

BIOLOGICKÉ ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

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

Stabilizační nádrže

- Dočišťování za mechanicko-biologickou čistírnou
- Akumulační r. – kampaňové vody, jednorázové napuštění
- Asimilační r. – neustálé zatěžování odpadními vodami
- Stabilizační r. – soustav; rybníků řazených za sebou

Mikrobiální aktivity ve stabilizačním rybníku

Obsah

- Stabilizační nádrže a rybníky
- Kořenové ČOV
- Malé kořenové ČOV
- Koupací biorybníky

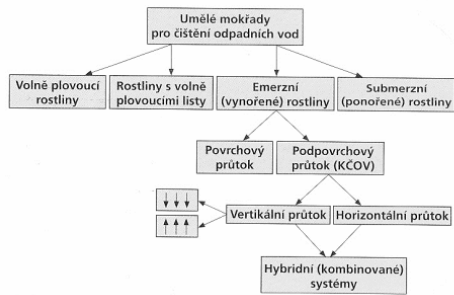
Vybavení stabilizační nádrže dvoustupňová nádrž dělená plovoucí stěnou

Stabilizační nádrže a rybníky

- používají se ke zneškodňování až úplnému vyčištění hnilobných odpadních vod za použití různých nádrží rybníčního typu. Na čisticím procesu se podílí bakterie ve vodě i v kalu a další fáze látkového koloběhu.
- Kladem rybníků jsou nízké stavební a provozní náklady,
- k záporům patří hlavně značné nároky na plochu, zápachy v případě anaerobních stavů a nutnost odstraňování usazenin.

Čištění srážkových a odpadních vod pivovaru Nošovice

Dělení typů přírodního čištění



Technologie kořenové ČOV

- Mechanický stupeň předčištění a objekty předčištění (potřeba kontroly a údržby)
 - Pro domácí KČOV
 - Septik
 - Usazovací (sedimentační) nádrž
 - Pro městskou KČOV
 - Česle a síta
 - štěrbínové nádrže (za objekty předčištění)
- Filtrační pole (kombinace procesů)
 - Fyzikálních (sedimentace, filtrace)
 - Chemických (srážení, rozklad, oxidace, redukce)
 - Biologických (nitrifikace, denitrifikace, amonizace, mikrobiální rozklad)
 - Horizontální povrchové proudění
 - Horizontální podpovrchové proudění
 - Vertikální s prouděním dolů
 - Vertikální s prouděním nahoru
- Dočišťovací rybníčky

Systém vegetačního čištění

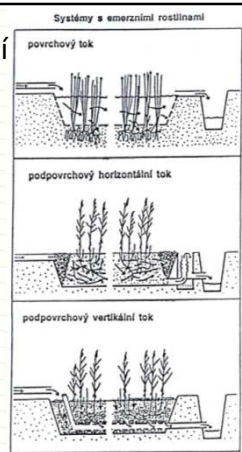
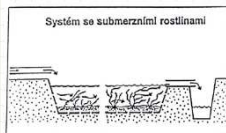
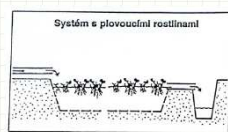
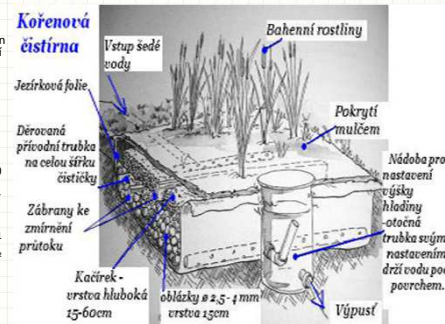


Schéma filtračního pole v příčném řezu

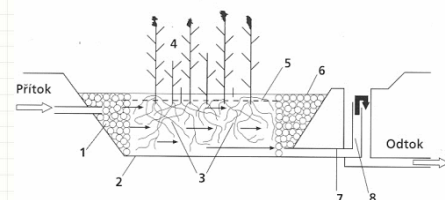
- na dně je nepropustná fólie, která je z obou stran chráněna geotextilií
- 60 - 80 cm hloubka čistírny (dle vegetace)
- filtrační pole tvoří prany drvený štěrk (kačírek) 4 - 8 mm
- rozvodné a sběrné zóny tvoří hrubé kamenivo (60 - 120 mm)
- pro přibližné určení rozměrů čistírny
 - 5-10 m² mokřiny vyčistí 1 litr za den. Tedy něco kolem 5 m² na osobu.



