

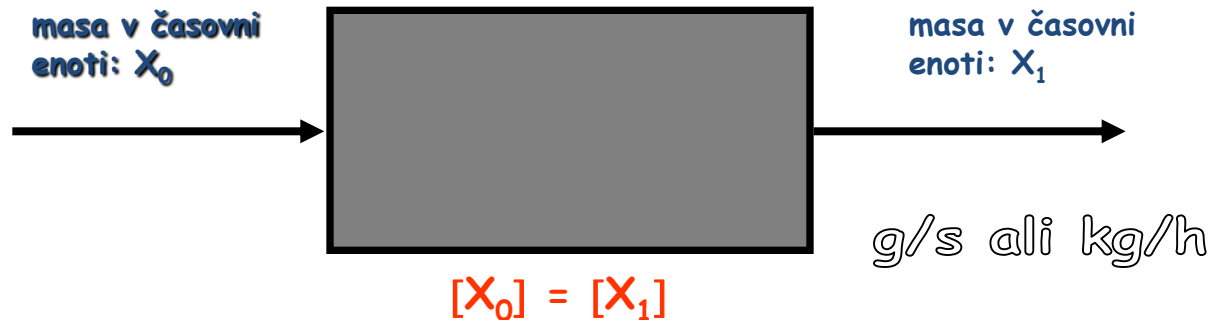
# RAČUNSKI SEMINAR

## ENOSTAVNE MASNE BILANCE

Materialni tokovi temeljijo na enostavni predpostavki, da se masa v sistemu ohranja.

### ena komponenta

Princip črnih škatel:



Če predpostavimo:

- nobenega procesa v škatli (reaktor, mešalna cona...), ki bi povzročil nastanek komponente ali njeno nastajanje (kemijska reakcija...),
- stacionarno stanje, pretok se ne spreminja s časom.

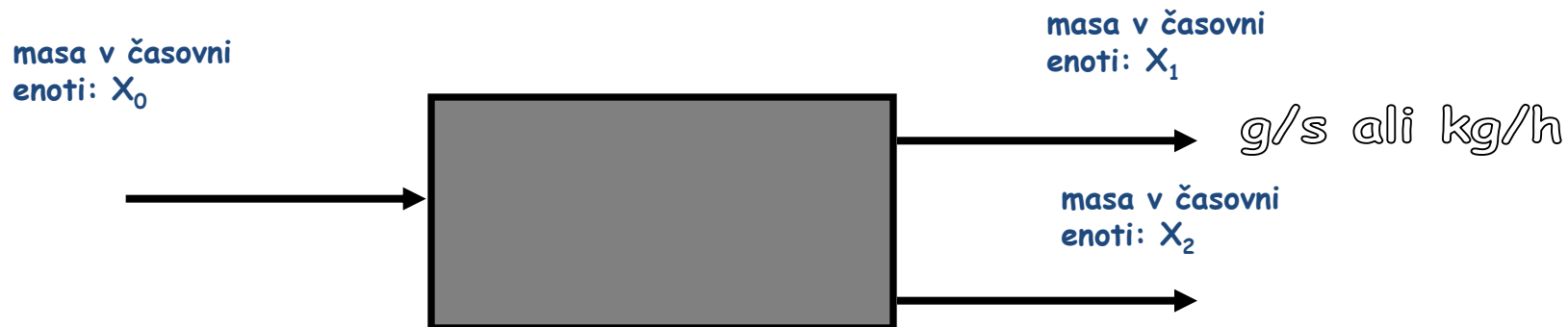
Lahko izrazimo tudi z volumskimi enotami kot l/s ali l/h  
če delimo z gostoto, ki mora biti seveda konstantna.

