικανότητα** (adaptive capacity) και η **έκθεση** (exposure)

↓


ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα επηρεάζεται, είτε δυσμενώς είτε ευεργετικά, από ερεθίσματα που σχετίζονται με το κλίμα.

↓

Ικανότητα ενός συστήματος να προσαρμόζεται στην κλιματική αλλαγή για να μετριάσει πιθανές ζημιές, να εκμεταλλευτεί ευκαιρίες ή να αντιμετωπίσει τις συνέπειες.

↓

Η φύση και ο βαθμός στον οποίο ένα σύστημα εκτίθεται σε σημαντικές κλιματικές διακυμάνσεις. (πλ. Καταγεγραμμένη ιστορική εμπειρία)



Η ανάλυση της διακινδύνευσης των φυσικών κινδύνων παλαιότερα βασίζονταν αποκλειστικά στις πιθανότητες. Στις μέρες μας έχουν εισαχθεί και άλλες έννοιες/μεγέθη έτσι ώστε να δοθεί έμφαση στις επιπτώσεις των φυσικών κινδύνων στα συστήματα, ιδιαίτερα όταν η μεταβολή των χαρακτηριστικών τους συνδέεται με την κλιματική αλλαγή. Τοιουτοτρόπως, εκτός από τις έννοιες της τρωτότητας και των συνιστωσών της (ευαισθησία, έκθεση, προσαρμοστική ικανότητα), στη διεθνή βιβλιογραφία εμφανίζεται και η έννοια της ανθεκτικότητας (resilience).

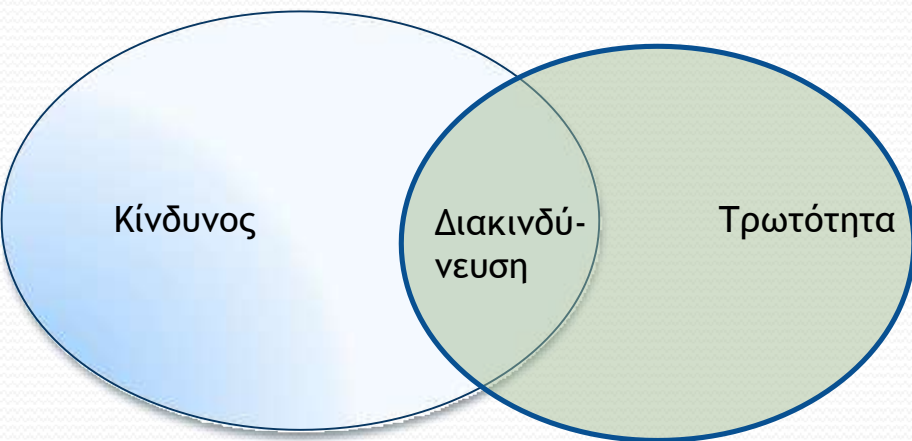
Η σύνθεση της τρωτότητας με το κίνδυνο μας δίνει τη διακινδύνευση (τομή)

ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ (RESILIENCE)

Η ικανότητα ενός συστήματος, μιας κοινότητας ή μιας κοινωνίας που είναι δυνητικά εκτεθειμένη σε κινδύνους να προσαρμοστεί αντιστέκοντας ή αλλάζοντας προκειμένου να φτάσει και να διατηρήσει ένα αποδεκτό επίπεδο λειτουργίας και δομής. Αυτό καθορίζεται από το βαθμό στον οποίο το κοινωνικό σύστημα είναι ικανό να οργανωθεί για να αυξήσει την ικανότητά του να μαθαίνει από προηγούμενες καταστροφές για καλύτερη μελλοντική προστασία και να βελτιώσει τα μέτρα μείωσης των κινδύνων (UN/ISDR 2004).

ΔΙΑΚΙΝΔΥΝΕΥ ΣΗ (RISK)

Διακινδύνευση είναι ο πραγματικός κίνδυνος για ένα σύστημα (ζωές, περιουσίες, υποδομές, περιβάλλον, οικονομικές δραστηριότητες) που προκύπτει με βάση τον **κίνδυνο (hazard)**, την **τρωτότητα (vulnerability)**



