

Prvi kolokvij

Predavanje 1

Naloga 1:

Z masno bilanco želimo preveriti analize na izpustu dimnih plinov. Dimne pline čistimo z vrečastim filtrom, v katerega priteka zrak z delci s pretokom 169.920 m³/h s koncentracijo prašnih delcev 4577 mg/m³. Tok zraka, ki izhaja, ima pretok 185.040 m³/h in koncentracijo prašnih delcev 57 mg/m³. Koliko kg prašnih delcev odstranimo s takim vrečastim filtrom v eni uri?



Vstop

$$\phi_v = 169920 \frac{m^3}{h}$$
$$\gamma_v = 4,577 \frac{g}{m^3}$$

Izstop

$$\phi_{iz} = 185040 \frac{m^3}{h}$$
$$\gamma_{iz} = 0,057 \frac{g}{m^3}$$

kg delcev?

Masa delcev na vstopu

$$m_v = \phi_v * \gamma_v = 169920 \frac{m^3}{h} * 4,577 \frac{g}{m^3} = 777723,84 \frac{g}{h} = 777,72 \frac{kg}{h}$$

Masa delcev na izstopu

$$m_{iz} = \phi_{iz} * \gamma_{iz} = 185040 \frac{m^3}{h} * 0,057 \frac{g}{m^3} = 10574,28 \frac{g}{h} = 10,547 \frac{kg}{h}$$

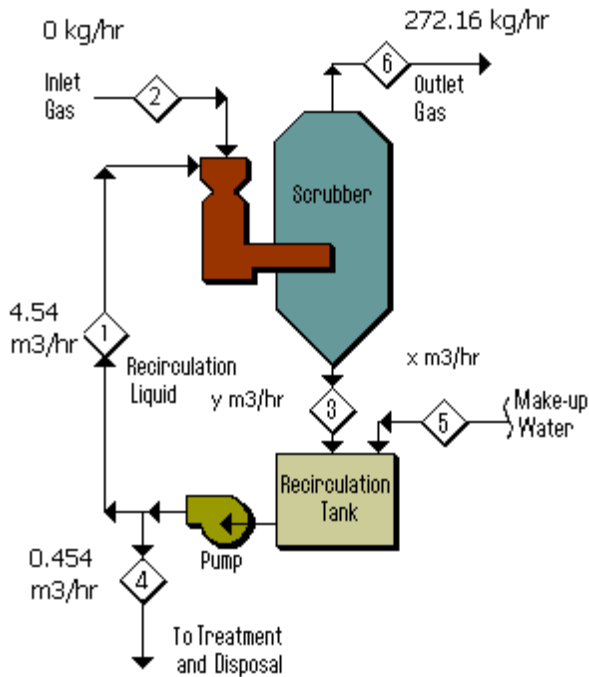
Masa odstranjenih delcev:

$$m_{od} = m_v - m_{iz} = 777,72 \frac{kg}{h} - 10,547 \frac{kg}{h} = 767,172 \frac{kg}{h}$$

Naloga 2:

Kolikšen mora biti dotok čiste vode (št. 5) v vodni filter, da bo sistem nemoteno deloval?

Predpostavite, da je plin na vhodu (št. 2) popolnoma suh in da izhodu (št. 6) vsako uro izhaja 272,16 kg vode.



ϕ_1 = konstantna količina voda, ki kroži po sistemu

Izgube vode

ϕ_4 – umazana voda, ki gre na prečiščevanje

ϕ_6 – voda, ki izhaja

Dotok vode

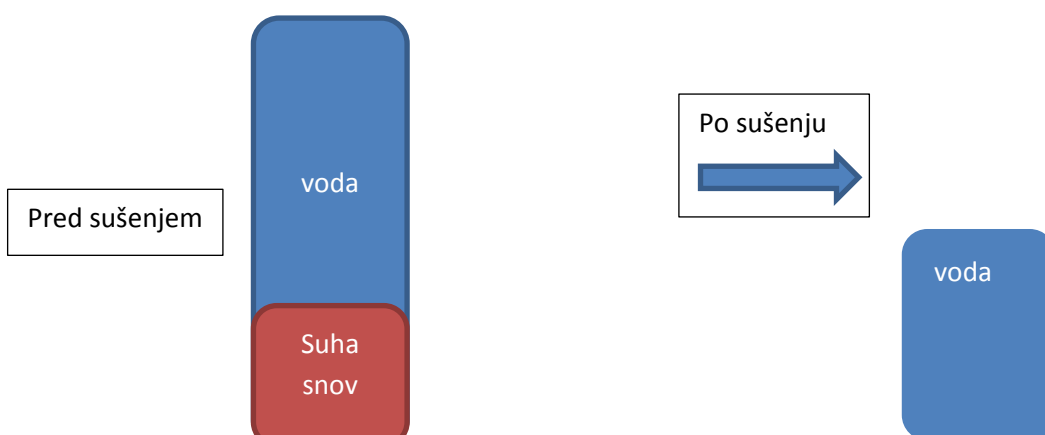
ϕ_5

Da bo sistem nemoteno deloval vstop = izstop

$$\phi_5 = \phi_6 + \phi_4 = 0,27216 \frac{m^3}{h} + 0,454 \frac{m^3}{h} = 0,726 \frac{m^3}{h} \text{ oz. } 726 \frac{kg}{h}$$

Naloga 3:

V živilski industriji sušimo surovino za nadaljnjo predelavo. Vsebnost suhe snovi se med sušenjem dvigne iz 14% na 93%. Kak je pričakovani izkoristek procesa, če 8% sveže surovine predstavlja nekoristni odpadke, ki ga moramo predelati s kompostiranjem?



Najprej si izmislimo maso surovine, ki vsebuje 14 kg suhe snovi in 86 kg vode. Če sušimo, voda izpari, ostane 14 kg suhe snovi in 8% odpadki, kar pomeni 1,12 kg odpadki. Suha snov

8% sveže surovine so odpadki => 14 kg snovi * 0,08 = 1,12 kg
Torej po sušenju nam ostane 12,88 kg suhe snovi kar predstavlja 93 % skupne mase

$$\begin{array}{r} 12,88 \text{ kg} \dots\dots\dots 93\% \\ x \dots\dots\dots 100\% \end{array}$$

$$93x = 12,88 \text{ kg} * 100$$

$$x = \frac{1280}{93} = 13,85 \text{ kg}$$

Pred sušenjem imamo 100kg surovine, po sušenju pa 13,85 kg izkoristek procesa

$$\eta = \frac{13,85 \text{ kg}}{100 \text{ kg}} = 13,85 \%$$

Predavanje 2

Ni primerov

Predavanje 3

Naloga 1:

Izračunajte, kakšna je verjetnost, da bo 70 kg težka oseba zbolela za rakom na črevesju, če bo vsak dan pila vodo, ki vsebuje 2,0 mikrog/l NDMA (N-nitroso dimetil amin) ?

*Najprej izračunamo kronični dnevni vnos - CDI

$$CDI = \frac{\text{povprečna dnevna doza}}{\text{masa človeka}} = \frac{\text{koncentracija} * \text{količina vnosa}}{\text{masa človeka}}$$

$$CDI = \frac{2 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} * (\text{približna ocena}) 2 \frac{\text{L}}{\text{dan}} \text{ vode}}{70 \text{ kg}}$$

$$CDI = 5,7 \times 10^{-5} \frac{mg}{kg \text{ dan}}$$

Potem izračunamo verjetnost dogodka

$$\boxed{\text{Verjetnost} = FP * CDI}$$

FP = faktor potenciranja (znani podatki iz tabel)

$$\text{Verjetnost} = 0,51 \frac{kg}{dan \text{ mg}} * 5,7 \times 10^{-5} \frac{mg}{kg \text{ dan}} = 2,95 \times 10^{-5} \text{ oz. } \frac{3}{100000}$$

Izračunajte tudi, kakšna bi morala biti koncentracija NDMA v vodi, da bi to nevarnost omejili na 1:100.000 ?

$$\text{Verjetnost} = \frac{1}{100000} \text{ oz. } 1 \times 10^{-5}$$

$$\text{verjetnost} = FP * CDI \quad \Rightarrow \quad CDI = \frac{\text{verjetnost}}{FP}$$

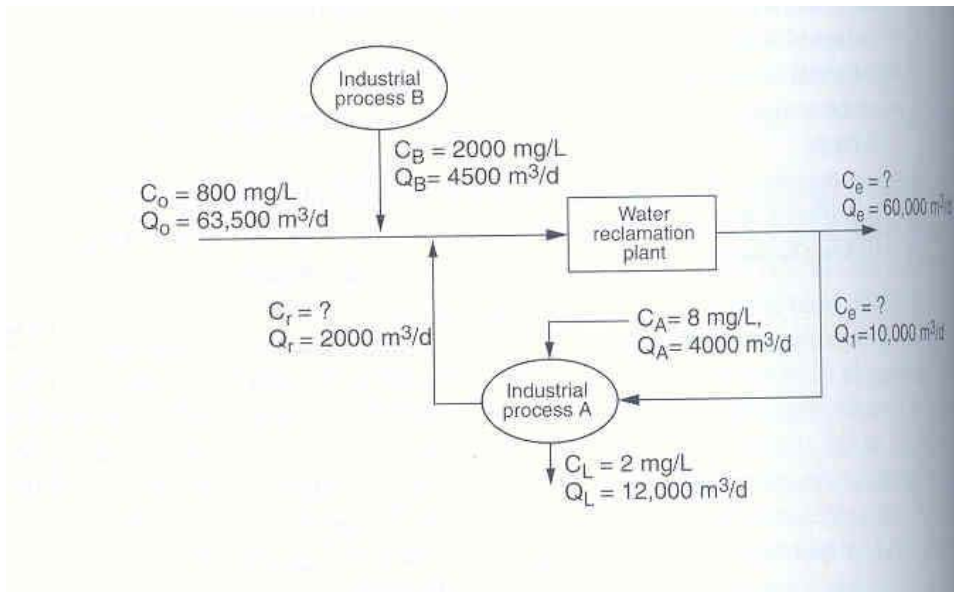
$$CDI = \frac{1 \times 10^{-5}}{0,51 \frac{kg}{dan \text{ mg}}} = 0,0000196 \frac{mg}{kg \text{ dan}}$$

$$CDI = \frac{\text{koncentracija} * \text{količina vnosa}}{\text{masa človeka}} \quad \Rightarrow \quad c = \frac{CDI * \text{masa človeka}}{\text{količina vnosa}}$$

$$c = \frac{0,0000196 \frac{mg}{kg \text{ dan}} * 70 \text{ kg}}{2 \frac{L}{dan}} = 0,68 \mu g/L$$

