

MECHANICKÁ ČÁST ČOV OSTATNÍ PROVOZY

doc. Ing. Jaroslav Pollert, Ph.D.
4. hodina

- ## Obsah
- Mechanická část ČOV
 - Primární sedimentační nádrž
 - Lapáky tuků
 - Česle
 - Ekonomika provozu
 - Pomocné procesy mechanickou část
 - Měření průtoku a jiných veličin

Odpady vznikající na ČOV

19 08 01 Shrabky z česlí
Likvidace - kompostování, spalování, skládkování

19 08 02 Písky z lapáků písku
Likvidace - kompostování, skládkování

19 08 05 Kaly z čištění komunálních odpadních vod
Likvidace - kompostování, aplikace na zemědělskou půdu, spalování

Aplikace na zemědělskou půdu - kal stabilizovaný, hnojivo
dostatečně odvodněný (18% sušiny), spouště limity mikrobiologické (2 kategorie), a chemické (těžké kovy), produkt vypracuje „Plán aplikace kalu na zemědělskou půdu“, musí splňovat - vyhláška č. 382/2002 Sb.



ČOV - plán údržb

Hospodárnost provozu, bezpečnost, opravám

1.8. ČERPADLO SPLAŠČO VSTUPNÍ ČS
Počet: 1.8A x 1.8B

1.9. LAPÁKY PÍSKU
Počet: 1.9

1.10. ARAČNÍ ROŠT LAPÁKU PÍSKU
Počet: 1.10

žáření	Průmysl	Mobilita	Průhled	Údržb	Trvanl	Trvanl	Trvanl
Průmyslní zařízení - elementy	2.5	X					X
Průmyslní zařízení - elementy	2.6	X					X
Průmyslní zařízení - elementy	2.7	X					X
Průmyslní zařízení - elementy	2.8	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	2.9	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.0	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.1	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.2	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.3	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.4	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.5	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.6	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.7	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.8	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	3.9	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.0	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.1	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.2	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.3	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.4	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.5	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.6	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.7	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.8	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	4.9	X	X	X	X		X
Průmyslní zařízení - elementy	5.0	X	X	X	X		X

- ### ČOV - stroje a zařízení
- #### Čerpadla
- Čerpací jímka za česlemi, hrozí ucpávání čerpadel
 - Sestava 2+1 skladová rezerva
 - Zvedací zařízení (revize)
 - Spolehlivá (reference), snadná údržba a servis
 - Snadná manipulace
 - Dostatečná průchodnost (hrozí ucpání)
 - Ochrana (tepelná, proudová apod.) - MaR
 - Spínání v kaskádě od hladin
 - Správný výkon (Q/H křivka) - možnost změny frekvence
-
- #### Strojné stírané česle
- Od renomovaného výrobce jsou relativně spolehlivé
 - Stírané síto (výměna kartáčů, dostatečná průhlna)
 - Mazání, převodovky
 - Vhodné doplnit liem na shrabky - méně odpadu
-

ČOV – stroje a zařízení

Lapák písku

- provzdušňovaný
- Snadný systém těžení (gravitačně, mamutky)
- Možnost doplnit pračku písku - mazání, převodovky



Míchadla denitrifikace, aktivace

- Udrží kal ve vzduchu
- Pomaluběžné, rychloběžná
- Drahá, poruchová
- Včetně spouštěcího zařízení
- Pravidelná výměna oleje, kontrola ucpávek



Aerační systém nitrifikace


- aerační elementy, trubice, desky
- Snadná údržba - odvodňování, odtrhávání nárostů
- Zarůstání - roste tlaková ztráta - energie, dmychadla
- Trvanlivost 7-9 let
- Možnost dávkování kyseliny octové - prodloužení



ČOV – stroje a zařízení


Dmychadla

- Největší příkon, nejdůležitější
- Sestava 2+1 - možnost přepínání
- Protihlukové kryty
- Spolehlivá (reference), snadná údržba a servis
- Pravidelná výměna oleje, filtrů
- Ochrany (tepelná, tlaková apod.) - MaR
- Spínání v kaskádě od koncentrace kyslíku
- Správný výkon - možnost změny frekvence




Dosazovací nádrž

- Pohon - převodovka (výměna oleje)
- Vybavení stíráním hladiny
- Údržba - čištění přepadových hran,
- Údržba - čištění jímký na plovoucí nečistoty