ΠΛΗΜΜΥΡΑ

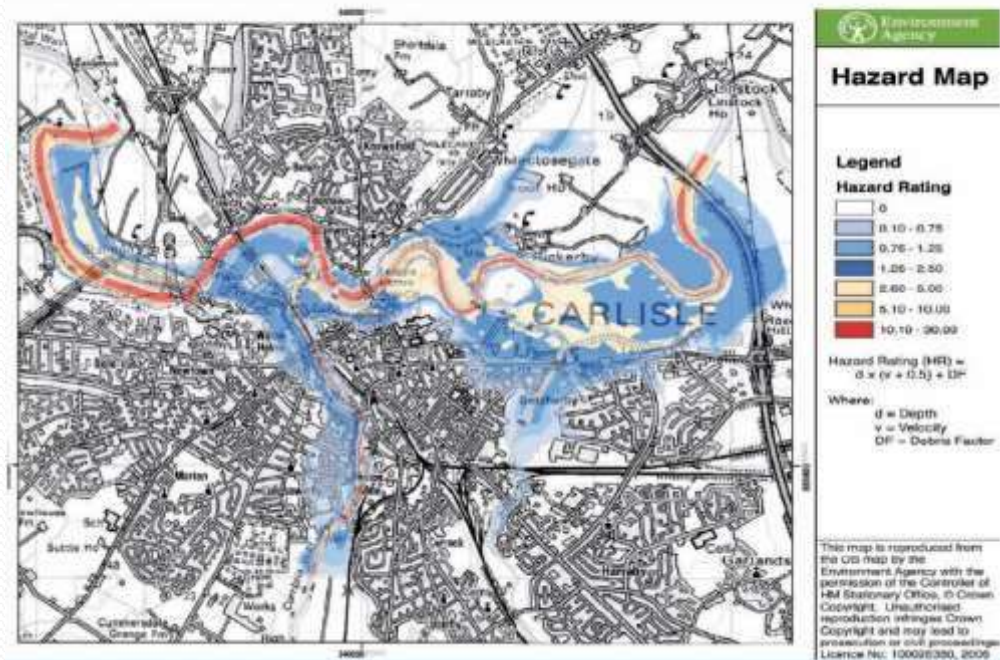
η προσωρινή κατάκλιση του εδάφους από νερό το οποίο, υπό κανονικές συνθήκες, δεν είναι καλυμμένο από νερό

Κίνδυνος πλημμύρας

Συναρτάται με την προκαλούμενη από την πλημμύρα επίπτωση, η οποία εξαρτάται από:

- Τους αποδέκτες,
- Τις δυνητικές επιπτώσεις / ζημιές στην σημασία/αξία των χρήσεων αυτών
- Την έκταση και ένταση της πλημμύρα
- Την τρωτότητα των χρήσεων αυτών στη πλημμύρα, με την έννοια του βαθμού ευπάθειας στη πλημμύρα ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της.

Χάρτης Κινδύνου



Βάθος Ροής
Ταχύτητα
Ροής

Χάρτης Κινδύνου (Hazard Map):

