

Βασικές ερωτήσεις με συνοπτικές απαντήσεις. Για πλήρη ανάπτυξη βλπ διαφάνειες μαθήματος και σημειώσεις κ. Χρυσάνθου.

Επίσης, οι ερωτήσεις αυτές είναι οι πλέον βασικές ωστόσο η ύλη είναι ευρύτερη και αυτή είναι η διδαχθείσα.

Να δώσετε ένα ορισμό της ΔΥΠ?

Διαχείριση Υδατικών Πόρων είναι το σύνολο των ενεργειών (μέτρα, έργα, κανονιστικές διατάξεις, συμφωνίες κλπ.) που λαμβάνονται με δημοκρατικό τρόπο για την αρμονική σχέση μεταξύ

- Υδατικών πόρων
- Κέντρων κατανάλωσης
- Περιβάλλοντος

τώρα αλλά και στο μέλλον με στόχο τη διατηρήσιμη ανάπτυξη

Τι κατανοείται ως όρο Υδατικός πόρος?

- *Αν και είναι δύσκολο να δοθεί ακριβής ορισμός στον όρο «υδατικός πόρος» γενικά θεωρείται η οποιαδήποτε θέση κυκλοφορίας του νερού στη φύση, όπου συναντάται σε τέτοια μορφή, ώστε να είναι δυνατή η χρησιμοποίησή του από τεχνική και οικονομική άποψη, χωρίς να δημιουργεί προβλήματα στο περιβάλλον (Τσακίρης, 2007).*
- Μη συμβατικοί Υδατικοί πόροι

Ως ξηρασία εννοούμε τη μόνιμη έλλειψη νερού?

Απ. Όχι

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:

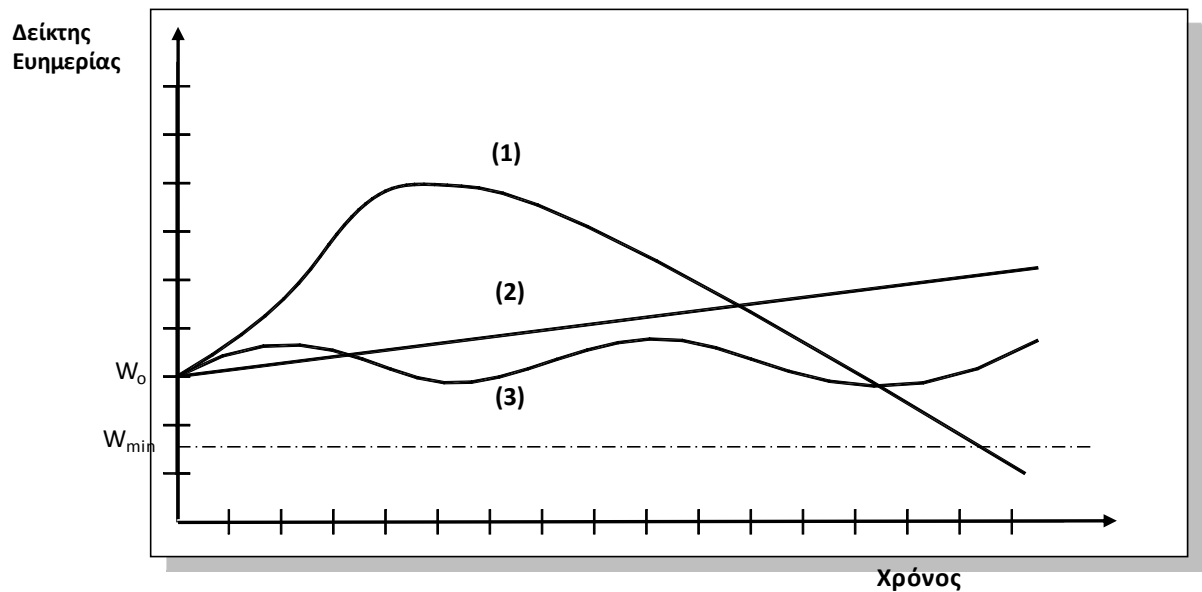
- Ανθρωπογενή (αύξηση του πληθυσμού, η έλλειψη υποδομών κ.ά)
- Φυσικά
- Συνδυασμός

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

Ποιοι είναι οι ενδιαφερόμενοι της ΔΥΠ?

