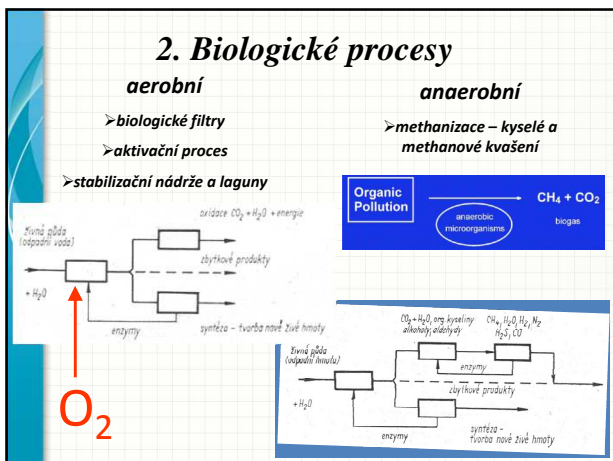
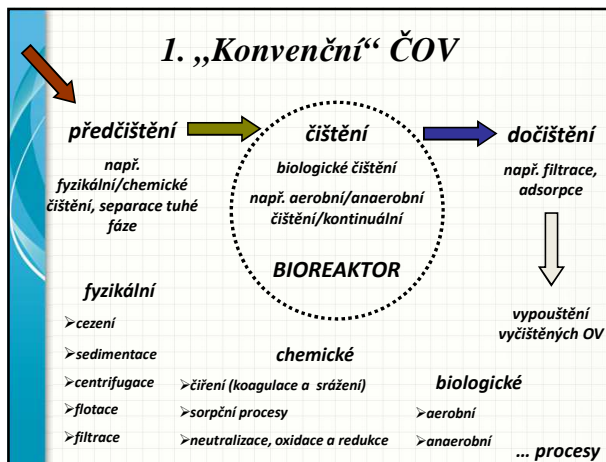
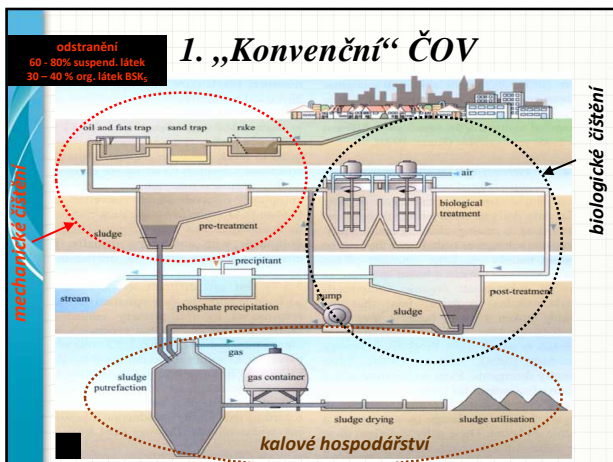


BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ - ALTERNATIVNÍ ZPŮSOBY

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

Obsah

- „Konvenční“ ČOV
- Biologické procesy
- Aerobní biologické procesy
- Aktivace
- Aktivace v oxidačním příkopu
- Skrápěné biofiltry
- Rotační biodisky
- Přirozené procesy čištění OV



2. Biologické procesy

Tabulka porovnání

aerobní	anaerobní
rychlejší	pomalejší
více kalu	méně kalu
větší spotřeba energie (aerace)	menší spotřeba energie
není produkována energie	produkce CH ₄
větší účinnost s nižší CHSK	větší účinnost při vyšším CHSK
spolehlivější	sklon k tvorbě nánosů
méně vhodné pro odstranění patogenů a parazitů	účinnější pro odstranění patogenů a parazitů

- větší citlivost methanových bakterií na změnu podmínek a přítomnost tox. látek
- menší produkce biomasy → menší požadavky na živiny
- menší růstové rychlosti a delší generační doba → „dlouhá“ doba zapracování procesu
- přebytečná biomasa je stabilizovaná, snadno odvodnitelný kal
- horší kvalita odtoku → následné dočišťování