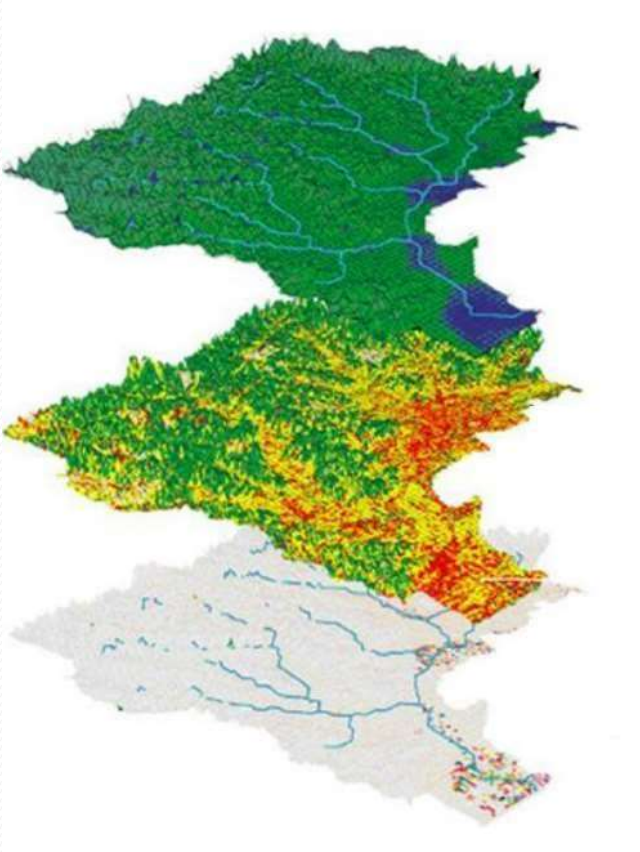
Προσομοίωση πλημμύρας

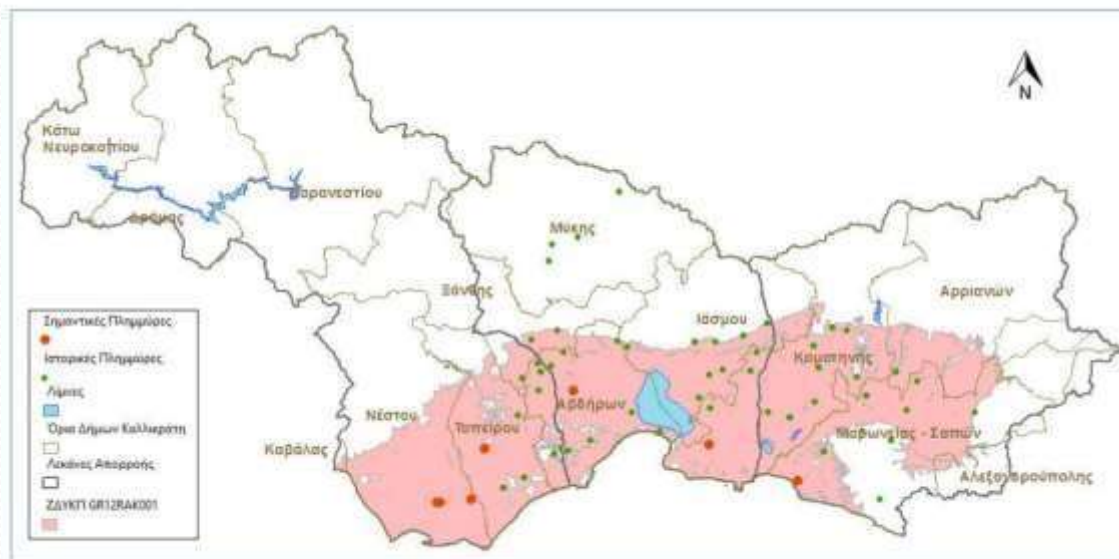
Χάρτης Τρωτότητας (Vulnerability Map):

χωρική κατανομή ευάλωτων κοινωνικοοικονομικών και περιβαλλοντικών συνθηκών

Χάρτης Διακινδύνευσης (Risk Map):

συνδυασμός του χάρτη κινδύνου και τρωτότητας που επιτρέπει τον εντοπισμό και την κατάταξη των απειλούμενων περιοχών





Σχήμα 3.1: Ζώνη Δυνητικά Υψηλού Κινδύνου Πλημμύρας GR12RAK0001 του ΥΔ Θράκης

Πηγή: ΥΠΕΚΑ-ΕΥΤ, 2012

Στους Χάρτες **Επικινδυνότητας Πλημμύρας** εμφανίζονται οι ζώνες που θα μπορούσαν να πλημμυρίσουν σύμφωνα με τα ακόλουθα σενάρια:

Πλημμύρες από εσωτερικά ύδατα (ποτάμια, λίμνες)

- πλημμύρες χαμηλής πιθανότητας υπέρβασης ή σενάρια ακραίων φαινομένων (επιλέγεται περίοδος επαναφοράς 1000 χρόνια),
- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης (επιλέγεται περίοδος επαναφοράς 100 χρόνια),
- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης δηλαδή συχνά φαινόμενα (επιλέγεται περίοδος επαναφοράς 50 χρόνια).

Πλημμύρες από θάλασσα (εξετάζονται στα Υλόπου η ανύψωση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας υπολογίζεται μεγαλύτερη από 1.0 m)

- πλημμύρες μέσης πιθανότητας υπέρβασης (επιλέγεται περίοδος επαναφοράς 100 χρόνια)
- πλημμύρες υψηλής πιθανότητας υπέρβασης (επιλέγεται περίοδος επαναφοράς 50 χρόνια).



№	Βαθμιακή Ζώνη (cm)	Βαθμιακή Ζώνη (m)
1	50-100	1,50-3,00
2	100-150	3,00-4,50
3	150-200	4,50-6,00
4	200-250	6,00-7,50
5	250-300	7,50-9,00
6	300-350	9,00-10,50
7	350-400	10,50-12,00
8	400-450	12,00-13,50
9	450-500	13,50-15,00
10	500-550	15,00-16,50
11	550-600	16,50-18,00
12	600-650	18,00-19,50
13	650-700	19,50-21,00
14	700-750	21,00-22,50
15	750-800	22,50-24,00
16	800-850	24,00-25,50
17	850-900	25,50-27,00
18	900-950	27,00-28,50
19	950-1000	28,50-30,00
20	1000-1050	30,00-31,50
21	1050-1100	31,50-33,00
22	1100-1150	33,00-34,50
23	1150-1200	34,50-36,00
24	1200-1250	36,00-37,50
25	1250-1300	37,50-39,00
26	1300-1350	39,00-40,50
27	1350-1400	40,50-42,00
28	1400-1450	42,00-43,50
29	1450-1500	43,50-45,00
30	1500-1550	45,00-46,50
31	1550-1600	46,50-48,00
32	1600-1650	48,00-49,50
33	1650-1700	49,50-51,00
34	1700-1750	51,00-52,50
35	1750-1800	52,50-54,00
36	1800-1850	54,00-55,50
37	1850-1900	55,50-57,00
38	1900-1950	57,00-58,50
39	1950-2000	58,50-60,00
40	2000-2050	60,00-61,50
41	2050-2100	61,50-63,00
42	2100-2150	63,00-64,50
43	2150-2200	64,50-66,00
44	2200-2250	66,00-67,50
45	2250-2300	67,50-69,00
46	2300-2350	69,00-70,50
47	2350-2400	70,50-72,00
48	2400-2450	72,00-73,50
49	2450-2500	73,50-75,00
50	2500-2550	75,00-76,50

ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟΣ

Επίπεδο Ζώνης
 1-5: Επίπεδο Ζώνης (1-5)
 6-10: Επίπεδο Ζώνης (6-10)
 11-15: Επίπεδο Ζώνης (11-15)
 16-20: Επίπεδο Ζώνης (16-20)
 21-25: Επίπεδο Ζώνης (21-25)

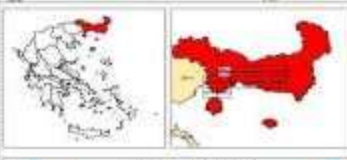
Συμβολισμοί
 - Δρόμοι
 - Σιδηροδρομικές Λειτουργίες
 - Πύργοι
 - Σιδηροδρομικά Στάθια
 - Στάσεις
 - Λαγούμινα
 - Λίμνες

Σημειώσεις:

1. Το παρόν σχέδιο αφορά στον υπολογισμό της πιθανότητας πλημμύρας σε περίπτωση αστικής βλάβης.
2. Η κλίμακα του σχεδίου είναι 1:25.000, με βάση τον ορθογώνιο παράλληλο μετρητικό σύστημα.
3. Η κλίμακα του σχεδίου είναι 1:25.000, με βάση τον ορθογώνιο παράλληλο μετρητικό σύστημα.

Σύμβολοι:

- Κίτρινο: Κλίμακα 1:25.000
- Μαύρο: Κλίμακα 1:50.000
- Λευκό: Κλίμακα 1:100.000
- Μαύρο κύκλο: Κλίμακα 1:50.000
- Λευκό κύκλο: Κλίμακα 1:100.000



ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΒΕΡΕΙΑΣ
ΔΙΕΥΝΣΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΔΑΤΩΝ

ΕΙΤΙΑ
 ΕΠΕΡΩΤΗΡΙΟ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΔΙΑΜΟΝΕΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Υ.Δ. ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ & ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΕΚΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ Π. ΕΒΡΟΥ)

Πλάτος Διαστάσεων: 1:25.000
 1:50.000
 1:100.000

ΚΑΡΤΕΣ ΕΠΙΧΑΡΤΩΣΗΤΟΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΑΠΟ ΤΟΤΑΜΕΣ ΠΟΣΟΤΗΤΕΣ

ΣΧΕΔΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΔΙΑΜΟΝΕΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΑΚΗΣ (ΤΜΗΜΑΤΑ ΤΩΝ Υ.Δ. ΠΟΥ ΑΝΗΚΟΥΝ ΣΤΙΣ ΠΕΡΙΟΧΕΣ ΑΝΑΤ. ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ & ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΕΚΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ Π. ΕΒΡΟΥ)

ΠΛΑΝΟ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ

LOW FLOOD MAPS OF PLAN CANALS - RISKY LOW ZONE MTS. OF NORTHERN AND CENTRAL BALKANS (AS PROPOSED FOR FLOOD PLANS AND RISKY AREAS OF BULGARIA, GREECE & CENTRAL BALKANS). SPATIAL DISTRIBUTION OF MAXIMUM DEPTH FOR RETURN PERIOD T=100 YEARS