- Καταναλωτές νερού
- Αυτοί που παίρνουν αποφάσεις (Κυβ, Νομ, Δήμοι, τυχόν συνελεύσεις η δημοψηφίσματα)
- Μηχανικοί, γεωλόγοι κλπ, τεχνοκράτες αναλυτές

Ποια από τις παρακάτω καμπύλες μπορεί να χαρακτηριστεί ότι εμπίπτει στο πλαίσιο της ορθολογικής διαχείρισης υδατικών πόρων;



W_{min} : κατώφλι επιβίωσης για το δείκτη ευημερίας

Διατηρησιμότητα της Ανάπτυξης

Τιμές του δείκτη ευημερίας άνω του W_0 , ανάπτυξη διατηρήσιμη

Τιμές του δείκτη ευημερίας κάτω του W_{min} , μη επιβίωση

• Ανάπτυξη που χαρακτηρίζεται:

- * Αποδοτικότητα, μη διατηρησιμότητα, μη επιβίωση
- * Όχι γρήγορη αποδοτικότητα, διατηρησιμότητα, επιβίωση
- Μη αποδοτικότητα, μη διατηρησιμότητα, επιβίωση

Ποιές είναι οι αρχές της ΔΥΠ?

- ήπια εκμετάλλευση των υδατικών πόρων
- Ισομερής κάλυψη των αναγκών με αντικειμενικά κριτήρια
- έργα με το ελάχιστο περιβαλλοντικό και κοινωνικό κόστος
- προστασία των υδατικών πόρων και του περιβάλλοντος
- συμμετοχή όλων των ενδιαφερόμενων / θιγόμενων (επίτευξη της μέγιστης δυνατής συναίνεσης)
- Βιωσιμότητα της ανάπτυξης

Προβλήματα και προκλήσεις της ΔΥΠ στον Ελλαδικό χώρο

Πλαίσιο διαχείρισης υδατικών πόρων στην Ελλάδα

- Επάρκεια νερού στη χώρα, αλλά ανομοιόμορφη κατανομή των υδατικών πόρων στο χώρο και στο χρόνο – Συνέπεια οι ελλειμματικές περιοχές (Θεσσαλία, Ανατολική Πελοπόννησος, Νησιά Αιγαίου)
- Ανομοιόμορφη κατανομή της ζήτησης στο χώρο και το χρόνο, αναντίστοιχη με την κατανομή της προσφοράς – Απαίτηση περιφερειακών πολιτικών
- Πολύπλοκο και κατακερματισμένο ανάγλυφο – Συνέπεια μικρές κλίμακες υδρολογικών λεκανών και πολλά υδάτινα σώματα που απαιτούν παρακολούθηση και προστασία
- Εξάρτηση της βόρειας Ελλάδας από υδατικούς πόρους γειτονικών κρατών – Απαίτηση για διακρατικές συνεργασίες
- Κυριαρχία των προβλημάτων ποσότητας έναντι της ποιότητας – Αναξιοποίητα επιφανειακά νερά και υπεραντλημένα υπόγεια – Ανάγκη για νέα έργα (μεγάλης κλίμακας, πολλαπλού σκοπού)
- Ανάγκη συνολικού (διατομεακού) σχεδιασμού και προγραμματισμού για αειφορική ανάπτυξη

Πηγή: ΥΠΑΝ κ.ά. (2003)

Δ. Κουτσογιάννης, Εισαγωγή Σπινούς, μεθοδολογία, σελίδα 21

Ποιες είναι οι συνιστώσες της ζήτησης νερού? Ποιος είναι ο μεγαλύτερος καταναλωτής νερού διεθνώς αλλά και στη χώρα μας?

ΖΗΤΗΣΗ ΝΕΡΟΥ

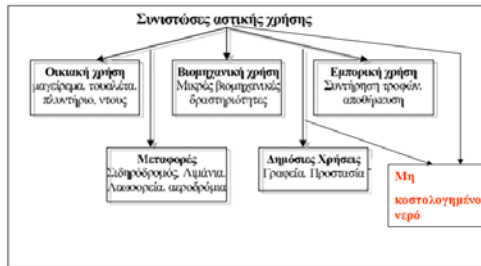
- Ζήτηση/ Ανάγκες
- Εσωτερική-εξωτερική ζήτηση
- Καταναλωτική/μη καταναλωτική χρήση (π.χ. υδροδυναμικά έργα)
- Τομείς:
 - Υδρευση
 - Τουρισμός
 - Βιομηχανία
 - Παραγωγή Ενέργειας (υδροδυναμικά έργα)
 - Γεωργία
 - Περιβάλλον (εσωτερική ζήτηση)
 - Αισθητική αναβάθμιση (εσωτερική ζήτηση)

Γεωργία:
μεγαλύτερος
καταναλωτής

Ποιες είναι οι συνιστώσες της αστικής ζήτησης νερού?

