

SEDIMENTAČNÍ NÁDRŽE CVIČENÍ

doc. Ing. Jaroslav Pollert, 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 – mechanická část Zadání úlohy

Nátok

Česle

Lapák písku

Primární sedimentace

Biologická část

- Návrh
- Počet
- Úhel
- Velikosti česlic
- Produkce shrabků

- Návrh
- Počet
- Rozměry
- Doba zdržení
- Produkce písku
- Náčrtek s rozměry

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

Česle


odstranění hrubých nečistot do velikostí cca 1 mm
 $v_{optim.} = 0,3 - 0,9 \text{ m.s}^{-1}$

a, hrubé česle

- velikost průřin 5 až 20 cm
- zpravidla ručně stírané

b, jemné česle

- velikost průřin 10 až 20 mm
- zpravidla strojně stírané
- transport shrabků



I, ručně stírané
→ bezobslužné

- česle s oběžným pásem
- stupňové česle
- vozíkové česle
- řetězové česle
- bubnová síta

shrabky

hrubé č. 2 – 3 l/1EO.rok
jemné č. 5 – 10 l/1EO.rok

Česle

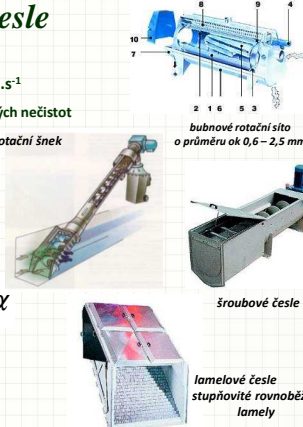
Podklady pro návrh
rychlost mezi česlicemi $v_{mč} < 1,2 \text{ m.s}^{-1}$
... nedochází k protlačování zachycených nečistot

b ... šířka česlic

d ... rozteč česlic $v_{mč} = \frac{b+d}{d} \cdot v$ rotační šnek

v ... přítoková rychlost

znečištění česlic
→ vyšší hydraulické ztráty



bubnové rotační síto o průměru ok 0,6 – 2,5 mm

šroubové česle

lamelové česle stupňovitě rovnoběžné lamely

$$z_{\epsilon} = h_{\epsilon} = \beta \cdot \left(\frac{l}{b}\right)^{\frac{4}{3}} \cdot \frac{v^2}{2 \cdot g} \sin \alpha$$

β ... tvarový součinitel (0,8)
 b ... šířka česlí
 l ... šířka mezery mezi česlicemi
 v ... přítoková rychlost před česlicemi
 g ... tíhové zrychlení
 α ... sklon česlic od vodorovné osy zpravidla 30 až 70°

Lapáky písku

zachytávání písku a min. částic nekalových částic s vysokým org. podílem

- velikost zrn 0,2 až 0,25 mm
- $v_{optim.} = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$
- produkce písku 5 až 12 l/1EO.rok

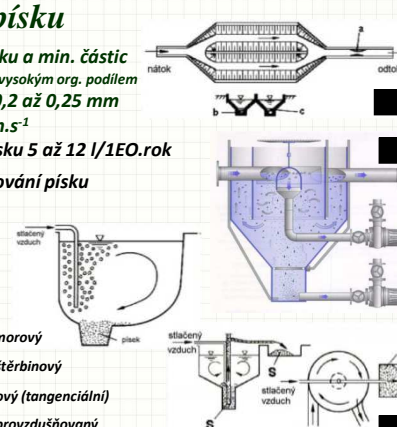
způsob odstraňování písku

a, ruční čištění
1 – 2 x týdně

b, strojní směr průtoku

I, horizontální - komorový
- štěrbinový

II, vertikální - vírový (tangenciální)
- provzdušňovaný



Lapáky písku

Podklady pro návrh

povrchové hydraulické zatížení

S_h ... plocha hladiny 1 komory lapáku

n ... počet komor lapáku

$$v = \frac{Q}{S_h \cdot n} [m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}]$$

optimální průřezová rychlost

S ... průřezová plocha 1 komory lapáku

$$v_{opt} = \frac{Q}{S \cdot n} [m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}]$$

objem písku

t_p ... kapacita prostoru (2-4 dny)

$$V_p = \frac{EO}{100 \cdot v''} \quad V_p = EO \cdot v' \cdot t_p \cdot 10 [m^3]$$

oddílná s.s. $v' = 1 - 6 \cdot 10^6 m^3/1EO.den$
 jednotná s.s. $v' = 14 - 30 \cdot 10^6 m^3/1EO.den$
 $v'' = 0,05 - 0,60 m^3/100EO.den$

doba zdržení

n ... počet komor lapáku

V ... objem usazovacího prostoru 1 komory lapáku

$$\Theta = \frac{n \cdot V}{Q} [s]$$

Primární sedimentace – usazovací nádrže

- Usazovací nádrže jsou navrženy pro separaci a částečné zahuštění primárního nebo směsného surového kalu
- Tvar nádrže, včetně všech detailů navržen tak, aby byla co nejvíce využita plocha a objem nádrže
- Střední doba zdržení (před aktivací) od 1 do 3 hod