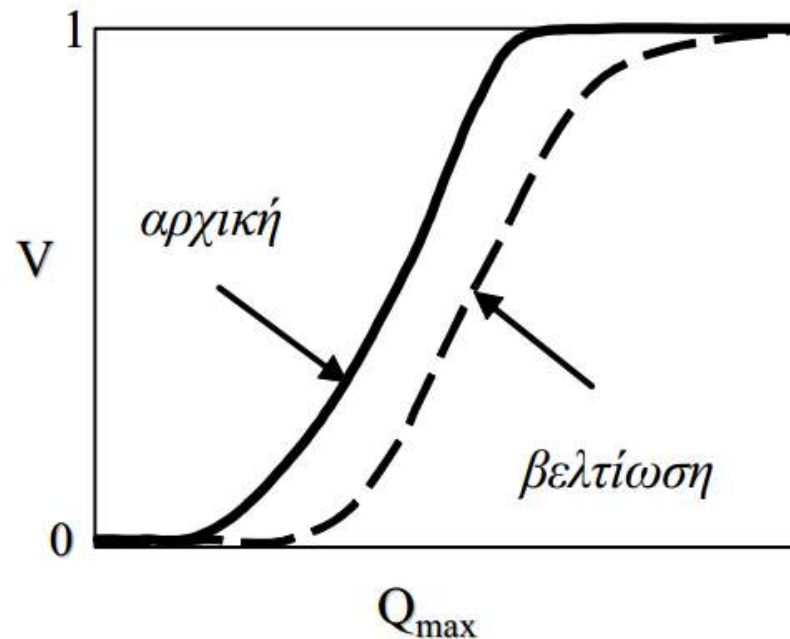
ΥΠΟΒΟΛΗ ΚΑΡΤΗΣ	12.06.21.2020	ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ
ΥΠΟΒΟΛΗ ΣΧΕΔΙΟΥ	12.06.21.2020	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ	ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ

ΑΝΑΘΥΜΗΝΟΝ
 ΚΑΤΑ ΤΟΝ ΕΠΙΧΑΡΤΩΣΗΤΟ ΚΙΝΔΥΝΟΥ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΩΝ ΥΔΑΤΩΝ ΔΙΑΜΟΝΕΜΑΤΩΝ ΑΝΑΤΟΛΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ ΘΡΑΚΗΣ & ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ, ΕΚΤΟΣ ΤΗΣ ΛΕΚΑΝΗΣ ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΤΟΥ Π. ΕΒΡΟΥ.

Τρωτότητα

εξαρτάται από το σύστημα, υποδομή αλλά και από τις ακολοθουμενες πολιτικές

Τρωτότητα – Μέγεθος φαινομένου



Γρωτότητα σε ξηρασία

απλούστευση κατά Spiliotis et al., 2021

- Sensitivity (ευαισθησία):
- Adaptive capacity (Δυνατότητα προσαρμογής):

Δείκτες		ΥΜονάδες	πηγή
Δείκτες ευαισθησίας			
S ₁	Πυκνότητα πληθυσμού	inhab/km ²	AQUASTAT (FAO) http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/ind_ex.html?lang=en
S ₂	Μέσο ετήσιο ύψος βροχής	mm/year	AQUASTAT (FAO)
S ₃	ολική παροχή εφαρμογή νερού ανά κάτοικο	m ³ /inhab/year	AQUASTAT (FAO)
S ₄	χωρητικότητα φραγμάτων ανά κάτοικο	m ³ /inhab	AQUASTAT (FAO)
Δείκτες δυνατότητας προσαρμογής			
AC ₁	Κατανάλωση λιπασμάτων	Kilograms per hectare of arable land Κιλά ανά εκτάριο καλλιεργήσιμης γης	World bank http://data.worldbank.org/indicator
AC ₂	Improved water source (θα μπορούσε να ήταν και το όνομα του δείκτη)	% του πληθυσμού με πρόσβαση (θα μπορούσε να ήταν και το όνομα του δείκτη)	AQUASTAT (FAO)
AC ₃	Χρήση ενέργειας ανά κάτοικο	kg of oil equivalent per capita	World bank
AC ₄	GDP (ΑΕΠ) ανά κάτοικο (Το ΑΕΠ μετρά τη νομισματική αξία των τελικών αγαθών και υπηρεσιών —δηλαδή αυτών που αγοράζονται από τον τελικό χρήστη— που παράγονται σε μια χώρα σε μια δεδομένη χρονική περίοδο (ας πούμε ένα τέταρτο ή ένα έτος). Μετρά όλη την παραγωγή που παράγεται εντός των συνόρων μιας χώρας.)	2010 US\$	World bank
AC ₅	Human Development Index Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης (Το HDI δημιουργήθηκε για να τονίσει ότι οι άνθρωποι και οι δυνατότητές τους πρέπει να είναι το απόλυτο κριτήριο για την αξιολόγηση της ανάπτυξης μιας χώρας και όχι μόνο η οικονομική ανάπτυξη.)	Dimensionless	UNDP
AC ₆	Απόληψη γλυκού νερού ως % των συνολικών πραγματικών ανανεώσιμων υδάτινων πόρων	%	AQUASTAT (FAO)
AC ₇	ποσοστό της καλλιεργούμενης έκτασης εξοπλισμένη για άρδευση	%	AQUASTAT (FAO)

Αβεβαιότητα



Εμπειρίες από την Ισπανία...

