



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

ΑΝΟΙΚΤΑ ακαδημαϊκά
μαθήματα ΠΠ

Τεχνολογία Περιβάλλοντος: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων

Ενότητα 1: Εισαγωγή στα Υγρά Απόβλητα

Κορνάρος Μιχαήλ

Πολυτεχνική Σχολή

Τμήμα Χημικών Μηχανικών

Προτεινόμενη βιβλιογραφία

- "Μηχανική Υγρών Αποβλήτων. Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση - Τόμος Α" 4η Έκδοση, Metcalf & Eddy, Εκδ. Τζιόλα, 2006, Θεσ/νίκη. ISBN: 960-148-109-2
- "Μηχανική Υγρών Αποβλήτων. Επεξεργασία και Επαναχρησιμοποίηση - Τόμος Β" 4η Έκδοση, Metcalf & Eddy, Εκδ. Τζιόλα, 2006, Θεσ/νίκη. ISBN: 960-418-113-0
- "Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων", Γ. Λυμπεράτος και Δ. Βαγενάς, Εκδ. Τζιόλα, 2011, Θεσ/νίκη. ISBN: 978-960-418-346-3
- "Επεξεργασία Λυμάτων", Σ. Τσώνης, Εκδ. Παπασωτηρίου, 2004, Αθήνα, ISBN: 960-7530-51-9

