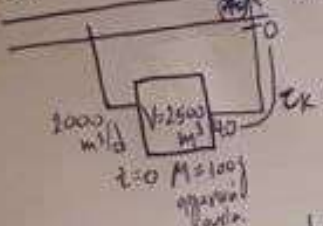


Ανάλυση Ευρεσιγγοίας

	Λίπνη - CMS	Ποτάμι - PFR
① Ισορροπία Μάζας	$\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q \cdot C - k_s CV$ Ανάλυση με V σταθερή =	Ισορροπία μάζας συστήματος $\frac{d(VC)}{dt} = Q \cdot C - Q(C + \Delta C) - k_s CV$ $Q = U \cdot A, V = A \cdot dx$ $\frac{\partial C}{\partial t} = -U \frac{\partial C}{\partial x} - k_s C \quad \Gamma_{\text{in}} \frac{dx}{dt} \rightarrow 0$
② Ανάλυση Λύσης	$\frac{d(C)}{dt} + \underbrace{\left(\frac{1}{\tau} + k_s\right)C}_P = \underbrace{\frac{C_{in}}{\tau}}_R$ $C(t) + P C(t) = R \quad \Gamma_{\text{in}} \frac{dx}{dt} \rightarrow 0$ $C(t) = C(0) \cdot e^{-\left(\frac{1}{\tau} + k_s\right)t} + \frac{C_{in}}{1+k_s} \left(1 - e^{-\left(\frac{1}{\tau} + k_s\right)t}\right)$	Για SS έχουμε $0 = -U \frac{dC}{dx} - k_s C$ $\frac{dC}{C} = -\frac{k_s}{U} dx \quad \text{ολοκληρώνουμε}$ $C = C_0 e^{-k_s \tau}$
③ $k_s = j$ όταν SS	$C_{ss} = \frac{C_{in}}{1+k_s}, \quad k_s = \dots$	$C_{out} = C_{in} e^{-k_s \tau}, \quad e^{-5k_s} = \frac{15}{24} =$ $= -5k_s = \ln \frac{15}{24} \Rightarrow k_s = 9.094 \text{ y}^{-1}$
④ $C_{ss, \text{NEW}} = j$ + Βιολογικός	$C_{ss, \text{NEW}} = \frac{C_{in, \text{NEW}}}{1+k_s \tau_{\text{NEW}}}, \quad \tau_{\text{NEW}} = \frac{V}{Q_{\text{NEW}}}$	$C_{out, \text{NEW}} = C_{in, \text{NEW}} e^{-k_s \tau} \quad \tau_{\text{NEW}} = \frac{V}{Q_{\text{NEW}}}$
⑤ $C_{in, \text{NEW}}$ + Βιολογικός	$Q_{in} C_{in} + Q_B C_B = Q_{\text{NEW}} \cdot C_{in, \text{NEW}}$	$Q_{in} C_{in} + Q_B C_B = Q_{\text{TOT}} \cdot C_{\text{NEW}}$ $C_{\text{NEW}} = 42 \text{ mg/L}$
⑥ $t_{95\%} = j$ Αν SS	$t_{95\%} = \frac{\ln 0.05}{-\left(\frac{1}{\tau_{\text{NEW}}} + k_s\right)} = 5.76 \text{ y.}$	$t_{95\%} = \frac{\ln 0.05}{-k_s \tau} = 12.74 \text{ y}$
⑦ $M_p = j$ Αν SS και $t = 5 \text{ y}$	$M_p = k_s \cdot C_{ss, \text{NEW}} \cdot V \cdot t$ Καθίζηση	$P_{ss} = \frac{P_{in}}{1+k_s \tau}, \quad P_{in} = \frac{L \cdot A}{Q}, \quad A = \frac{V}{H}$ $\frac{1}{\tau} = \frac{Q}{V} \quad \Bigg \quad u = \frac{Q}{A}$ Αξίωμα: $u_{in} = 0 \quad C = C_0 e^{-(k_s + \frac{1}{\tau})t}$ δοχείο $W = L \cdot A$ $n = \frac{M}{M_r} \text{ mol}, \quad \frac{N}{P}$
⑧ $C_{max} = j$ Αν SS ο P ελαστικός	$C_{max} = C_{ss, \text{NEW}} + \frac{M_p}{V}$ 0.1 cm^2	

Περβολορική Μορφή (Τεχνολογία - Επιδιόρθωση)

• Πηγή Οξυγ. (απορ.)
 $Q_{in} = 20000 \text{ m}^3/\text{d}$



$$z = \frac{V}{Q} = \frac{2500 \text{ m}^3}{20000 \text{ m}^3/\text{d}} = 1,25 \text{ d}$$

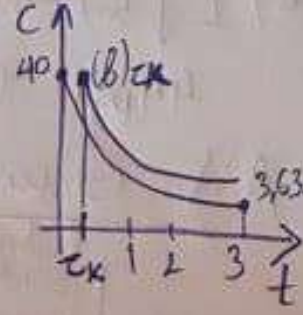
$$1/z = 0,8 \text{ 1/d}$$

(a) $\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{out}C$

$$\frac{dC}{dt} = -\frac{Q}{V} \cdot C \rightarrow C = C_0 \cdot e^{-t/z}$$

$$C_0 = \frac{M}{V} = \frac{100 \text{ g}}{2500 \text{ m}^3} = 40 \text{ mg/m}^3$$

t/z	C (mg/m ³)
0	40
1	17,97
2	8,08
3	3,63



• Ισοδύναμο ράβας

$$\frac{40 \cdot 2000}{20000} = 4 \text{ mg/m}^3$$

και θα είναι η συγκέντρωση στο σταθμό;

