

SEDIMENTAČNÍ NÁDRŽE CVIČENÍ

doc. Ing. Jaroslav Polert, Ph.D.
3. Hodina
cvičení

Obsah

- Návrh česlí
 - Počet, velikost, produkce shrabků
- Návrh lapáku šterku a písku
 - Počet, velikost, produkce odpadu
- Návrh primární sedimentace
 - Počet, velikost, produkce kalu

Schéma ČOV – Biologická část Zadání úlohy

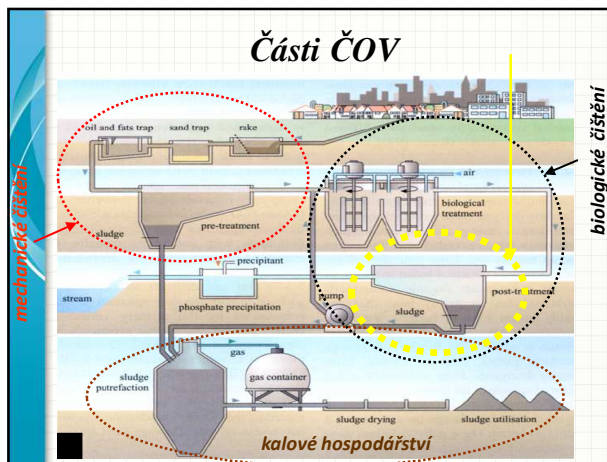
Mechanická část

Aktivační nádrž

Dosazovací nádrž

Odtok z ČOV

- Návrh
- Počet
- Velikost
- Doba zdržení
- Produkce kalu
- Návrh
- Počet
- Rozměry
- Doba zdržení
- Náčrtek s rozměry



ČOV s recirkulací a nitrifikací

$Q_{in} = 1000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$
 $S_{NH,in} = 20 \text{ g N m}^{-3}$
 $Q_{out} = Q_{in} - Q_N$
 $S_{NH,out} = 2$
 $S_{NO,out} = 11,75$
 $Q_N = 25$
 $S_{NH,out} = 2$
 $S_{NO,out} = 11,75$
 $X_{N,N} = 250$
 $Q_R = 1000$
 $S_{NH,R} = 2$
 $S_{NO,R}$
 $X_{N,R}$

$$0 = Q_{in} \cdot S_{NH,in} + Q_R \cdot (S_{NH,out} + S_{NO,out} + X_{N,N}) - (Q_{in} + Q_R) \cdot (S_{NH,out} + S_{NO,out} + X_N)$$

$$X_N = 128,5 \text{ g N m}^{-3}$$

ČOV s recirkulací a nitrifikací

$Q_{in} = 1000 \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$
 $S_{NH,in} = 20 \text{ g N m}^{-3}$
 $Q_{in} + Q_R = 2000$
 $S_{NH,out} = 2$
 $S_{NO,out} = 11,75$
 $X_{N,N} = 250$
 $Q_R = 1000$
 $S_{NH,R} = 2$
 $S_{NO,R} = 11,75$
 $X_{N,R} = X_{N,N} = 250$

Návrh aktivační nádrže

- Jak velká musí být aktivační nádrž OV, která má čistit $XX \text{ m}^3 \text{ d}^{-1}$ městské odpadní vody, která po primární sedimentaci obsahuje ještě $200 \text{ g}_{\text{BSK}_5} \text{ m}^{-3}$? Požadovaným čištěním je pouze odstraňování BSK_5 . Koncentrace kalu v aktivační nádrži bude udržována na $3 \text{ kg}_{\text{NL}} \text{ m}^{-3}$.
- Jaká je hydraulická doba zdržení

Řešení – Zatížení kalu

- $Q_{in} = XX \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$
- $C_{in} = 200 \frac{\text{g}_{\text{BSK}_5}}{\text{m}^3}$
- $X = 3 \frac{\text{kg}_{\text{NL}}}{\text{m}^3}$
- $V = ?$
- $B_{X, \text{BSK}_5} = 0,25 - 0,5 \frac{\text{kg}_{\text{BSK}_5}}{\text{kg}_{\text{NL}} \cdot \text{d}}$
- $B_{X, \text{BSK}_5} = \frac{Q_{in} \cdot C_{in}}{V \cdot X}$

Řešení – Stáří kalu

- $Q_{in} = XX \frac{\text{m}^3}{\text{d}}$
- $C_{in} = 200 \frac{\text{g}_{\text{BSK}_5}}{\text{m}^3}$
- $X = 3 \frac{\text{kg}_{\text{NL}}}{\text{m}^3}$
- $\theta_x = \frac{M_x}{PK} = \frac{V \cdot X}{PK}$
- $\theta_{X, \text{BSK}_5} = 1 - 2d$
- $PK_{\text{BSK}_5} \approx Y \cdot C_{in} \cdot Q_{in}$
- $Y \approx 0,9 \frac{\text{kg}_{\text{BSK}_5}}{\text{kg}_{\text{NL}} \cdot \text{d}}$