Naloga 2:

Dve tovarni s tehnološko vodo oskrbuje postaja, ki delno odstranjuje SS iz odpadne vode s filtracijo. V tovarni A je taka delno obdelana voda uporabljena za hlajenje, nato pa koncentrirano vodo vrnejo v zbiralni bazen odpadnih vod. V tovarni B uporabljajo pitno vodo, ki jo nato spustijo med odpadne vode. Izračunajte koncentracijo SS v iztoku iz postaje in v reciklu odpadne vode pod stacionarnimi pogoji.



vstop = izstop

Masna bilanca za tovarno B:

$$\phi_0 + \phi_B + \phi_r = \phi_e$$

$$Q_0 * c_0 + Q_B * c_B + Q_r * c_r = Q_e * c_e \quad c_r \text{ in } c_e \text{ sta neznaniki}$$

Masna bilanca za tovarno A:

$$\phi_1 + \phi_A = \phi_L + \phi_r$$

$$Q_1 * c_e + Q_A * c_A = Q_L * c_L + Q_r * c_r \quad c_e \text{ in } c_r \text{ sta neznaniki}$$

$$Q_0 * c_0 + Q_B * c_B + Q_r * c_r = Q_e * c_e$$

$$Q_1 * c_e + Q_A * c_A = Q_L * c_L + Q_r * c_r \quad \text{sistem dveh enačb z dvema neznanikama}$$

Izrazimo ce iz prve enačbe

$$c_e = \frac{Q_0 * c_0 + Q_B * c_B + Q_r * c_r}{Q_e} \quad \text{in vstavimo v drugo enačbo}$$

$$Q_1 * \left(\frac{Q_0 * c_0 + Q_B * c_B + Q_r * c_r}{Q_e} \right) + Q_A * c_A = Q_L * c_L + Q_r * c_r$$

$$10000 * \left(\frac{63500 * 800 + 4500 * 2000 + 2000 * c_r}{60000} \right) + 4000 * 8 = 12000 * 2 + 2000 * c_r$$

$$\frac{59800000 + 2000 * c_r}{6} + 32000 = 24000 + 2000c_r$$

$$59800000 + 2000c_r + 192000 = 144000 + 12000c_r$$

$$59992000 + 2000c_r = 144000 + 12000c_r$$

$$59848000 = 10000c_r$$

$$c_r = 5984,8 \frac{mg}{L}$$

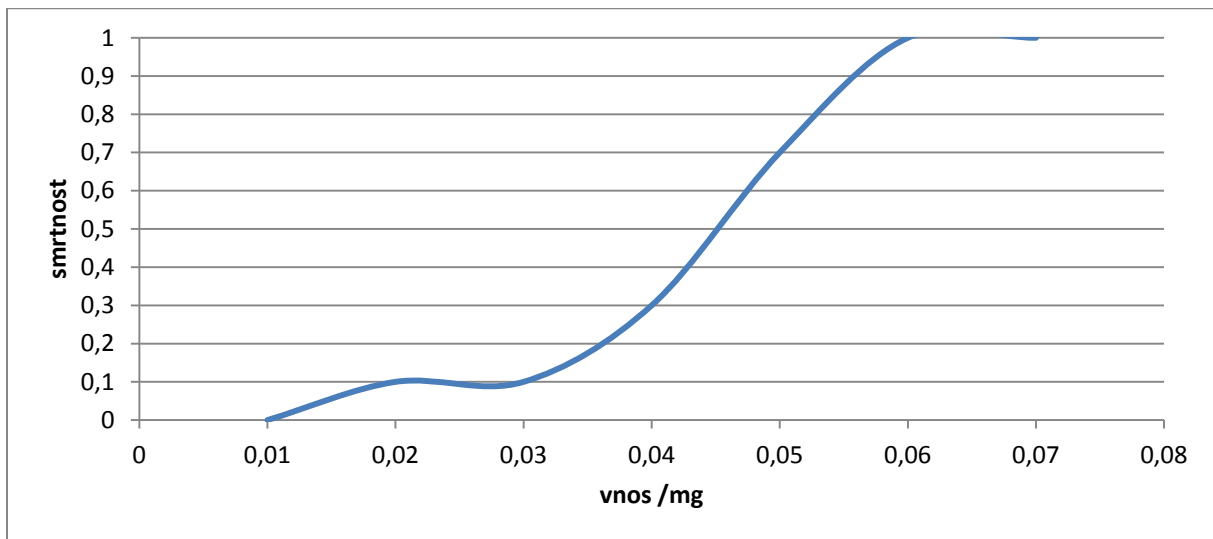
Izračunamo še ce

$$c_e = \frac{Q_0 * c_0 + Q_B * c_B + Q_r * c_r}{Q_e} = \frac{63500 * 800 + 4500 * 2000 + 2000 * 5984,8}{60000}$$
$$c_e = 1196,16 \frac{mg}{L}$$

Naloga 3:

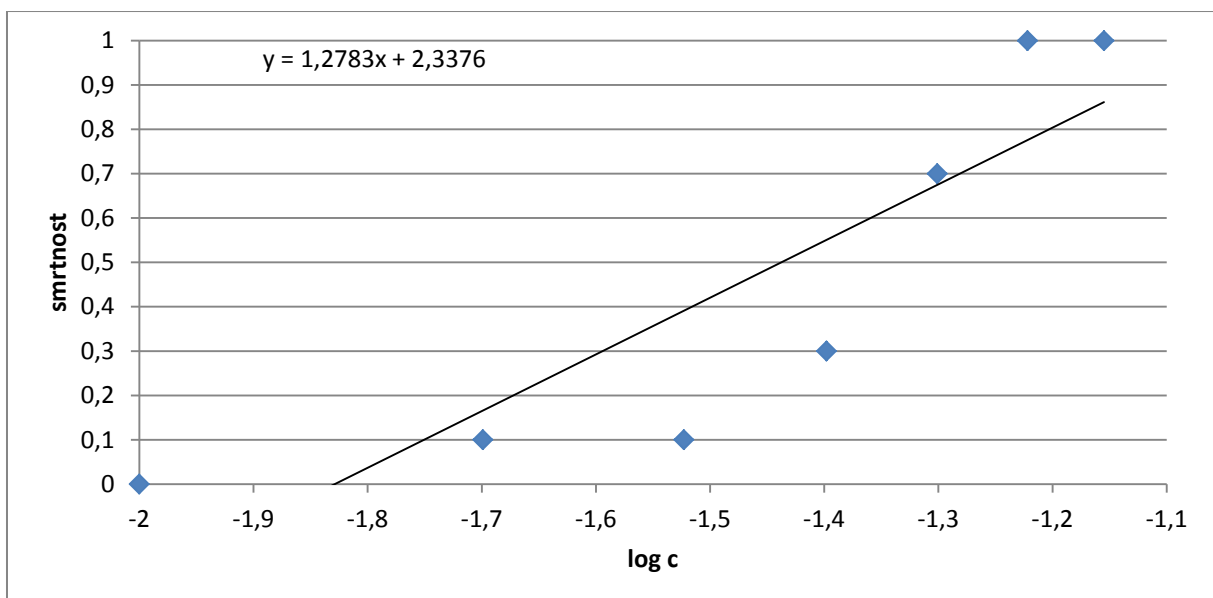
Strupenost novega pesticida smo testirali oralno s podganami. Izračunajte LD50 za ta pesticid ? Kak bi bil LD50 za povprečnega 70 kg človeka ? Predpostavimo, da podgana tehta 200 g.

oralen vnos (mg)	0 (kontrola)	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Delež mrtvih podgan po 4 h	0	0	0,1	0,1	0,3	0,7	1	1



Zveza ni linearna in iz tega grafa ne moremo ekstrapolirati koncentracijo pri deležu smrti 50% Če hočemo dobiti linearno zvezo moramo x-os logaritmirati

X - os	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07
Log x	-2	-1,69897	-1,52288	-1,39794	-1,30103	-1,22185	-1,1549



Pri smrtnosti 0,5 oz. 50% je na x-osi vrednost $\log c = -1,37$

$$\log c = -1,37$$

$$c = 10^{-1,37} = 0,04265 \text{ mg} = LD_{50}$$

$$LD_{50} \text{ za človeka} = c * \text{masa človeka} = 0,04264 \text{ mg} * 70 \text{ kg} = 14,7 \text{ mg/kg}$$

Naloga 4:

V tovarni imajo nezaželjene zračne emisije nekaterih kemikalij, ki jih uporabljajo. Zanesljivih podatkov nimajo, imajo samo podatke iz različnih oddelkov tovarne:

• nakup kemikalij:

-CCl₄: 48 sodov/leto

-CH₂Cl₃: 228 sodov/leto

-C₂HCl₃: 505 sodov/leto

• vtok na čistilno napravo – 0,076 m³/s:

-CCl₄: 0,343 mg/l

-CH₂Cl₃: 4,04 mg/l

-C₂HCl₃: 3,23 mg/l

odvoz nevarnih kemikalij:

-CCl₄: 48 sodov/leto; c = 80%

-CH₂Cl₃: 228 sodov/leto; 25%

-C₂HCl₃: 505 sodov/leto; 80%

neporabljeni sodi konec leta:

-CCl₄: 1 sod

-CH₂Cl₃: 8 sodov

-C₂HCl₃: 13 sodov

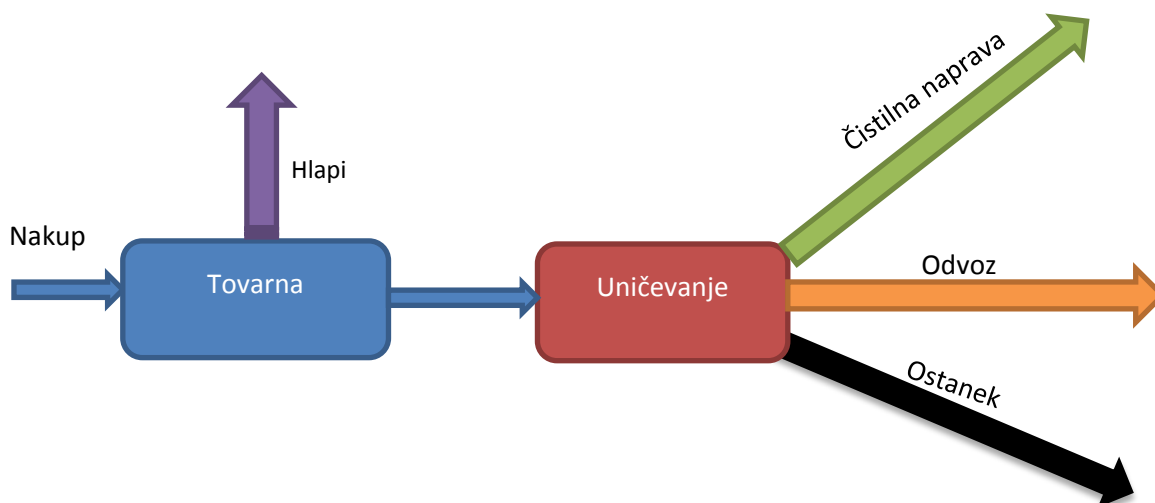
1 sod = 0,12 m³

-gostota(CCl₄): 1548 kg/m³

-gostota(CH₂Cl₃): 1326 kg/m³

-gostota(C₂HCl₃): 1476 kg/m³

Koliko hlapnih organskih snovi (VOC) tako vsako leto nenadzorovano izhlapi ?



Za CCl₄:

$$\phi_{vstop} = \phi_{hlapi} + \sum \phi_{izstop}$$

$$\phi_{vstop} = \text{število sodov} * \text{volumen} * \text{gostota}$$

$$\phi_{vstop} = 48 \text{ sodov/leto} * 0,12 \text{ m}^3/\text{sod} * 1548 \text{ kg/m}^3 = 8916,5 \text{ kg/leto}$$

$$\phi_{izstop} = \sum \phi_{\text{čistilna naprava}} + \phi_{odvoz} + \phi_{ostanek}$$

$$\phi_{\text{čistilna naprava}} = \text{pretok} * \text{masna koncentracija}$$

$$\phi_{\text{čistilna naprava}} = 0,076 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} * 0,343 \frac{\text{mg}}{\text{L}} = 2396736 \frac{\text{m}^3}{\text{leto}} * 0,000343 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} = 822,08 \frac{\text{kg}}{\text{leto}}$$

$$\phi_{odvoz} = \text{število sodov} * \text{volumen} * \text{gostota} * \text{delež CCl}_4 \text{ v sodih}$$

$$\phi_{odvoz} = 48 \text{ sodov/leto} * 0,12 \text{ m}^3/\text{sod} * 1548 \text{ kg/m}^3 * 0,8 = 7133 \frac{\text{kg}}{\text{leto}}$$

$$\phi_{ostanek} = \text{število sodov} * \text{volumen} * \text{gostota}$$

$$\phi_{ostanek} = 1 \text{ sod/leto} * 0,12 \text{ m}^3/\text{sod} * 1548 \text{ kg/m}^3 = 185 \frac{\text{kg}}{\text{leto}}$$

$$\phi_{hlapi} = \phi_v - \sum \phi_{izstop}$$

$$\phi_{hlapi} = 8916,5 \frac{\text{kg}}{\text{leto}} - \left(822,08 \frac{\text{kg}}{\text{leto}} + 7133 \frac{\text{kg}}{\text{leto}} + 185 \frac{\text{kg}}{\text{leto}} \right) = 776,5 \frac{\text{kg}}{\text{leto}}$$

Za ostale kemikalije se količina hlapov izračuna na isti način.

Naloga 5:

Potrebe po energiji in CO₂ emisije pri izdelavi aluminija:

Vir	Potrebe po energiji (kJ/kg)	CO ₂ emisije (kg/kg)
Boksit	235.000	13,1
recikliranje	5.150	0,48

Če aluminijasta pločevinka vseuje 63% recikliranega Al, koliko energije rabimo za proizvodnjo ene pločevinke (355 ml), ki tehta 16 g?

Koliko energije prihranimo, če pločevinko recikliramo in jo ne vržemo stran ?

Koliko goriva –bencina- prihranimo, če pločevinke ne vržemo stran ? Bencin vseuje približno 35.000 kJ/l.

a) Za izdelavo 1 kg aluminija potrebujemo 235000 kJ energije iz boksita ali 5150 kJ energije iz recikliranega aluminija. Preračunano na 16g pločevinko:

$$\begin{array}{l} 235000 \dots\dots\dots 1000g \\ x \dots\dots\dots 16g \end{array}$$

Za boksit: $E_{boksit} = 3760 \text{ kJ}$

Za reciklirani aluminij: $E_{Al} = 82,4 \text{ kJ}$

Pločevinka vsebuje 63 % recikliranega aluminija in 37% novega aluminija iz boksita. Preračunano na energijo:

Reciklirani aluminij:

$$E_{Al} = E_{Al} * \% = 82,4 * 0,63 = 51,91 \text{ kJ}$$

Boksit:

$$E_{boksit} = E_{boksit} * \% = 3760 * 0,37 = 1391,2 \text{ kJ}$$

Skupna energija

$$E = E_{Al}\% + E_{boksit}\% = 1443,11 \text{ kJ}$$

b) Pločevinka iz 100% recikliranega aluminija

$$\text{Energija za izdelavo} = E_{Al} = 82,4 \text{ kJ}$$

Razliko odštejemo

$$E_{100\% Al} = E_{iz primera a} - E_{Al} = 1443,11 - 82,4 = 1360,71 \text{ kJ}$$

c) energija bencin = energija boksit

$$35000 \text{ kJ} \dots\dots\dots 1000 \text{ mL bencina}$$

$$3670 \text{ kJ} \dots\dots\dots x$$

$$x = 105 \text{ mL bencina}$$

Naloga 6:

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?

$$\text{Odstrani se } 90\% \text{ barve} = \text{pomeni } n = 10\% n_0 \text{ oz. } n = 0,1 n_0$$

Reakcija 1. reda

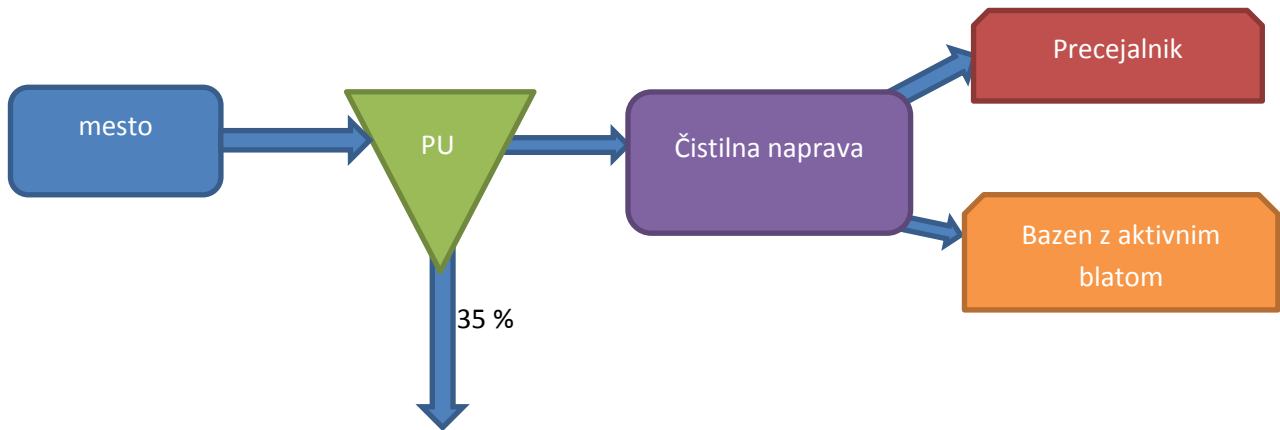
$$\ln \frac{n_0}{n} = kt \quad \Rightarrow \quad t = \frac{\ln \frac{n_0}{n}}{k} \quad n = 0,1 n_0$$

$$t = \frac{\ln \frac{n_0}{0,1 n_0}}{k} = \frac{\ln 10}{0,35 \text{ dan}^{-1}} = 6,57 \text{ dni}$$

Naloga 7:

Primerjajte površini, ki sta potrebni za precejalnik (0,1 kg BPK/m³.d) in konvencionalno čistilno napravo z aktivnim blatom (0,56 kg BPK/m³.d) za čiščenje komunalne odpadne vode iz mesta z 28.000 prebivalci s povprečno porabo vode 200 l/osebo dan in vrednostjo BPK 250 mg/l.