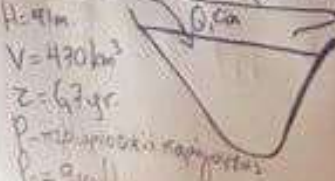


$$2000x = 20000 \cdot 10$$

$$x = 100 \text{ μg/L}$$

$$100 \frac{\text{μg}}{\text{m}^3} \cdot 2500 \text{ m}^3 = 250 \text{ g}$$

• Άλλη Οξυγ. (απορ. οξυγ. Πηγή) $\Rightarrow$ διφ. ν. $\Rightarrow$ (3 φορές ελαττωμένη)



a) $\frac{d(VC)}{dt} = Q_{in}C_{in} - Q_{out}C - k_s VC$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{C_{in}}{z} - \frac{C}{z} - k_s C$$

$$z = \frac{V}{Q}$$

$$A = \frac{V}{H} = 938 \cdot 10^9 \text{ m}^2$$

$$C_{in} = \frac{L \cdot A}{Q} = \frac{82,38 \cdot 10^9 \text{ g/yr}}{70,15 \cdot 10^9 \text{ m}^3/\text{yr}} = 1,17 \text{ g/m}^3$$

$$C_{st} = \frac{C_0}{1 + k_s z} = \frac{1,17 \text{ mg/L}}{1 + (1/625) \cdot 67} = 0,088 \text{ mg/L}$$

$$0,088 \text{ mg/L} = 88 \text{ μg/L}$$



Nikolaos P. Nikolaidis, Ph.D., P.E., SEP
Professor, Technical University of Crete
Department of Environmental Engineering
Laboratory of Hydrogeochemical Engineering and Remediation of Soils
Chania, 73100 Greece

Διαγώνισμα
Μ-Π 421 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ
ΙΑΝΟΥΑΡΙΟΣ 2022

Πρόβλημα 1. Ατύχημα με τοξική οργανική ουσία σε λίμνη

(40/100)

Σε μία λίμνη με όγκο $V = 20000 \text{ m}^3$ που δέχεται τα εισροές από ένα ποτάμι με παροχή εισόδου και εξόδου, $Q_{in} = Q_{out} = 2000 \text{ m}^3/\text{d}$, έγινε ένα ατύχημα και 1000 Kg μιας τοξικής οργανικής ουσίας έπεσαν μέσα στη λίμνη. Το ποτάμι δεν περιέχει συγκέντρωση της τοξικής ουσίας. Αν ο συντελεστής βιοδιάσπασης είναι $k_d = 0.1 \text{ d}^{-1}$ απαντήστε τις παρακάτω ερωτήσεις:

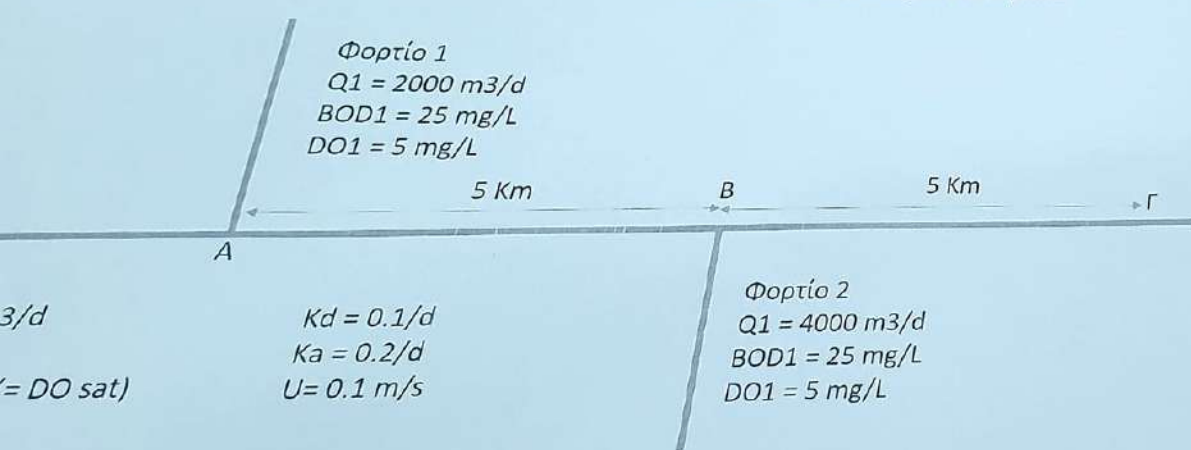
1. Γράψτε το ισοζύγιο μάζας (διαφορική εξίσωση) και βρείτε την αναλυτική λύση για την συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στην λίμνη κάνοντας την υπόθεση της σταθερής ροής και πλήρους ανάμειξης.
2. Ποια είναι η μέγιστη συγκέντρωση της ουσίας στη λίμνη?
3. Υπολογίστε την συγκέντρωση της οργανικής ουσίας στην λίμνη μετά από 5 μέρες.
4. Σε πόσο χρόνο η συγκέντρωση θα μειωθεί κάτω από το όριο προστασίας των ασπόνδυλων που είναι 0.1 mg/L ?

Πρόβλημα 2. Μοντέλο Διαχείρισης Νερού

(60/100)

Έχει ανατεθεί στην εταιρείας η δημιουργία μοντέλου συμβατικών ρυπαντών (BOD-DO) για ένα ποτάμι στο οποίο εκρέουν οι βιολογικοί δύο οικισμών. Τα δεδομένα για το ποτάμι και τους βιολογικούς παρουσιάζονται στο σχήμα. Να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα.

1. Γράψτε το ισοζύγιο μάζας (διαφορική εξίσωση) και βρείτε την αναλυτική λύση για την συγκέντρωση του BOD και διαλυμένου οξυγόνου στο ποτάμι για σταθερή ροή και πλήρης ανάμειξης.
2. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις του BOD στα σημεία A, B και Γ του ποταμού.
3. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις του Διαλυμένου Οξυγόνου στα σημεία A, B και Γ του ποταμού.
4. Στα παραπάνω ερωτήματα υποθέσαμε ότι η ταχύτητα του ποταμού είναι σταθερή σε όλα τα τμήματα του ποταμού που σημαίνει ότι η διατομή του ποταμού αλλάζει μιας και η παροχή αλλάζει. Αν η διατομή του ποταμού ήταν σταθερή, εξηγήστε αν οι συγκεντρώσεις του BOD θα ήταν μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτές που υπολογίσατε στο ερώτημα 2 και γιατί.