Řešení – doba zdržení

- $C_{in} = 200 \frac{\text{g}_{\text{BSK}_5}}{\text{m}^3}$
- $X = 3 \frac{\text{kg}_{\text{NL}}}{\text{m}^3}$
- $B_{X, \text{BSK}_5} = 0,25 - 0,5 \frac{\text{kg}_{\text{BSK}_5}}{\text{kg}_{\text{NL}} \cdot \text{d}}$
- $\theta_h = \frac{V}{Q}$
- $B_{X, \text{BSK}_5} = \frac{Q_{in} \cdot C_{in}}{V \cdot X}$
- $B_{X, \text{BSK}_5} = \frac{Q_{in} \cdot C_{in}}{\theta_h \cdot X}$
- $\theta_h = \frac{Q_{in} \cdot C_{in}}{B_{X, \text{BSK}_5} \cdot X}$

Dosazovací nádrž objekt pro separaci biologického kalu

Funkce DN

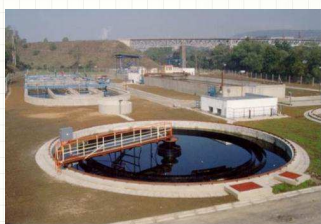
- oddělit vyčištěnou vodu od aktivovaného kalu
- shromáždit a zahustit oddělený kal – recyklační x přebytečný
- krátkodobá akumulace kalu vyplaveného z AN během deště

rozdíl mezi DN a UN

... hladina DN se nestírá

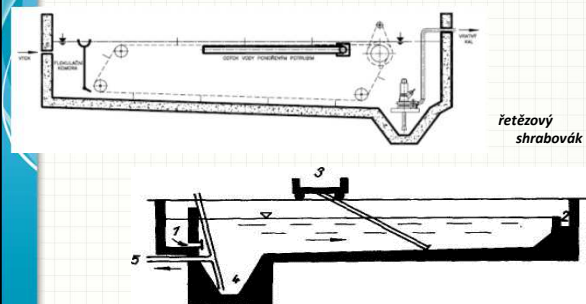
Druhy nádrží podle způsobu protékání

- horizontální
 - pravouhlé – délka max. 60 m
- vertikální
- radiální
 - kruhové – průměr max. 55 m



Dosazovací nádrž

Schematický řez DN s horizontálním průtokem



1 - přítok, 2 - odtok, 3 - prohrabovací zařízení, 4 - kalová jámka, 5 - odvod kalu

Dosazovací nádrž

Schematický řez DN s radiálním průtokem

hloubka DN při obvodu 2,5 až 3,0 m
průměr 10 až 60 m

spirálové sběrače typu Passavant

- 1 - přítok
- 2 - uklidňovací válec - perforovaný
- 3 - odtokový žlab
- 4 - prohrabovací zařízení
- 5 - kalová jímka
- 6 - odvod kalu

Dosazovací nádrž

Schematický řez DN s vertikálním průtokem

v ČR zpravidla čtvercový půdorys o straně 3,0 až 6,0 m

celková hloubka nádrže 4,0 až 6,0 m
výška svislých stěn 0,6 až 1,5 m
spád stěn kalového prostoru 2:1
vypouštěcí potrubí - min. průměr 100 mm

- 1 - přítok
- 2 - uklidňovací válec
- 3 - odtokový žlab
- 4 - odtokové potrubí
- 5 - odvod kalu

Dosazovací nádrž

Schematický řez DN s radiálním průtokem s kalovým mrakem

kalový mrak → fluidní filtrační lože → zachytí jemné vločky

kruhové DN – podmínka pro vztvoření k.m.
přivedení aktivací směsi ke dnu DN
→ plný středový uklidňovací válec

Dosazovací nádrž

Schematický řez DN s radiálním průtokem s vnitřním koagulačním prostorem

koagulace - shlukování, srážení pevné látky z koloidního roztoku
flokulace – srážení, vločkování

podmínka účinné separace kalu v DN – dobrá flokulace
zvětšení vnitřního uklidňovacího válce
→ průměr cca 33% průměru DN
hloubka ponoru kolem 67% hloubky v. s. při obvodu DN

Dosazovací nádrž

Dimenzování DN

2 hlediska – potřebná plocha hladiny F_{DN}

potřebná hloubka nádrže H_{DN}

Imhoffův kužel

Návrhové hodnoty → „průměrné“
kalový index KI

$$KI = \frac{V_{30}}{X} [ml \cdot g^{-1}]$$

V_{30} ... objem kalu po 30 min sedimentace z 1 litru aktivací směsi v
 X ... koncentrace sušiny kalu v $[g \cdot l^{-1}]$

normální	KI < 100 $g \cdot ml^{-1}$
lehký	KI = 100 - 200 $g \cdot ml^{-1}$
zbytný	KI > 200 $g \cdot ml^{-1}$

splaškové OV z domácností KI = 100 ml/g
OV s malým podílem průmyslových vod org. charakteru
KI = 100 – 150 ml/g

