

Υδρευτικές καταναλώσεις

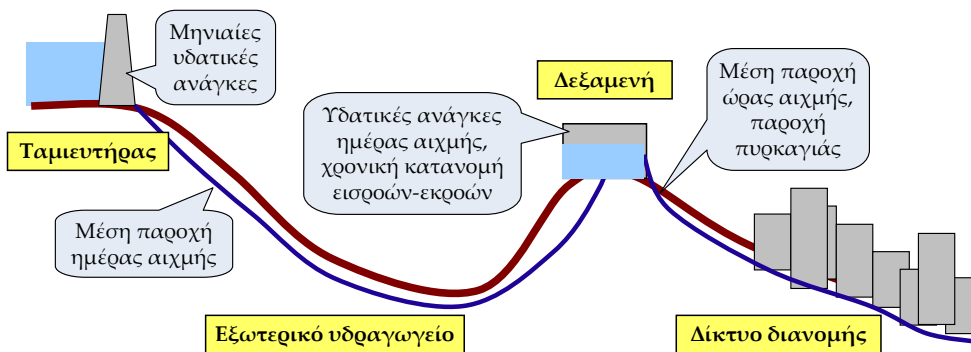
Δημήτρης Κουτσογιάννης & Ανδρέας Ευστρατιάδης

Τομέας Υδατικών Πόρων και Περιβάλλοντος

Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο

Ακαδημαϊκό έτος 2011-12

Μεγέθη σχεδιασμού υδρευτικών έργων



- Έργα αξιοποίησης υδατικών πόρων → διαστασιολόγηση με βάση τη μηνιαία κατανομή των υδρευτικών αναγκών του έτους σχεδιασμού
- Εξωτερικό υδραγωγείο → διαστασιολόγηση με βάση τις συνθήκες κατανάλωσης της δυσμενέστερης ημέρας του έτους σχεδιασμού
- Δίκτυο διανομής → διαστασιολόγηση με βάση τις συνθήκες κατανάλωσης της δυσμενέστερης ώρας του έτους σχεδιασμού (μεγιστοποίηση ζήτησης για τις συνήθεις χρήσεις, με ταυτόχρονη εκδήλωση πυρκαγιάς)
- Δεξαμενή ρύθμισης → διαστασιολόγηση με βάση συνδυαστικά μεγέθη του εσωτερικού δικτύου και του εξωτερικού υδραγωγείου

Συνιστώσες χρήσεων νερού και παράγοντες που τις επηρεάζουν

- **Συνιστώσες αστικής υδατικής κατανάλωσης:**
 - Οικιακή χρήση μόνιμου πληθυσμού
 - Εποχιακή οικιακή χρήση (παραθεριστικές περιοχές)
 - Τουριστική χρήση (ξενοδοχεία, ενοικιαζόμενα δωμάτια)
 - Βιομηχανική/βιοτεχνική χρήση
 - Δημόσια και δημοτική χρήση (πάρκα και λοιποί χώροι πρασίνου, νοσοκομεία, σχολεία, εκκλησίες, δημόσιες υπηρεσίες, κλπ.)
 - Μη οικιακή γεωργική χρήση (μικρής κλίμακας καλλιέργειες)
 - Νερό που διατίθεται για πυρόσβεση
 - Απώλειες κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού
- **Παράγοντες που επηρεάζουν την οικιακή κατανάλωση:**
 - Κλιματικές συνθήκες
 - Διαθεσιμότητα και ποιότητα νερού
 - Βιοτικό και μορφωτικό επίπεδο – κοινωνικά πρότυπα
 - Τεχνολογία οικιακών συσκευών
 - Τιμολογιακή πολιτική
 - Θεσμικά και άλλα μέτρα διαχείρισης της ζήτησης