Αστική χρήση νερού

Η μέση ειδική ημερήσια κατανάλωση ανά κάτοικο ανά ημέρα και οι συνακόλουθοι πολλαπλασιαστές συμπεριλαμβάνουν όλες τις παραπάνω χρήσεις



Η ζήτηση νερού ταυτίζεται με τις ανάγκες?

Απ. όχι. (βλ. διαφάνειες, ζήτηση οικονομικό μέγεθος)

Να περιγραφεί η μεθοδολογία πρόβλεψης της αστικής ζήτησης νερού

Πρόβλεψη αστικής ζήτησης νερού

- Μοντέλο της πολλαπλής παλινδρόμησης προκειμένου να προσδιορισθεί η ζήτηση νερού. Ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:
 - Ανάπτυξη σεναρίου (ή σεναρία) πρόβλεψης μελλοντικού πληθυσμού.
 - Ανάπτυξη μοντέλου πολλαπλής παλινδρόμησης για το συνολικό προσδιορισμό της ζήτησης νερού (Τσακίρης, 2005), έλεγχος συσχέτισης και στατιστικής υπόθεσης (Ναλιμπαντις, 2007). Στο μοντέλο ο πληθυσμός είναι μία μεταβλητή όχι η μοναδική. Π.χ. θα έχω ανεξάρτητες μεταβλητές, τον πληθυσμό, κλιματικές συνθήκες (π.χ. θερμοκρασία), εισοδηματικές, τιμή νερού ανά κυβικό, πυκνότητα πληθυσμού ανά τετραγωνικό κ'α.
 - Για διάφορα σεναρία κλιματικών, κοινωνικο-οικονομικών εξελίξεων (π.χ. πληθυσμός, μέσο ετήσιο εισόδημα) αλλά και στρατηγικών διαχείρισης νερού (π.χ. τιμολόγηση νερού) προσδιορίζεται η ζήτηση νερού.

- Modelling of demand

$$Q = f(X_1, X_2, X_3, \dots, X_n) + u$$

$$\text{Linear: } Q = a_0 + a_1X_1 + a_2X_2 + a_3X_3 + \dots + a_nX_n + u$$

- Ποια είναι η βασική παράμετρος για τον προσδιορισμό των αρδευτικών αναγκών των καλλιεργειών?

Απ. η (δυνητική) εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (δλδ η εξατμισοδιαπνοή θεωρώντας απεριόριστη διαθεσιμότητα νερικού), ET_c (mm/ημέρα). Η δυνητική εξατμισοδιαπνοή εξαρτάται κύρια από τη θερμοκρασία.

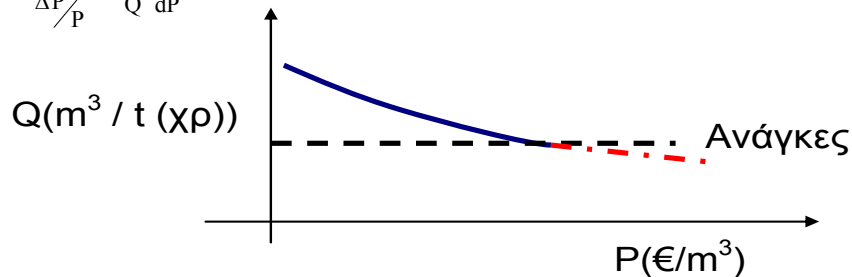
Τι εννοούμε στη ΔΥΠ ελαστικότητα στη ζήτηση?