Dosazovací nádrž

Dimenzování DN - potřebná hloubka nádrže H_{DN}

3 dílčí hloubky

- zahušťovací zóna (vč. vložkové zóny) h_1
- oddělovací (separační) zóna h_2 (0,8 – 1,0 m)
(akumulační zóna při deštovém přítoku)
- zóna čisté vody h_3 (max 0,5 m)

$$h_1 = \frac{X [kg \cdot m^{-3}] \cdot KI [ml \cdot g^{-1}]}{1000}$$

hloubka DN - minimálně 2 m

Dosazovací nádrž

Dimenzování DN - potřebná plocha hladiny F_{DN}
srovnávací objem kalu VK_{AN}
 ... specifické objemové množství kalu v AN

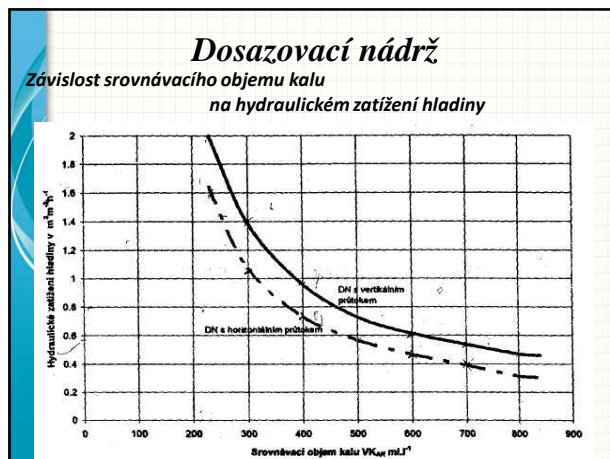
$$VK_{AN} = X \cdot KI [ml.l^{-1}, l.m^{-3}]$$

KI ... kalový index $[ml.g^{-1}]$
 X ... koncentrace sušiny kalu v $[g.l^{-1}]$

↪ graf ... přípustné hydraulické zatížení hladiny (v)

➔ $F_{DN} = \frac{Q_{bmax}}{v} [m^2]$

Q_{bmax} ... maximální bezdeštný průtok $[m^3.s^{-1}]$



Dosazovací nádrž

Technologické parametry DN
doba zdržení Θ
 ... poměr objemu nádrže $V_{DN} [m^3]$ k přítoku odpadní vody $Q [m^3.s^{-1}]$

$$\Theta = \frac{V_{DN}}{Q} [h]$$

skutečná doba zdržení Θ_{sk} $\Theta_{sk} = \Theta \cdot E_h [h]$

E_h ... hydraulická účinnost usazovacího prostoru

kruhové DN	0,4 – 0,5
podélné DN	0,4 – 0,6
čtvercové vertikální DN	0,7 – 0,8

Dosazovací nádrž

Technologické parametry DN
povrchové hydraulické zatížení v $[m^3.m^{-2}.h^{-1}]$
 ... vzestupná rychlost vody $[m.h^{-1}]$
 množství OV $[m^3]$ přiváděná na 1 m^2 plochy DN za 1 h

$$v = \frac{Q}{F_{DN}} [m^3.m^{-2}.h^{-1}]$$

zatížení nerozpuštěnými látkami N_A
 ... hmotnostní množství sušiny aktivního kalu v 1 kg přiváděné na 1 m^2 plochy DN za 1 h

$$N_A = \frac{Q_s \cdot X}{F_{DN}} [kg.m^{-2}.h^{-1}]$$

Q_s ... průtok aktivní směsi $[m^3.h^{-1}]$
 X ... koncentrace sušiny aktivovaného kalu $[kg.m^{-3}]$
 ... pro městské OV 3,5 až 5 $kg.m^{-3}$

Dosazovací nádrž

Orientační parametry DN

Uspořádání průtoku DN	střední doba zdržení $\Theta [h]$	povrchové hydraulické zatížení $v [m^3.m^{-2}.h^{-1}]$
horizontální průtok nádrží		
- za biofiltry	1,6	2,0
- za aktivaci	1,8	1,6
vertikální průtok nádrží		
- za biofiltry	1,2	2,5
- za aktivaci	1,6	2,0

Dosazovací nádrž- zadání

- Určete průměr, objem a hloubku jednotlivých zón kruhové dosazovací nádrže s radiálním průtokem, přičemž hodnota koncentrace kalové sušiny v aktivaci nádrži je rovna hodnotě $X = 5,0 kg.m^{-3}$ a jedná se o čištění splaškových odpadních vod z domácností.
- Pro typ použijte opačný typ než byl použit v případě primární sedimentace