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 3

Οικιακή και τουριστική χρήση

- Η μέση ημερήσια παροχή για κοινή οικιακή ή τουριστική χρήση είναι:
$$Q_E = q \Pi$$
όπου q η ειδική (μέση κατά κεφαλή) κατανάλωση και ο Π πληθυσμός σχεδιασμού, που αναφέρεται στο πέρας της ωφέλιμης ζωής των έργων ύδρευσης (συνήθως 40 έτη).
- Τυπικές τιμές ειδικής κατανάλωσης (στην Ελλάδα):
 - Οικιακή χρήση μόνιμων κατοίκων: 150-200 L/d/κάτοικο
 - Οικιακή χρήση παραθεριστών: 200-250 L/d/κάτοικο
 - Τουριστική χρήση: 250-350 L/d/κλίνη
- Υδρευτικές ανάγκες ξενοδοχείων (ΦΕΚ 43Α/2002, εδάφιο 1.3β):
 - Ξενοδοχεία 5* και σύνθετα τουριστικά καταλύματα: 450 L/d/κλίνη
 - Ξενοδοχεία 4*: 350 L/d/κλίνη
 - Ξενοδοχεία 3*: 300 L/d/κλίνη
 - Ξενοδοχεία 2*: 250 L/d/κλίνη
 - Ξενοδοχεία 1*: 150 L/d/κλίνη
 - Αν το ξενοδοχείο διαθέτει κήπο, προστίθενται αρδευτικές ανάγκες 4.0 L/m² για χλοοτάπητα και 1.53 L/m² για λουλούδια.

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 4

Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού με χρήση μαθηματικών μοντέλων

- Τυπικά μοντέλα εξέλιξης πληθυσμού:
 - Γραμμική αύξηση: $P_t = P_0 + a t$
 - Γεωμετρική αύξηση (σχέση ανατοκισμού): $P_t = P_0 (1 + b)^t$
 - Λογιστική καμπύλη: $P_t = P_k / (1 + m e^{-\eta t})$

όπου P_0 ο πληθυσμός αφετηρίας, P_t ο πληθυσμός μετά από t έτη, P_k ο πληθυσμός κορεσμού, και a, b, m, η παράμετροι που εκτιμώνται με βάση ιστορικά δεδομένα δύο ή τριών πρόσφατων απογραφών πληθυσμού.
- Επιπλέον στατιστικά στοιχεία που αξιοποιούνται είναι οι απογραφές των μαθητών των σχολείων, των καταναλωτών ρεύματος ή νερού, οι εγγραφές και διαγραφές στα δημοτολόγια, κτλ.
- Ακόμη, λαμβάνονται υπόψη ποιοτικά στοιχεία που αφορούν στις μεταβολές των κοινωνικών και οικονομικών συνθηκών, σε γενικό και τοπικό επίπεδο.
- Απαιτείται ξεχωριστή εκτίμηση του αριθμού των μη μόνιμων κατοίκων (σύντομης διάρκειας επισκέψεις για επαγγελματικούς ή τουριστικούς λόγους). Συχνά, ο αριθμός των μη μόνιμων κατοίκων είναι πολλαπλάσιος του μόνιμου πληθυσμού.
- Επειδή η μακροχρόνια εξέλιξη του πληθυσμού εξαρτάται από πληθώρα αστάθμητων παραγόντων (π.χ. εσωτερική και εξωτερική μετανάστευση, μεγάλης κλίμακας οικονομικές μεταβολές), η άκριτη χρήση των μοντέλων είναι επισφαλής.

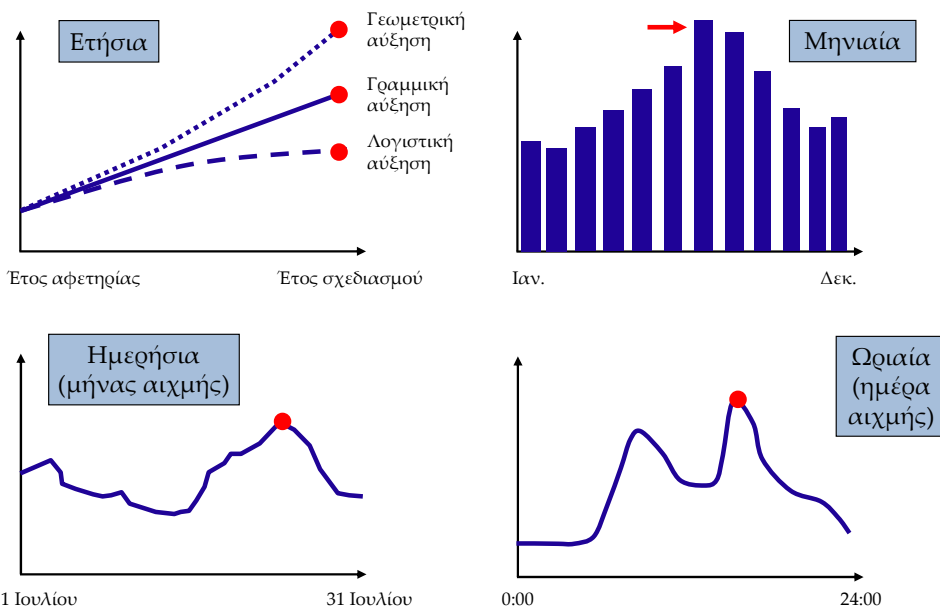
Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 5

