

C6890 Technologie ochrany prostředí 5. Úprava a čištění vod z měst a obcí

Ivan Holoubek
Zdeněk Horský

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky.

Osnova

- 1) Voda jako zdroj
- 2) Úprava vody pro pitné účely
- 3) Čistění odpadních vod
- 4) Nakládání s kaly

1. Voda jako zdroj

Voda je

- základní složkou všech rostlinných a živočišných systémů
- hlavním médiem pro příjem živin, jejich transport živými organismy i pro proces vylučování
- jediné univerzální rozpouštědlo a transportní prostředek
- nejpoužívanější látkou v průmyslu i zemědělství

Člověk obsahuje vody

- 97% 3 dny po narození
- 81% po 8 měsících života
- 65-70% ve stáří

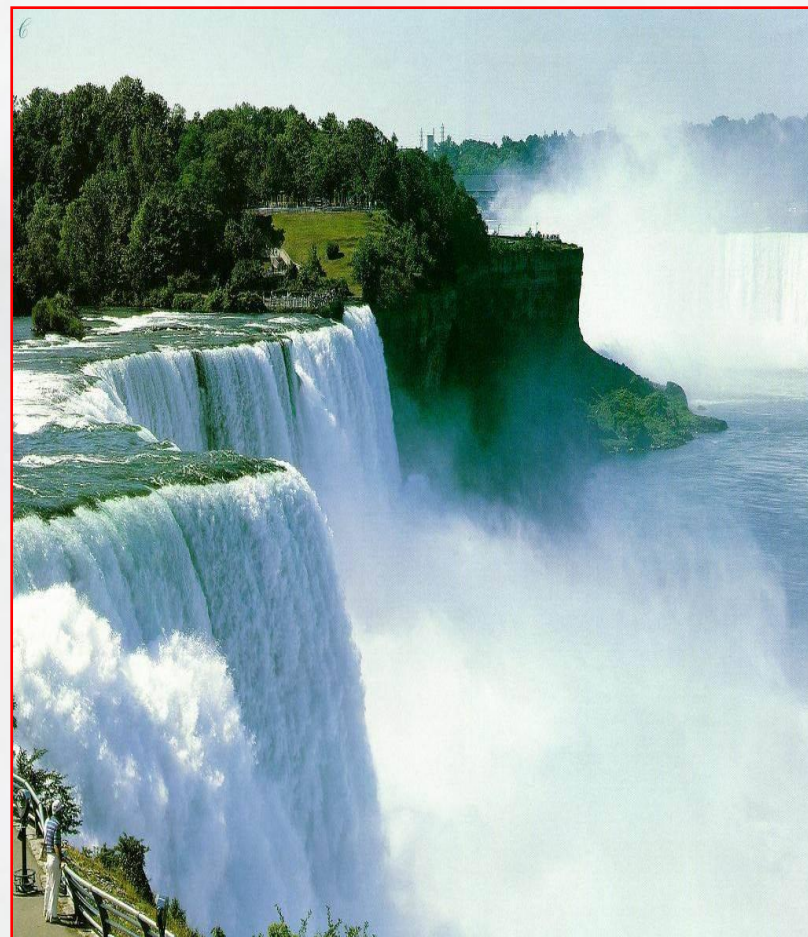
K životu denně člověk potřebuje 2,5-3 l biologicky hodnotné vody
Průměrná spotřeba vody je 250-300 l na osobu a den v ČR

1. Voda jako zdroj

Zdroje vody

- podzemní
- povrchové sladké
- moře (odsolování)
- speciální (ledovce, hlubinná voda, jeskyně)

Přímý vztah mezi vyspělostí kultury dostupností zdroje vody (zánik některých civilizací, spory a války o zdroje vody)



2. Úprava vody pro pitné účely

Kvalitativní požadavky na vodu

Norma ČSN 757011 - Pitná voda

Způsob využití vody - pitná, užitková a provozní

Úprava vody pro pitné účely

- filtrace - nejběžnější způsob, který napodobuje přírodní procesy odstraňuje případné příměsi
- procesy pro zdravotní zabezpečení - chlorace nebo ozonizace
- dodatečná úprava při nadměrném množství některých prvků - zejména železo, mangan, nikl

2. Úprava vody pro pitné účely

Filtrace

Prostá filtrace - probíhá přes pískové filtry, kde dochází k odstranění suspendovaných látek větších než 20 μ m