Princip kořenové ČOV

- Principem čištění KČOV je biologické odbourávání znečištění pomocí mikroorganismů (bakterií) žijících na kořenech makrofyt
- Mikroorganismy se podílejí na rozkladu dusíkatých org. látek, na nitrifikaci, denitrifikaci, rozkladu celulózy, tuků, škrobů, cukrů a org. a anorg. sloučenin fosforu
- Filtrace
 - horizontální (využívají k čištění převážně chemické procesy probíhající bez přítomnosti kyslíku)
 - vertikální (využívají k čištění převážně chemické procesy probíhající za přítomnosti kyslíku)
 - kombinovaná (nejvýhodnější)
- Vhodný je malý sklon, pozemek by neměl být příliš svažité, silně zastíněný či bažinatý.

TYPICKÉ USPOŘÁDÁNÍ KČOV



1. distribuční zóna (kamenivo, 50-200 mm)
2. nepropustná bariéra (PE nebo PVC)
3. filtrační materiál (kačírek, štěrk, drvené kamenivo)
4. Vegetace
5. výška vodní hladiny v kořenovém laži nastavitelná v odtokové šachtě
6. odtoková šachta
7. sběrná drenáž
8. regulace výšky hladiny.

Hlavní procesy a druhy odpadních vod vhodné k čištění v KČOV

- Základním principem je horizontální průtok odpadní vody propustným filtračním ložem osázeným mokřadními rostlinami.
- Průchod odpadní vody substrátem způsobuje vysoký stupeň odstraňování znečištění, které zahrnuje soubor chemických, fyzikálních a biologických procesů, vedoucích k odstranění organických látek, živin a patogenních organismů.
- Rostliny v kořenové vrstvě poskytují bakteriím zejména kyslík, výživu v podobě organických látek a stabilizační substrátů.
- Významně přispívají k zvýšení doby zdržení, sedimentaci a adsorpci na částice půdy.
- Bakterie jsou schopné přispět k ochraně rostlin před negativními účinky těžkých kovů jejich vyprázdňením.
- Oxidaci organického materiálu dochází ke snížení hodnoty BSK₅.
- Amoniak je v KČOV zneškodňován procesy nitrifikace/denitrifikace, volatilizací a přijemem rostlinami ve formě NH₄⁺ nebo NO₂⁻.
 - Volatilizace je proces úniku dusku z půdy způsobený těkáním amoniaku z povrchu nebo vrchních vrstev půdy v závislosti na podnět klimatických podmínek.
- Amoniak je převeden oxidací na nitráty /aerobní podmínky/.
 - Za anaerobních podmínek se převede na N₂.
- Přijem dusíku rostlinami a volatilizací za hlavní mechanismy, kterými je amoniak v KČOV zneškodňován.
- Diskutovaná nitrifikace je do značné míry závislá na hodnotách BSK₅, protože heterotrofní bakterie mohou přežít nad nitrifikačními a tím ovlivnit dynamiku jmenovaných procesů.
- Odstraňování fosforu z odpadních vod nejsou obecně KČOV vhodné.
 - fosfor je v KČOV odstraňován především adsorpcí a srážením ve filtračním loži, případně adsorpcí rostlinami.
 - Vztah mezi vstupním a odstraněným zatížením je velmi volný /r = 0,28/ a množství odstraněného fosforu lze jen velmi těžko odhadnout předem. To je způsobeno velkými rozdíly v sorpční kapacitě používaných filtračních materiálů.

Srovnání vegetačního čištění odpadních vod s konvenční čistírnou

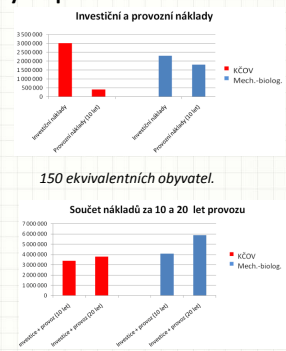
- Výhody**
 - Nízké provozní náklady
 - Nízké energetické požadavky
 - Mohou být postaveny u zdroje odpadní vody
 - Více flexibilní a méně náchylné na náhlé přetížení
 - Biomasa se může sklízet na krmivo pro zvířata nebo do kompostu
- Nevýhody**
 - Vyžadují velké zábery půdy
 - Není využití pro velké objemy odtoků
 - Snižená schopnost provozu v zimě
 - Malá kapacita pro odstranění patogenů na výtoku
 - Mohou být náchylné na vysoké hladiny polutantů (např. toxické kovy)