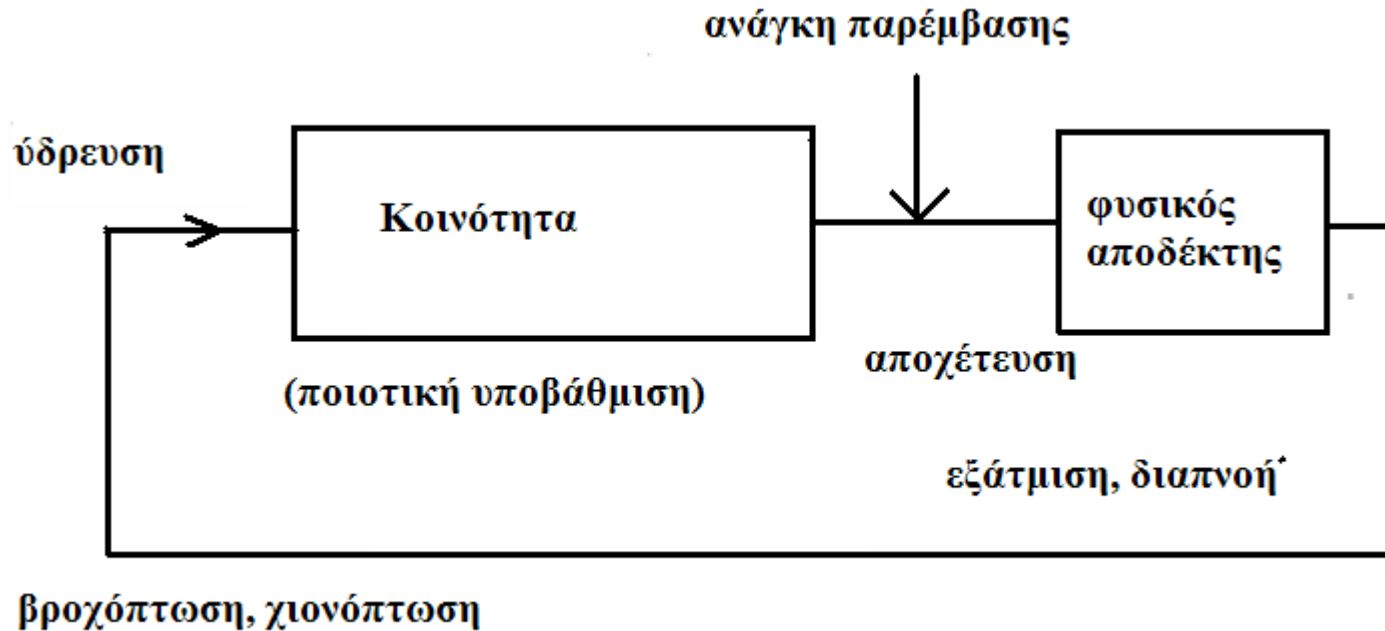


Ορισμός

- **Απόβλητα** ονομάζουμε τα "παραπροϊόντα" της ανθρώπινης δραστηριότητας, τα οποία μια και δεν έχουν άμεση πλέον χρησιμότητα στον άνθρωπο πρέπει να διατεθούν άμεσα στο φυσικό περιβάλλον.
- Τα απόβλητα χαρακτηρίζονται ως **υγρά** ή **στερεά**, ανάλογα με την βασική τους φάση (υγρή ή στερεή), με αποτέλεσμα τη χωριστή διάθεσής τους.



Κύκλος του νερού



Σύντομη Ιστορική Αναδρομή

- Μινωϊκά ανάκτορα και Αρχαία Ρώμη: αποχετεύσεις για όμβρια
- μέσα του 16ου αιώνα άρχισαν να διατίθενται τα υγρά απόβλητα σε καλλιέργειες
- μέσα του 19ου αιώνα, άρχισαν να κατασκευάζονται μεικτά αποχετευτικά συστήματα
- 1868 κατασκευάστηκε στην Αγγλία το πρώτο αμμοδιυλιστήριο
- 1882 εφαρμόστηκε αερισμός των υγρών αποβλήτων
- 1887 εφαρμόστηκε χημική καθίζηση των αποβλήτων στις Η.Π.Α
- 1893 κατασκευάστηκε το πρώτο χαλικοδιυλιστήριο στην Αγγλία
- 1904 στην Γερμανία επινοήθηκε η πρώτη σηπτική δεξαμενή Imhoff
- 1916 στις Η.Π.Α. : διεργασία της ενεργού ιλύος (activated sludge)



Επίπεδα Επεξεργασίας

- **Προεπεξεργασία ή προκαταρκτική επεξεργασία:** χρήση φυσικών λειτουργιών όπως *σχάρισμα, αμμοσυλλογή, λιποσυλλογή και εξισορρόπηση*, που στοχεύουν στην προετοιμασία των αποβλήτων για την κυρίως επεξεργασία.
- **Πρωτοβάθμια επεξεργασία:** χρήση φυσικών λειτουργιών όπως *καθίζηση και επίπλευση* για την απομάκρυνση βασικά των αιωρούμενων στερεών.
- **Δευτεροβάθμια επεξεργασία:** χρήση κυρίως *βιολογικών* αλλά και *φυσικοχημικών* διεργασιών για την απομάκρυνση κολλοειδών καθώς και οργανικών ουσιών.
- **Τριτοβάθμια ή προχωρημένη επεξεργασία:** πρόσθετος χειρισμός για απομάκρυνση ρυπαντών, όπως είναι το άζωτο, ο φώσφορος και τοξικές ενώσεις που διαφεύγουν της δευτεροβάθμιας επεξεργασίας.



Ο Ρόλος του Μηχανικού

- Υπολογίζει και καθορίζει τα ποσοτικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά των υγρών αποβλήτων
- Σχεδιάζει τοπικά συστήματα για μείωση ρύπων των βιομηχανικών αποβλήτων πριν την διάθεση τους στους αποχετευτικούς αγωγούς των αστικών λυμάτων.
- Σχεδιάζει τους αγωγούς για την συγκέντρωση των υγρών αποβλήτων από τις πηγές τους.
- Επιλέγει, αναλύει και σχεδιάζει τις μονάδες επεξεργασίας που επιτυγχάνουν τον απαιτούμενο καθαρισμό.
- Επιλέγει, αναλύει και σχεδιάζει τις μονάδες επεξεργασίας της ιλύος που παράγεται από την επεξεργασία του νερού.
- Σχεδιάζει τις εγκαταστάσεις για την διάθεση του καθαρισμένου νερού και της παραγόμενης ιλύος, καθώς και εξετάζει την δυνατότητα επαναχρησιμοποίησης του καθαρισμένου νερού.