# RAČUNSKI SEMINAR

## ENOSTAVNE MASNE BILANCE Z RAZCEPLJENIMI TOKOVI

### ena komponenta

Princip črnih škatel:



$$[X_0] = [X_1] + [X_2]$$

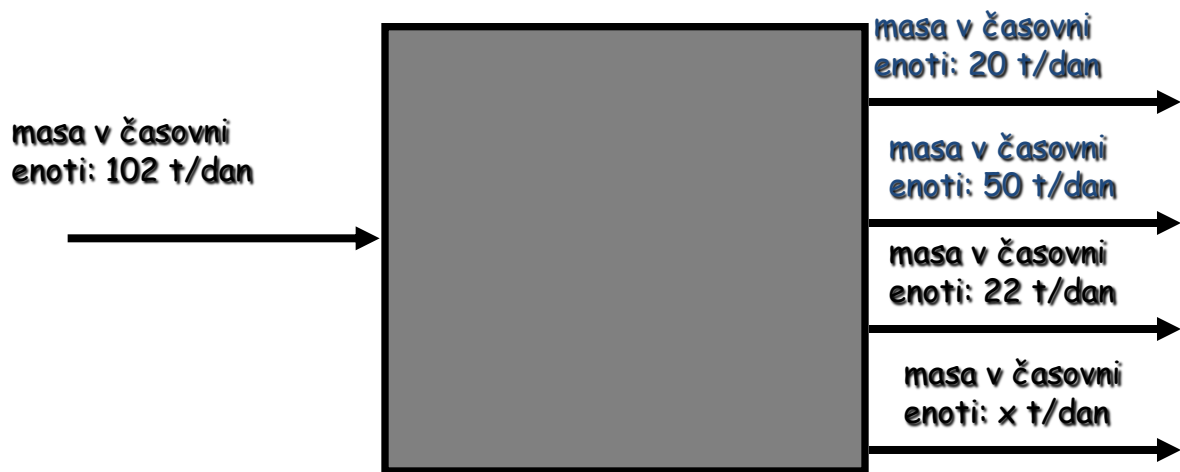
Če predpostavimo:

- nobenega procesa v škatli (reaktor, mešalna cona...), ki bi povzročil nastanek komponente ali njeno nastajanje (kemijska reakcija...),
- stacionarno stanje, pretok se ne spreminja s časom.

# RAČUNSKI SEMINAR

## PRIMER ENOSTAVNE MASNE BILANCE Z RAZCEPLJENIMI TOKOVI

**PROBLEM:** V mestu vsak dan nastane 102 t odpadne vode, ki se zbere in teče na razdelilno postajo. Odpadna voda se v razdelilni postaji razcepi v štiri tokove, ki gredo v tri sežigalnice s kapacitetami 20, 50 in 22 t/dan. Koliko odpadne vode mora iti vsak dan na čistilno napravo ?



$$[X_0] = [X_1] + [X_2] + [X_3] + [X_4]$$

$$102 \text{ t/dan} = 20 \text{ t/dan} + 50 \text{ t/dan} + 22 \text{ t/dan} + x$$
$$x = 10 \text{ t/dan}$$

# RAČUNSKI SEMINAR

## ENOSTAVNE MASNE BILANCE Z ZDRUŽENIMI TOKOVI

Princip črnih škatel:

ena komponenta

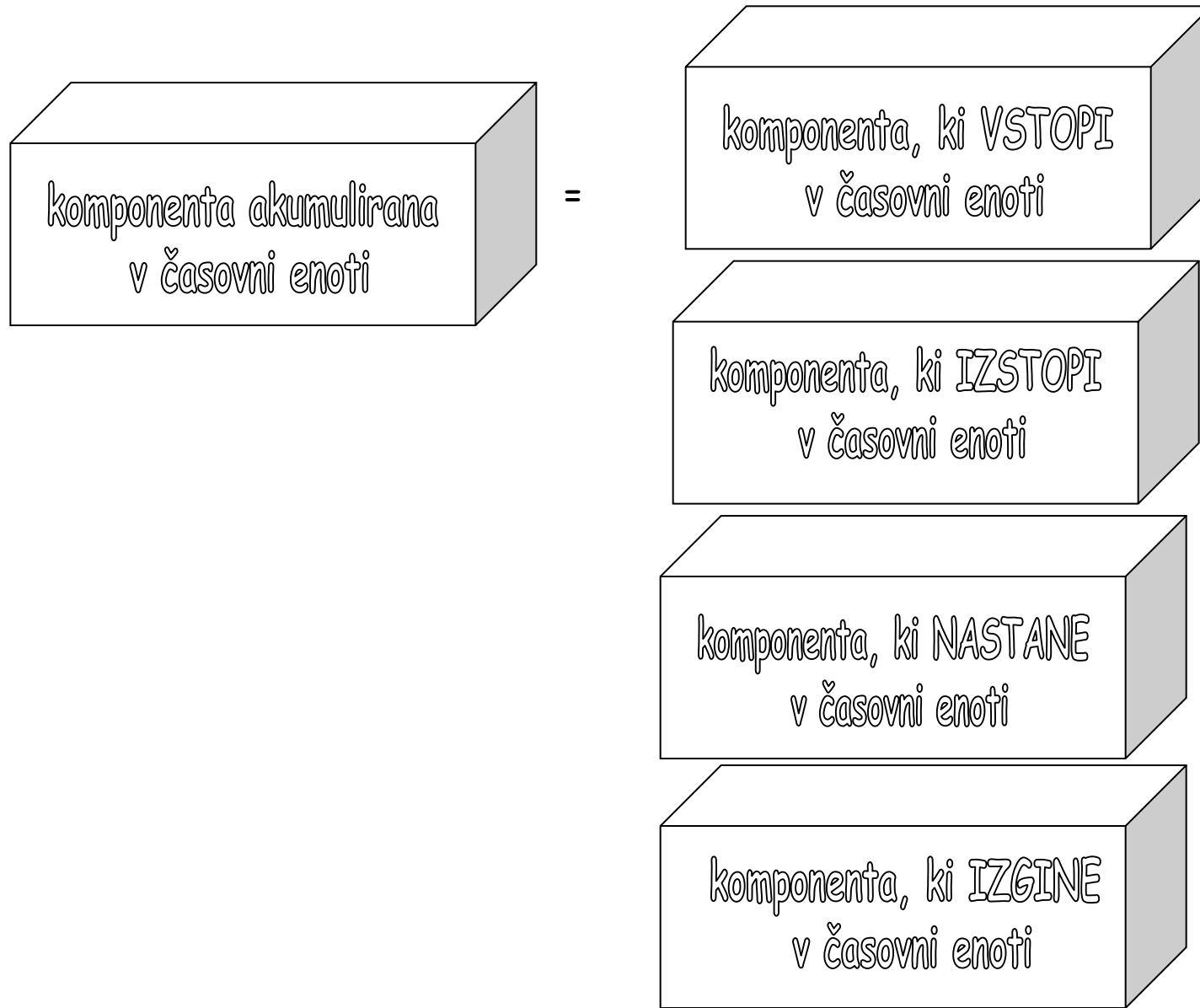


$$[X_1] + [X_2] = [X_0]$$

Če predpostavimo:

- nobenega procesa v škatli (reaktor, mešalna cona...), ki bi povzročil nastanek komponente ali njeno nastajanje (kemijska reakcija...),
- stacionarno stanje, pretok se ne spreminja s časom.

# RAČUNSKI SEMINAR



# RAČUNSKI SEMINAR

## 1. naloga

Rečna voda s pretokom  $25 \text{ m}^3/\text{s}$  vsebuje  $400 \text{ mg/l}$  soli. Vanjo priteka izpust industrijske vode s pretokom  $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ , ki vsebuje  $2000 \text{ mg/l}$  soli. 2 kilometra pod izpustom, ko predpostavimo, da sta vodi že popolnoma premešani, zajemamo rečno vodo za pripravo tehnološke vode. V kakšnem razmerju moramo razredčiti rečno vodo z vodovodno vodo (koncentracija soli =  $0 \text{ mg/l}$ ), da bo tehnološka voda vsebovala največ  $500 \text{ mg/l}$  soli ?

-

# RAČUNSKI SEMINAR

## 2. naloga

Odpadna voda vsebuje 0,25 mikrog/l PAH in izteka iz tovarne s pretokom 4500 m<sup>3</sup>/dan. Koliko se poviša koncentracija PAH za oztokpm iz tovarne, če reka vsebuje pred dotokom te odpadne vode 0,5 mikrog/l PAH? Pretok reke pred izpustom je 8200 m<sup>3</sup>/dan.