Predpostavimo precejalnik z globino 2 m in prezračevalni bazen z globino 3 m. V primarnem usedalniku se odstrani 35 % BPK dotekajoče odpadne vode.



$$\phi_v = 28000 \text{ oseb} * 200 \frac{\text{l}}{\text{osebo}} * 250 \frac{\text{mg BPK}}{\text{l}} = 1400 \text{ kg BPK}$$

V primarnem usedalniku se odstrani 35 % oz. 490 kg in na čistilno napravo gre 910 kg BPK

a) Precejalnik

$$1 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 0,1 \text{ kg BPK}$$

$$x \dots\dots\dots 910 \text{ kg BPK}$$

$$x = 9100 \text{ m}^3$$

Precejalnik je globok 3m, izračunamo potrebno površino bazena

$$V = h * s \quad \Rightarrow \quad s = \frac{V}{h} = \frac{9100 \text{ m}^3}{2 \text{ m}} = 4050 \text{ m}^2$$

b) Bazen z aktivnim blatom

$$1 \text{ m}^3 \dots\dots\dots 0,56 \text{ kg BPK}$$

$$x \dots\dots\dots 910 \text{ kg BPK}$$

$$x = 1625 \text{ m}^3$$

Bazen je globok 3m

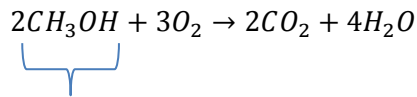
$$s = 541,67 \text{ m}^2$$

Naloga 8:

Dve odpadni vodi imata obe TOC = 12 g/m³. Ena vsebuje CH₃OH, druga pa očetno kislino (CH₃COOH). Kak je njun KPK ?

TOC=totalni organski ogljik

a) CH₃OH



TOC=12 g/l imamo 1 atom ogljika, ki ima molsko maso 12 g/mol, torej imamo 1 mol ogljika.

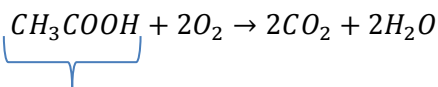
Iz reakcije izračunamo množino kisika

$$\begin{aligned} 2 CH_3OH & \dots \dots \dots 1 mol \\ 3 O_2 & \dots \dots \dots x \\ x & = 1,5 mol O_2 \end{aligned}$$

Izračunamo še KPK na 1liter vode

$$KPK = n_{O_2} * M_{O_2} = 1,5 mol * 32 \frac{g}{mol} = 48 \frac{g}{L}$$

b) CH₃COOH



TOC=12 g/l imamo 2 atoma ogljika, z molsko maso 12 g/mol, torej imamo samo 0,5 mol ogljika

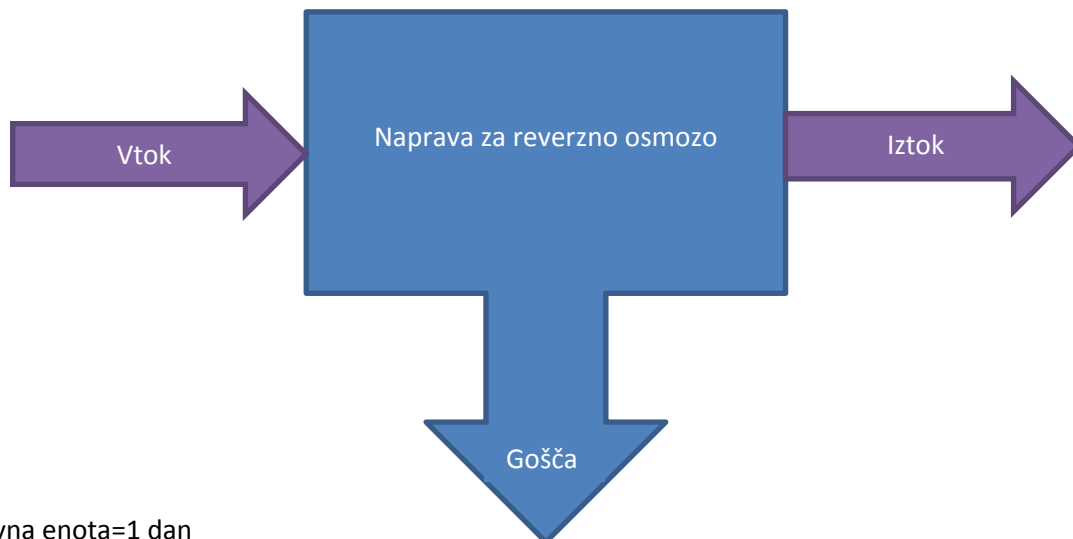
$$\begin{aligned} CH_3COOH & \dots \dots \dots 0,5 mol \\ 2 O_2 & \dots \dots \dots x \\ x & = 1 mol O_2 \end{aligned}$$

$$KPK \text{ za kisik} = 1 mol * 32 \frac{g}{mol} = 32 \frac{g}{L}$$

Dodatne računске naloge s 3. predavanja

Naloga 9:

Naprava za reverzno osmozo, ki dnevno razsoli 5×10^6 l vode/dan, ki vsebuje 1500 mg/l soli. Očiščena voda s pretokom 3×10^6 l/dan vsebuje 75 mg/l soli. Kakšna je koncentracija soli v gošči?



Časovna enota=1 dan

masa soli na vstopu

$$m_{vstop} = \phi_v * \gamma_v = 5 \times 10^6 l * 1,5 \frac{g}{l} = 7500000 g = 7500 kg$$

masa soli na izstopu

$$m_{izstop} = \phi_{iz} * \gamma_{iz} = 3 \times 10^6 l * 0,075 \frac{g}{l} = 225000 g = 225 kg$$

masa soli, ki ostane v gošči

$$m_{gošča} = m_{vstop} - m_{izstop} = 7500 - 225 = 7275 kg$$

Za koncentracijo potrebujemo še volumen (pretok)

$$\phi_{gošča} = \phi_v - \phi_{iz} = 5 \times 10^6 - 3 \times 10^6 = 2 \times 10^6 l$$

$$\gamma_{gošča} = \frac{m_{gošča}}{\phi_{gošča}} = \frac{7275 kg}{2 \times 10^6 l} = 0,0036375 \frac{kg}{l} = 3,367 \frac{g}{l}$$

Naloga 10:

Odpadno blato zgostimo iz 2 g/l na 17 g/l. Koliko se zmanjša volumen?

Za izračun novega volumna, lahko si izberemo poljubni začetni volumen npr. 100 l

Izračunamo maso blata v 100L odpadne vode

$$m_{blato} = \gamma_{blato,začetna} * V_{raztopine} = 2 \frac{g}{L} * 100L = 200g$$

Izračunamo nov volumen, ki je potrebe, da bomo imeli koncentracijo 17 g/l

$$V = \frac{m_{blato}}{\gamma_{blato,nova}} = \frac{200 g}{17 \frac{g}{L}} = 11,76 L$$

Izračunamo razmerje teh volumnov

100 L 100%

11,76 L x

$$x = 0,1176 \quad \text{oz. } 11,76 \%$$

Torej nov volumen je 11,76% začetnega volumna oz. zmanjša se za ~88%

To nalogo bi lahko izračunali tudi tako, da si izberemo poljubno začetno maso, in naprej računamo na osnovi mase.

Naloga 11:

Kolikšna je pričakovana koncentracija PAH v maščobnem tkivu v ribi v reki če je $\log K_{ow}=2,35$ in če je povprečna koncentracija PAH v vodi 7,13 $\mu\text{g/l}$

$$K_{ow} = \frac{\gamma_{maščoba}}{\gamma_{voda}}$$

Koncentracija v maščobi ribe:

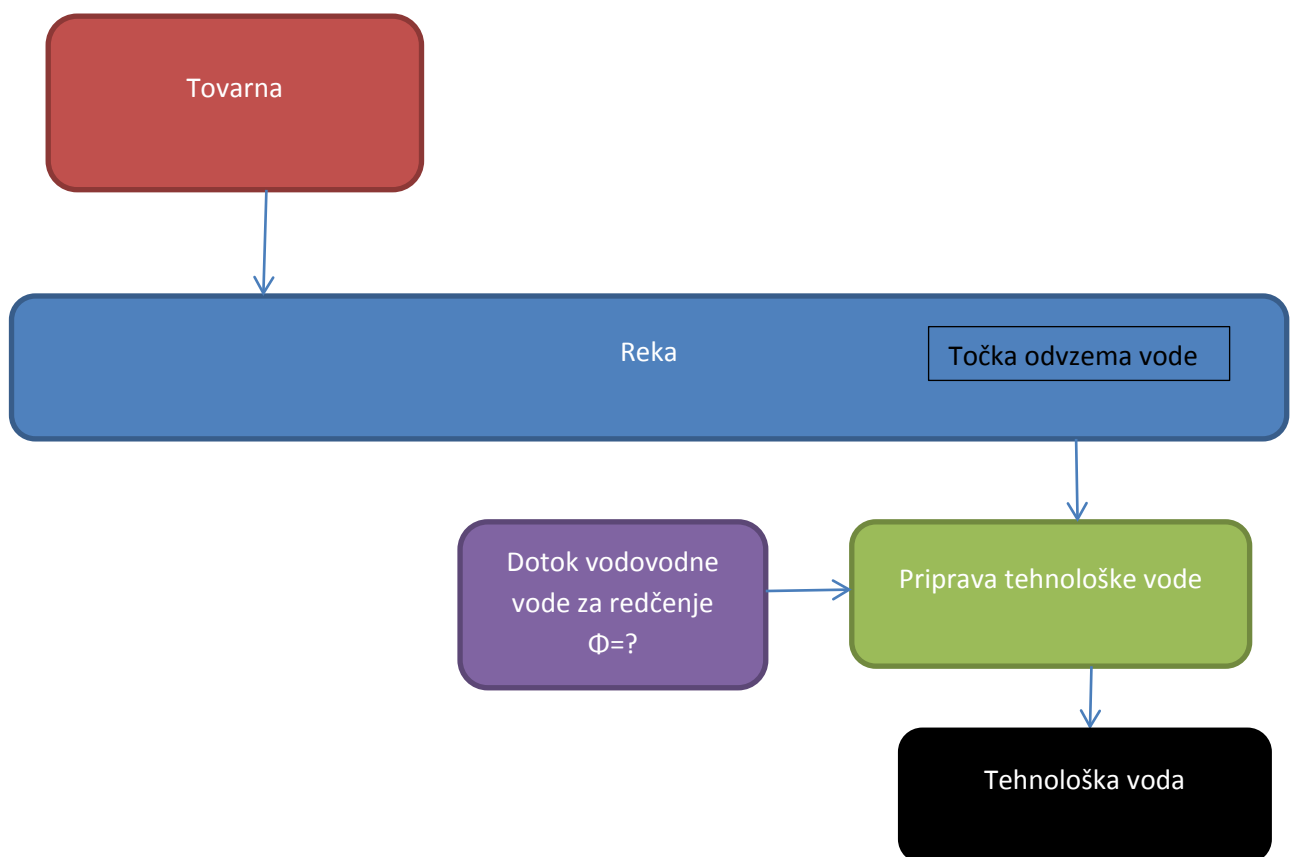
$$\gamma_{maščoba} = \gamma_{voda} * K_{ow} = \gamma_{voda} * 10^{\log K_{ow}} = 7,13 \frac{\mu\text{g}}{l} * 10^{2,35}$$

$$\gamma_{maščoba} = 1596,2 \frac{\mu\text{g}}{l} \approx 1,596 \frac{\text{mg}}{l}$$

Naloge računski seminar:

Naloga 1:

Rečna voda s pretokom 25 m³/s vsebuje 400 mg/l soli. Vanjo priteka izpust industrijske vode s pretokom 5,0 m³/s, ki vsebuje 2000 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 mg/l), da bo tehnološka voda vsebovala največ 500 mg/l soli ?