M-Π 421 ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

ΣΕΠΤΕΜΡΙΟΣ 2022

Ονοματεπώνυμο Παπαϊωάννου Λαυρέττα Σταματίνα

Πρόβλημα 1. Σχεδιασμός Δεξαμενών Καθίζησης

(40/100)

Σχεδιάσετε δεξαμενές καθίζησης για την απομάκρυνση στερεών από ένα εργοστάσιο αποβλήτων προτού εισέλθουν σε μία λίμνη. Χρειαζόμαστε 60% απομάκρυνση των στερεών κάτω από σταθερές συνθήκες.

Δεδομένα:

- Οι δεξαμενές πρέπει να έχουν 3 μέτρα βάθος, και η παροχή των αποβλήτων να είναι 0,1 m³/s,
- τα στερεά καθιζάνουν με ταχύτητα ανάλογη της συγκέντρωσης τους και η σταθερά καθίζησης είναι 0,8 m/day Υπολογίστε:

- Α) Τις διαστάσεις μίας δεξαμενής, αν υποθέσετε ότι είναι καλώς αναμιγμένη (CMS),
 Β) Τις διαστάσεις δύο δεξαμενών (CMS) σε σειρά που χρειάζονται για να έχουμε την απαιτούμενη απομάκρυνση των στερεών, και
 Γ) Ποια από τις δύο τις περιπτώσεις είναι η καλύτερη και γιατί;

Πρόβλημα 2. Ευτροφισμός

(60/100)

Ένα εργοστάσιο βιολογικού καθαρισμού εμπλουτίζει μια λίμνη με 5000 Kg/yr φώσφορο διαλυτό. Στη λίμνη εισρέει ένα ποτάμι με παροχή $Q = 5 \cdot 10^7 \text{ m}^3/\text{yr}$ που η συγκέντρωση φωσφόρου είναι αμελητέα (μηδέν). Ο όγκος της λίμνης $V = 10^8 \text{ m}^3$.

Το φθινόπωρο του 1992, σε μία περίοδο που οι εισροές της λίμνης ήταν πολύ χαμηλές σε σχέση με τον όγκο της, η ΕΡΑ έκανε τις παρακάτω μετρήσεις ολικού φωσφόρου στην λίμνη:

Ιουλιανή Ημέρα	250	254	264	270	275	280	290	295	300
μg/L	97	90	86	72	51	57	62	55	46

Είναι γνωστό ότι ο πρωταρχικός λόγος της μείωσης της συγκέντρωσης του φωσφόρου αυτή την περίοδο είναι καθίζηση του σωματιδιακού φωσφόρου στο ίζημα. Αν η λίμνη θεωρηθεί ότι είναι ένα σύστημα batch αντιδραστήρα και έχει μέσο βάθος 5.5 μέτρα, υπολογίστε τον συντελεστή καθίζησης K_s (1/day) του ολικού φωσφόρου.

Με βάση αυτά τα δεδομένα και αν υποθέσουμε ότι το αποτέλεσμα του υπολογισμού του συντελεστή καθίζησης είναι 0.01 / day, απαντήστε στα παρακάτω.

- Γράψτε το ισοζύγιο μάζας του φωσφόρου για τη λίμνη υποθέτοντας σταθερή ροή.
- Κάτω από σταθερές συνθήκες, βρείτε τη συγκέντρωση του φωσφόρου στη λίμνη. Σε ποια τροφική κατάσταση βρίσκεται η λίμνη με βάση τον φώσφορο μόνο;
- Αν ο βιολογικός δεν έριχνε φορτία P στη λίμνη και αν δεν έχουμε επαναφορά P από το ίζημα, σε πόσο χρόνο η συγκέντρωση του P θα κατέβει στα 10 μg/L;

Ισοζύγιο μάζας συλλογαρχής: $\frac{d(V \cdot C)}{dt} = \text{Είσοδος μάζας} - \text{Εξοδος μάζας}$

Είσοδος μάζας: $Q \cdot C_{in} = u \cdot A \cdot C_{in}$

Εξοδος μάζας: $Q \cdot C_{out} = u \cdot A \cdot C_{out}$

Οπότε: $V \cdot \frac{dC}{dt} = Q \Delta C \Rightarrow \frac{dC}{dt} = \frac{Q}{V} \Delta C \Rightarrow \frac{dC}{dt} = \frac{Q}{A} \frac{\Delta C}{\Delta x}$

$\Rightarrow \frac{dC}{dt} = u \cdot \frac{dC}{dx}$

Πρόβλημα
ευτροφιστικό:

Λίμνη: Μέση βάθος: $H = 5 \text{ m}$

Χρόνος παραμονής: $\tau = 0,5 \text{ yr}$

Όγκος νερού: $V = 5 \text{ km}^3 = 5 \cdot 10^9 \text{ m}^3$

Συντελεστής καθίζησης φωσφόρου: $K = 0,005/\text{d}$

Αρχική C αναρχ. διατ. φωσφόρου: $P_0 = 2 \text{ kg/L}$ P στη λίμνη

C αναρχ. διαλυτού φωσφόρου στο ποτάμι: $P = 5 \text{ kg/L}$ P

Η λίμνη δέχεται απόβλητα από βιοτεχνικό, του οποίου το φορτίο είναι 30 kg
Αιχμηρά η ευτροφιστική του βιοτεχνικού στην παροχή του υδραυτικού κύκλου $\text{kg} \cdot \text{m}^2/\text{yr}$

1) Γράψτε το ισοζύγιο μάζας υποθέτοντας ότι η λίμνη είναι πλήρως αναμειγνύεται.