# RAČUNSKI SEMINAR

## 3. naloga

Za hlajenje nuklearne elektrarne uporabljamo rečno vodo. Reka nad zajemom hladilne vode ima pretok  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  in temperaturo  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Hladilna voda se segreje za  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koliko rečne vode (Q) lahko uporabimo za hlajenje nuklearne elektrarne, če se temperatura v reki po izpustu lahko dvigne za največ  $2 \text{ }^\circ\text{C}$  ?



# RAČUNSKI SEMINAR

## 4. naloga

Na čistilno napravo priteka  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  komunalne odpadne vode s koncentracijo suspendiranih snovi  $350 \text{ mg/l}$  in  $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$  industrijske odpadne vode s koncentracijo suspendiranih snovi  $1550 \text{ mg/l}$ . Kakšen je učinek čiščenja v primarnem usedalniku, če je v iztoku  $110 \text{ mg/l}$  suspendiranih snovi?

# 5. naloga

Pogosto za alge uporabimo naslednjo kemijsko predstavitev:



1. Določite maso (mg) vsakega elementa v 1 g alg !
2. Za produkcijo alg je na liter rečne vode na razpolago 0,10 mg N in 0,04 mg P. Kateri je limitni nutrient, če predpostavimo, da je v vodi ustrezna količina drugih nutrientov?

## 6. naloga

V reki Ljubljanici želimo na zajemnem mestu oceniti deficit ali suficit raztopljenega kisika. Vzorcju površinske vode smo takoj ob zajemu izmerili temperaturo ( $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) in določili koncentracijo raztopljenega kisika ( $7,10\text{ mg/l}$ ). Topnost kisika v vodi pri  $18,0\text{ }^{\circ}\text{C}$  je  $9,48\text{ mg/l}$ .

Ali je v reki Ljubljanici na zajemnem mestu deficit ali suficit kisika? Izračunajte in pojasnite, zakaj pride v površinski vodi do deficita/suficita!

**Topnost kisika v vodi v odvisnosti od temperature pri atmosferskem tlaku (101,3 kPa) in 100 % relativni vlagi**

<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Topnost (mg/l)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Topnost (mg/l)</b>
0,0	14,621	23,0	8,578
1,0	14,216	24,0	8,418
2,0	13,829	25,0	8,263
3,0	13,460	26,0	8,113
4,0	13,107	27,0	7,968
5,0	12,770	28,0	7,827
6,0	12,447	29,0	7,691
7,0	12,139	30,0	7,559
8,0	11,843	31,0	7,430
9,0	11,559	32,0	7,305
10,0	11,288	33,0	7,183
11,0	11,027	34,0	7,065
12,0	10,777	35,0	6,950
13,0	10,537	36,0	6,837
14,0	10,306	37,0	6,727
15,0	10,084	38,0	6,620
16,0	9,870	39,0	6,515
17,0	9,665	40,0	6,412
18,0	9,467	41,0	6,312
19,0	9,276	42,0	6,213
20,0	9,092	43,0	6,116
21,0	8,915	44,0	6,021
22,0	8,743	45,0	5,927

# POVRŠINSKE VODE

## trdota vode

Zakaj ?

**TOTALNA = KARBONATNA + NEKARBONATNA**

**TOTALNA = KALCIJEVA + MAGNEZIJEVA**

**KARBONATNA = Ca + Mg HIDROGENKARBONATI**

**NEKARBONATNA = SULFAT + NITRAT + NITRIT + KLORID**

**1 nemška trdotna stopinja = 10 mg CaO/l**

Iračunajte kalcijevo (CaT), magnezijevo (MgT), karbonatno(KT), nekarbonatno (NT) in totalno trdoto (TT) vode, ki vsebuje:

ion	koncentracija (mg/l)	
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	<0,1	
Na <sup>+</sup>	1,5	
K <sup>+</sup>	1,7	
Ca <sup>2+</sup>	70,5	
Mg <sup>2+</sup>	17,3	
Cl <sup>-</sup>	4,0	
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	<0,01	
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	3,0	
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	281	
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	18,6	
	N = 14,0	
	Na = 23,0	
	K = 39,1	
	Ca = 40,1	
	Mg = 24,3	
	Cl = 35,5	
	O = 16,0	
	C = 12,0	
	S = 32,1	
	P = 30,9	