Koagulační filtrace - před vlastní filtrací dojde k nadávkování vhodného koagulantu (hydroxid železa nebo hliníku), který naváže suspendované látky a vytvoří vločky, které se lépe zachytí na pískovém filtru

In line filtrace - místo klasických koagulantů se používají kationické polymery dávkované přímo na povrch filtru a chemická reakce probíhá přímo na povrchu zrn filtračního materiálu ((až 80% využití výšky filtračního lože)

2. Úprava vody pro pitné účely

Zdravotní zabezpečení

Chlorace - dávkování plynného chloru nebo chlordioxidu, který má lepší oxidační schopnosti, nejběžnější způsob dezinfekce vody

Ozonizace - ozon je vyráběn z pracovních plynů obsahujících kyslík v generátorech ozonu pracujících na bázi tichého elektrického výboje, ozon je silné oxidační činidlo a má výborné dezinfekční účinky, nyní málo rozšířen s ohledem na cenu úpravy

2. Úprava vody pro pitné účely

Dodatečná úprava vody pro pitné účely

lonexy - zachycení rozpuštěných látek v ionizovaném stavu, nesoucích kladný nebo záporný náboj (nejběžněji přírodní železo, mangan, nikl), dochází ke změkčení vody (ochrana spotřebičů)



3. Čistění odpadních vod

Samočisticí proces - přirozený proces , při kterém jsou znečišťující látky odstraněny za spolupůsobení mikroorganismů, kyslíku a slunečního světla

Čistění odpadních vod

- fyzikální, chemické, biologické

Splaškové vody - šedé -šedohnědé
silně zakalené 5-20°C
pH = 6,8 - 7,5

Domácnosti, úřady, stravovací zařízení, školy, nemocnice...

Převažuje znečištění organickými látkami a dále mýdla a prací prostředky - bakterie, kvasinky, viry, houby, prvoci.

Čistírna odpadních vod v Brně



3. Čistění odpadních vod

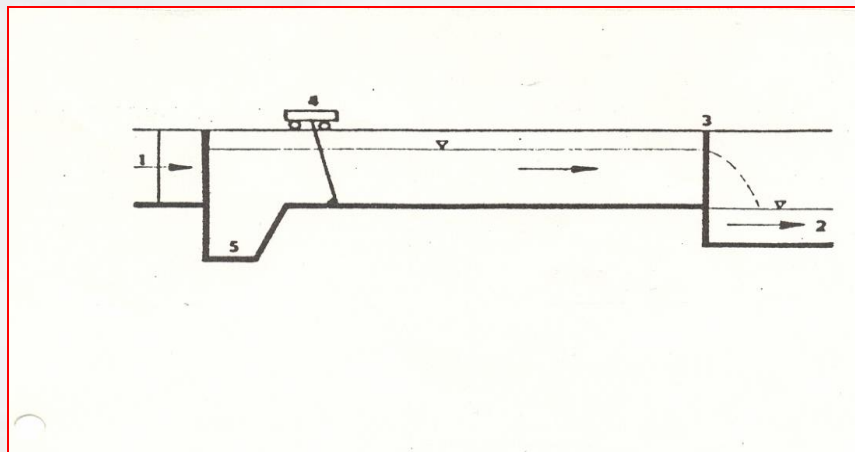
Fyzikální metody čistění

Mechanické předčistění

Lapáky štěrku - jímky pro zachycení hrubých a těžkých předmětů sunutých odpadní vodou po dně stokové sítě

Česla a síta - zachycují plovoucí předměty a nečistoty (dřevo, plasty, hadry)