- Παρακολούθηση της ξηρασία on line
- Κλιμακωτοί κανόνες αναπροσαρμογής της ζήτησης
- Έλεγχος με βάση τα αποθέματα στον ταμιευτήρα
- Ιεράρχηση στην περικοπή της ζήτησης:
- Αρδευόμενη γεωργία < Αστική ζήτηση < Οικολογική παροχή

Προσαρμογή σε συνθήκες ξηρασίας, Ισπανία

- Νομοθετικό πλαίσιο με βάση το ρίσκο
- Διάκριση σε 4 καταστάσεις
 - Κανονική
 - Πριν την εγρήγορση, $\text{risk} > 10\%$, μέτρα χαμηλού κόστους, ενημέρωση, μη κατασκευαστικά μέτρα
 - Εγρήγορση (alerta), $\text{risk} > 30\%$, μέτρα χαμηλού και μέσου κόστους, ενημέρωση, κυρίως μη κατασκευαστικά μέτρα, ειδοποίηση αγροτών, διαχείριση της ζήτησης, αποφυγή κατάστασης συναγερμού
 - Συναγερμού (emergencia), μέτρα υψηλού κόστους, και κατασκευαστικά μέτρα, περιορισμός της ζήτησης, εξασφάλιση πόσιμου νερού, μετριασμός επιπτώσεων
- 3 κατώφλια, καθορισμένα από το νόμο
- Περιορισμός της ζήτησης ανάλογα με την κατάσταση κινδύνου, περισσότερο στην αρδευόμενη γεωργία
- Χρήση Υπογείων Νερών
- On line παρακολούθηση...

- Inicio
- El Ministro
- Funciones y estructura
- Planes y estrategias
- Actividad legislativa
- Formación y becas
- Archivos, Bibliotecas y Mediateca
- Campañas
- Proyectos de cooperación
- Premios
- Días mundiales y fechas destacadas
- Palacio de Fomento
- Servicios**
- Servicio por área de actividad
- Servicios de información
- Análisis y Prospectiva
- Empleo público
- Participación pública
- Sede electrónica
- Ayudas y subvenciones
- Cartografía y SIG
- Estadísticas
- Licitaciones
- Publicaciones**

Informe-Resumen de Situación de la Sequía Hidrológica

Imprimir



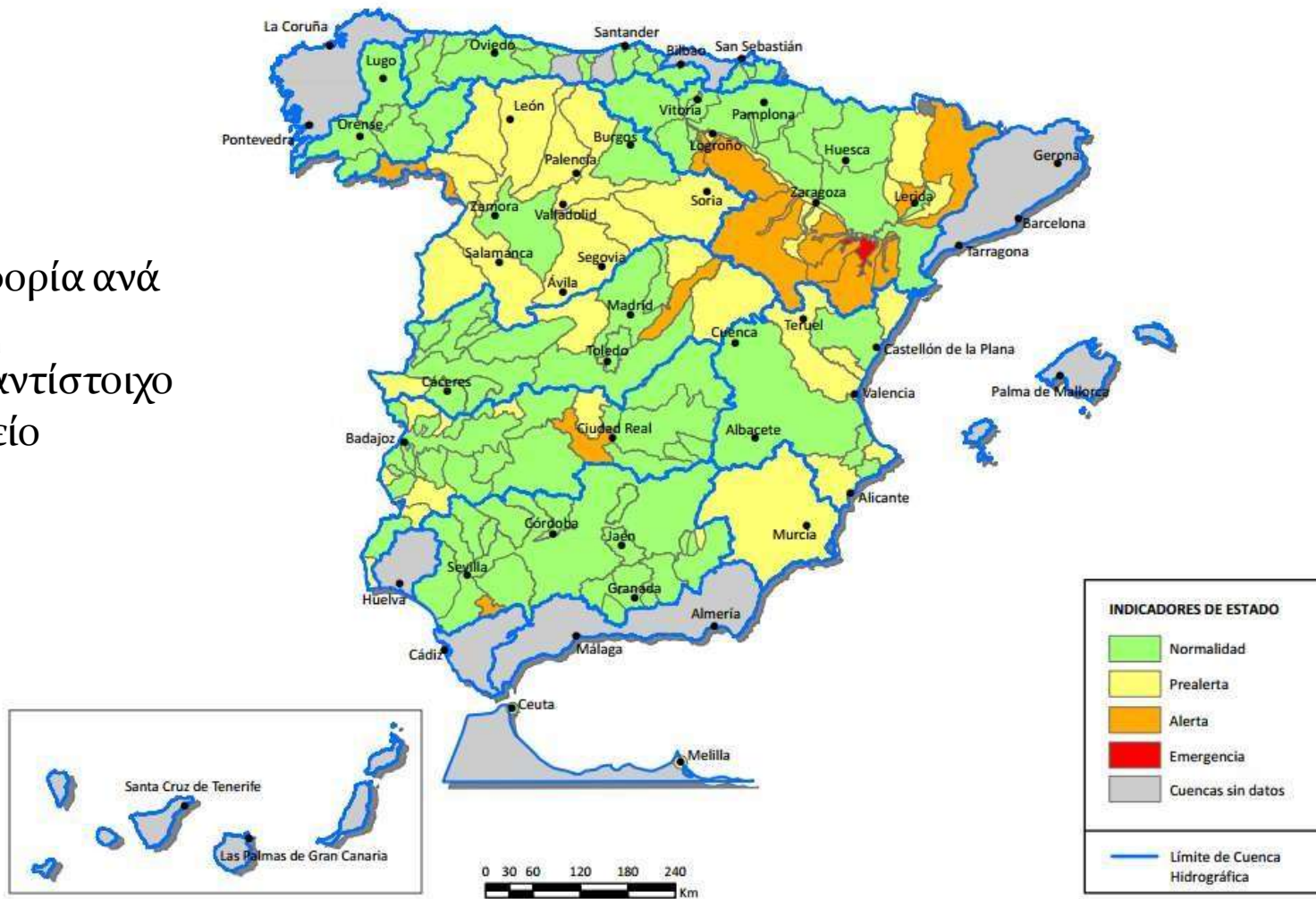
Informe-Resumen de Situación de la Sequía Hidrológica
Acrónimo: SSR
ISSN: NIPO: 280-12-024-5
Periodicidad: Irregular
Año de inicio: 2010
Editorial: Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente
Página Web: www.magrama.es