Εκτίμηση πληθυσμού σχεδιασμού με βάση πολεοδομικά δεδομένα της περιοχής μελέτης

- Τα πολεοδομικά δεδομένα μιας περιοχής αφορούν σε συντελεστές δόμησης, συντελεστές κάλυψης, περιορισμούς σχετικά με τον μέγιστο αριθμό ορόφων, ειδικούς όρους για παραδοσιακούς οικισμούς, νησιωτικές περιοχές, κτλ.
- Συνήθεις τιμές πυκνότητας πληθυσμού οικιστικών περιοχών:
 - 35-50 κατ/ha για τομείς χαμηλής δόμησης (μονοκατοικίες).
 - 100-150 κατ/ha για τομείς μέσης δόμησης (διπλοκατοικίες, τριπλοκατοικίες).
 - 200-400 κατ/ha για περιοχές υψηλής δόμησης (πολυκατοικίες).
 - 2500 κατ/ha για περιοχές πολύ πυκνής δόμησης, με πολυώροφα κτήρια.
 - 25-75 κατ/ha για βιομηχανικές και εμπορικές ζώνες.
- Σε νέους οικισμούς, μπορεί να γίνει ακριβέστερη εκτίμηση του μέγιστου αριθμού κατοικιών, με βάση την έκταση που πρόκειται να οικοδομηθεί ή, αναλυτικότερα, με καταμέτρηση των προβλεπόμενων από το πολεοδομικό σχέδιο οικοπέδων (ισχύει για επεκτάσεις σχεδίων πόλης ή νέους παραθεριστικούς οικισμούς).
- Σε κάθε οικόπεδο ή κατοικία, εκτιμάται ο αντίστοιχος πληθυσμός, θεωρώντας 3-4 μέλη ανά νοικοκυριό.
- Ο πληθυσμός σχεδιασμού λαμβάνεται ως το 80-85% του πληθυσμού κορεσμού, λαμβάνοντας υπόψη ότι μια περιοχή κατοικίας δεν πρόκειται ποτέ να αναπτυχθεί οικιστικά σε ποσοστό 100%.

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 6

Χρονικές κλίμακες οικιακής κατανάλωσης



Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 7

Λοιπές χρήσεις αστικού νερού

- **Τουριστικές χρήσεις**
 - Η ζήτηση συγκεντρώνεται ορισμένες περιόδους του έτους (π.χ. καλοκαίρι) και δεν μεταβάλλεται σημαντικά από ημέρα σε ημέρα.
 - Η διακύμανση της κατανάλωσης εντός του 24ώρου είναι λιγότερο έντονη σε σχέση με την οικιακή χρήση των μόνιμων κατοίκων.
- **Βιομηχανικές-βιοτεχνικές χρήσεις**
 - Η ζήτηση εκδηλώνεται καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (μόνο τις εργάσιμες ημέρες και ώρες για τις μικρές μονάδες, σε συνεχή βάση για τις μεγάλες βιομηχανίες) και είναι γενικά σταθερή.
 - Η εκτίμηση της ημερήσιας κατανάλωσης γίνεται βάσει τυπικών βιβλιογραφικών συντελεστών, για τον αντίστοιχο κλάδο παραγωγής.
- **Δημόσιες-δημοτικές χρήσεις**
 - Συνήθως αποτελούν μικρό ποσοστό της συνολικής κατανάλωσης και συνυπολογίζονται με τις οικιακές.
- **Πυροσβεστική χρήση**
 - Αποτελεί έκτακτη χρήση, που διαρκεί ορισμένες ώρες και λαμβάνεται υπόψη μόνο στο σχεδιασμό του δικτύου διανομής και της δεξαμενής.
 - Η παροχή εκτιμάται με βάση το πλήθος των κρουνών που λειτουργούν ταυτόχρονα (σε συνήθεις οικισμούς θεωρείται ενεργοποίηση δύο κρουνών).