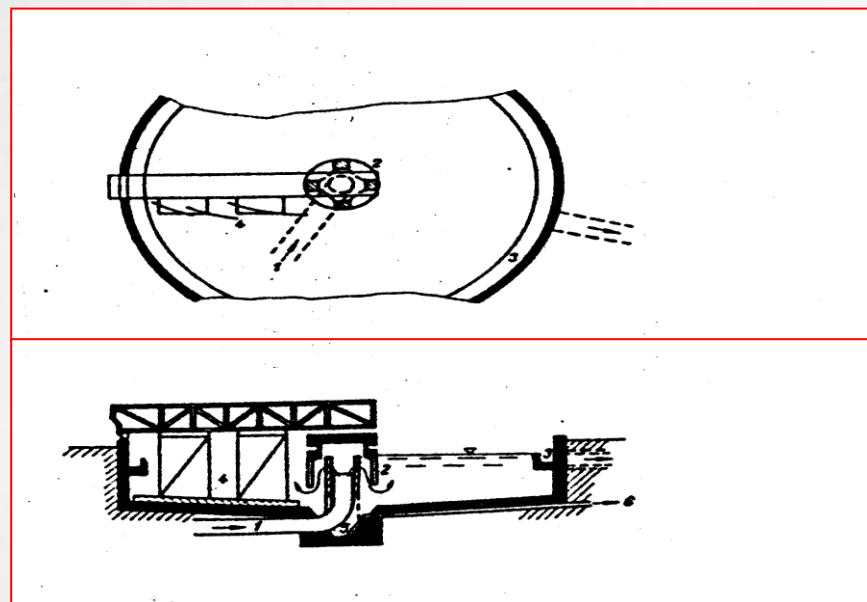
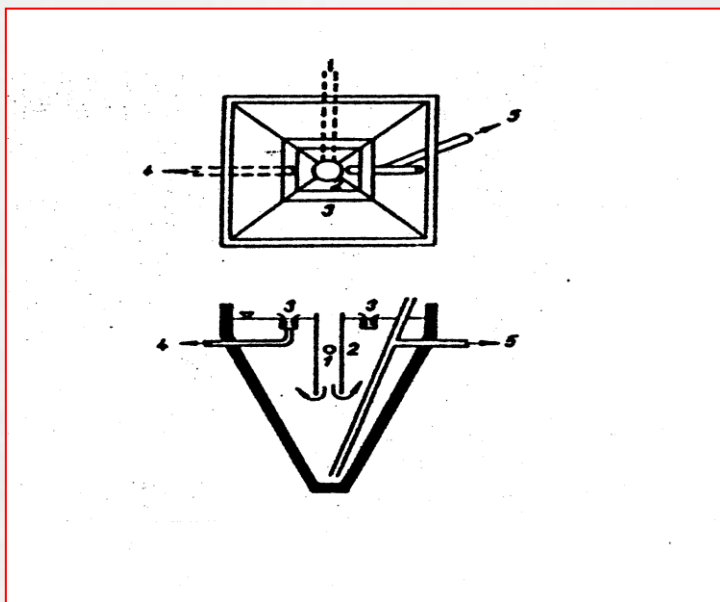
Lapače písku - mělké nádrže s velmi pomalým průtokem vody ve kterém sedimentují drobné pevné částice (doba zdržení min. 30 minut)



3. Čistění odpadních vod

Usazovací nádrže

Nádrže kruhového nebo obdélníkového tvaru s pomalým horizontálním nebo vertikálním průtokem vody. Částice znečištění s menší měrnou hmotností vystupují nad hladinu, s větší se usazují na dně



3. Čistění odpadních vod

Chemické metody čistění

Čiření

Postupy, které odstraňují z vody zákal ve formě jemně suspendovaných částic.

Používají se různá chemická činidla - flokuanty nebo koagulanty

Suspendované částice se shlukují do větších částic (vločky), které dobře sedimentují.

3. Čistění odpadních vod

Biologické metody čistění

Základem biologického čistění je činnost mikroorganismů - nastavení optimálních podmínek pro jejich život

Cílem je odstranění biologicky rozložitelných látek organických biochemickým pochody oxidačními a syntézními \Rightarrow syntézou nové biomasy se z OV odstraní i část N, P

Aerobní čistění - za přístupu vzduchu

Anaerobní čistění - bez přístupu vzduchu

Přirozené čistění - simulují podmínky užívané v přírodě (samočistící procesy)

Umělé čistění - sofistikované procesy probíhající ve vhodně upravených stavebních objektech a doplněné technologií