## 7. naloga

## 8. naloga

Izračunajte teoretično kemijsko potrebo po kisiku (TKPK) za FENOL ! Kemijska formula fenola =  $C_6H_6O$

## 9. naloga

Izračunajte KPK mešanice, ki vsebuje 100 mg/l formaldehida (HCHO) in 50 mg/l očetne kisline (CH<sub>3</sub>COOH) !



# 10. naloga

Dve odpadni vodi imata obe  $\text{TOC} = 12 \text{ g/m}^3$ . Ena vsebuje samo  $(\text{CH}_3\text{OH})$ , druga pa samo očetno kislino  $(\text{CH}_3\text{COOH})$ . Kak je njun KPK ?

# 11. naloga

Določi 24h  $EC_{50}$  odpadne vode farmacevtske industrije za vodne bolhe! Podatki strupenostnega testa so v spodni tabeli.

C (Vol.%)	Število gibljivih organizmov	Število negibnih organizmov	Inhibicija (%)
10	0	10	100
8	2	8	80
6	3	7	70
4	5	5	50
2	7	3	30
1	10	0	0

# 12. naloga

Odpadna voda priteka s hitrostjo  $2,24 \cdot 10^{-6}$  m/s po kanalu dimenzij  $40 \times 45$  cm na laboratorijsko modelno aerobno biološko čistilno napravo. Volumen prezračevalnika je 10 l. % čiščenja na BPK5 je 87 % in BPK5 iztoka je 22 mg/l. Koncentracija aktivnega blata v prezračevalniku je 3,5 g/l.

- (a) Izračunajte dotok odpadne vode na biološko čistilno napravo (l/dan).
- (b) Izračunajte BPK5 odpadne vode, ki teče na biološko čistilno napravo.
- (c) Kolikšna je volumska obremenitev ( $B_V$ ,  $gO_2/(l \cdot dan)$ ) biološke čistilne naprave?
- (d) Kolikšna je obremenitev blata ( $B_B$ ,  $gO_2/(g \cdot dan)$ ) v biološki čistilni napravi?
- (e) Izračunajte zadrževalni čas odpadne vode v biološki čistilni napravi.

# 13. naloga

Odpadna voda s KPK = 1285 mg/l in BPK5 = 973 mg/l teče na biološko čistilno napravo, kjer se v prezračevalniku odstrani celotno biološko razgradljivo onesnaženje.

- (a) Izračunajte BPK5 iztoka.
- (b) Izračunajte KPK iztoka.
- (c) Izračunajte % čiščenja v biološki čistilni napravi glede na KPK.
- (d) Izračunajte % čiščenja v biološki čistilni napravi glede na BPK.

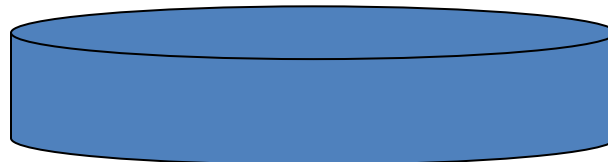
# 14. naloga

Primerjajte površini, ki sta potrebni za precejalnik ( $0,1 \text{ kg BPK/m}^3 \cdot \text{d}$ ) in konvencionalno čistilno napravo z aktivnim blatom ( $0,56 \text{ kg BPK/m}^3 \cdot \text{d}$ ) za čiščenje komunalne odpadne vode iz mesta z 28.000 prebivalci s povprečno porabo vode  $200 \text{ l/osebo dan}$  in vrednostjo BPK  $250 \text{ mg/l}$ . Predpostavimo precejalnik z globino  $2 \text{ m}$  in prezračevalni bazen z globino  $3 \text{ m}$ . V primarnem usedalniku se odstrani  $35 \%$  BPK dotekajoče odpadne vode.