3. Aerobní biologické procesy

- procesy s kulturou ve vznosu (aktivní proces)
- procesy s kulturou přisedlou na vhodně náplni (biofilmové procesy)

aerobní čištění směsnou kulturou ve vznosu – **aktivační proces**

aktivovaný kal – kultura mikroorganismů ... neselektivované přirozené společenstvo...

kvalitativní a kvantitativní složení aktivovaného kalu závislé na:

- ❖ složení substrátu, na němž byl kal vypěstován *Nitrosomonas europaea*
- ❖ technologických parametrech

... does not use photosynthesis for its energy source

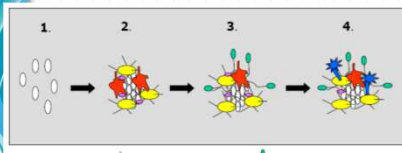
nejčastěji se vyskytující rody:

Pseudomonas, Flavobacterium, Achromobacter, Chromobacterium, Azobacter, Micrococcus, plísňé, kvasinky, nitrifikační bakterie Nitrosomonas, Nitrobacter, Protozoa ...




3. Aerobní biologické procesy

fáze vzniku vločky aktivovaného kalu




○ bakterie ☆ Volně žijící nálevníci ○ stopkatí nálevníci
● bezbarví bílkovci ★ měňavky ⚡ vířníci

typická vločka aktivovaného kalu




bytnění kalu → velký objem pro usazení

↓ nadměrný rozvoj vláknitých organismů



3. Aerobní biologické procesy

biofiltr ČOV oživení skrápěných biofiltrů



Larvy hmyzu

Červi

Rotifera + Nematoda

Protozoa

SINICE ???

Heterotrofní bakterie + houby

Sladká (1965), Sládeček et al. 1996


Mikromycety
Fusarium aquaeductum
Aspergillus
Penicillium
Fusarium
Alternaria
Cladosporium
Sepedonium
Trichoderma
Mucor
Rhizopus

Sinice
Oscillatoria limosa
Phormidium autumnale
Pseudanabaena catenata

Bezobratlí
 Nematoda
 Oligochaeta
 Rotifera
 Insecta

3. Aerobní biologické procesy

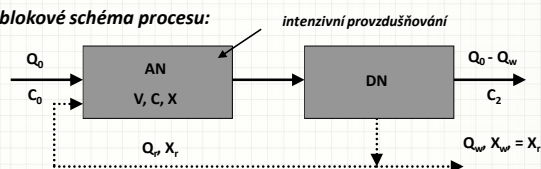
Psychoda alternata



4. Aktivace

... odstranění nečistot z OV tím, že nečistoty jsou přeměněny v biomasu a ta je poté z vody oddělena ... přeměna živné hmoty (potravy) na živou hmotu a na produkty životních pochodů

blokové schéma procesu:



AN — aktivační (aerační) nádrž, DN — dosazovací nádrž

surová voda: Q_0 - přítok, koncentrace org. znečištění - C_0

recirkulace – aktivovaný vratný kal: Q_r - čerpané množství, koncentrace sušiny - X_r

přebytečný kal: $X_r = X_w$ - koncentrace sušiny vratného a přebytečného kalu, Q_w - odvedení přebytečného množství kalu

4. Aktivace

Nejdůležitější technologické parametry



doba zdržení Θ

... poměr objemu nádrže V_{AN} k přítoku odpadní vody Q_0

bez uvážení recirkulace $\Theta = \frac{V_{AN}}{Q_0} [h]$

s uvážením recirkulace $\Theta_R = \frac{V_{AN}}{Q_0(1+R)} = \frac{\Theta}{1+R} [h]$