Ταξινόμηση ανάλογα με την προέλευση

- **αστικά** (κατοικίες, εμπορικές περιοχές, ιδρύματα, εγκαταστάσεις αναψυχής),
- **αποστραγγιζόμενα** (εισροές στο αποχετευτικό δίκτυο από συνδέσμους ή σωληνώσεις που έχουν υποστεί θραύση / διαρροή ή από πορώδη τοιχώματα) και **εισρέοντα** (νερό της βροχής που εισέρχεται στο δίκτυο από λούκια, νερά για πλύσιμο δρόμων κ.ά)
- **όμβρια** από επιφανειακές αποστραγγίσεις ή λιωμένο χιόνι
- υγρά απόβλητα από μονάδες **παραγωγικής διαδικασίας**, όπως βιομηχανικές, μεταλλευτικές και γεωργικές εγκαταστάσεις.



Αποχέτευση

- Τα υγρά αστικά απόβλητα οδηγούνται στην εγκατάσταση επεξεργασίας αστικών υγρών αποβλήτων με 2 τρόπους:
 - (α) με αποχετευτικά δίκτυα
 - (β) με βυτία βοθρολυμμάτων.
- Τα αποχετευτικά δίκτυα είναι δύο τύπων:
 - (α) **χωριστικά**, δηλαδή αφ' ενός μεν για **αστικά**, αποστραγγιζόμενα και εισρέοντα (χωριστικό σύστημα), αφ' ετέρου δε αποκλειστικά για **όμβρια** νερά
 - (β) **παντοροϊκά** (για όλα τα είδη προέλευσης).



Υπολογισμός Παροχής Υγρών Αποβλήτων

- Με μέτρηση
- Με εκτίμηση



Μέτρηση της παροχής σε κλειστούς αγωγούς

- (α) παρεμβολή **εμποδίου** προκειμένου να προκληθεί διαφορά πίεσης (σωλήνας Καλιφόρνιας, ακροφύσια, ροτάμετρα και σωλήνες τύπου Ventouri)
- (β) μέτρηση κάποιας **επίπτωσης** του κινούμενου ρευστού (μεταβολή ορμής, δημιουργία ηχητικών κυμάτων, επίδραση σε μαγνητικό πεδίο)
- (γ) μετρητές τουρμπίνας και προπέλας, στους οποίους η **ταχύτητα περιστροφής** συσχετίζεται άμεσα με την ταχύτητα του ρευστού και επομένως έμμεσα με την παροχή



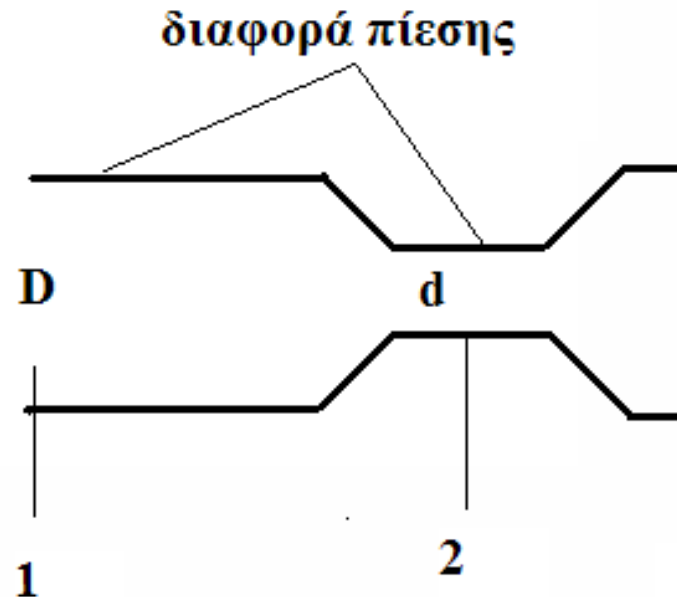
Παράδειγμα: Μετρητής Venturi

- Πρόκειται για στένωση στον σωλήνα ροής (λόγος διαμέτρων 1/3 και 1/2).
- Η διαφορά πίεσης του νερού στα σημεία 1 και 2 μετράται σε μέτρα ($h_1 - h_2$)