3. Čistění odpadních vod

Přirozené biologické čistění

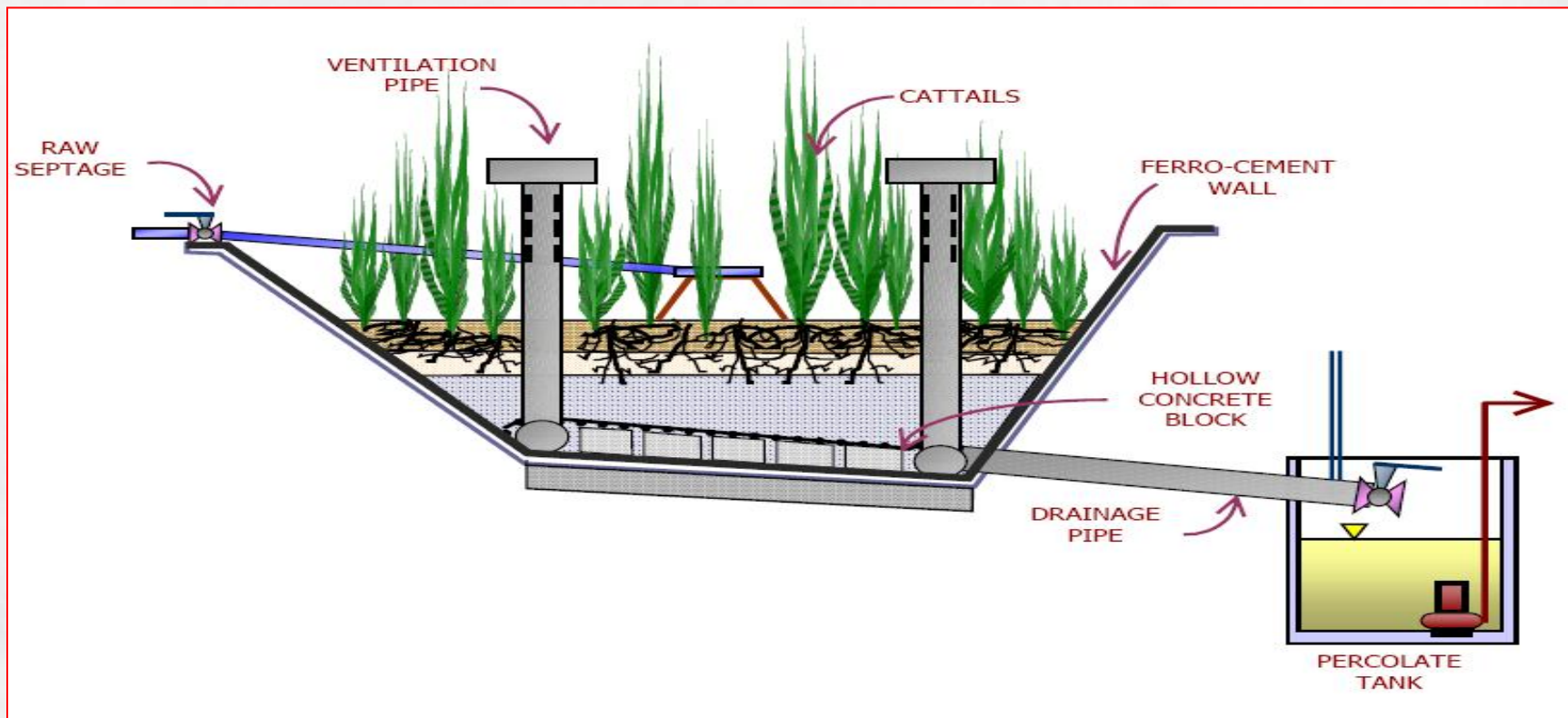
Závlaha - nejstarší způsob, využívá živiny obsažené v odpadní vodě, aplikované vody musí splňovat přísné zemědělské požadavky na znečištění

Biologické rybníky - nádrže o velké rozloze a malé hloubce, samočisticí proces je zintenzívněn stálým provzdušňováním, u některých typů i možnost nasazení vybrané vhodné rybí osádky



3. Čistění odpadních vod

Kořenové čistírny - využívají přírodních pochodů probíhajících v kořenech rostlin, určeny pro malé obce, významně snížená účinnost v zimních období



3. Čistění odpadních vod

Umělé biologické čistění

Biologické filtry (zkrápěné biologické kolony) - většinou plastové desky s členitým povrchem, na kterém se dobře uchyťují mikroorganismy. Povrch je rovnoměrně skrápěn čistěnou vodou za intenzivního přístupu vzduchu

Aktivace - nejrozšířenější metoda, v intenzivně provzdušňovaných nádržích se odpadní voda mísí s aktivovaným kalem.

Aktivovaný kal - směsice mikrorganismů (bakterie, houby, kvasinky, plísně...)