$\frac{d(V \cdot C)}{dt} = Q_{in} C_{in} - Q_{out} C_{out} - K_s V C + L$

$\cdot A \Rightarrow \frac{dVP}{dt} = Q_{in} P_{in} - Q_{out} P_{out} - K_s V P + L \cdot A \quad (1)$

$A = \frac{V}{H} = \frac{5 \cdot 10^9}{5} = 10^9 \text{ m}^2$

Προβλήματα 1

Ιουνιος 2023

B) $P = 5 \text{ iu}$

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} \quad \left. \vphantom{P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}} \right\} P_e = 0,34 \text{ iu (παραβλεψα βραχυ)$$

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 = 13,87 \text{ iu}$$

$$CN_B = 0,2 \cdot 72 + 0,06 \cdot 85 + 0,09 \cdot 98 + 0,04 \cdot 61 + 0,04 \cdot 69 + 0,07 \cdot 98 = 40,38$$

$$CN_C = 0,2 \cdot 81 + 0,06 \cdot 74 + 0,09 \cdot 98 + 0,04 \cdot 74 + 0,04 \cdot 79 + 0,07 \cdot 98 = 43,4$$

$$\overline{CN}_{II} = 0,5 \cdot 40,38 + 0,5 \cdot 43,4 = 41,89 \%$$

$$I = 0,2 \cdot S = 0,2 \cdot 13,87 = 2,77 \text{ iu}$$

$$\Gamma) \quad CN_{III} = \frac{23 \cdot CN_{II}}{(10 + 0,13 \cdot CN_{II})} = \frac{23 \cdot 41,89}{10 + 0,13 \cdot 41,89} = 62,38 \%$$

$$S' = \frac{1000}{CN_{III}} - 10 = \frac{1000}{62,38} - 10 = 6,03$$

$$P_e = \frac{(S - 0,2S')^2}{S + 0,8S'} = 1,47 \text{ iu}$$

A) 50% B - 50% C } Ando πωρα scs 3 διαδαιτες
 γραφει κανονιστικα } $CN_B = 61$ $CN_C = 74$
 $P = 5 \text{ iu}$ $\overline{CN} = 0,5 \cdot 61 + 0,5 \cdot 74 = 67,5 \%$

$$P_e = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S} = \frac{(5 - 0,2 \cdot 481)^2}{5 + 0,8 \cdot 481} = 1,84 \text{ iu (περιβ.)}$$

αριθμος
 $\rightarrow S' = \frac{1000}{67,5} - 10 = 4,81$

Δωριδουμε 20% εφ' ορισμου scs

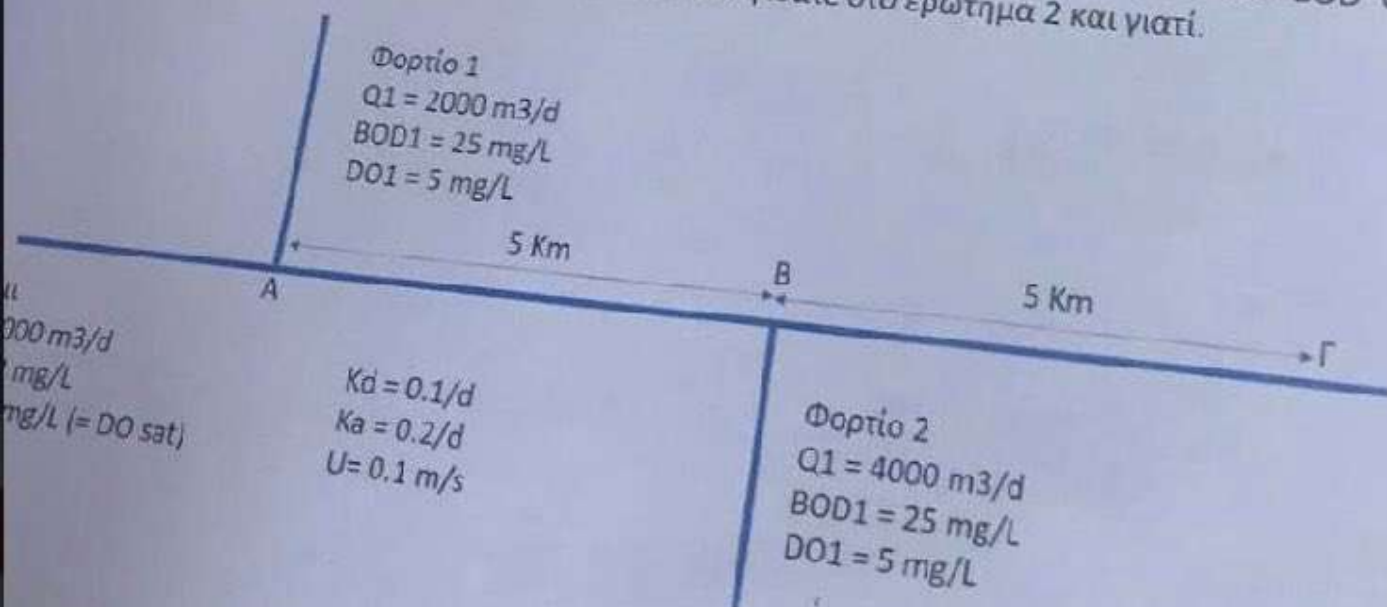
$$I = \underbrace{0,2}_{20\%} \cdot 4,81 = 0,96 \text{ iu}$$

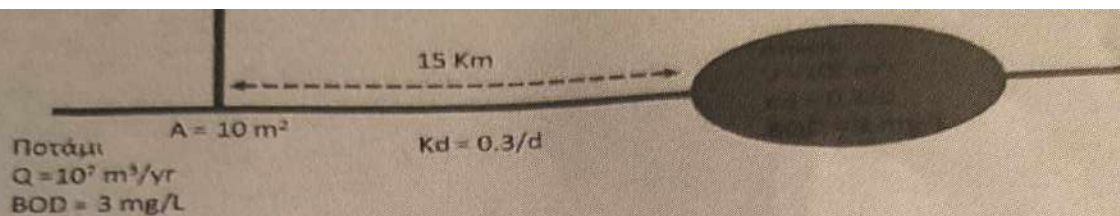
Πρόβλημα 2. Μοντέλο Διαχείρισης Νερού

(60/100)

Έχει ανατεθεί στην εταιρεία η δημιουργία μοντέλου συμβατικών ρυπαντών (BOD-DO) για ένα ποτάμι στο οποίο εκρέουν οι βιολογικοί δύο οικισμών. Τα δεδομένα για το ποτάμι και τους βιολογικούς παρουσιάζονται στο σχήμα. Να απαντηθούν τα παρακάτω ερωτήματα.