Najprej izračunamo pretok in koncentracijo soli v točki odvzema vode

$$\phi = \phi_{reka} + \phi_{tovarna} = 25 + 5 = 30 \frac{m^3}{s}$$

Masa soli

$$m_{soli,reka} = \phi_{reka} * \gamma_{reka} = 25 \frac{m^3}{s} * 400 \frac{g}{m^3} = 10000 \frac{g}{s}$$

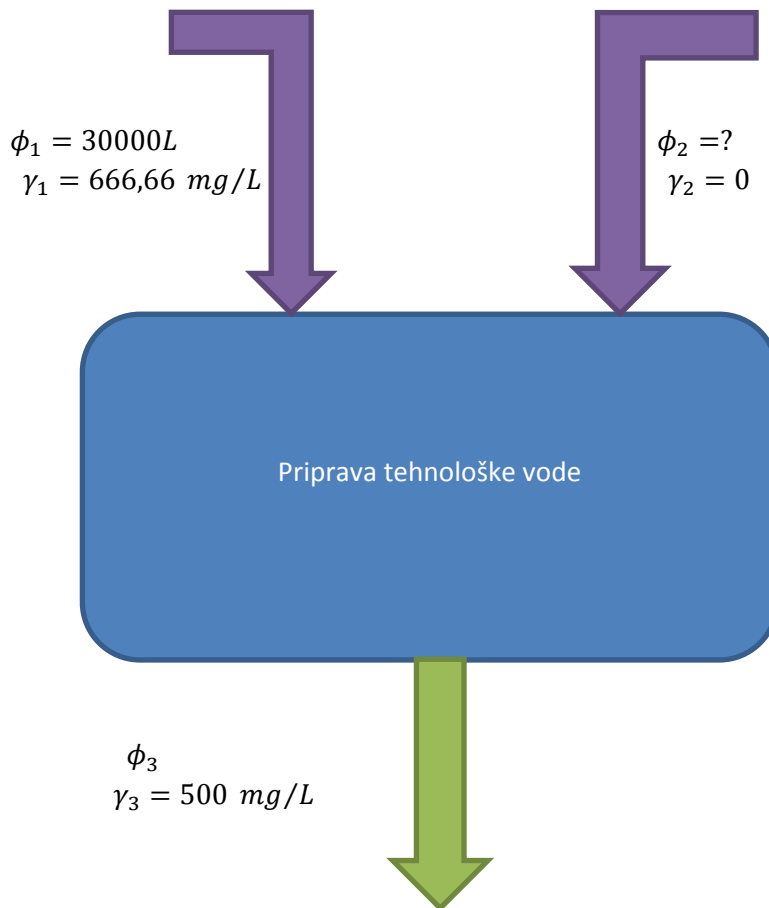
$$m_{soli,tovarna} = \phi_{tovarna} * \gamma_{tovarna} = 5 \frac{m^3}{s} * 2000 \frac{g}{m^3} = 10000 \frac{g}{s}$$

$$m_{soli,skupna} = m_{reka} + m_{tovarna} = 20000 \frac{g}{s}$$

Koncentracija soli v točki odvzema

$$\gamma = \frac{m}{V} = \frac{20000 \frac{g}{s}}{30 \frac{m^3}{s}} = 666,66 \frac{g}{m^3} \text{ kar je isto kot } 666,66 \frac{mg}{L}$$

Torej v točki odvzema imamo 666,66 mg/l soli, tehnološka voda pa lahko vsebuje največ 500 mg/l. Koliko jo moramo razredčiti?



$$\phi_3 = \phi_1 + \phi_2$$

$$\phi_3 * \gamma_3 = \phi_1 * \gamma_1 + \phi_2$$

$$(\phi_1 + \phi_2) * \gamma_3 = \phi_1 * \gamma_1 + \phi_2$$

$$\phi_1 * \gamma_3 + \phi_2 * \gamma_3 = \phi_1 * \gamma_1 + \phi_2$$

$$\phi_2 * \gamma_3 - \phi_2 = \phi_1 * \gamma_1 - \phi_1 * \gamma_3$$

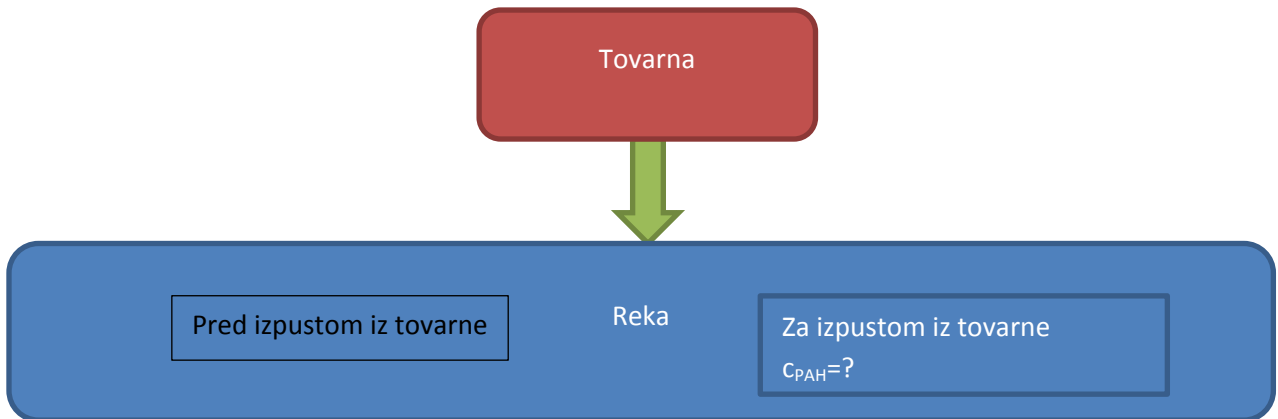
$$\phi_2(\gamma_3 - 1) = \phi_1 * \gamma_1 - \phi_1 * \gamma_3$$

$$\phi_2 = \frac{\phi_1 * \gamma_1 - \phi_1 * \gamma_3}{\gamma_3 - 1} = 10020 L \text{ oz. } 10 m^3/s$$

Pretoku iz reke moramo dodajati še 10m³/s čiste vodovodne vode, da dosežemo željeno koncentracijo.

Naloga 2:

Odpadna voda vsebuje 25 mikrog/l PAH in izteka iz tovarne s pretokom 4500 m³/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 m³/dan.



Časovna enota=1 dan

Količina pred izpustom:

$$m_{PAH} = \phi_{reka} * \gamma_{PAH} = 8200 \text{ m}^3 * 0,5 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}} = 4,1 \text{ g}$$

Količina za izpustom

NE SMEMO POZABITI NA REKO!!!

$$m_{PAH_{za\ izpustom}} = m_{PAH_{reka}} + m_{PAH_{tovarna}}$$

$$m_{PAH_{tovarna}} = 4500 \text{ m}^3 * \frac{25\mu\text{g}}{\text{l}} = 112,5 \text{ g}$$

$$m_{PAH_{za\ izpustom}} = 4,1 + 112,5 = 116,6 \text{ g}$$

Koncentracija

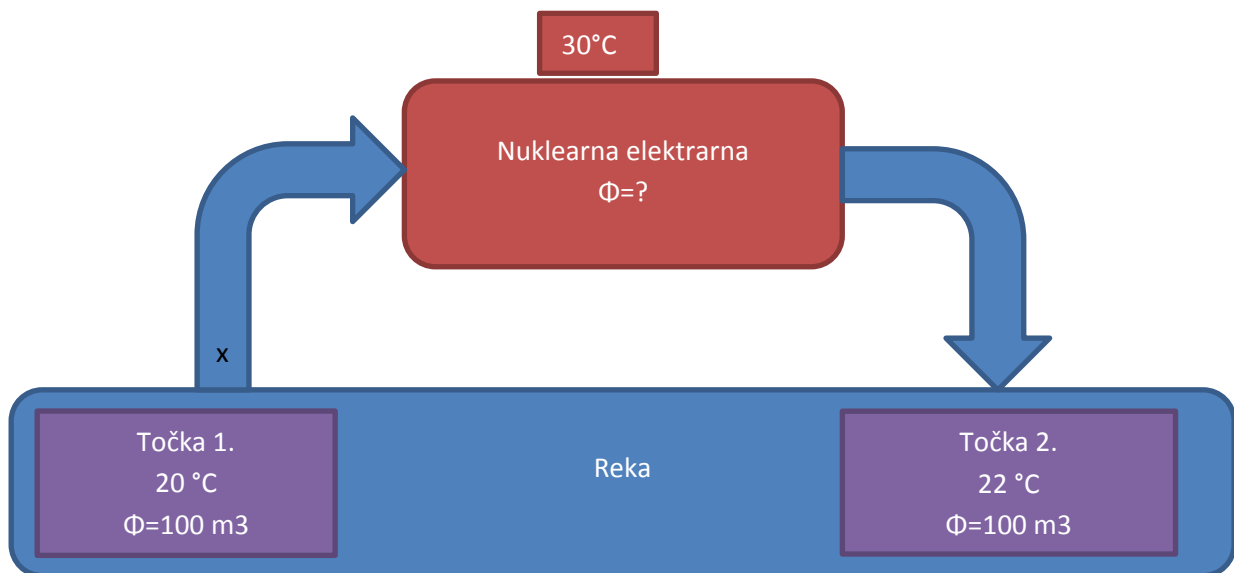
$$V_{za\ izpustom} = V_{reka} + V_{tovarna}$$

$$\gamma_{PAH_{za\ izpustom}} = \frac{m_{PAH}}{V_{za\ izpustom}} = \frac{116,6 \text{ g}}{12700 \text{ m}^3} = 0,009181 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 9,18 \mu\text{g}/\text{m}^3$$

Naloga 3:

Za hlajenje nuklearne elektrarne uporabljamo rečno vodo. Reka nad zajemom hladilne vode ima pretok 100 m³/s in temperaturo 20 °C. Hladilna voda se segreje za 10 °C. Koliko rečne vode (Q) lahko uporabimo za hlajenje nuklearne elektrarne, če se temperatura v reki po izpustu lahko dvigne za največ 2 °C ?