Ελαστικότητα της Ζήτησης

Θεωρώντας στο παραπάνω μοντέλο ότι μία μεταβλητή X είναι η τιμή του νερού προκύπτει P:

Ελαστικότητα στην ζήτησης = (Ποσοστό αλλαγής στο Q)/(Ποσοστό αλλαγής στο P)=

$$PE = \frac{\frac{\Delta Q}{Q}}{\frac{\Delta P}{P}} = \frac{P}{Q} \frac{dQ}{dP}$$



Προφανώς η καμπύλη ζήτησης δεν πρέπει να είναι κάτω από την καμπύλη των αναγκών για κοινωνικούς λόγους.

Μπορείτε να δώσετε ένα ορισμό της ξηρασίας και να περιγραφεί κάποια χαρακτηριστικά της?

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)

- 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

Να παρατεθούν συνοπτικά τα διάφορα είδη ξηρασίας:

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.

Τι είναι σημειακή ανάλυση της ξηρασίας και τι ξηρασία συστήματος?

- 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.

Να εξηγηθεί ο δείκτης υδρολογικής ξηρασίας

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:

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

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:

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

Πιν. 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.

Τσακίρης, και Βαγγέλης, 2014

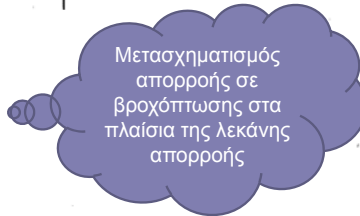
(χωρίς απομνημόνευση των κατωφλίων)

• Πως μπορεί να οριστεί η λεκάνη απορροής?

- Λεκάνη απορροής:

- Αναφέρεται σε συγκεκριμένη διατομή ενός ρεύματος
- Εδαφική επιφάνεια, από την οποία έχουν συλλεχθεί τα επιφανειακά νερά που καταλήγουν στην εν λόγω διατομή

Χρυσάνθου, 20014
όπως και όλες οι
χειρόγραφες
διαφάνειες



Μετασχηματισμός
απορροής σε
βροχόπτωσης στα
πλαίσια της λεκάνης
απορροής

Μπορείτε να προτείνεται μια κατάταξη των μοντέλων βροχής απορροής?

Ναλμπάντης, Ι., Προστασία και Διαχείριση Υδατικών Πόρων 159

Πίνακας 6.1: Ταξινόμηση μοντέλων βροχόπτωσης – απορροής.

Κριτήριο	Κατηγορία	Περιγραφή
Χωρική μεταβλητότητα διεργασιών	Αδρομερή (lumped)	Η λεκάνη είναι μια χωρική ενότητα με ενιαία υδρολογικά μεγέθη και άλλα χαρακτηριστικά
	Κατανεμημένα (distributed)	Η λεκάνη διασπάται σε τμήματα με διαφορετικά υδρολογικά μεγέθη και άλλα χαρακτηριστικά
Είδος εξισώσεων	Μοντέλα “μαύρου κουτιού” (black box)	Σχέσεις της θεωρίας της ανάλυσης συστημάτων χωρίς θεώρηση φυσικών νόμων ούτε και εμπειρικών σχέσεων
	Εννοιολογικά μοντέλα (conceptual)	Μαθηματικές σχέσεις που έχουν καταρτιστεί με εμπειρικό τρόπο
	Μοντέλα φυσικής βάσης (physics – based)	Μαθηματικές σχέσεις που αναπαριστούν φυσικούς νόμους
Χειρισμός αβεβαιότητας	Αιτιοκρατικά (deterministic)	Τα υδρολογικά μεγέθη έχουν σταθερές τιμές χωρίς αβεβαιότητα
	Στοχαστικά (stochastic)	Ορισμένα εκ των υδρολογικών μεγεθών έχουν αβεβαιότητα
Λειτουργία σε σχέση με το χρόνο	Μοντέλα υδρολογικού γεγονότος (event-based)	Λειτουργούν ανά πλημμυρικό γεγονός και αναπαράγουν μόνον τις κύριες φυσικές διεργασίες των πλημμυρών
	Μοντέλα συνεχούς χρόνου (continuous – time)	Αναπαριστούν την πλήρη χρονική εξέλιξη των υδρολογικών διεργασιών, (σε υγρές και σε ξηρές περιόδους)

Μπορείτε να περιγράψετε ένα μοντέλο υδατικού ισοζυγίου?

Μοντέλο Υδατικού ισοζυγίου κατά **Giakoumakis et al., 1991, βλπ. σημειώσεις.**

Το μοντέλο Υδατικού ισοζυγίου των Giakoumakis et al., 1991, πως ταξινομείται?