Čerpadla VK a PK

- Mokrá/ suchá jímka
- Sestava 1+1 skladová rezerva
- Reference, snadná údržba



ČOV – stroje a zařízení

Kalové hospodářství

Stabilizace kalu

- Míchání (míchadlo, čerpadlo, aerační elementy)


Zahuštění kalu

- Síta
- Zahušťovačky (stroj)



Odvodnění kalu

- Lisy - spíš v minulosti - síťopasový, plachetkový
- **Odstředivka** - i menších výkonů
 - Drahá
 - Energeticky náročná
 - Poměrně snadná obsluha
 - Produkuje dobře odvodněný kal
 - Pravidelné mazání, servis



ČOV – stroje a zařízení

Terciární čištění - Mikrosítový filtr

- Provozní jistota
- Buben se sítím o otvoru 60 mikrometrů
- Od renomovaných výrobců - spolehlivé zařízení
- Snadná údržba
- Pravidelná výměna síta



Dávkování Fe soli

- Slouží ke snížení koncentrace P na odtoku
- Jednoduché zařízení
- Zásobní nádrž + dávkovací čerpadlo
- Dávkuje se roztok síranu nebo chloridu Fe nebo síranu Al



ČOV – stroje a zařízení - ceny

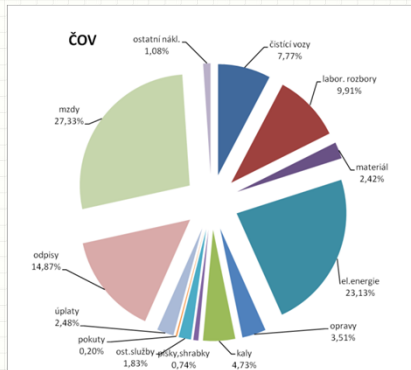
PS/zařízení	ks	Kč	%
PS Mechanické předčištění			
Ruční česle (česlic koš)	1	50 000 Kč	0,50%
Samočisticí česle s integrovaným lisem	1	500 000 Kč	5,02%
Čerpadlo OV	3	300 000 Kč	3,01%
Lapák písku	1	90 000 Kč	0,90%
Strojní vybavení lapáku písku	1	70 000 Kč	0,70%
Elektroarmatura	2	50 000 Kč	0,50%
Automatická tlaková stanice	1	100 000 Kč	1,00%
Trubní rozvody	1	300 000 Kč	3,01%
Pračka písku	1	350 000 Kč	3,51%
Celkem		1 810 000 Kč	18,15%
PS Biologické čištění			
Dmychadlové soustrojí	2	300 000 Kč	3,01%
Aerační systém aktivace	1	130 000 Kč	1,30%
Míchadlo aktivace	2	700 000 Kč	7,02%
Strojní zařízení dosazovací nádrže	1	1 500 000 Kč	15,05%
Čerpadlo VK a PK	2	200 000 Kč	2,01%
Mikrosítový filtr	1	200 000 Kč	2,01%
Dávkovací stanice síranu železitého	1	90 000 Kč	0,90%
Trubní rozvody	1	600 000 Kč	6,02%
Celkem		3 720 000 Kč	37,31%

ČOV – stroje a zařízení - ceny

PS kalové hospodářství			
Dmychadlové soustrojí	1	150 000 Kč	1,50%
Provozdušňovací systém kalojemu	1	90 000 Kč	0,90%
Odstředivka	1	1 500 000 Kč	15,05%
Čerpadlo kalu	1	150 000 Kč	1,50%
Trubní rozvody	1	350 000 Kč	3,51%
Celkem		2 240 000 Kč	22,47%
PS Elektrotechnická zařízení			
PS M+R (Ulrazvuk, průtokoměr, teploměr, O2 sonda, NL sonda)		1 000 000 Kč	10,03%
Celkem		9 970 000 Kč	100,00%

PS/zařízení	ks	Kč	%
PS Mechanické předčištění			
		1 810 000 Kč	18,15%
PS Biologické čištění			
		3 720 000 Kč	37,31%
PS kalové hospodářství			
		2 240 000 Kč	22,47%
PS Elektrotechnická zařízení			
PS M+R (Ulrazvuk, průtokoměr, teploměr, O2 sonda, NL)		1 000 000 Kč	10,03%
Celkem		9 970 000 Kč	100,00%