# 15. naloga

Naselje s 60.000 prebivalci odvaja po kanalizaciji 250 litrov odpadne vode na osebo na dan na čistilno napravo. Načrtujemo okrogli usedalnik z zadrževalnim časom 2,5 h in povprečno površinsko obremenitvijo  $20 \text{ m}^3/\text{dan}\cdot\text{m}^2$ . Kakšne bodo dimenzije usedalnika ?

Premer, višina?



**Površinska obremenitev:** pretok/površina ( $\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{d}$ )

**Zadrževalni čas:** volumen/pretok (h)

# 16. naloga

Letne stroške amortizacije, goriva in vzdrževanja za tovornjak, ki pobira odpadke v mestu, lahko opišemo z enačbo: letni stroški (EUR/leto) =  $10.000 + 4.000 \times V$ , pri čemer je  $V$  volumen tovornjaka v  $m^3$ . Ta tovornjak obratuje z dvočlansko posadko, ki je plačana v znesku 10 evrov na uro po osebi. Tovornjak ima zbirno posodo volumna  $10,2 m^3$  in zbere na vsaki izmed svojih 2 poti v enem dnevu odpadke iz 142,5 gospodinjestev. Tovornjaki in posadka delajo 5 dni v tednu.

**(a) Kolikšen je strošek 1 tone tako zbranih odpadkov, če vsako gospodinjstvo tedensko proizvede  $0,25 m^3$  odpadkov z gostoto  $120 kg/m^3$ ?**

**(b) Kolikšen je letni strošek zbiranja odpadkov za posamezno gospodinjstvo ?**

# 17. naloga

Izračunajte potrebno površino ( $m^2$ ) za deponiranje komunalnih odpadkov, ki nastanejo v enem letu v mestu s 100.000 prebivalci! Povprečna gostota odpadkov na deponiji je  $600 \text{ kg/m}^3$ , s povprečno višino 3 m. 20% volumna predstavlja zemlja, s katero prekrivajo plast odpadkov. 1 človek odloži letno približno 560 kg komunalnih odpadkov.



# 18. naloga

Pretok odpadne vode skozi biološko čistilno napravo je  $8500 \text{ m}^3/\text{dan}$ . V primarni usedalnik priteka odpadna voda s  $240 \text{ mg/l}$  suspendiranih snovi. Koliko kg blata (iz suspendiranih snovi) nastane v enem dnevu v primarnem usedalniku biološke čistilne naprave, če je na iztoku iz prezračevalnika  $30 \text{ mg/l}$  suspendiranih snovi in čiščenje 75-odstotno?

# 19. naloga

Industrijska čistilna naprava odstranjuje obarvanost vode v terciarnem čiščenju z adsorpcijo na aktivno oglje. Barva se iz odpadne vode adsorbira po reakciji 1. reda v šaržnem sistemu s predpostavko popolnega premešanja. Če je konstanta hitrosti reakcije ( $k_1$ )  $0,35 \text{ dan}^{-1}$ , v kolikem času se bo odstranilo 90 % barve?

## 20. naloga

Odpadna voda s KPK = 480 mg/l in 80 % razgradljivostjo v petih dneh teče v biološko čistilno napravo. Kakšen je učinek čiščenja glede na BPK5, če je BPK5 iztekajoče vode 28 mg/l?

# 21. naloga

Iz zraka odstranjujemo delce s filtracijo. Čist filter tehta 10,00 g, po 24 urah obratovanja pa 10,10 g. Pretok zraka na začetku je  $2 \text{ m}^3/\text{min}$ , na koncu pa se zaradi delne zamašitve filtra zmanjša na  $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ . Kakšna je bila koncentracija delcev ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) v zraku ?

## 22. naloga

V tovarniški kadilnici kadi v povprečju minimalno ena oseba. Kadilnica ima dimenzije  $3 \times 3 \times 4$  m, emisija ene cigarete pa je  $86 \text{ mg/h}$  ogljikovega monoksida (CO). Soba se prezračuje, v eni uri se zamenja 20% zraka. Kakšna je minimalna koncentracija CO ( $\text{mg/m}^3$ ) v tej sobi?