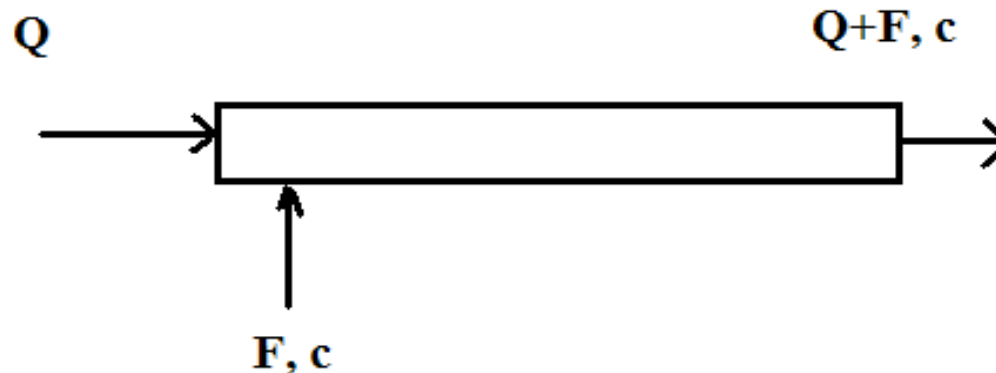
$$Q = \frac{A_1 A_2 \sqrt{2g(h_1 - h_2)}}{\sqrt{A_1^2 - A_2^2}}$$

όπου $A_1 = \pi D^2 / 4$

και $A_2 = \pi d^2 / 4$ τα εμβαδά των διατομών στα σημεία 1 και 2 αντίστοιχα.



Μέτρηση παροχής μέσω έκχυσης ουσίας



- Σε κάποιο σημείο του αγωγού, από τον οποίο διέρχεται το απόβλητο με ρυθμό Q , προστίθεται ροή ρυθμού F που περιέχει κάποια ανιχνεύσιμη χημική ουσία.

Αν η συγκέντρωση στην προστιθέμενη ροή είναι c_0 , ενώ η συγκέντρωση της ουσίας σε κάποια απόσταση (αρκετή για να έχει επιτευχθεί πλήρης ανάμιξη) είναι c , τότε:

$$Q = F \left(\frac{c_0}{c} - 1 \right)$$

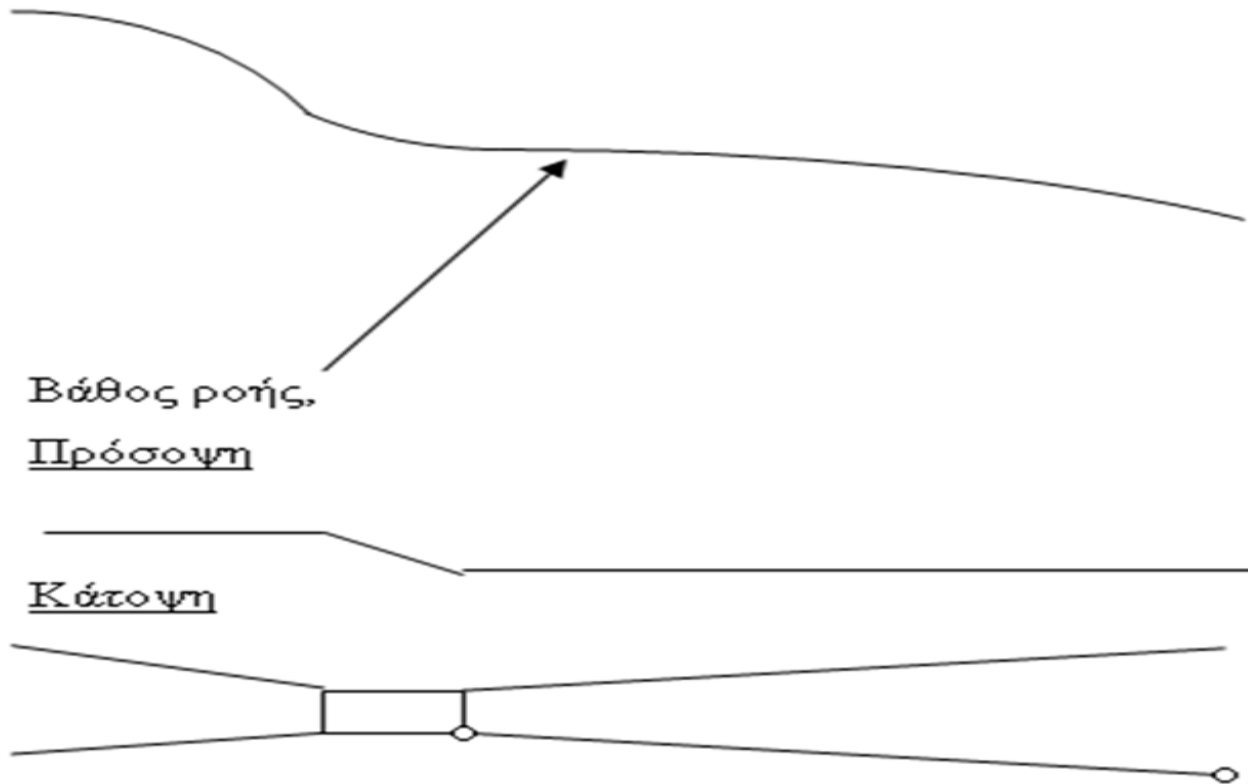


Μέτρηση της παροχής σε ανοιχτούς αγωγούς

- Στηρίζεται στη διαφορά πίεσης που προκαλείται από κάποιο τεχνητό εμπόδιο, που μπορεί να είναι για παράδειγμα ένα συρμάτινο πλέγμα ή κάποιου τύπου στένωση
- Εναλλακτικά, προσδιορίζουμε το εμβαδόν της κάθετης στη ροή επιφάνειας και την ταχύτητα του ρευστού (χρησιμοποιώντας προπέλα ή το φαινόμενο doppler), οπότε με απλό πολλαπλασιασμό προσδιορίζουμε την παροχή.
- Η πλέον συνηθισμένη μέθοδος μέτρησης της παροχής των αστικών υγρών αποβλήτων είναι το αυλάκι τύπου Parshall.