1. Γράψτε το ισοζύγιο μάζας (διαφορική εξίσωση) και βρείτε την αναλυτική λύση για την συγκέντρωση του BOD και διαλυμένου οξυγόνου στο ποτάμι για σταθερή ροή και πλήρης ανάμειξης.
2. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις του BOD στα σημεία A, B και Γ του ποταμού.
3. Να υπολογιστούν οι συγκεντρώσεις του Διαλυμένου Οξυγόνου στα σημεία A, B και Γ του ποταμού.
4. Στα παραπάνω ερωτήματα υποθέσαμε ότι η ταχύτητα του ποταμού είναι σταθερή σε όλα τα τμήματα του ποταμού που σημαίνει ότι η διατομή του ποταμού αλλάζει μιας και η παροχή αλλάζει. Αν η διατομή του ποταμού ήταν σταθερή, εξηγήστε αν οι συγκεντρώσεις του BOD θα ήταν μεγαλύτερες ή μικρότερες από αυτές που υπολογίσατε στο ερώτημα 2 και γιατί.



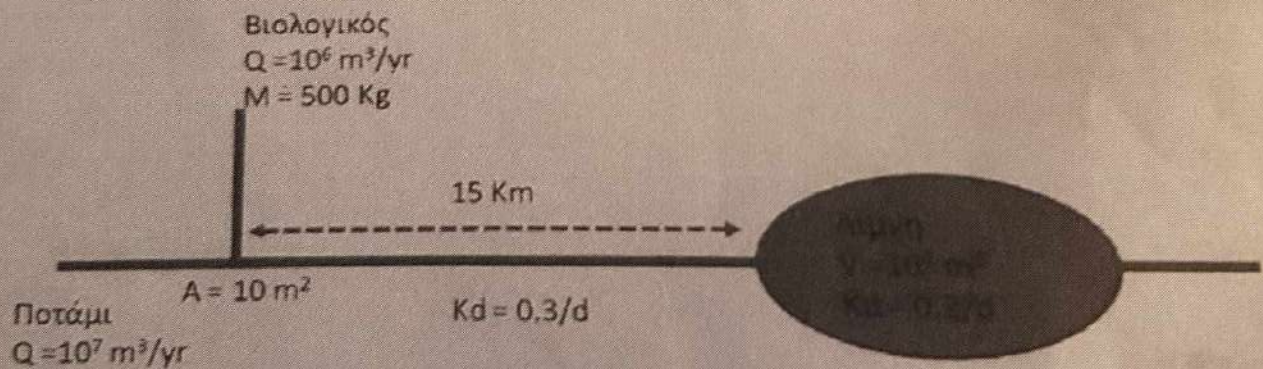


(50/100)

Πρόβλημα 3. Ατύχημα με φαινόλες σε ποτάμι

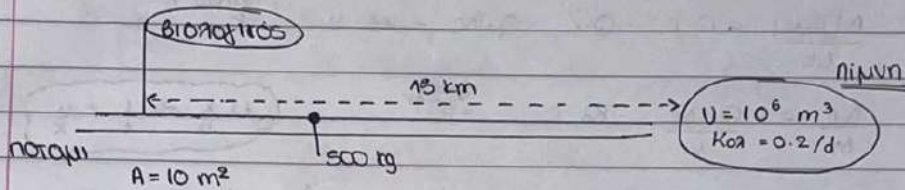
Στο βιολογικό του προηγούμενου προβλήματος είχαμε ένα ατύχημα και 500 kg φαινολών (από κατσίγαρο) έπεσαν στον ποτάμι. Με βάση τα δεδομένα του σχήματος, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Υπολογίστε την συγκέντρωση των φαινολών στο σημείο του ποταμού μετά που εκρέει ο βιολογικός αν υποθέσουμε ότι ο όγκος ανάμειξης είναι 500 m^3 την διατομή του ποταμού,
2. Γράψτε το ισοζύγιο των φαινολών στο ποτάμι για συμμεταφορά μόνο και σταθερές συνθήκες και υπολογίστε την μάζα του φαινολών πριν το νερό μπει στη λίμνη,
3. Γράψτε το ισοζύγιο των φαινολών στη λίμνη,
4. Υπολογίστε την συγκέντρωση των φαινολών στη λίμνη 16 μέρες μετά το ατύχημα,
5. Αν το όριο τοξικότητας των φαινολών είναι 1 mg/L , για πόσες μέρες μετά το ατύχημα έχουμε πρόβλημα?



Πείρα με φαινολες σε ποτάμι

Στο βιοχημικό του προηγούμενου πειράματος έφεσαν 500 kg φαινολες στο ποτάμι.



- ① Υπολογίστε την συγκέντρωση των φαινολών στο σημείο του ποταμού μετά την έφεσή του ποταμού αν ο ρυθμός είναι 500 στη διατομή του ποταμού.

$$C = \frac{M}{V_v} = \frac{500 \text{ kg} \cdot 1000 \text{ g/kg}}{10 \text{ m}^2 \cdot 500 \text{ m}} = 100 \text{ g/m}^3$$

- ② Γράψτε το ισοζύγιο των φαινολών στο ποτάμι για συμμεταφορά μόνο ε' σταθ. συνθήκες και υπολογίστε τη μάζα των φαινολών πριν μπει το νερό στη λίμνη.