Časovna enota=1 s



Skupni pretok reke je 100m³/s. Elektrarna odvzema vodo v točki 1. in s tem začasno zmanjša pretok med točkama 1 in 2, ki se ponovno vrne nazaj na 100m³/s v točki 2. Moramo izračunati koliko vode črpa elektrarna.

$$\phi_1 = \phi_2$$

$$\underbrace{\phi_2}_{\text{pretok v točki 2}} = \underbrace{(1-x)\phi_1}_{\text{pretok za točko 1}} + \underbrace{x*\phi_1}_{\text{pretok skozi elektrarno}}$$

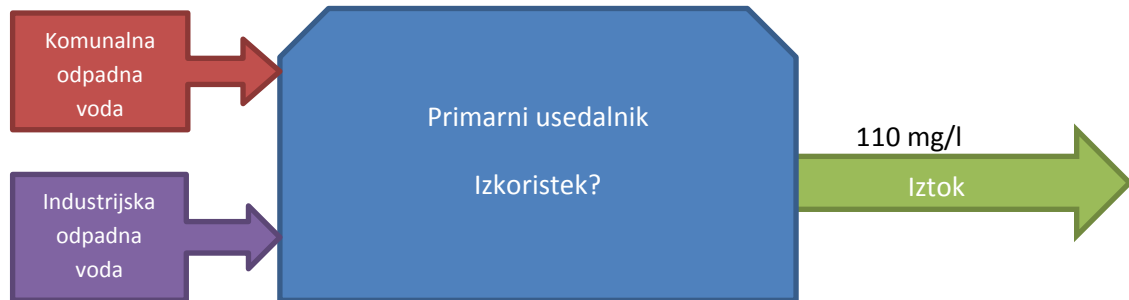
Vstavimo še temperature vode in izrazimo x

$$\begin{aligned} \phi_2 * T_2 &= (1-x)\phi_1 * T_1 + x * \phi_1 * T_{elek} \\ \phi_2 * T_2 &= \phi_1 * T_1 - x\phi_1 * T_1 + x * \phi_1 * T_{elek} \\ -x\phi_1 * T_1 + x * \phi_1 * T_{elek} &= \phi_2 * T_2 - \phi_1 * T_1 \\ x(-\phi_1 * T_1 + \phi_1 * T_{elek}) &= \phi_2 * T_2 - \phi_1 * T_1 \\ x &= \frac{\phi_2 * T_2 - \phi_1 * T_1}{-\phi_1 * T_1 + \phi_1 * T_{elek}} = \frac{100 * 22 - 100 * 20}{-100 * 20 + 100 * 30} = 0,2 \end{aligned}$$

Torej pretok skozi elektrarno je 0,2 ϕ_1 oz. 0,2 * 100m³ = 20 m³

Naloga 4:

Na čistilno napravo priteka 3 m³/s komunalne odpadne vode s koncentracijo suspendiranih snovi 350 mg/l in 0,1 m³/s industrijske odpadne vode s koncentracijo suspendiranih snovi 1550 mg/l. Kakšen je učinek čiščenja v primarnem usedalniku, če je v iztoku 110 mg/l suspendiranih snovi?



Časovna enota=1 s

$$\phi_{vstop} = \phi_{izstop}$$

Masa snovi na vstopu?

$$m_{vstop} = m_{komunalna} + m_{industrijska}$$

$$m_{komunalna} = \phi_{komunalni} * \gamma_{komunalni} = 3 \text{ m}^3 * 350 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 1050 \text{ g}$$

$$m_{industrijska} = \phi_{industrijska} * \gamma_{industrijska} = 0,1 \text{ m}^3 * 1550 \frac{\text{mg}}{\text{l}} = 155 \text{ g}$$

Skupna masa snovi na vstopu je 1205 g

$$\text{Skupni volumen na vstopu je } \phi_{komunalni} + \phi_{industrijski} = 3 + 0,1 = 3,1 \text{ m}^3$$

Iz teh podatkov izračunamo totalno koncentracijo snovi na vstopu

$$\gamma_{vstop} = \frac{m_{vstop}}{\phi_{vstop}} = \frac{1205 \text{ g}}{3,1 \text{ m}^3} = 388,7 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} \quad \text{oz.} \quad 388,7 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Na izstopu pa imamo 110 mg/l

Izkoristek procesa

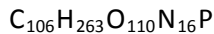
$$\eta = \frac{\gamma_{vstop}}{\gamma_{izstop}} = \frac{110}{388,7} = 0,283 \quad \text{oz.} \quad 28,3 \% \quad \text{ta podatek ni izkoristek!!}$$

Na izstopu imamo 28,3 % snovi, ki je na vstopu, kar pomeni

$$\text{Izkoristek} = 100 - 28,3 = 71,7 \% \quad \text{!!!!}$$

Naloga 5:

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?

Molska masa alg=3553,25 g/mol

$$a) n_{alg} = \frac{m_{alg}}{M_{alg}} = \frac{1 \text{ g}}{3553,25 \text{ g/mol}} = 0,2814 \text{ mmol}$$

$$\text{masa ogljika: } m_C = N_C * n_{alg} * M_C = 106 * 0,000281 \text{ mol} * 12 \text{ g/mol} = 357,98 \text{ mg}$$

$$\text{masa vodika: } m_H = N_H * n_{alg} * M_H = 263 * 0,000281 \text{ mol} * 1 \text{ g/mol} = 73,9 \text{ mg}$$

$$\text{masa kisika: } m_O = N_O * n_{alg} * M_O = 110 * 0,000281 \text{ mol} * 16 \text{ g/mol} = 494,56 \text{ mg}$$

$$\text{masa dušika: } m_N = N_N * n_{alg} * M_N = 16 * 0,000281 \text{ mol} * 14 \text{ g/mol} = 62,94 \text{ mg}$$

$$\text{masa fosforja: } m_P = N_P * n_{alg} * M_P = 1 * 0,000281 \text{ mol} * 31 \text{ g/mol} = 8,71 \text{ mg}$$

b) limitni nutrient

Na 1 liter vode

Dušika imamo na voljo 0,1 mg:

$$\frac{m_N * m_{alg}}{m_N \text{ v določeni masi alg}} = \frac{0,1 \text{ mg N} * 1 \text{ g alg}}{0,06294 \text{ g}} = 1,6 \text{ mg}$$

Fosforja imamo na voljo 0,04 mg:

$$\frac{m_P * m_{alg}}{m_P \text{ v določeni masi alg}} = \frac{0,04 \text{ mg N} * 1 \text{ g alg}}{0,00871 \text{ g}} = 4,6 \text{ mg}$$

Dušik omejuje rast alg na 1,68 mg/l zato je tušik limitni nutrient.

Lahko se reši tudi na način, da računamo glede na množino elementov

$$\frac{n_N}{16} = \frac{n_P}{1}$$

$$n_N = \frac{0,1 \text{ mg}}{14 \text{ mg/mmol}} = 0,0071 \text{ mmol}$$

$$n_P = \frac{0,04 \text{ mg}}{31 \text{ mg/mmol}} = 0,00129 \text{ mmol}$$

$$\frac{0,0071 \text{ mmol}}{16} = \frac{0,00129 \text{ mmol}}{1}$$

$0,000444 \text{ mmol} = 0,00129 \text{ mmol} \Rightarrow 0,000444 \ll 0,00129$ dušik je limitni nutrient

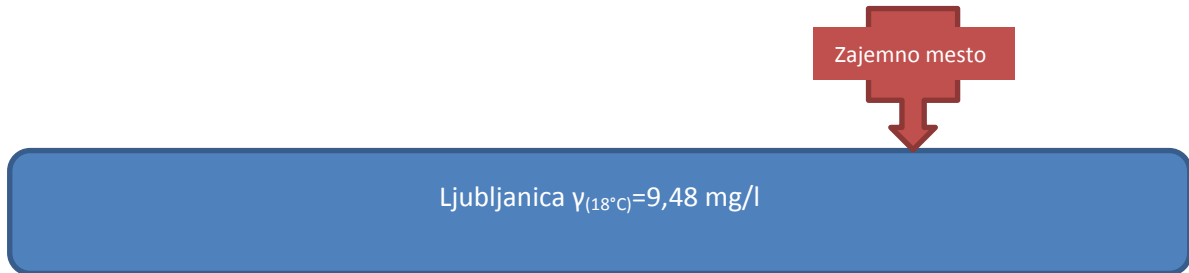
Na koncu še množino dušika zmnožimo z molsko maso alg in dobimo rast

$$0,000444 \text{ mol} * 3550 \text{ g/mol} = 1,6 \text{ mg}$$

Naloga 6:

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



$$\text{Nasičena topnost kisika pri } 18^{\circ}\text{C } \gamma = 9,48 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

$$\text{Koncentracija zajetega vzorca } \gamma = 7,10 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$$

Koncentracija zajetega vzorca je manjša od nasičene vrednosti za $2,38 \frac{\text{mg}}{\text{l}}$ ali v procentih

$$9,48 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \dots\dots\dots 100\%$$

$$7,10 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \dots\dots\dots x$$

$$x = 74,89 \%$$

Torej v temu vzorcju imamo je raztopljeno 2,38 mg/l manj kisika kot bi lahko bilo raztopljeno oz. imamo deficit kisika.