Ως εννοιολογικό, αδρομερή, συνεχούς χρόνου και αιτιοκρατικό

Απλή περιγραφή του παραπάνω μοντέλου?

Σύνοψη μοντέλου

- Προσομοίωση με ταμιευτήρα (εδαφική υγρασία)
- Ελέγγω αν η βροχόπτωση του μήνα συν την υπάρχουσα χωρητικότητα σε υγρασία του εδάφους S_{t-1} είναι μεγαλύτερη από τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή. Προφανώς, τότε η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι ίση με τη δυνητική.
 - Ο ταμιευτήρας αρχικά γεμίζει (αυξάνεται η υγρασία εδάφους)
 - Αφού γεμίσει ο ταμιευτήρας, τότε και μόνο τότε, η υπερχειλίση προσδίδει την απορροή και τη βαθειά διήθηση.
- Αν βροχόπτωση του μήνα είναι μικρότερη από τη δυνητική εξατμισοδιαπνοή τότε ο ταμιευτήρας (εδαφική υγρασία) αδειάζει. Όλη η βροχόπτωση και το υπόλοιπο της εδαφικής υγρασίας θα γίνει εξατμισοδιαπνοή. Γενικά, η πραγματική εξατμισοδιαπνοή είναι μικρότερη της δυνητικής. Φυσικά, δεν υπάρχει απορροή και βαθειά διήθηση.

Giakoumakis et al., 1991

Να περιγράψετε μία απλουστευμένη εξίσωση του ταμιευτήρα, σε ποια φυσική αρχή στηρίζεται?

Απ. Στη διατήρηση της μάζας.

Βασική εξίσωση στον ταμιευτήρα
χωρίς υπερχειλίση

- Εξίσωση της μάζας: (εισορές (I) μείον εκροές (Q)) ίσον με μεταβολή στην αποθήκευση ($\Delta S/\Delta t$):

$$\frac{\Delta S}{\Delta t} = I - Q$$

Τι είναι το θεωρητικό και τι το εκμεταλλεύσιμο υδατικό δυναμικό?

- **Θεωρητικό Επιφανειακό Υδατικό Δυναμικό (ΘΕΥΔ):**
Εκφράζεται από την απορροή του κύριου υδατορρέυματος της λεκάνης στο στόμιο εξόδου της.
 - **Εκμεταλλεύσιμο Επιφανειακό Υδατικό Δυναμικό (ΕΕΥΔ):**
Τμήμα του ΘΕΥΔ που είναι απολήψιμο για χρήσεις νερού, όταν ληφθούν υπόψη όλα τα έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων που υφίστανται ή έχουν μελετηθεί στην εξεταζόμενη λεκάνη απορροής
 - **Μέση ετήσια απορροή (MAR: Mean Annual Runoff):**
Μέσω αυτής εκφράζεται το ΘΕΥΔ.
-
- Για την εκτίμηση του ΘΕΥΔ απαιτείται χρονοσειρά μετρημένων απορροών. Συνήθως αυτή είναι μικρής διάρκειας (κάτω από 15 έως 20 υδρολογικά έτη) ή υπάρχει παντελής έλλειψη μετρήσεων.

Αν κατασκευάσουμε ταμιευτήρα με χωρητικότητα ίση με τη μέση ετήσια απορροή μιας θέσης, θα έχουμε την ποσότητα αυτή ως μέση ετήσια απόληψη?

- **Όχι. Θα πρέπει να γίνει προσομοίωση του ταμιευτήρα και να θεωρηθεί η αξιοπιστία της εξεταζόμενης ζήτησης.**
- Συνήθως, για τα Ελληνικά δεδομένα, η μέγιστη απολήψιμη ποσότητα (D) είναι 50-70 % της μέσης ετήσιας απορροής (MAR)
π.χ. για διπλάσιο όγκο ταμιευτήρα (SMAX) από τη μέση απορροή (MAR) μπορεί να προκύψει (όχι πάντα, δασκαλίστικη σημείωση) 70% απόληψη (D) της μέσης απορροής (MAR) (Ναμπάντης και Τσακίρης, 2008)
- Η κατασκευή ενός ταμιευτήρα που δεν θα αφήνει σταγόνα να υπερχειλίσει είναι οικονομικά και τεχνικά άτοπη και περιβαλλοντικά μη αποδεκτή:
- Για να μπορέσουμε να προσεγγίσουμε την αξιοποίηση του μέσου όρου της παροχής, τότε θα πρέπει να αξιοποιήσουμε-χωρίς υπερχειλίση, όλη τη θεωρητικά διαθέσιμη ποσότητα νερού και των υγρών χρόνων γεγονός που θα προϋπόθετε ένα ταμιευτήρα γιγαντιαίας χωρητικότητας που θα πληρούταν μία φορά στα περίπου σαράντα χρόνια (τη πλέον υγρή 11-ετία και τη πλέον υγρή χρονιά της 11ετίας για ένα ελάχιστο δείγμα 40 χρόνων) γεγονός προφανώς, ασύμφορο