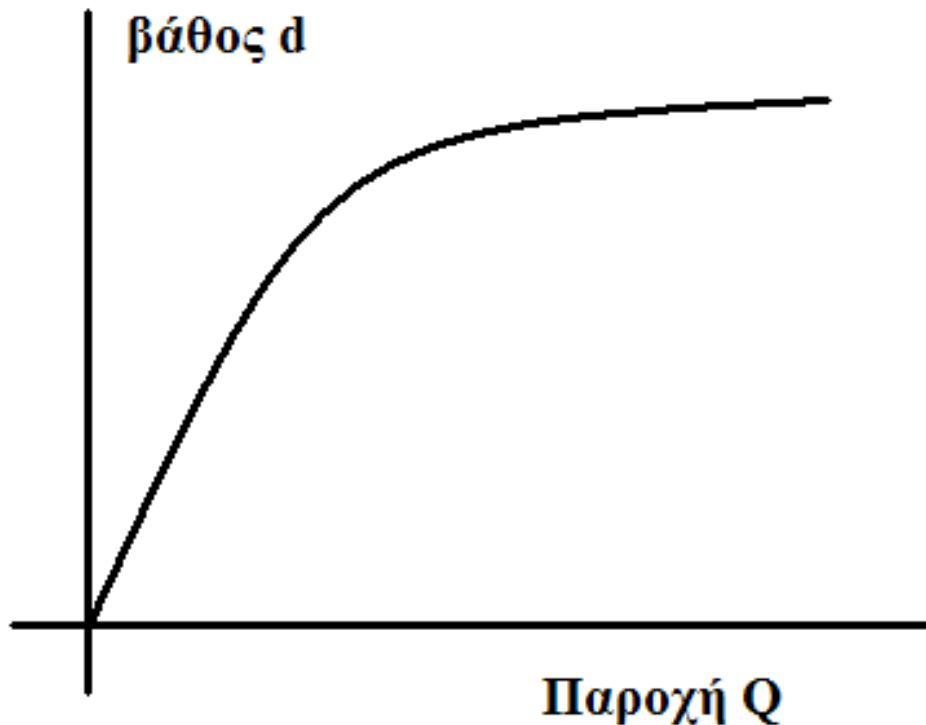


Αυλάκι Parshall



Αυλάκι Parshall

- Η ροή παροχής σχετίζεται με το βάθος ροής προ του αυλακιού και διαβάζεται απ' ευθείας από διάγραμμα βάθους ως προς παροχή



Εκτίμηση της Παροχής των Υγρών Αποβλήτων με βάση τη ζήτηση για χρήση

- Το πρόβλημα του υπολογισμού των αποβλήτων με βάση τη χρήση, είναι ότι μόνο το 60-80% της κατανάλωσης μεταφράζεται σε δημιουργία αποβλήτων.
- Τη διαφορά αποδίδουμε σε απώλειες στο σύστημα διανομής, καθώς και στη δημόσια χρήση, όπως για πυρόσβεση, πλύσιμο δρόμων και πάρκων.



Τυπικές ζητήσεις νερού από εγκαταστάσεις

Χρήστης	Ροή σε L/(άτομο ή μονάδα)·d
Αεροδρόμιο (ανά επιβάτη)	10-20
Κάμπινγκ	40-60
Διαμέρισμα	80-120
Ξενοδοχείο	300-500
Πανσιόν	120-200
Μοτέλ	400-600
Μονοκατοικία	400-800
Ίδρυμα (μέσο)	400-600
Νοσοκομείο	700-1200
Γραφείο	40-60
Εστιατόριο (μέσο)	25-40
Μπάρ	8-12
Σχολείο	40-60
Μαγαζί (7.5 m πρόσοψη)	1600-2000



Εκτίμηση παροχής υγρών αποβλήτων

- Για υπολογισμούς, κατά προσέγγιση η παροχή από **κατοικίες** εκτιμάται ως $150-380 \text{ L}/\text{άτομο}\cdot\text{d}$. Η συνολική παροχή δίνεται τότε από το γινόμενο της μέσης παροχής κατ' άτομο επί τον συνολικό πληθυσμό της περιοχής.
- Η παροχή υγρών αποβλήτων από **εμπορικές περιοχές** εκφράζεται συνήθως σε $\text{m}^3/\text{εκτάριο}\cdot\text{d}$ και ποικίλλει από 42 έως 1500 $\text{m}^3/\text{εκτάριο}\cdot\text{d}$.
- Η τυπική μέση παροχή για **βιομηχανικές περιοχές** εξαρτάται από τον τύπο και το μέγεθος των βιομηχανιών και μπορεί να ληφθεί τυπικά ως $5 \text{ m}^3/\text{στρεμ}\cdot\text{d}$.
- Η μέση παροχή από **αποστραγγιζόμενα νερά** είναι τυπικά $0,02-2,8 \text{ m}^3/\text{στρεμ}\cdot\text{d}$.
- Η παροχή από **εισρέοντα νερά** ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή και γενικά υπολογίζεται δύσκολα.