Výhody KČOV

- Příznivá pořizovací cena, zejména pro řešení s více obyvateli
- Účinné čištění i silně naředěných odpadních vod
- Absorbovat velkou rozkolísanost v množství odp. vod (ránní, večerní špičky)
- Odolnost vůči krátkodobému či dlouhodobému přerušení provozu
- Poměrně jednoduché stavební a technologické provedení
- Nízké náklady na provoz a údržbu
- Snadné zvětšení kapacity
- Vhodné pro sezónní či přerušovaný provoz
- Dlouhá životnost
- Výrazný estetický i krajinnotvorný prvek
- Ekologické řešení, citlivé začlenění čistění odp. vod do ŽP
- Minimální poruchovost, vysoká spolehlivost
- Snadná likvidace
- Jednoduchá obsluha
- získání vedlejšího produktu (rákos aj.)
- odolnost vůči povodním
- brání erozi půdy

Kořenové čistírny odpadních vod - ekonomika výstavby a provozu

- Investiční cena**
 - 1. generace 15 tis. Kč / EO
 - 2. generace 20 tis. Kč / EO
- Celková plocha**
 - 5m²/EO účinné čisticí plochy
 - budoucí rozvoj, obsluhovou komunikací a manipulační plochu.
- Pracovník obsluhy - cca 60 % provozních nákladů, 40 % - náklady na údržbu areálu a provozních objektů, odebrání vzorků, vyvážení kalu, finanční rezervu a amortizaci zařízení a stavebních objektů.**



Nevýhody KČOV

- Poměrně vysoké nároky na plochu
- Závislost čistícího účinku na klimatických podmínkách (především na teplotě a záření)
- Omezená schopnost odstraňovat živiny (dusík, fosfor)
- Minimální možnost regulace probíhajících procesů
- Dlouhá doba zdržení nezbytná k odstranění amoniakálního znečištění
- Větší rozsah zemních prací

Investiční a provozních náklady

Velikost KČOV na EO	Investiční náklady	Provozní náklady
0 – 6 (rodinný dům)	50 000 – 120.000	1 – 2 tis. Kč / rok - 4,5 Kč / m ³
6 – 50 (rekreační zařízení)	14 tis. / EO	6 Kč / m ³
50 – 100	13 tis. / EO	6 Kč / m ³
101 – 500	12 tis. / EO	6 Kč / m ³
501 – 1000	11 tis. / EO	8 Kč / m ³
1001 – 2000	10 tis. / EO	8 Kč / m ³

Kořenová čistírna



Domovní Kořenová ČOV

- Napojení na kanalizaci
- Biologický septik plastový o objemu 4 m³ (35 000,- Kč.)
- Kořenové pole
 - Zemní práce, fólie, zásyp kamenivem - 30 000,-Kč.
- Dočišťovací rybníčky o ploše 10 m² a 5 m²
 - Zemní, fólie - 25 000,-Kč.
 - Rostliny + keře - 5 000,-Kč.