Αποδείξη του ισοζυγίου $\rightarrow C = C_0 \cdot e^{-K_d \cdot t}$ $\int \Rightarrow$

Νας δίνεται $t = 8d$

$$\Rightarrow C = 100 \cdot e^{-0.2 \cdot 8} \Rightarrow C = 22.7 \text{ mg/l}$$

$$\bullet V = A \cdot 500 \Rightarrow V = 500 \text{ m}^3$$

$$\bullet M_{\text{φαιν.}} = 22.7 \cdot 500 \cdot 10^{-3} \text{ kg} = 11.35 \text{ kg}$$

- ③ Ισοζύγιο φαινολών στη λίμνη

$$\frac{dVC}{dt} = Q \cdot C_{in} - Q_c \cdot C - K_d \cdot VC \xRightarrow{C = V/Q} \frac{dC}{dt} = \frac{-Q_c \cdot C - K_d \cdot C}{V}$$

$$\Rightarrow \frac{dC}{dt} = -\frac{C}{\tau} - K_d \cdot C \Rightarrow \frac{dC}{dt} = C \cdot \left[-\frac{1}{\tau} - K_d \right] \Rightarrow dC \cdot \frac{1}{C} = dt \left[-\frac{1}{\tau} - K_d \right] \Rightarrow$$

$$\int \frac{1}{C} \cdot dC = - \int \left[\frac{1}{\tau} + K_d \right] dt \Rightarrow \left[\ln C \right]_C^{C_0} = - \left[\frac{1}{\tau} + K_d \right] t \Rightarrow$$

$$\boxed{C = C_0 \cdot e^{-(1/\tau + K_d)t}}$$

Πρόβλημα 1. Σχεδιασμός Δεξαμενών Καθίζησης *Σεπτέμβριος 2022 & 2021 (40/100)*
Σχεδιάσετε δεξαμενές καθίζησης για την απομάκρυνση στερεών από ένα εργοστάσιο αποβλήτων προτού εισέλθουν σε μία λίμνη. Χρειάζομαστε 60% απομάκρυνση των στερεών κάτω από σταθερές συνθήκες.

Δεδομένα:

- Οι δεξαμενές πρέπει να έχουν 3 μέτρα βάθος, και η παροχή των αποβλήτων να είναι $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$,
- τα στερεά καθιζάνουν με ταχύτητα ανάλογη της συγκέντρωσής τους και η σταθερά καθίζησης είναι $0,8 \text{ m/day}$ Υπολογίστε:

A) Τις διαστάσεις μίας δεξαμενής, αν υποθέσετε ότι είναι καλώς αναμιγμένη (CMS),

B) Τις διαστάσεις δύο δεξαμενών (CMS) σε σειρά που χρειάζονται για να έχουμε την απαιτούμενη απομάκρυνση των στερεών, και

Γ) Ποια από τις δύο τις περιπτώσεις είναι η καλύτερη και γιατί;

$$k = 0,8 \frac{\text{m}}{\text{day}} \cdot \frac{1}{24 \cdot 3600} = 0,0093 \text{ s}^{-1}$$

Πρόβλημα 2. Ευτροφισμός

(30/100)

Ο Ταμιευτήρας της Αγιάς στα Χανιά αντιμετωπίζει έντονο πρόβλημα ευτροφισμού. Ένα εργοστάσιο ρίχνει τα απόβλητα του σε ένα ποτάμι που εισρέει σε μια λίμνη. Τα απόβλητα περιέχουν 5000 Kg/yr διαλυτό φώσφορο. Η παροχή του ποταμού είναι $Q = 5 \cdot 10^7 \text{ m}^3/\text{yr}$. Ο όγκος της λίμνης $V = 10^7 \text{ m}^3$ και ο συντελεστής καθίζησης φωσφόρου $K_s = 0,01 \text{ /day}$. Η αρχική συγκέντρωση του φωσφόρου πριν αρχίσει το εργοστάσιο να ρίχνει τα απόβλητα του ήταν 10 $\mu\text{g/L}$ P. Με βάση αυτά τα δεδομένα απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις.

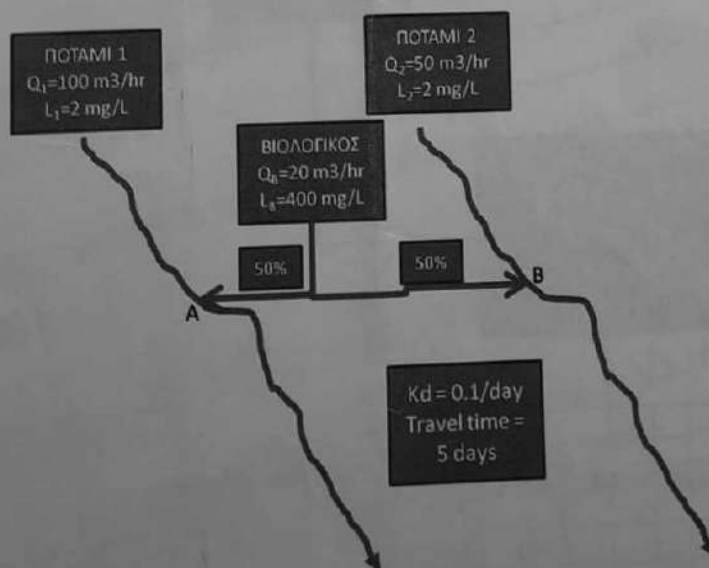
1. Γράψτε το **ισοζύγιο μάζας του φωσφόρου** για τη λίμνη υποθέτοντας σταθερή ροή και πλήρης ανάμειξης.
2. Λύστε το **ισοζύγιο μάζας** και υπολογίστε την αριθμητική λύση της εξίσωσης για το πως αλλάζει η συγκέντρωση του φωσφόρου με τον χρόνο,
3. Κάτω από σταθερές συνθήκες, βρείτε τη **συγκέντρωση του φωσφόρου** στη λίμνη. Σε ποια **τροφική κατάσταση** βρίσκετε η λίμνη;
4. Αν μειώναμε το φορτίο του ολικού φωσφόρου κατά 50% και αν δεν έχουμε επαναφορά P από το ίζημα, **ποια θα ήταν η νέα συγκέντρωση του P** σε σταθερές συνθήκες;