ČOV – ekonomika provozu



ČOV – ekonomika provozu

- Náklady na elektrickou energii vztahenou k 1 m³ čišťené OV – 0,81 Kč – 2,71 Kč (střed 1,5 Kč/m³)
- Procento nákladů na opravy z celkových nákladů – 0,79% - 7% (střed 3,40 %)
- Celkové náklady na 1 m³ čišťené vody
- Celkové náklady na 1 m³ fakturované vody (až 23,- rozdíl)

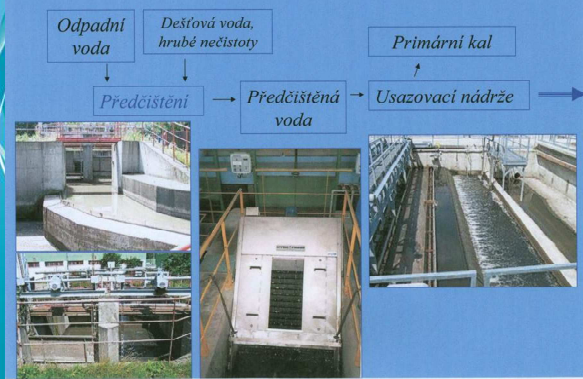
	Rozdíl nákladů na čišťené OV a na fakturované OV
ČOV 1	2,44 Kč
ČOV 2	4,07 Kč
ČOV 3	4,70 Kč
ČOV 4	4,74 Kč
ČOV 5	5,10 Kč
ČOV 6	6,69 Kč
ČOV 7	8,18 Kč
ČOV 8	8,46 Kč
ČOV 9	8,83 Kč
ČOV 10	9,24 Kč
ČOV 11	10,47 Kč
ČOV 12	10,54 Kč
ČOV 13	10,71 Kč
ČOV 14	11,05 Kč
ČOV 15	12,42 Kč
ČOV 16	13,42 Kč
ČOV 17	22,95 Kč

ČOV cenotvorba, trendy

- Při určování ceny za vyčištění OV se vychází z nákladů na provoz, kde má vliv použitá technologie, spotřeba chemikálií, elektřiny, oprav atd.
 - při přesné optimalizaci ČOV má vliv i dotační politika státu na nastavení provozu a další diskuse co dál s kalem – zelená energie, restrikce nebo zvýhodňování různých cest likvidace kalu
 - lze narazit i na pojem Mogdenova formule $C = R + V + V_n + B \times Ot/Os + S \times St/Ss$ pro stanovení nákladů na čišťení OV
- Trendy
 - optimalizace čerpacích stanic
 - nové řídicí systémy pro aktivaci – míchání, recirkulace, dmychadla
 - optimalizování využití bioplynu – kotelná zemní plyn versus kogenerace bioplyn
 - řádné zahušťování kalů, optimalizace jejich odvodňování
 - komplexní posouzení energetiky kalového hospodářství využití tepla ze spalin kogenerací tepla z bloku motoru kogenerací – nástup nízkoteplotních sušičů schopných fungovat i při topném médiu 90 °C
 - odstraňování dusíku a fosforu (srážení struvitu) z kalové vody

2
1

Schéma čišťirny odpadních vod: mechanická část



ČOV praxe, lapák písku (LP), usazovací nádrže (UN)

- Lapák písku je na větších ČOV spíše podélný a na středních a menších vřový
 - pokud se dávkuje chemikálie na zvýšení účinnosti UN, tak koagulant je vhodné dávkovat před LP (rozmíchávací a koagulační zóna)
 - Pokud jsou na ČOV Vyhňivací nádrže nebo se písek usazuje už v AN, pak je vhodné podélný LP z části neprovzdušňovat – méně sedimentů v technologii
- Usazovací nádrže jsou vhodné na ČOV, které se vypalí vyrábět bioplyn – primární kal z UN (surové organické látky) produkuje hodně bioplynu proti přebytečnému kalu z AN (těla bakterií a mikroorganismů)
 - lepší je hůře postavená kruhová UN, než hůře postavená podélná UN
 - nyní se dbá u větších ČOV na dostatečné zahuštění kalu v UN (pokud to stav UN dovolí tak na 6%), což při špatně nastavené a naprojektované trase primárního kalu vede k ucpávání už od koncentrace kalu 3-5% a výše.
 - u malých ČOV často nejsou