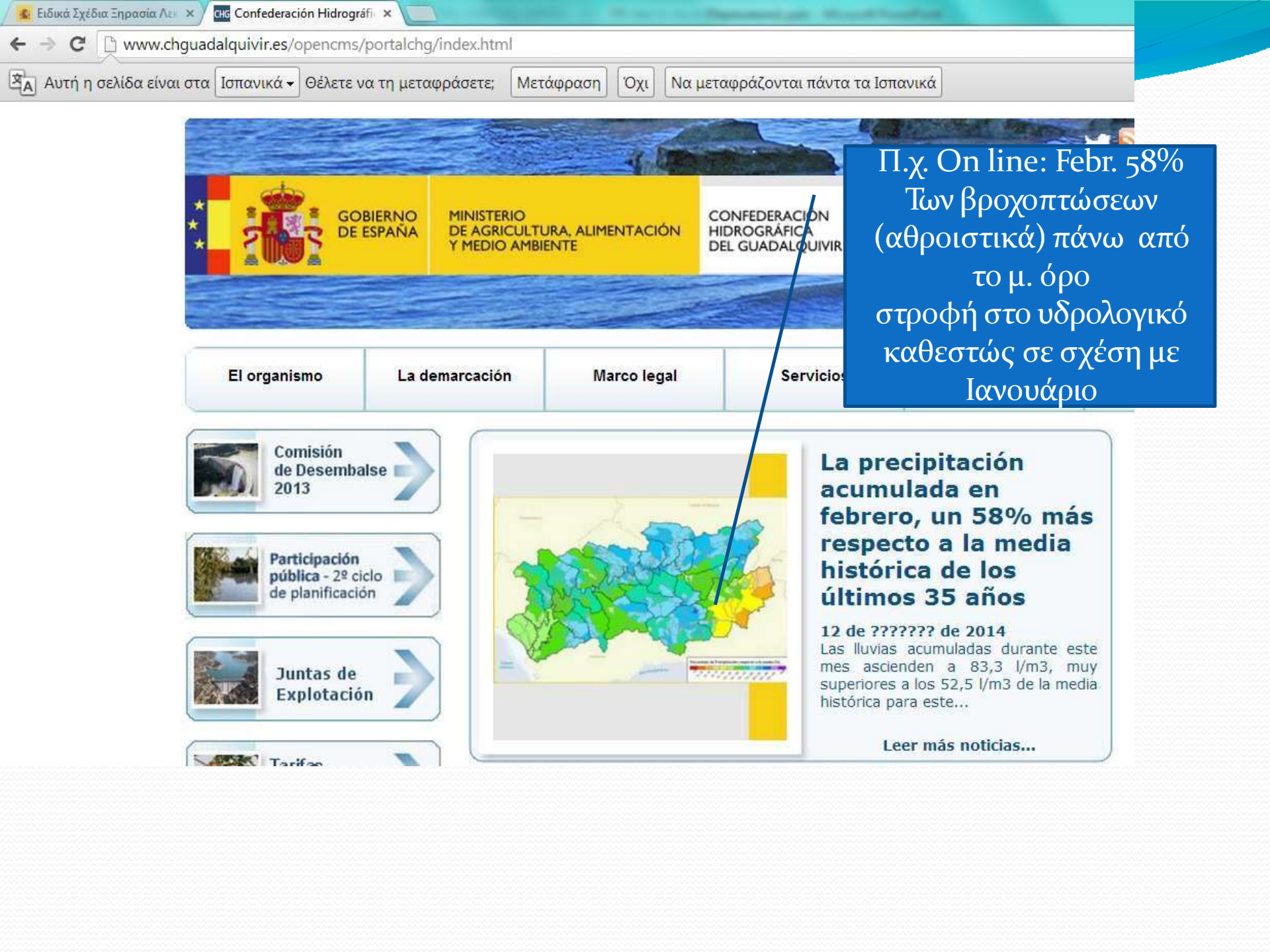
Materias: Datos meteorológicos; Desastres meteorológicos; Sequía