Zaradi biološke aktivnosti (mikroorganizmi), nečistoče) se vrednost koncentracije raztopljenega kisika spreminja s časom.

Naloga 7:

$\log K_{OW} = 5,3$ za heksaklorobenzen (HCB). Kakšna bo napovedana koncentracija HCB zaradi biokoncentracije v maščobi ribe, ki plava v vodi, ki vsebuje 0,000010 mg/l te kemikalije? $\sim 2 \text{ mg/kg}$

$$K_{OW} = \frac{\gamma_{\text{maščoba}}}{\gamma_{\text{voda}}}$$

Koncentracija v maščobi ribe:

$$\gamma_{\text{maščoba}} = \gamma_{\text{voda}} * K_{OW} = \gamma_{\text{voda}} * 10^{\log K_{OW}} = 0,00001 \frac{\text{mg}}{\text{l}} * 10^{5,3}$$

$$\gamma_{\text{maščoba}} = 1,995 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \approx 2 \frac{\text{mg}}{\text{kg}}$$

Naloga 8:

Celotni BPK (BPK_K) odpadne vode je 300 mg/l in BPK₅ = 200 mg/l. Kakšna je konstanta hitrosti biokemijske razgradnje (k ali K)?

Končni (celotni) BPK označimo z BPK_K

Trenutni BPK (odvisen od časa) pa BPK_T

Vrednost trenutnega BPK računamo po enačbi

$$BKP_T = BKP_K * (1 - e^{-k * \text{število dni}}) \quad \text{oz.} \quad BKP_T = BKP_K * (1 - e^{-k * t})$$

To enačbo preuredimo in iz nje izrazimo k

$$BKP_T = BKP_K - BKP_K * e^{-kt}$$

$$BKP_K * e^{-kt} = BKP_K - BKP_T$$

$$e^{-kt} = \frac{BKP_K - BKP_T}{BKP_K} \quad \log$$

$$\ln e^{-kt} = \ln \frac{BKP_K - BKP_T}{BKP_K}$$

$$-kt = \ln \frac{BKP_K - BKP_T}{BKP_K} \quad \Rightarrow \quad k = - \frac{\ln \frac{BKP_K - BKP_T}{BKP_K}}{t}$$

Čas = 5 dni

$$k = - \frac{\ln \frac{300 - 200}{300}}{5 \text{ dni}} = 0,22 \frac{1}{\text{dan}}$$

Naloga 9:

Kakšna je pričakovana koncentracija hormona etinil estradiola (EE2) v maščobnem tkivu ribe v reki, če je logK_{ow} = 2,35 in če je povprečna letna koncentracija EE2 v rečni vodi 2,13 mikrog/l?

$$K_{OW} = \frac{\gamma_{\text{maščoba}}}{\gamma_{\text{voda}}}$$

Koncentracija v maščobi ribe:

$$\gamma_{\text{maščoba}} = \gamma_{\text{voda}} * K_{OW} = \gamma_{\text{voda}} * 10^{\log K_{OW}} = 2,13 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}} * 10^{2,35}$$

$$\gamma_{\text{maščoba}} = 476,84 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}} \approx 476,84 \frac{\mu\text{g}}{\text{kg}}$$

Naloga 10:

Izračunajte koncentracijo DDT v jezerski vodi 3 mesece po škropljenju območja, če je razpolovni čas za DDT 56 dni! Predpostavite razpad kemikalije po kinetiki 1. reda. Začetna koncentracija DDT je 4,1 mikrog/l.

Iz enačbe za razpolovni čas izračunamo konstantno hitrosti razpada za prvi red.

$$c = \frac{c_0}{2}$$

$$\ln \frac{c_0}{c} = kt \quad \Rightarrow \quad \ln \frac{2c_0}{c_0} = k\tau \quad \boxed{\tau = \frac{\ln 2}{k}}$$

$$k = \frac{\ln 2}{\tau} = \frac{\ln 2}{56 \text{ dni}} = 0,01237 \frac{1}{\text{dan}}$$

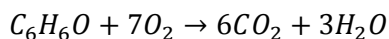
Izračunamo koncentracijo po 3. mesecih oz. ≈ 90 dni

$$\ln \frac{c_0}{c} = kt \quad \frac{c_0}{c} = e^{kt}$$
$$c = \frac{c_0}{e^{kt}} = \frac{4,1 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}}}{e^{0,01237 \frac{1}{\text{dan}} * 90 \text{ dni}}} = \frac{4,1 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}}}{3,0444} = 1,3467 \frac{\mu\text{g}}{\text{l}}$$

Naloga 11:

Izračunajte teoretično kemijsko potrebo po kisiku (TKPK) za FENOL ! Kemijska formula fenola = $\text{C}_6\text{H}_6\text{O}$

Napišemo reakcijo oksidacije fenola:



$$n_{\text{fenol}} = \frac{n_{\text{O}_2}}{7} \quad \text{or } 7 \text{ molov } \text{O}_2 \text{ reagira z } 1 \text{ mol fenola}$$

Preračunamo na maso

$$7 \text{ mol } \text{O}_2 * 32 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 224 \text{ g } \text{O}_2 \quad \text{reagira z } 1 \text{ mol Fenol} * 94 \frac{\text{g}}{\text{mol}} = 94 \text{ g fenol}$$

224 g O_2 reagira z 94 g fenola pri popolni oksidaciji

Preračunamo potrebno maso kisika za reakcijo z 1g fenola

$$\text{TKPK} = 1 \text{ g fenol} * \frac{224 \text{ g } \text{O}_2}{94 \text{ g fenol}} = 2,389 \text{ g } \text{O}_2$$

Lahko pa tudi

$$224 \text{ g } \text{O}_2 \dots \dots \dots 94 \text{ g fenol}$$

$$x \text{ } \text{O}_2 \dots \dots \dots 1 \text{ g fenol}$$

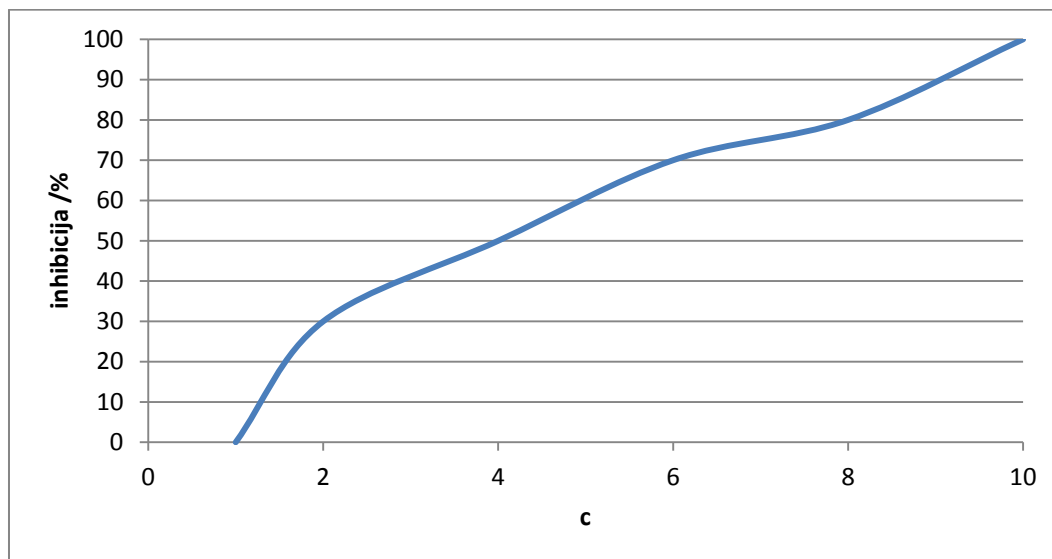
$$x = 2,389 \text{ g } \text{O}_2$$

Naloga 12:

Določi 24h EC50 odpadne vode farmacevtske industrije za vodne bolhe! Podatki strupenostnega testa so v spodnji 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

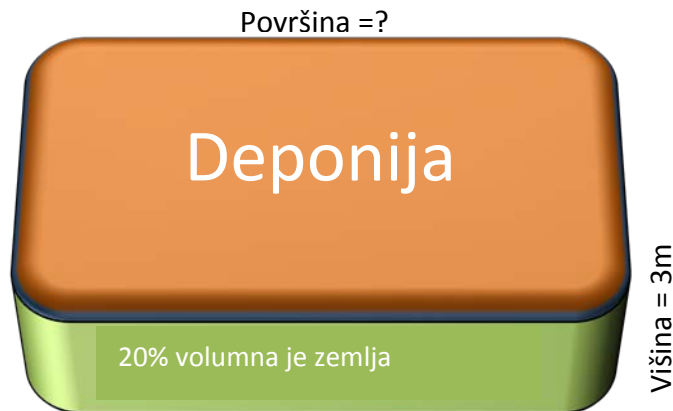
EC50=efektivna koncentracija vzorca, ki povzroči določen odziv 50% testnih organizmov
V našem primeru je ta odziv 50% inhibicija gibanja.



Torej za 50% inhibicijo potrebujemo c=5 vol % koncentracijo

Naloga 13:

Izračunajte potrebno površino (m²) za deponiranje komunalnih odpadkov, ki nastanejo v enem letu v mestu s 100.000 prebivalci! Povprečna gostota odpadkov na deponiji je 600 kg/m³, s povprečno višino 3 m. 20% volumna predstavlja zemlja, s katero prekrivajo plast odpadkov. 1 človek odloži letno približno 560 kg komunalnih odpadkov.