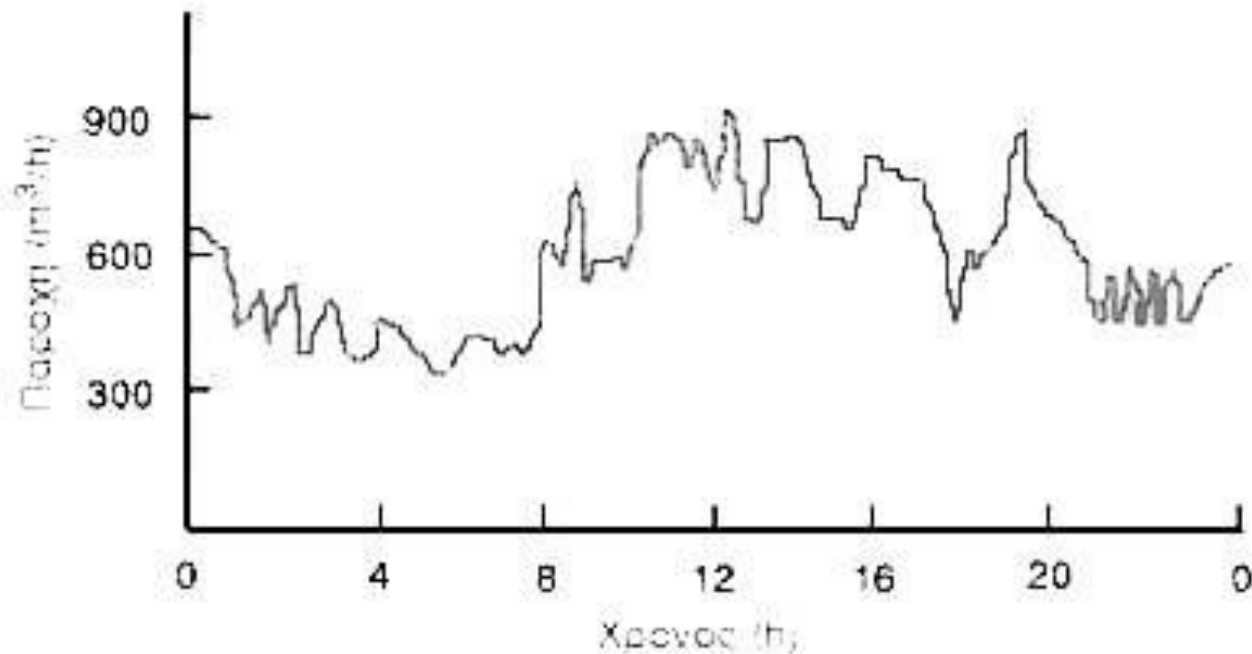


Διακυμάνσεις παροχής των υγρών αστικών αποβλήτων

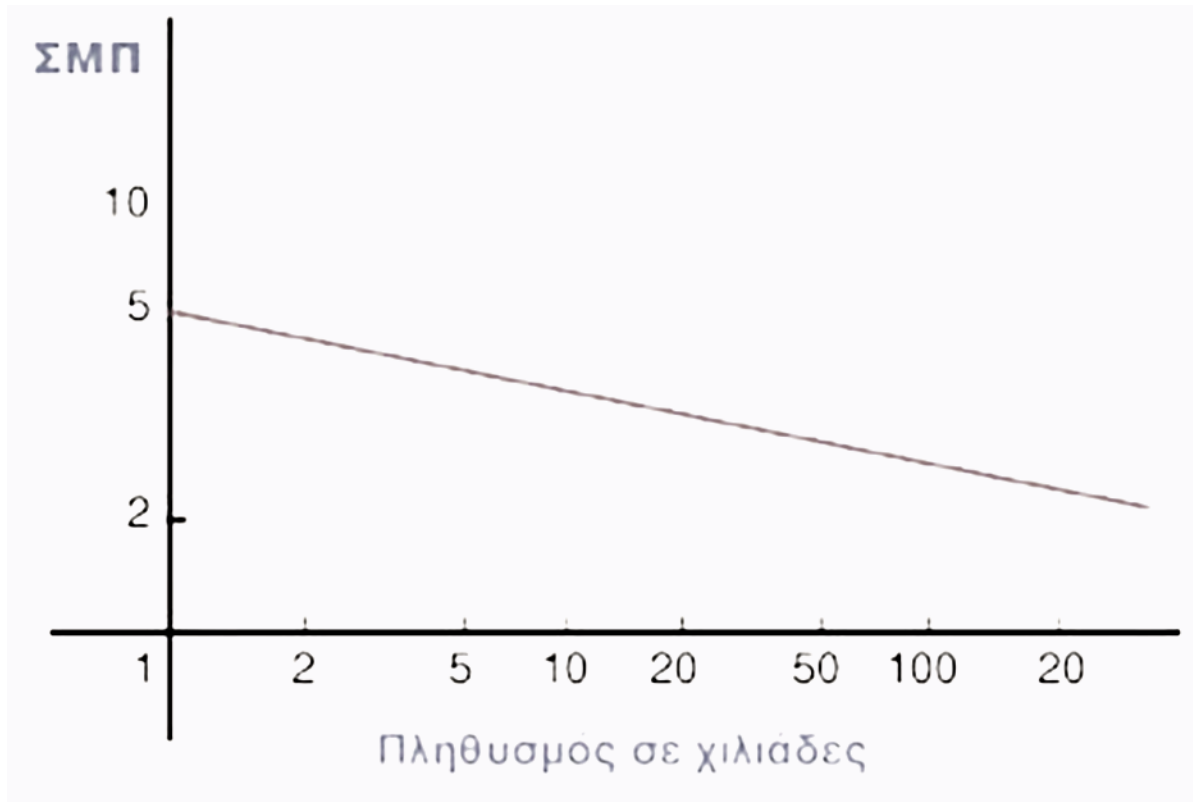
- Ημερήσιες
- Εποχικές



Διακυμάνσεις Παροχής των Αστικών Υγρών Αποβλήτων



$$\text{ΣΜΠ} = (\text{μέγιστη ωριαία παροχή}) / (\text{μέση ημερήσια παροχή})$$



Παράδειγμα

- Υπολογίστε την αναμενόμενη μέση και μέγιστη παροχή υγρών αποβλήτων για περιοχή που αποτελείται από πληθυσμό 20.000 κατοίκων με μέση κατανάλωση 300 l/άτομο·d.
- Λάβετε υπόψη ότι η περιοχή περιλαμβάνει:
- εμπορικό κέντρο 1000 στρεμ. με μέση κατανάλωση 5 m³/στρέμμα·d και ΣΜΠ 1,8
- βιομηχανικό πάρκο 1100 στρεμ. με 5 m³/στρεμ·d και ΣΜΠ 2,1
- σχολείο 2.000 μαθητών με 75 l/μαθητή·d και ΣΜΠ 4,0.



Λύση

- Από το Σχήμα υπολογίζουμε ότι για πληθυσμό 20.000, ΣΜΠ=4,0 , οπότε:

Τύπος	Μέση Παροχή (m ³ /d)	ΣΜΠ	Μέγιστη Παροχή (m ³ /d)
Κατοικίες	6.000	4.0	24.000
Εμπορικό κέντρο	5.000	1.8	9.000
Σχολείο	150	4.0	600
Βιομηχανικό Πάρκο	5.500	2.1	11.500
Σύνολο	16.550		45.150



Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στο πλαίσιο του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Αθηνών**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο την αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