Problémy s provozem

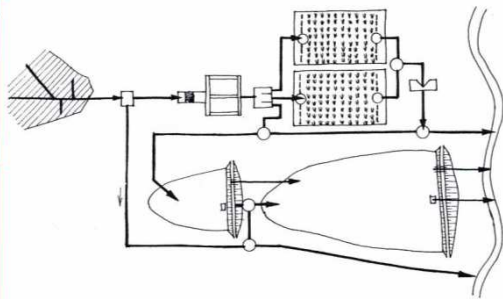
- **Zápach**
 - KČOV jsou dnes již navrhovány pouze jako podzemní protékající kořenové filtry, z tohoto důvodu je téměř nulový výpar přímo z vodní hladiny v kořenovém filtru. Skrze filtrační substrát (kamenivo), které lze v povrchové části navrhnut velmi jemně, pak v praxi zápachy z filtru neprojdou. Veškerý výpar z čistírny je způsoben skrze ložní mokršední vegetace, což je i mnohem efektivnější, což do objemu výparu. Zápach tedy může vzniknout až po desítkách let, kdy dojde k přirozenému zakolmatování (zanesení) nátokové části prvního filtru a odpadní voda začne téci po povrchu.
- **Zanešení (zakolmatování)**
 - dochází k němu po desítkách let. Dočasně lze situaci řešit tak, že se zaplavená nátoková část filtru částečně do malé hloubky odběří, doplní kamenivem novým a na povrchu zasype jemnou frakci kameniva.
 - Po několika letech je pak nutná výměna cca 2-5 m nátokové části kořenového filtru, která je nejvíce zatížena. Kamenivo lze buď vyprat a uložit zpět a nebo úplně vyměnit za nové.
 - Ostatní objem kořenového filtru se přirozeně kolmatuje další desítky let.
- **Zimní období**
 - období vegetačního klidu, ale většina čistících procesů pokračuje v jeh o něco menší účinnosti. Kořenová čistírna je na zimní období dimenzována, aby splnila požadované limity v zimě. Při čištění převládá v horizontálních KČOV anaerobní čištění, které je dimenzováno na teplejší odpadní vody ze zimního období.
 - Z těchto důvodů jsou v KČOV II. generace navrhovány kombinace horizontálních a vertikálních kořenových filtrů, kdy impulsně působící podzemní vertikální kořenové filtry zajišťují odstraňování dusíkatých znečištění i v zimním období. Legislativní požadavky na odstraňování dusíkatého znečištění jsou zatím stanoveny pouze pro zdroje od 500 ekvivalentních obyvatel.
- **Rekonstrukce**
 - Orientačním výpočtem dojde k zakolmatování celého kořenového filtru po 30 - 40 letech.
 - V průběhu provozu čistírny se tak upravuje dle potřeby pouze nátoková část kořenových filtrů, viz. výše.
 - Následná celková rekonstrukce může zahrnovat vyprání, úplnou výměnu nebo vytržení štokové náspě a její navrácení zpět do filtru.
- **Dotace**
 - Obecní kořenové čistírny mohou získat dotace z Operačního programu Životní prostředí stejně jako klasické čistírny.
 - V Národních parcích lze získat nové dotaci i na domácní čistírny odpadních vod.

Provoz domovní ČOV - provoz

- **Nutné přizpůsobení chodu domácnosti**
 - Méně tuků
 - Ekologické výrobky
 - Nepoužívat myčky nádobí (fosfor)
- Zápach kořenového pole se projevuje jen při nízkém tlaku a je minimální.
- **Nutné ještě čištění vody v rybníčcích** provzdušňováním pokud je výsadba mladá
- Osázeno - pomměnka, blatouch, máta, rákos, modráska, šípátka, orobinec a další.
- **Výhodou je využívání vody na zalévání zahrady, příjemné klima kolem rybníčků, nová flóra a fauna - mokřadní a bahenní rostliny, žáby, ptáci.**
- **Estetické hledisko**
- **Nevýhoda - potřebná plocha**



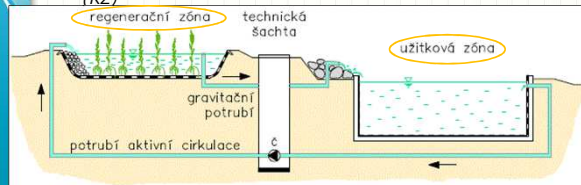
Vegetační čistírna s dočištěním ve dvojici stabilizačních nádrží



Co jsou biobazény (BioB)?

Biobazény (Koupací biotopy): Uměle vytvořené nádrže odděleny izol. vrstvou v max. možné míře od vlivu okolního prostředí, kde se voda upravuje biologickým čištěním.

Skládají se ze 2 částí: Uživatelské zóny (UZ) a Regenerační zóny (RZ)



Biobazény: Princip čištění vody

Princip čištění: založen na pohybu energie mezi jednotlivými články potravního řetězce

Základní podmínka: Udržení biologické rovnováhy systému
=> Omezením potravní nabídky



Biobazény: Cirkulace vody

Cirkulace vody - RZ - s gravitačním prouděním vody - z okružní RZ - s vzestupným prouděním vody

Odvod do UZ

Nekryté umělé bazény (NUB)

Plynný chlór
Chlornan sodný