Količina odpadkov v enem letu:

$$m_{\text{odpadkov}} = 100000 \text{ oseb} * 560 \frac{\text{kg}}{\text{osebo}} = 56000 \text{ ton}$$

Izračunamo volumen in iz tega površino

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{56000000 \text{ kg}}{600 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 93333,33 \text{ m}^3$$

Ker je 20% deponije že zasedeno z zemljo, mora volumen biti še 20 % večji oz.

$$V_{\text{končni}} = V * 1,2 = 93333,33 \text{ m}^3 * 1,2 = 112000 \text{ m}^3$$

Izračunamo še površino glede na globino h=3m

$$V = h * s \quad \Rightarrow \quad s = \frac{V}{h}$$

$$s = \frac{112000 \text{ m}^3}{3\text{m}} = 37333,33 \text{ m}^2$$

Drugi kolokvij

1) Kakšna je pričakovana koncentracija PAH v maščobnem tkivu ribe v reki, če je $\log K_{ow} = 2,35$ in če je njegova povprečna letna koncentracija v rečni vodi $7,13 \mu\text{g/l}$?

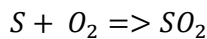
$$\boxed{K_{ow} = \frac{c_{\text{maščoba}}}{c_{\text{voda}}}} \Rightarrow c_{\text{maščoba}} = c_{\text{voda}} * K_{ow}$$

$$c_{\text{maščoba}} = 7,13 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} * 10^{2,35} = 7,13 \frac{\mu\text{g}}{\text{L}} * 223,87 = 1,596 \text{ mg/L}$$

2) Termoelektrarna v eni uri pokuri 100 t premoga, ki vsebuje 3% žvepla. Kakšno količino zraka (V) moramo zagotoviti, da bo sežig optimalen?

Predpostavimo, da premog vsebuje poleg žvepla samo še ogljik. Potreben prebitek zraka je 30%
 100t premoga = 3 t žvepla in 97 t ogljika.

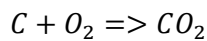
1° Žveplo



$$n_S = \frac{m_S}{M_S} = \frac{3 \times 10^6 \text{ g}}{32 \text{ g/mol}} = 93750 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = n_S = 93750 \text{ mol}$$

2° Ogljik



$$n_C = \frac{m_C}{M_C} = \frac{97 \times 10^6 \text{ g}}{12 \text{ g/mol}} = 8083333,33 \text{ mol}$$

$$n_{O_2} = n_C = 8083333,3 \text{ mol}$$

3° Skupna poraba kisika

$$n_{\text{skupno}, O_2} = 93750 \text{ mol} + 8083333,3 \text{ mol} = 8177083,33 \text{ mol}$$

$$V_{O_2} = \frac{nRT}{p} = \frac{8177083,33 \text{ mol} * 8,314 \frac{\text{J}}{\text{mol K}} * 298 \text{ K}}{10^5 \text{ Pa}} = 202593,1 \text{ m}^3$$

30 % prebitek

$$V_{O_2} = V_{O_2} * 1,3 = 263371,06 \text{ m}^3$$

Volumen zraka

$$V_{O_2} = 263371,06 \text{ m}^3 \dots \dots \dots 21 \%$$

$$V_{\text{zraka}} = x \dots \dots \dots 100 \%$$

$$x = 1,254 \times 10^6 \text{ m}^3$$

3. V mestu s 300.000 prebivalci vsak človek mesečno odloži 20 l nekoristnih in 2 l bioloških odpadkov. Njihova povprečna skupna gostota je 312 kg/m³. Pri odlaganju na deponijo jih kompaktiramo na 945 kg/m³.

Za koliko % se zmanjša letni volumen odloženih odpadkov, če začnemo biološke odpadke zbirati ločeno? Pri tem se gostota zbranih nekoristnih odpadkov spremeni na 288 kg/m³!

$$\rho_{skupna} = 312 \frac{kg}{m^3} \quad \Rightarrow \quad \rho_{nekoristnih} = 288 \frac{kg}{m^3} \quad \text{in} \quad \rho_{biološki} = 24 \frac{kg}{m^3}$$

Izračunamo količino odpadkov in volumen deponije brez ločevanja

$$V_{odpadkov} = 300.000 * 22 L = 6600 m^3$$

$$m_{odpadkov,skupna} = V_{odpadkov} * \rho_{povprečna} = 6600 m^3 * 312 \frac{kg}{m^3} = 2059,2 \text{ ton}$$

$$V_{odlagališča} = \frac{m_{odpadkov}}{\rho_{kompaktirana}} = \frac{2059200 kg}{945 m^3/kg} = 2179 m^3$$

Potem izračunamo volumen odlagališča, če bi ločeno zbirali odpadke.

$$V_{odpadkov,nekoristnih} = 300.000 * 20L = 6000 m^3$$

$$m_{odpadkov,nekoristna} = V_{odpadkov} * \rho_{nekoristna} = 6000 m^3 * 288 \frac{kg}{m^3} = 1728 \text{ ton}$$

$$V_{odlagališča,ločeno} = \frac{m_{odpadkov}}{\rho_{kompaktirana}} = \frac{1728000 kg}{945 m^3/kg} = 1828,6 m^3$$

Razmerje volumnov:

$$\frac{V_{odlagališča,skupno}}{V_{odlagališča,ločeno}} = \frac{2179 m^3 - 1828,6 m^3}{2179 m^3} = 0,16 = 16 \%$$

4. Sežigalnica sežiga odpadke, ki vsebujejo 85% organskih snovi, 10% vode in 5% anorganskih snovi. Tok odpadkov je 1000 kg/h. Kurilna vrednost goriva je 19.000 kJ/kg in ta ne vsebuje vlage. Tok zraka je 10.000 kg/h. 5% toplote se izgubi z radiacijo in 10% goriva ostane nesežganega v pepelu pri 800 st.C. Specifična toplota pepela je 0,837 kJ/st.C in specifična toplota zraka je 1,0 kJ/(kg st.C). Kakšna je temperatura izpušnih plinov?

$$\phi_V = 1000 \frac{kg}{h}$$

$$\phi_{V,organske snovi} = \phi_V * w_{organske snovi} = 1000 \frac{kg}{h} * 0,85 = 850 \frac{kg}{h}$$

$$Q = \phi_{V,organski} * \Delta H_{kurilna} = 850 \frac{kg}{h} * 19000 \frac{kJ}{kg} = 16150000 \frac{kJ}{h} = 16,15 \frac{GJ}{h}$$

Poraba toplote za uparjevanje vode:

$$\Delta H_{uparjalna \text{ za vodo}} = 2575 \text{ kJ/kg}$$

$$\phi_{V,voda} = 1000 \frac{kg}{h} * 0,1 = 100 \frac{kg}{h}$$

$$Q_{uparjanje \text{ vode}} = \phi_{V,voda} * \Delta H_{uparj} = 100 \frac{kg}{h} * 2575 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{voda} = 257500 \text{ kJ/h}$$

Izgube toplote z radijacio

$$Q_{radijacija} = Q * w_{radijacija} = 16,15 \frac{GJ}{h} * 0,05 = 807,5 \frac{MJ}{h}$$

Izgube toplote s pepelom

$$\phi_{pepel} = \phi_V * w_{pepel}$$

$$w_{pepel} = 0,05 \text{ anorganskih snovi} + \text{nesežgani pepel}$$

$$w_{nesežgani \text{ pepel}} = w_{organski \text{ snovi v vstopni zmesi}} * w_{nesežgano \text{ gorivo}} = 0,85 * 0,1 = 0,085$$

$$w_{pepel} = 0,05 + 0,085 = 0,135$$

$$\phi_{pepel} = \phi * w_{pepel} = 1000 \frac{kg}{h} * 0,135 = 135 \frac{kg}{h}$$

$$c_{p,pepel} = 0,837 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$$

$$\Delta H_{pepel} = c_{p,pepel} * T = 0,837 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C} * 800 \text{ } ^\circ C = 669,6 \frac{kJ}{kg}$$

$$Q_{pepel} = \phi_{pepel} * \Delta H_{pepel} = 135 \frac{kg}{h} * 669,6 \frac{kJ}{kg} = 90396 \frac{kJ}{h}$$

Toplota plinov

Toplota, ki preostane na koncu:

$$Q_{preostala} = Q_V - Q_{voda} - Q_{radijacija} - Q_{pepel} = 16150000 - 257500 - 807500 - 90396$$

$$Q_{preostala} = 14994604 \frac{kJ}{h} = 15000000 \frac{kJ}{h}$$

$$Q = m * c_p * \Delta T \quad \text{oz.} \quad Q = \phi_m * c_p * T$$

$$T = \frac{Q}{\phi_M * c_p} = \frac{15000000 \frac{kJ}{h}}{10000 \frac{kg}{h} * 1 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}} = 1500 \text{ } ^\circ C$$

5. Komunalne trdne odpadke sežigamo v energetske namene. Ti vsebujejo povprečno 20% vlage, 6% suhe snovi pa predstavlja vodik. Obe vrednosti sta izraženi v masnih %. Tipična kurilna vrednost trdnih odpadkov je 12.900 kJ/kg. Del te energije se izgubi zaradi v odpadkih prisotne vlage. To izgubo lahko opišemo z empirično enačbo: Q_L (kJ) = 2.440 x (W (kg vlage v odpadku) + 9 x H (kg H v suhi masi odpadka)).

Izračunajte kurilno vrednost 1 kg komunalnega trdnega odpadka!

$$\Delta H_{\text{trdni odpadki}} = 12900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Del energije, ki se izgubi zaradi vlage

1kg trdnih odpadkov pomeni

20% oz 200 g vlage

Ostane še 800 g suhe snovi..... 6% suhe snovi pa predstavlja vodik

800g * 0,06=48 g je vodik

$$Q_L = 2440 * (m_{\text{vlage}} + 9 * m_{\text{vodik}}) = 2440 * (0,2 + 9 * 0,048) = 1542,08 \text{ kJ}$$

HHV – visko kurilna vrednost

$$\Delta H_{\text{kurilna}} = 12900 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

LHV – nizka kurilna vrednost

$$\Delta H_{\text{nizka kurilna vrednost}} = 12900 - 1542,08 = 11357,92 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$