Εκμεταλλεύσιμο Επιφανειακό Δυναμικό, με ταμίευση. Βήματα:

- Προσομοίωση ταμιευτήρα
- Απλά: Τα έτη που καλύπτεται η ζήτηση προς τα συνολικά έτη προσομοίωσης αποτελούν προσομοίωση της αξιοπιστίας
- Τρέχω διάφορα σενάρια ζητήσεων. Η ζήτηση είναι αυτή που αντιστοιχεί σε αποδεκτή αξιοπιστία.
- Π.χ. Ενδεικτικά: ύδρευση 95-99% . Άρδευση: 80%

Να περιγραφεί ένα παράδειγμα γραμμικού προγραμματισμού στη ΔΥΠ

Απ.

Διανομή νερού άνα μήνα με κριτήριο τη μεγιστοποίηση του κέρδους .
Περιορισμοί διαθεσιμότητας νερού και χωρητικότητας:

- ✓ Μεταβλητές απόφασης: Μηνιαίες ποσότητες νερού που δίνονται στο χρήστη.
- ✓ Χαρακτηριστικά: Συνολικό κέρδος από τη μηνιαία διανομή νερού
- ✓ περιορισμοί: μη αρνητικότητα, διαθεσιμότητας νερού κλπ
- ✓ περιγραφή χωρίς νούμερα

Παράδειγμα γραμμικού προγραμματισμού

- Ταμειευτήρας απλής σκοπιμότητας
 - δίδονται : Χρυσάνθου, 2013
 - το υδρογράφημα εισροών σε μέση μηνιαία βάση
 - η καμπύλη του μηνιαίου κέρδους σε δραχ./m³ νερού
 - χωρητικότητα ταμειευτήρα $S_{max} = 200 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 - αποθηκευμένος όγκος νερού στην αρχή του έτους $S_0 = 100 \cdot 10^6 \text{ m}^3$
 - Ζητούνται τα υδρογραφήματα των μηνιαίων εκροών και αποθηκεύσεων, έτσι ώστε να μεγιστοποιηθεί το συνολικό ετήσιο κέρδος.
- Δίνεται επίσης, ότι για κάθε μήνα η ελάχιστη παροχή κατάντη του ταμειευτήρα ορίζεται σε $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ και η μέγιστη σε $140 \cdot 10^6 \text{ m}^3$

Πως κατανοείται την έννοια των κριτηρίων?