Πρόβλημα 3. Ανάλυση BOD σε ποτάμι

(40/100)

Το εργοστάσιο πρωτοβάθμιου βιολογικού καθαρισμού ενός χωριού αποφάσισε να ρίχνει τις εκροές του σε δύο μικρά ποτάμια όπως φαίνεται στο σχήμα. Το BOD (L_b) των εκροών είναι 400 mg/L . Απαντήστε τις ακόλουθες ερωτήσεις:

1. Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του BOD στα δύο ποτάμια στα σημεία A και B.
2. Γράψτε το **ισοζύγιο μάζας** για το BOD υποθέτοντας συμμεταφορά μόνο και επιλύστε την διαφορική εξίσωση για σταθερές συνθήκες.
3. Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του BOD στα δύο ποτάμια μετά 5 μέρες χρόνο μεταφοράς (travel time).
4. Υπολογίστε την μείωση της μάζας του BOD στα δύο ποτάμια μετά από 5 μέρες.
5. Σε ποιο ποτάμι μειώθηκε περισσότερο η μάζα του BOD και γιατί?



Διαγώνισμα

 Μ-Π 421 ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

 Αύγουστος 2019

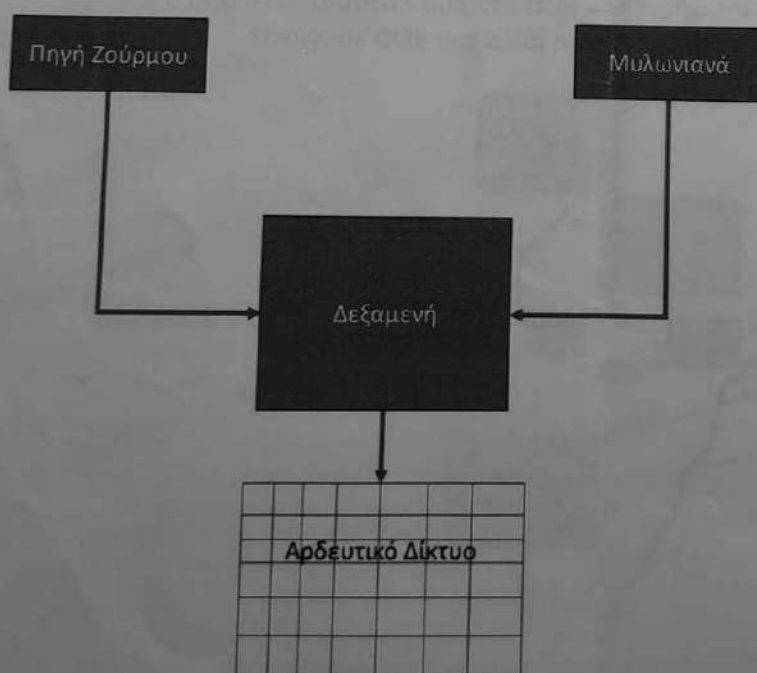
Όνομα _____

Πρόβλημα 1. Μοντέλο Διαχείρισης

(30/100)

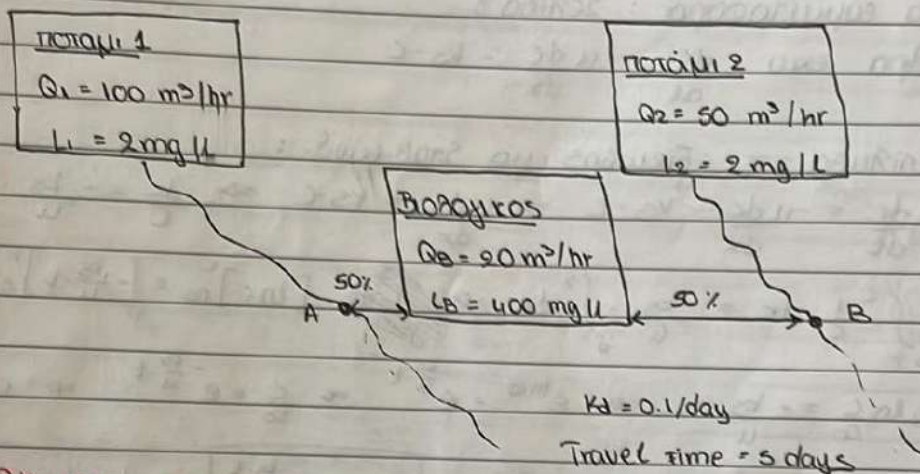
Το Ακρωτήρι Χανίων αρδεύεται από νερό των πηγών Ζούρμπου, στις Καλύβες και από γεωτρήσεις στα Μυλωνιανά. Το νερό αντλείται σε μια δεξαμενή και μετά προωθείται για άρδευση. Το Ακρωτήρι χρειάζεται 2 εκ. m^3/y για άρδευση. Το νερό του Ζούρμπου είναι υφάλμυρο με συγκέντρωση χλωριόντων 500 mg/L Cl. Τα χλωριόντα των γεωτρήσεων των Μυλωνιανών είναι 10 mg/L. Αν οι καλλιέργειες του Ακρωτηρίου είναι ευαίσθητες στα χλωριόντα και χρειάζονται νερό με κάτω από 70 mg/L χλωριόντων, απαντήστε στις παρακάτω ερωτήσεις:

1. Γράψτε το υδρολογικό ισοζύγιο της δεξαμενής,
2. Γράψτε το ισοζύγιο μάζας των χλωριόντων της δεξαμενής,
3. Υπολογίστε το μέγιστο λόγο ανάμειξης του νερού του Ζούρμπου με το νερό των Μυλωνιανών σε σταθερές συνθήκες ούτως ώστε η συγκέντρωση χλωριόντων να μην υπερβεί τα 70 mg/L στο νερό άρδευσης.