... kde $R = \frac{Q_r}{Q_0}$... je recirkulační poměr

4. Aktivace

Nejdůležitější technologické parametry

objemové zatížení B_V
 ... hmotnostní množství org.l. přivedené do 1 m³ nádrže za den


$$B_V = \frac{24Q_o \cdot C_o}{V_{AN}} = \frac{24C_o}{\Theta} [kg \cdot m^{-3} \cdot d^{-1}]$$

C_o ... koncentrace org. l. v OV, vyjádřené v BSK₅ nebo CHSK
 Q_o ... přítok OV [m³·h⁻¹]

zatížení kalu B_X
 ... hmotnostní množství org.l. přivedené na 1 kg celkové nebo organické sušiny kalu za den

$$B_X = \frac{24Q_o \cdot C_o}{V_{AN} \cdot X} = \frac{24C_o}{\Theta \cdot X} = \frac{B_V}{X} [kg \cdot kg^{-1} \cdot d^{-1}]$$

X ... koncentrace celkové sušiny kalu v AN



4. Aktivace

Nejdůležitější technologické parametry

stáří kalu Θ_x
 ... podíl hm. sušiny kalu v AN a hm. sušiny kalu odebrané za den jako přebytečný kal včetně NL unikajících odtokem

$$\Theta_x = \frac{XV_{AN}}{24[X_w Q_w + C_2(Q_o - Q_w)]} [d]$$


X_w ... koncentrace sušiny přebytečného kalu
 Q_w ... objem přebytečného kalu odebraného ze systému za 1 h
 C_2 ... koncentrace NL v odtoku z DN

kalový index KI

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

V_{30} ... objem kalu po 30 min sedimentace z 1 litru aktivační směsi v
 X ... koncentrace sušiny kalu v [g·l⁻¹]

normální	KI < 100 g·ml ⁻¹
lehký	KI = 100 - 200 g·ml ⁻¹
zbytečný	KI > 200 g·ml ⁻¹



4. Aktivace

Nejdůležitější technologické parametry

koncentrace sušiny biomasy $X = \frac{Y \cdot \Theta_x \cdot \Delta S}{\Theta(1 + k_d \Theta_x)}$

Y ... koeficient produkce biomasy [kg·kg⁻¹]
 k_d ... rychlostní konstanta rozkladu [d⁻¹]

denní produkce kalu $PS = \Delta X \cdot V_{AN} = \frac{V_{AN} \cdot X}{\Theta_x} = \frac{X \cdot Q_o \cdot \Theta}{\Theta_x} [kg \cdot d^{-1}]$

Θ_x ... stáří kalu
 Θ ... doba zdržení OV

Tabulka návrhových hodnot

Θ_x [d]	Y [kg·kg ⁻¹]	k_d [d ⁻¹]
< 10 d	0,7	0,05
> 10 d	0,65	0,18

4. Aktivace

Dělení aktivačního procesu podle zatížení

Systém	zatížení kalu objem. zatížení		stáří kalu	doba zdržení
	B_X [kg·kg ⁻¹ ·d ⁻¹]	B_V [kg·m ⁻³ ·d ⁻¹]	Θ_x [d]	Θ [h]
nízko zatížené systémy dlouhodobá aktivace (aerobní stabilizace)	0,1 – 0,3	0,05 – 0,3	nad 25	24 – 72
středně zatížené systémy klasická aktivace (aktivace s oddělenou regenerací kalu)	0,5 – 1,0	0,2 – 0,5	3 – 15	4 – 12
vysoko zatížené systémy rychloaktivace	nad 1,5	1 – 2	pod 3	1 – 2