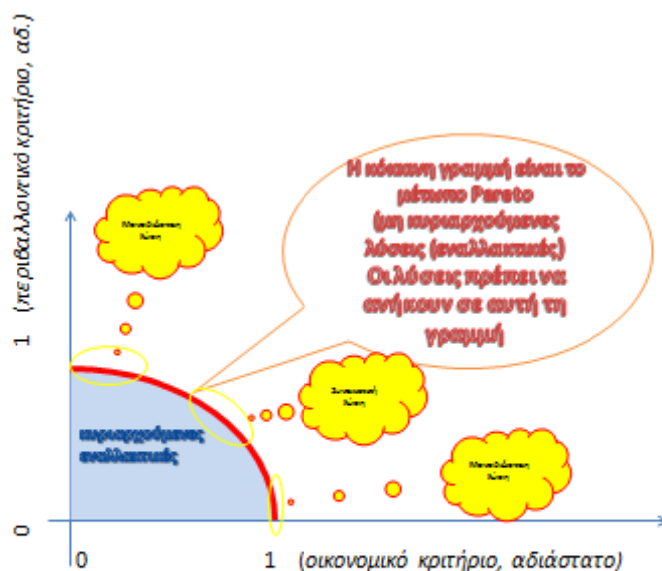
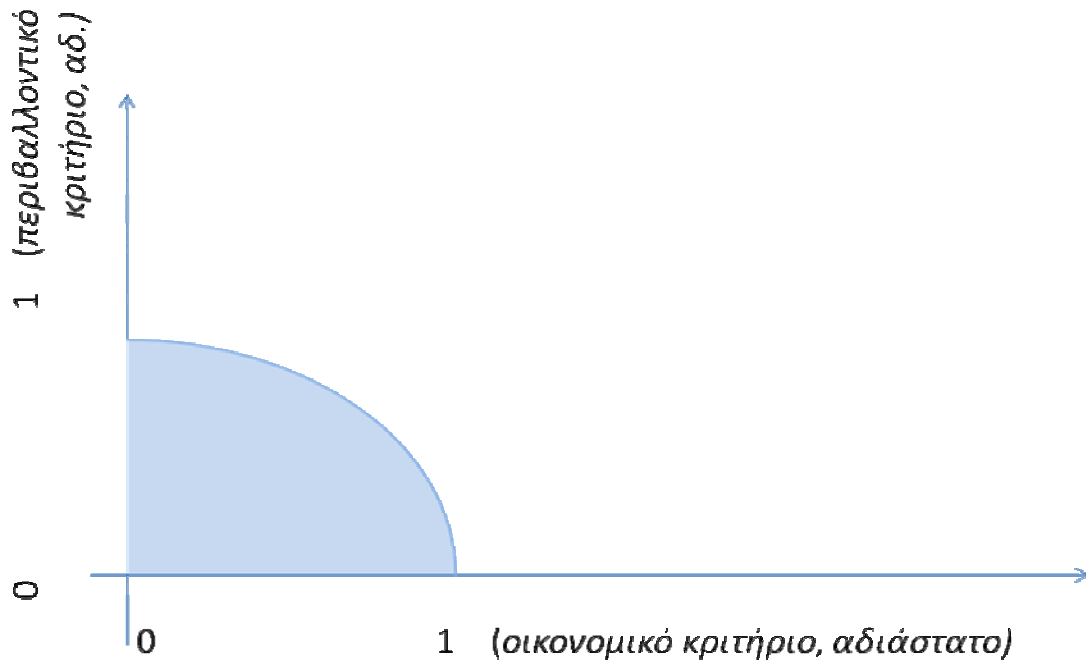
Κριτήρια. Είναι οι άξονες αξιολόγησης ή κανόνες αξιολόγησης με βάση τους οποίους κρίνονται οι εναλλακτικές λύσεις. Στα κριτήρια εμπλέκονται οι προτιμήσεις του αποφασίζοντα. Το σύνολο των κριτηρίων θα πρέπει να παρουσιάζει τις εξής ιδιότητες:

- Πληρότητα, δηλαδή από το σύνολο των κριτηρίων να καλύπτονται όλες οι σημαντικές διαστάσεις αξιολόγησης.
- Μη επικάλυψη, δηλαδή να μην διπλομετρώνται κάποια χαρακτηριστικά.
- Συνάφεια. Να συνδέονται τα κριτήρια με τους βασικούς στόχους του αποφασίζοντα.
- Διαφάνεια, δηλαδή να είναι κατανοητή η κλίμακα και ο τρόπος μέτρησης των επιδόσεων (Διακουλάκη, 2007)

Προκλήσεις και δυσκολίες στις Πολυκριτηριακές μεθόδους?

- Διαφορετική φύση των κριτηρίων, ανάγκη κανονικοποίησης (ουσιαστική η κανονικοποίηση του κριτηρίου συνιστά ένα είδος βάρους)
- Βάρη, καθοριστική επίδραση, τρόπος επιλογής
- Ανάγκη ισόρροπων λύσεων κατά τη σύνθεση των κριτηρίων.
- Αβεβαιότητα στην αξιολόγηση των κριτηρίων

Στο παρακάτω σχήμα, γίνεται αναπαράσταση του συνόλου των εφικτών λύσεων σε ένα πρόβλημα πολυκριτηριακής βελτιστοποίησης με δύο συναρτήσεις στόχου που αναπαριστούν το περιβαλλοντικό κριτήριο και το οικονομικό κριτήριο. Το πεδίο των εφικτών λύσεων παρουσιάζεται στο παρακάτω σχήμα ως συνάρτηση των δύο αδιάστατων τιμών των συναρτήσεων στόχου. Στο σχήμα, ποιο είναι το σύνολο Pareto, σε ποια περιοχή είναι οι κυριαρχούμενες εναλλακτικές και από ποια περιοχή και γιατί θα επιλέγατε μία λύση;



Σε πρόβλημα βελτιστοποίησης υπάρχει το βέλτιστο της μονοκριτηριακής βελτιστοποίησης?