Σημειώματα

Σημείωμα Ιστορικού Εκδόσεων Έργου

Το παρόν έργο αποτελεί την έκδοση **1.0.0**.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Πατρών. Αναπληρωτής Καθηγητής, Μιχαήλ Κορνάρος. «Τεχνολογία Περιβάλλοντος: Διαχείριση Υγρών Αποβλήτων, Εισαγωγή στα Υγρά Απόβλητα». Έκδοση: 1.0. Πάτρα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <https://eclass.upatras.gr/courses/CMNG2143>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά, Μη Εμπορική Χρήση Παρόμοια Διανομή 4.0 [1] ή μεταγενέστερη, Διεθνής Έκδοση. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Ως **Μη Εμπορική** ορίζεται η χρήση:

- που δεν περιλαμβάνει άμεσο ή έμμεσο οικονομικό όφελος από την χρήση του έργου, για το διανομέα του έργου και αδειοδόχο
- που δεν περιλαμβάνει οικονομική συναλλαγή ως προϋπόθεση για τη χρήση ή πρόσβαση στο έργο
- που δεν προσπορίζει στο διανομέα του έργου και αδειοδόχο έμμεσο οικονομικό όφελος (π.χ. διαφημίσεις) από την προβολή του έργου σε διαδικτυακό τόπο

Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.