4. Aktivace

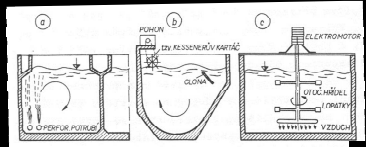
Způsoby provzdušňování

- o stlačeným vzduchem – pneumatická aerace
- o mechanické aerátory – mechanická aerace
 - osa horizontální – aerační válce
 - osa vertikální – aerační turbíny
- o kombinace výše uvedených – kombinovaná aerace
- o vzduchem nasávaným ejektorem – hydropneumatická aerace
 - ... čerpadlem se čerpá aktivační směs do ejektoru → v zúžené části podtlak
 - nasávání vzduchu – princip vodní vývěvy

vznik bublin různých průměrů



- jemněbublinová (1 - 4 mm)
- středněbublinová (4 - 10 mm)
- hrubobublinová (> 10 mm)

a) přívod vzduchu perforovaným potrubím
 b) provzdušňování na hladině kartáčů
 c) provzdušňování kombinované s intenzivním mícháním



5. Aktivace v oxidačním příkopu

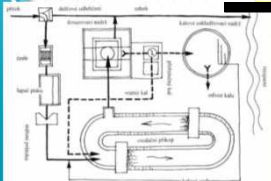
Kessenerův kartáč


oxidační příkop

malá mechanicko-biologická ČOV

- typ nenáročný na obsluhu



6. Skrápěné biofiltry *Segnerovo kolo*



směsná kultura v biofilmových reaktorech


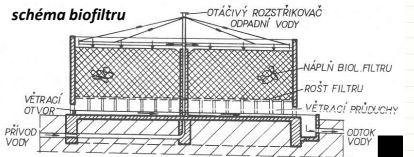



schéma biofiltru




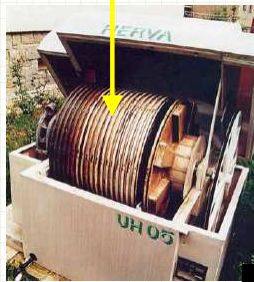
povrchová blána



7. Rotační biodisky

princip skrápěných biofiltrů

přisedlé biofilmové společenstvo

pro malé zdroje znečištění 2 – 12 EO

... biodiskové reaktory

8. Přírodní způsoby čištění OV


... samočistící procesy v půdě, ve vodním prostředí a za součinnosti rostlin

... mikroorganismy pomalu rozkládají a mineralizují organickou hmotu, uvolněné živiny využívá vegetace

!!! nutnost kvalitního mechanického předčištění!!!

!!! nutnost vytvořit dokonale izolované „bazény“ – zamezit infiltraci do podloží, dle typu OV!!!

Domovní sestava septik – zemní filtr



8. Přírodní způsoby čištění OV

Stabilizační nádrže a rybníky

... zneškodňování až úplné vyčištění hnilobných OV

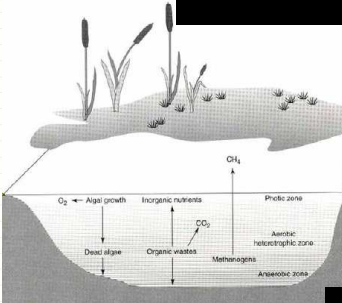
+ nízké stavební náklady

nízké provozní náklady

- nároky na plochu

zápachy v případě anaerobních procesů

nutnost odstraňování usazenin



8. Přírodní způsoby čištění OV

Stabilizační nádrže a rybníky

akumulační r. *mikrobiální aktivit*

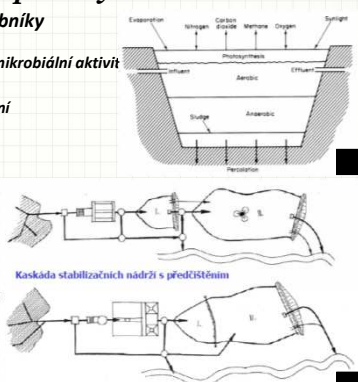
– kampaňové vody
→ **jednonázorové napuštění (cukrovary)**

asimilační r.

– **neustálé zatěžování OV**

stabilizační r.