labavapros 2023

Ανάλυση BOD ποταμι



① Υπολογίστε τις συγκεντρώσεις του BOD στα δύο ποταμια στα σημεία A και B

▷ Για το σημείο A: $Q_A \cdot L_A = Q_1 \cdot L_1 + \frac{Q_B}{2} \cdot L_B \Rightarrow *$

$$\left[Q_A = Q_1 + \frac{Q_B}{2} = 100 + \frac{20}{2} = 110 \text{ m}^3/\text{hr} \right]$$

$$* \Rightarrow (110) \cdot L_A = 100 \cdot 2 + 10 \cdot 400 \Rightarrow$$
$$\underline{L_A = 38.18 \text{ mg/L}}$$

▷ Για σημείο B: $Q_B \cdot L_B = Q_2 \cdot L_2 + \frac{Q_B}{2} \cdot L_B \Rightarrow *$

$$\left[Q_B = Q_2 + \frac{Q_B}{2} = 50 + 10 = 60 \text{ m}^3/\text{hr} \right]$$

$$* \Rightarrow 60 \cdot L_B = 50 \cdot 2 + 10 \cdot 400 \Rightarrow$$

$$\underline{L_B = 68.33 \text{ mg/L}}$$

② Γράψτε ισοζύγιο μάζας για το BOD υποθέτοντας συμμεταφορά μόνο και επιλύστε την διαφορική εξίσωση για σταθερές συνθήκες.

Για συμμεταφορά : Σελίδα 3

$$\text{Αρα έχω } \frac{dc}{dt} = -u \frac{dc}{dx} - k_s \cdot c$$

▷ Επίλυση της εξίσωσης για σταθ. συνθ. :

χωρ. στοθ. συνθ.

$$\frac{dc}{dt} = -u \frac{dc}{dx} - k_s \cdot c \Rightarrow u \frac{dc}{dx} = -k_s \cdot c \Rightarrow \frac{dc}{c} = -\frac{k_s}{u} \cdot dx \Rightarrow$$

$$\int_{c_0}^c \frac{1}{c} dc = -\frac{k_s}{u} \cdot \int_0^x dx \Rightarrow \ln c = -\frac{k_s}{u} \cdot x \Rightarrow [\ln c]_{c_0}^c = \left[-\frac{k_s}{u} \cdot x\right]_0^x \Rightarrow$$

$$\ln \frac{c}{c_0} = -\frac{k_s}{u} \cdot x \Rightarrow e^{\ln c} = e^{-\frac{k_s}{u} \cdot x} \Rightarrow \frac{c}{c_0} = e^{-\frac{k_s}{u} \cdot x} \Rightarrow c = c_0 \cdot e^{-\frac{k_s}{u} \cdot x}$$

όπου $x = u \cdot t \Rightarrow t = \frac{x}{u}$ Αρα $\boxed{c = c_0 \cdot e^{-k_s \cdot t}} \rightarrow L = L_0 \cdot e^{-k_s \cdot t}$

③ Υπολογίστε συγκέντρωση BOD στα 2 ποτάμια 5 ημέρες μετά

$$\Delta L = L_0 \cdot e^{-k_d \cdot t} = L_0 \cdot e^{-(0.11) \cdot (5)} = 116.14$$

$$L_{A/5} = 23.157 \text{ mg/l}$$

$$L_{B/5} = 41.44 \text{ mg/l}$$

④ Υπολογίστε την μείωση της μάζας του BOD στα 2 ποτάμια, 5 ημερ. μετά

$$\Delta M = V \cdot L_A - V \cdot L_B = V (\Delta L_B)$$

ποτάμι 1

$$\Delta L_{A0} = 38.18 \cdot 23.107 = 15.023$$

$$V = 110 \text{ m}^3/\text{hr} \cdot 24 \cdot 5 = 13200 \text{ m}^3$$

$$\Delta M_A = 13200 \cdot 15.023$$

$$\Delta M_A = 198.3 \text{ kg}$$

ποτάμι 2

$$\Delta M_B = 193.61 \text{ kg}$$

⑤ Σε ποιο ποτάμι μειώθηκε περισσότερο η μάζα του BOD και γιατί?

$$\textcircled{1} M_A = (13200) \cdot (38.18) / 1000 = 504 \text{ kg}$$

$$M_B = (7200) (68.33) = 492 \text{ kg}$$

Γιατί?

$$\text{Λόγω του } L : \frac{dL}{dx} = -k_d \cdot L$$

⑥

② Γράψτε το ισοζύγιο BOD στο ποτάμι, μόνο για συμμεταφορά

$$\triangleright \frac{\Delta W}{\Delta t} = Q_{in} \cdot C - Q_{out} \cdot (C + \Delta C) - K_d \cdot V \cdot C \Rightarrow \boxed{C = \frac{m}{V} \Rightarrow m = C \cdot V}$$

$$\frac{\Delta(C \cdot V)}{\Delta t} = Q \cdot C - Q \cdot C - Q \cdot \Delta C - K_d \cdot V \cdot C \quad \begin{matrix} \text{Διαίρω } V \\ \Rightarrow \end{matrix}$$

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = - \frac{Q \cdot \Delta C}{V} - K_d \cdot C \quad \begin{matrix} \frac{Q}{V} = \frac{VA}{A \cdot \Delta x} \\ \Rightarrow \end{matrix}$$

$$\boxed{t = \frac{x}{u} \rightarrow \frac{1}{t} = \frac{u}{x}}$$

$$\frac{\Delta C}{\Delta t} = -u \cdot \frac{\Delta C}{\Delta x} - K_d \cdot C \Rightarrow \frac{\partial C}{\partial t} = -u \frac{\partial C}{\partial x} - K_d \cdot C \Rightarrow \boxed{C = C_0 \cdot e^{-K_d \cdot t}}$$

③ Υπολογίστε την συγκεντρ. BOD πριν το νερό μπει στη λίμνη.

$$t = x = 15 \text{ km} \Rightarrow t = 517 \text{ d}$$

$$\left\{ \begin{matrix} Q = 11 \text{ m}^3/\text{s} \\ A = 100 \text{ m}^2 \end{matrix} \right.$$

5