Teoretické doby zdržení UN

Před aktivací

průtok	t (hod)
Pro Q24	0,5 – 1,5
Pro Qmax	0,2

Usazovací nádrž návrh

- v_0 - usazovací rychlost částice
- v_h - usazovací rychlost částice ve výšce h
- h – výška nade dnem
- H – celková hloubka usazovací nádrže
- t – doba zdržení ($t = \frac{V}{Q} = \frac{L}{v_L} = \frac{H}{v_0} = \frac{h}{v_h}$); objem nádrže $V = L \times H \times S$

Usazovací nádrže

Doporučení ČSN 75 6401

- prim. sedim. se zařazuje v ČOV za mech. předčištění
- do usaz. prostoru se nezapočítává kalový prostor
- stěny v kal. i usaz. prostoru hladké, min. sklon 1,7:1
- sklon dna ke kalové prohlubni, 2 – 3 % pro horizontální UN, 5 – 10 % pro vertikální UN
- hloubka usazovacího prostoru 2,0 – 3,0 m
- min. průměr potrubí na odběr kalu 0,15 m
- návrh přepadu přes hranu odtokového žlabu dokonalý (nebezpečí vzduť hladiny v UN)
- před odtokem z UN osazeny normé stěny

kruhová UN s radiálním průtokem

Usazovací nádrže

Podklady pro návrh

povrchové hydraulické zatížení

F ... plocha hladiny nádrže

$$v = \frac{Q}{F} [m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}]$$

doba zdržení

Θ ... teoretická doba zdržení vody v nádrži

Θ_s ... doba zdržení skutečná

$$\Theta = \frac{V}{Q} [h]$$

η ... koeficient hydraulické účinnosti

horizontální a radiální 0,4 – 0,5
 vertikální 0,7 – 0,8

$$\Theta_s = t_v \cdot \eta [h]$$

V ... objem nádrže

Q ... průtokové množství vody

látkové zatížení povrchu

X ... koncentrace kalové sušiny

$$B_A = X \cdot v [kg \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}]$$

kal se vyváží cca 2x ročně – anaerobně stabilizován

Usazovací nádrže

Podklady pro návrh

velikost usazovacího prostoru

Θ ... teoretická doba zdržení vody v nádrži [h]

Q ... průtokové množství vody [$m^3 \cdot h^{-1}$]

η ... koeficient hydraulické účinnosti nádrže [-]

$$V_s = \frac{\Theta \cdot Q}{\eta} [m^3]$$

objem kalu

v_k ... specifický objem kalu na 1 EO [$m^3/1EO \cdot d^{-1}$]

$$V_k = v_k \cdot EO [m^{-3} \cdot d^{-1}]$$

Teoretické doby zdržení a povrch. hydraul. zatížení UN (ČSN 73 6707)

Zařazení UN	Teoretická doba zdržení Q (h)		Povrchové zatížení v ($m^3 \cdot m^{-2} \cdot h^{-1}$)	
	Q_v	Q_{max}	Q_v	Q_{max}
- před biofiltry ¹⁾	2,0 - 4,0	1,0	0,7 - 1,4	2,5
- před aktivací ²⁾	1,0 - 3,0	0,5	1,0 - 2,8	5,0

1) Recirkuluje-li se v ČOV s biofiltry před usazovací nádrží s vyrovnáním průtoku na stálou hodnotu průtoku (přítok + recirkulace), má být doba zdržení v UN 2 hodiny.

2) Doba zdržení v UN před aktivací se volí s ohledem na navrženou technologii aktivace.



Produkce kalu

- Množství vznikajícího kalu v jednotlivých procesech a jeho sušina po určitém časovém období jsou další údaje, které nám pomáhají reálně navrhovat a posuzovat procesy probíhající v čistírnách odpadních vod a vyvarovat se tak chyb vyplývajících z nevhodné velikosti jednotlivých prostorů. V níže uvedené tabulce jsou uvedena množství kalů (podle Imhoffa), která vznikají v různých stádiích procesů mechanicko-biologického čištění.

Stupeň čištění	Vzniklý objem kalu za den na 1EO
Mechanické čištění a vyhlídání - čerstvý kal	2,16
Mechanické čištění a aktivace a vyhlídání - plebeťný aktivovaný kal	4,43
Mechanické čištění a aktivace vyhlídání - plebeťný a primární kal	1,87
Mechanické čištění a aktivace a vyhlídání - vyhlídání osušený kal	0,79
Mechanické čištění a aktivace a vyhlídání - vyhlídání kal vysušený na vzduchu	0,23