– **soustava rybníků řazených za sebou**

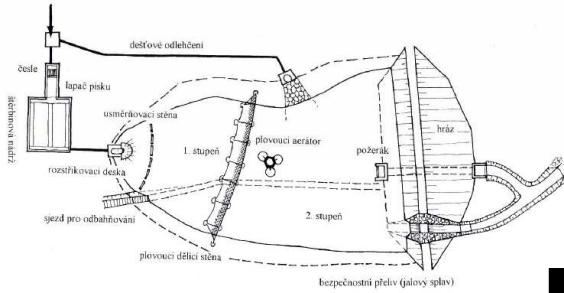


Dočišťování za mechanicko-biologickou čistiřnou



8. Přírodní způsoby čištění OV

Stabilizační nádrže a rybníky

Vybavení stabilizační nádrže - dvoustupňová nádrž dělená plovoucí stěnou



8. Přírodní způsoby čištění OV Kořenové čistírny OV

Umělé mokřady pro čištění odpadních vod

- Volně plovoucí rostliny
- Rostliny s volně plovoucími listy
- Emersní (vynořené) rostliny
- Submersní (ponořené) rostliny

Povrchový průtok

Podpovrchový průtok (KČOV)

- Vertikální průtok
- Horizontální průtok

Hybridní (kombinované) systémy


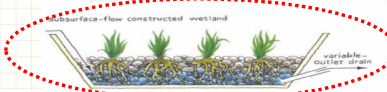
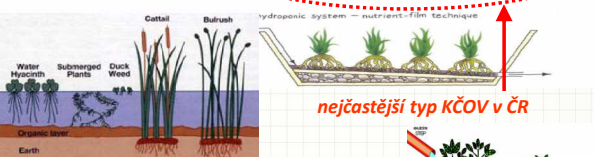
Ukazatel	Účinnost [%]
CHSK _{Cr}	80 – 98
BSK ₅	80 – 96
N _{celk.}	60 – 90
P _{celk.}	40 – 93
NL	90 – 99.9

KČOV

8. Přírodní způsoby čištění OV Kořenové čistírny OV

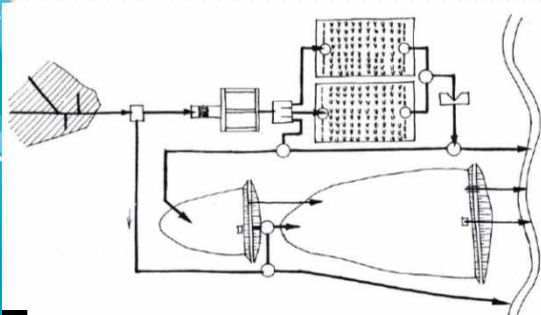
Typ vegetace

- vynořené
- ponořené
- plavoucí

nejčastější typ KČOV v ČR

8. Přírodní způsoby čištění OV Vegetační čistírna s dočištěním ve dvojici stabilizačních nádrží



8. Přírodní způsoby čištění OV Porovnání způsobů čištění OV

nízké provozní náklady

nízké energetické požadavky

mohou být postaveny u zdroje OV

více flexibilní a méně náchylné na náhlé přetížení

možné využití biomasy...

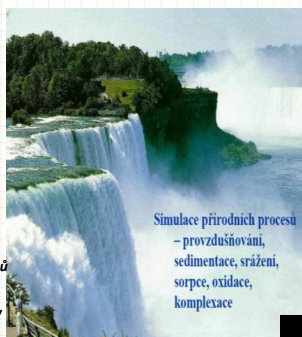
výžadují velké zábory půdy

minimální možnost regulace procesů

snížená schopnost provozu v zimě (teplota a sluneční záření)

malá kapacita pro odstranění patogenů na výtoku

mohou být náchylné na vysoké hladiny polutantů



Simulace přírodních procesů
- provzdušňování,
sedimentace, srážení,
sorpcce, oxidace,
komplexace