Desde el 10/03/2010 hasta el 25/01/2012 tit. de la revista: Situación de la Sequía : resumen ejecutivo. Desde esa fecha hasta 11/10/2012: Informe de Situación de la Sequía Este informe recoge la evolución de los indicadores hidrológicos: precipitación, reserva hidráulica, humedad del suelo y el índice de estado de la sequía con mapas que dan una visión global del estado de los sistemas de explotación de todas las cuencas hidrográficas. Además, recoge la predicción estacional de la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) de temperaturas y precipitaciones.

Año	Números
2013	1 (enero) , 2 (febrero) , 3 (marzo) , 4 (abril) , 5 (mayo) , 6 (junio) , 7 (julio) , 8 (agosto) , 9 (sept.) , 10 (octubre) , 11 (noviembre)
2012	1 (enero) , 2 (febrero) , 3 (marzo) , 4 (abril) , 5 (mayo) , 6 (junio) , 7 (julio) , 8 (agosto) , 9 (sept.) , 10 (octubre) , 11 (noviembre) , 12 (diciembre)
2011	1 (enero) , 2 (febrero) , 3 (marzo) , 4 (abril) , 5 (mayo) , 6 (junio) , 7 (julio) , 8 (agosto) , 9 (sept.) , 10 (octubre) , 11 (noviembre) , 12 (diciembre)
2010	1 (marzo) , 2 (abril) , 3 (mayo) , 4 (junio) , 5 (julio) , 6 (agosto) , 7 (sept.) , 8 (octubre) , 9 (noviembre) , 10 (diciembre)

Online
 πληροφορία ανά
 περιοχή
 από το αντίστοιχο
 υπουργείο





Π.χ. On line: Febr. 58%
Των βροχοπτώσεων
(αθροιστικά) πάνω από
το μ. όρο
στροφή στο υδρολογικό
καθεστώς σε σχέση με
Ιανουάριο

La precipitación acumulada en febrero, un 58% más respecto a la media histórica de los últimos 35 años

12 de ??????? de 2014
Las lluvias acumuladas durante este mes ascienden a 83,3 l/m³, muy superiores a los 52,5 l/m³ de la media histórica para este...

[Leer más noticias...](#)

Πρόκληση προσαρμογής: απόφαση στη λεκάνης απορροής

- Συμβούλια Υδατοπρομήθειας λεκάνης απορροής με μακρά παράδοση από το 1926
- Περισσότερη συμμετοχή χρηστών και εμπλοκή των τοπικών αυτοδιοικήσεων (“autonomias”), περισσότερη διαφάνεια και δημοκρατικότητα στη λήψη των αποφάσεων
- Εμπλοκή ομάδων χρηστών και ινστιτούτων
- Κατηγορίες για λόμπυ αγροτικής ζήτησης
- Προβλήματα μεταξύ των “autonomias”

Table II Summary of the drought management actions in the Mediterranean

Concept	Cyprus	Greece	Italy	Morocco	Tunisia	Spain
Water law	Includes drought	Includes drought	Includes drought	Includes drought	Includes drought	Includes drought
River basin authorities	Managed at central level Developed	Developed	Developed	Development	Partially developed	Developed
Relation among institutions	High	Low	Low	Medium	High	Medium
Public participation in water management	Low	Medium	High	Low	Low	High
Drought contingency plan	Developed	In development	Sub-national	In development	National	River basin
Drought monitoring system	Partially developed	Partially developed	River basin	National	National	River basin
Surface Water ownership	Public	Public	Public	Public	Public	Public
Groundwater ownership	Public	Public	Public	Partially private	Public	Partially private