2
3

ČOV praxe, lapák písku, usazovací nádrže




2
4

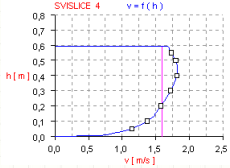
Metody měření průtoku

- ❑ Metoda rychlostního pole (hydrometrická metoda)
- ❑ Metoda Q/H křivek měrného profilu
- ❑ Metody měření založené na přechodu režimů proudění
 - ❑ Měrné přelivy
 - ❑ Měrné žlaby
- ❑ Metoda „rychlost – plocha“
 - ❑ Ultrazvuková metoda – Dopplerův efekt, korelace
 - ❑ Transit Time Method
 - ❑ Magneto-indukční metody

25

Metoda rychlostního pole



$$v_b = \alpha + \beta \cdot n_s \quad n_s = N/T$$


$$Q = \int_S u dS \Rightarrow Q = \sum u_i S_i$$

nejistota ± 4 – 8 %

26

Metoda Q/H křivek měrného profilu

obecný tvar rovnice empirické měrné křivky

$$Q = a (H - k)^b$$

stanovení parametrů Manningovi rovnice

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

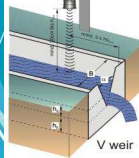
$$Q = v \cdot S$$

nejistota ± 8 – 20 %

27

Metody měření založené na přechodu režimů proudění


Měrné přelivy



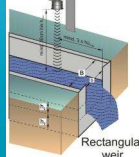
$$Q = C_v \frac{8}{15} \sqrt{g} \frac{\alpha}{2} \sqrt{2g} h_c^{3/2}$$

V weir

Měrné žlaby



$$Q = C_D b h_c^a$$



$$Q = C_r \frac{2}{3} \sqrt{2g} b_c h_c^{3/2}$$

Rectangular weir

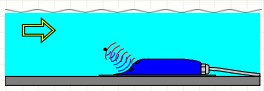
$$Q = C_D b h_c^a$$

nejistota ± 3 – 6 %

28


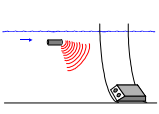
Ultrazvuková metoda – Dopplerův efekt

$$Q = v \cdot S$$



střední průřezová rychlost

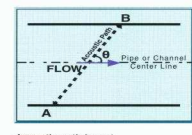
$$\bar{v} = v_m \cdot k$$

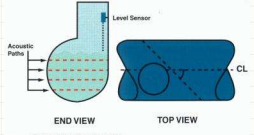
nejistota ± 6 – 15 %

29

Transit Time Method



Acoustic path layout



Typical partially full pipe

$$T_1 = \frac{L}{C - v \cdot \cos \theta} \quad T_2 = \frac{L}{C + v \cdot \cos \theta}$$

$$v = \frac{(T_1 - T_2)}{T_1 \cdot T_2} \cdot \frac{L}{2 \cdot \cos \theta}$$

T₁... čas postupu akustického pulsu mezi snímačem B a snímačem A
 T₂... čas postupu akustického pulsu mezi snímačem A a snímačem B
 C... rychlost zvuku ve vodě
 L... vzdálenost mezi snímačem A a snímačem B
 v... rychlost vodního proudu
 θ... úhel mezi trajektorií akustického pulsu a směrem proudnice

nejistota ± 2 – 10 %

30

Odběr vzorků odpadních vod

- ❑ získat informace o míře a charakteru znečištění vod za bezdeštného stavu
- ❑ získat informace o míře a charakteru znečištění vod v průběhu dešťového odtoku
- ❑ kontrola zdrojů znečištění

Základní definice:

- prostý vzorek
- směsný vzorek

31

Automatické vzorkovače



Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



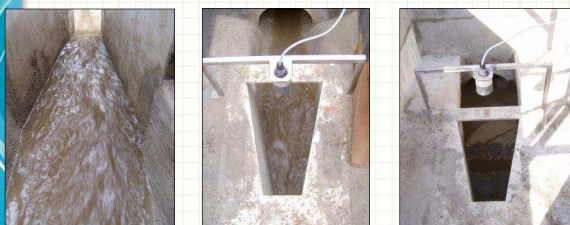
➤ Nevhodná velikost (rozměr) měrného objektu