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 8

Εκτίμηση χαρακτηριστικών μεγεθών

- Για κάθε χρήση νερού εκτιμάται η μέση ημερήσια παροχή Q_E .
- Ο ετήσιος όγκος νερού V_a υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_a = Q_E T_a$$

όπου T_a η διάρκεια μέσα στο έτος στην οποία αφορά η υπόψη χρήση.

- Η μέγιστη ημερήσια παροχή Q_H εκτιμάται από τη σχέση:

$$Q_H = \lambda_H Q_E$$

όπου λ_H συντελεστής ανομοιομορφίας, διαφορετικός για κάθε χρήση ($\lambda_H \geq 1$).

- Ο μέγιστος ημερήσιος όγκος V_H υπολογίζεται από τη σχέση:

$$V_H = Q_H T_H$$

όπου T_H η διάρκεια της ημέρας.

- Η μέγιστη ωριαία παροχή Q_Ω εκτιμάται από τη σχέση:

$$Q_\Omega = \lambda_\Omega Q_H$$

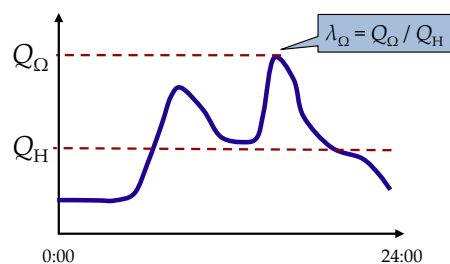
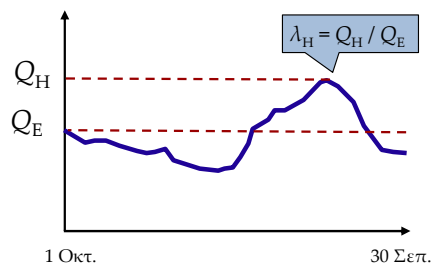
όπου λ_Ω συντελεστής ανομοιομορφίας, διαφορετικός για κάθε χρήση ($\lambda_\Omega \geq 1$).

- Αφού ολοκληρωθούν οι υπολογισμοί ανά χρήση, τα παραπάνω μεγέθη προστίθενται (εφόσον οι χρήσεις εκδηλώνονται **την ίδια χρονική περίοδο**), και προκύπτουν οι αντίστοιχοι όγκοι και παροχές σχεδιασμού.

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 9

Ερμηνεία και εκτίμηση συντελεστών αιχμής

- **Συντελεστής ημερήσιας αιχμής:**
 - Οικιακή χρήση: $\lambda_H = 1.5$ (αστικά κέντρα), $\lambda_H > 2.0$ (οικισμοί με εποχιακό πληθυσμό), $\lambda_H = 2.0 - 3.0$ (περιοχές με σημαντική ανάπτυξη κήπων)
 - Τουριστική-παραθεριστική χρήση: $\lambda_H < 1.5$ (ξενοδοχεία: $\lambda_H \rightarrow 1.1$)
 - Βιομηχανική χρήση: $\lambda_H \rightarrow 1.0$
- **Συντελεστής ωριαίας αιχμής** (σταθερός για όλες τις μέρες του έτους):
 - Οικιακή χρήση: $\lambda_\Omega = 1.5 - 2.0$
 - Μικροί οικισμοί, με ελάχιστες νυκτερινές καταναλώσεις: $\lambda_\Omega = 3.0$
 - Τουριστική-παραθεριστική χρήση: $\lambda_\Omega = 1.5$
 - Βιομηχανική χρήση: $\lambda_\Omega = 24 / T_B$ (T_B : ώρες λειτουργίας ανά ημέρα)



Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 10

Απώλειες νερού στα δίκτυα διανομής

- ❑ Στα δίκτυα διανομής σημαντικό ποσοστό νερού, της τάξης του 20-30%, φαίνεται ότι «χάνεται» κατά τη μεταφορά από τις μονάδες επεξεργασίας ως την κατανάλωση (αυτό μπορεί να ξεπερνά το 50% για παλιά και κακά συντηρημένα δίκτυα).
- ❑ Οι λογιστικές απώλειες νερού, που αναφέρονται και ως **μη τιμολογημένο νερό** (unaccounted-for water), διακρίνονται σε φυσικές και πλασματικές.
- ❑ Οι **φυσικές απώλειες** οφείλονται σε διαρροές στις δεξαμενές, τις συνδέσεις των αγωγών (ιδιαίτερα στις οικιακές συνδέσεις που γίνονται από μη εξειδικευμένα συνεργεία) και στις θέσεις των ειδικών συσκευών. Σημαντικός παράγοντας είναι οι θραύσεις αγωγών λόγω καταπόνησης από φορτία οχημάτων, έντονες διακυμάνσεις της πίεσης, υδραυλικά πλήγματα, παγετό, κτλ.
- ❑ Οι **πλασματικές απώλειες** αναφέρονται στο νερό που καταναλώνεται χωρίς να πληρωθεί λόγω πλημμελούς καταμέτρησης, σφαλμάτων μετρητών στο δίκτυο και τα έργα κεφαλής και παράνομων συνδέσεων. Περιλαμβάνουν ακόμη τη δωρεάν παροχή νερού σε δήμους και κοινωφελείς οργανισμούς, καθώς και τις ποσότητες που καταναλώνονται για καθαρισμό των δεξαμενών και του δικτύου.
- ❑ Φυσικές απώλειες της τάξης του 15% θεωρούνται αποδεκτές, ενώ μείωσή τους κάτω από 10% καθίσταται δυσανάλογα δαπανηρή σε έρευνα και επισκευές.

Στην εκτίμηση των **υδρευτικών αναγκών**, η αθροιστική ζήτηση όλων των χρήσεων προσαυξάνεται κατά έναν συντελεστή 10-20%, ώστε να ληφθούν υπόψη οι συνολικές φυσικές απώλειες κατά τη μεταφορά και διανομή του νερού.

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 11

Σύνοψη μεθοδολογικού πλαισίου εκτίμησης αστικών υδρευτικών καταναλώσεων

- ❑ Αναζήτηση πολεοδομικών στοιχείων, αναπτυξιακών δεδομένων και πρόσφατων απογραφών πληθυσμού περιοχής μελέτης.
- ❑ Καθορισμός χρήσεων νερού και εκτίμηση χαρακτηριστικών μεγεθών:
 - ειδική κατανάλωση
 - συντελεστές ανομοιομορφίας
- ❑ Εκτίμηση χαρακτηριστικών παροχών ανά χρήση:
 - μέση ημερήσια
 - μέγιστη ημερήσια
 - μέγιστη ωριαία
- ❑ Συνάθροιση μεγεθών για την εκτίμηση:
 - της **ετήσιας και μηνιαίας ζήτησης** νερού της περιοχής μελέτης (σχεδιασμός έργων σύλληψης και αξιοποίησης υδατικών πόρων – κατάρτιση προγραμμάτων διαχείρισης υδατικών πόρων)
 - της **μέγιστης ημερήσιας κατανάλωσης** (διαστασιολόγηση υδροληπτικών έργων, έργων εξωτερικού υδραγωγείου και δεξαμενής)
 - της **μέγιστης ωριαίας κατανάλωσης**, σε συνθήκες κανονικής και έκτακτης λειτουργίας του δικτύου διανομής (διαστασιολόγηση δικτύου διανομής και λοιπών συνιστωσών εσωτερικού υδραγωγείου)

Δ. Κουτσογιάννης & Α. Ευστρατιάδης, Υδρευτικές καταναλώσεις 12