Στα πολυκριτηριακά προβλήματα βελτιστοποίησης η έννοια της βέλτιστης λύσης αντικαθίσταται από την έννοια της αποτελεσματικής λύσης (I) (efficient solution), η οποία βασίζεται στην έννοια της κυριαρχίας (dominance) (Δούμπος, 2004).

- Έτσι αντί του ολικού βέλτιστου χρησιμοποιούμε το μέτωπο Pareto. Μέτωπο Pareto: Το σύνολο όλων των μη κατώτερων λύσεων (παρατηρείστε ότι αν βελτιωθεί μία λύση ως προς ένα κριτήριο χειροτερεύει ως προς ένα άλλο)
- Η συμβιβαστική λύση(εις) πρέπει να ανήκει στο μέτωπο Pareto

Μπορείτε να αναφέρεται συνοπτικά μία πολυκριτηριακή μέθοδο σύνθεσης των κριτηρίων?

Μέθοδοι αποστάσεων

- Μία άλλη σημαντική κατηγορία μεθόδων που στην ουσία αποτελούν υποπερίπτωση της μεθόδου της συνάρτησης αξιών είναι οι μέθοδοι των αποκλίσεων (distance methods) που στηρίζονται στην έννοια της απόκλισης ή απόστασης από (θετικά) ιδεατή ή αντι - ιδεατή (ή αρνητικά ιδεατή) λύση. Η πλέον διαδεδομένη οικογένεια των μεθόδων αυτών είναι η TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity of Ideal Solution).
- Η βασική ιδέα των μεθόδων των αποστάσεων είναι ευρέως διαδεδομένη και εύκολη στη σύλληψή της. Βασική ιδέα αποτελεί ότι οι επιλεγμένες μεταβλητές θα πρέπει να έχουν την **ελάχιστη απόσταση από την ιδεατή θετική λύση**, που ορίζει ο αναλυτής σε συνεργασία με τον αποφασίζοντα, και τη **μέγιστη απόσταση από την αρνητικά- ιδανική λύση** κατά μία γεωμετρική έννοια (Triantaphyllou, 2000).

Κανονικοποίηση στην αξιολόγηση των κριτηρίων, Βελτίωση μεθόδου

$$L_p(a) = \left[\sum_{j=1}^J w_j^p |f_j^* - f_j(a)|^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

Κριτήρια: διαφορετική φύση άρα και μονάδες, προβληματική η αθροιστική λειτουργία.
Κανονικοποίηση:

$$L_p(a) = \left[\sum_{j=1}^J w_j^p \left| \frac{f_j^* - f_j(a)}{M_j - m_j} \right|^p \right]^{\frac{1}{p}}$$

Όπου g η f αναπαριστά την αξιολόγηση μιας εναλλακτικής ως προς ένα κριτήριο. Σε επόμενη έκδοση (φέτος πρώτη φορά) θα διορθωθεί

ΘΕΜΑ

Να αναφερθούν διάφορες πιθανές εναλλακτικές για την επίλυση προβλήματος λειψυδρίας σε ένα τυπικό νησί των Κυκλάδων με ημίξηρο κλίμα. Να αναπτυχθεί μία από αυτές περισσότερο.

(βλπ. παραδόσεις τελευταίου μαθήματος)

ΘΕΜΑ

Να αναφερθεί ένα σύνολο κριτηρίων αξιολόγησης των εναλλακτικών για το παραπάνω πρόβλημα (πρόβλημα λειψυδρίας σε νησί του Κυκλάδων με ημίξηρο κλίμα) . Να περιγραφεί περισσότερο, ένα από τα κριτήρια που θα υιοθετούσατε.

(βλπ. παραδόσεις τελευταίου μαθήματος)