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



➤ Nevhodná velikost měrného objektu – přelévání žlabu

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



- Bystřinné proudění v hrdle žlabu v důsledku nesprávného výškového řešení
- Opomenutí bočních náběhů v nátokové části žlabu

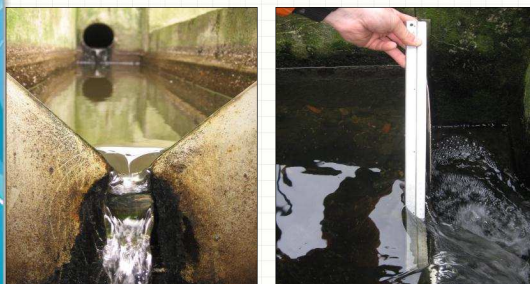
➤ [Bystrine_proudeni.avi](#)

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



- Naprosto nevhodné řešení nátoky na měrný objekt. Provdzdušnění a rozvlnění v celém prostoru měrného objektu vlivem vysoké přítokové rychlosti.
- Nedodržení uklidňovacích délek, režimu proudění, tloušťky břity přelivné hrany,...

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



➤Nedodržení normových parametrů – svislost stěn přelivu, minimální hloubky,....

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



➤Nedodržení normových parametrů – nerovnost přelivné hrany, netěsnost konstrukce přelivu,....

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



➤Zatopení hrdla žlabu spodní vodou

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



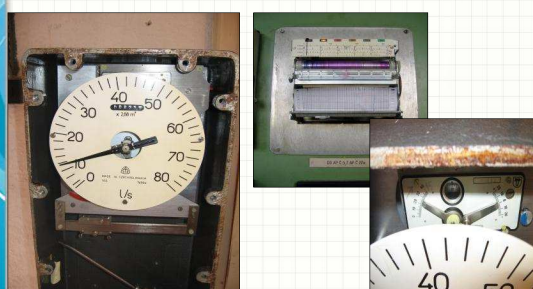
➤Nedodržení normových parametrů přelivu, nesprávná velikost přelivu, zatopení přelivu spodní vodou

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



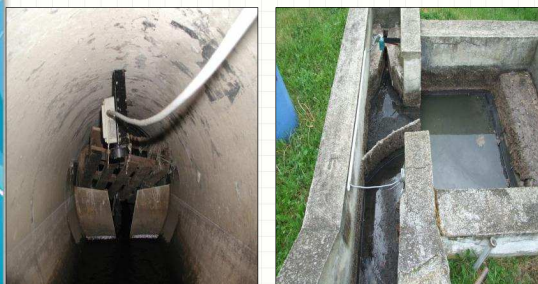
➤Nevhodná uchycení ultrazvukového snímače, nedodrženo pevné uchycení snímače

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



➤Zastaralý a nevhovující způsob měření hloubky (plováky, kapacitní sondy, apod.)

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady



> Hrubé zanedbání údržby a čištění měrného objektu

Nejčastější problémy měrných systémů - příklady

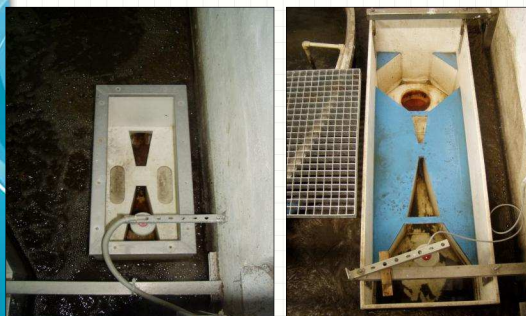


> Charakter měřeného media?!?

Možnosti provedení měrných objektů



Možnosti provedení měrných objektů



Možnosti provedení měrných objektů



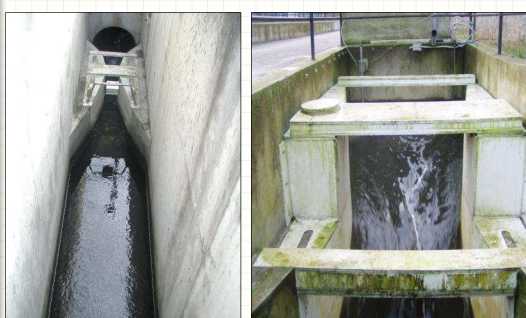
Možnosti provedení měrných objektů



Možnosti provedení měrných objektů



Možnosti provedení měrných objektů



Možnosti provedení měrných objektů