Výstupy - vyčištěná voda

- část AK se vrací zpět do procesu čistění
- zbylý kal se odvádí k dalšímu zpracování

3. Čistění odpadních vod

Zahušťovací nádrž - před anaerobní stabilizací je nutné surový kal zahustit, kontinuální provoz, míchání, doba zdržení - léto 24 h, zima 48 h
Odsazená voda odtéká pilovým přepadem do odtokového žlabu zpět před usazovací nádrže

Vyhnívací (methanizační) nádrže

Důkladně zahuštěný kal (smíšený) se čerpá do vyhnívacích (metanizačních) nádrží ⇒ stabilizace za anaerobních podmínek

Při aplikaci mezofilního (27 - 45 °C) nebo termofilního (45 - 60 °C) vyhnívání jsou nádrže vytápěny

Obsah nádrže je míchán přetržitě nebo plynule, míchání je realizováno obvykle čerpáním směsi, plynu nebo obojího

3. Čistění odpadních vod

Anaerobní aktivace

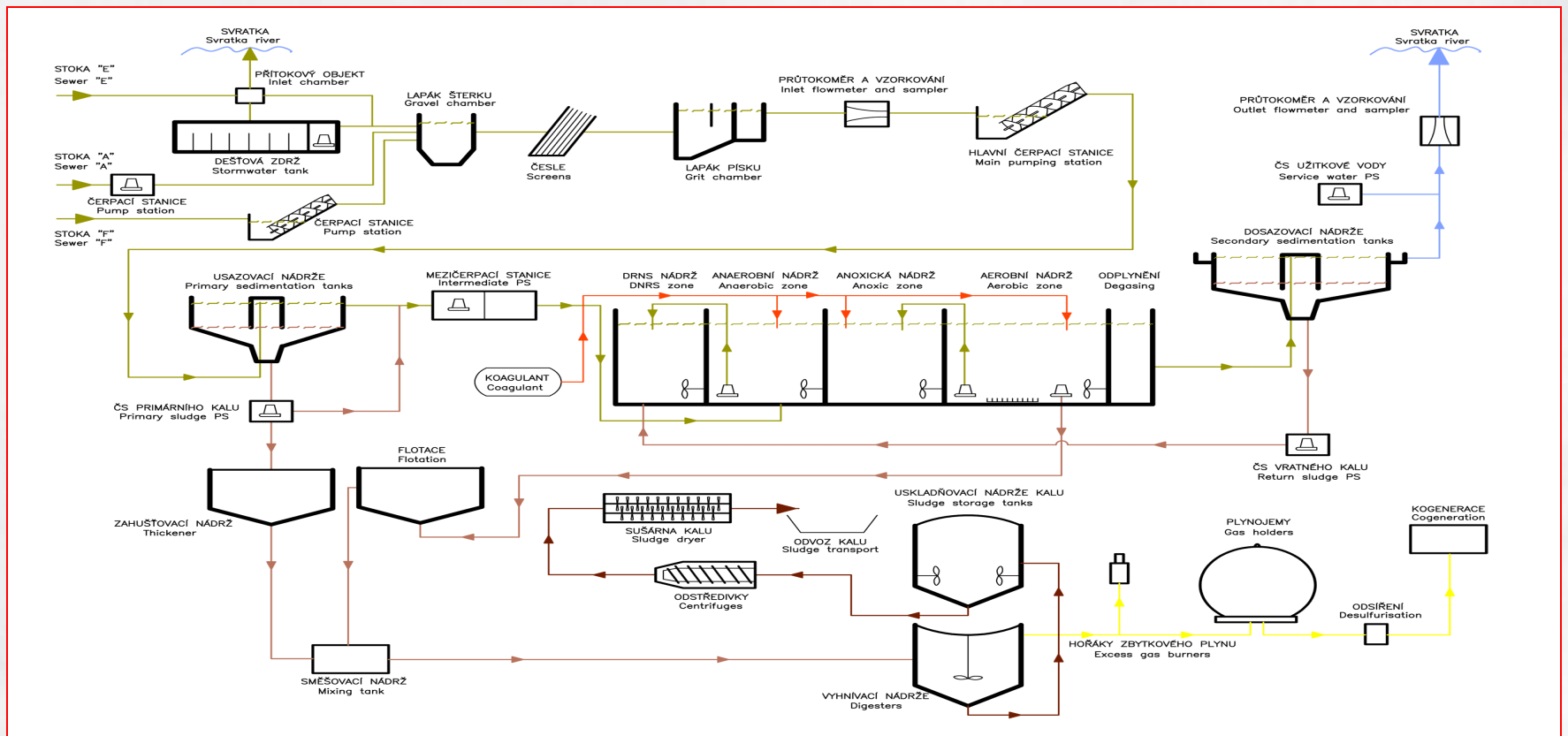
- hydrolyza - probíhá působením fermentačních bakterií, polymery se rozkládají na nízkomolekulární látky rozpustné ve vodě (např. celulóza a škrob na glukózu)
- kyselé kvašení - rozkládá produkty 1. stupně působením acetogenních bakterií na nižší alifatické kyseliny a alkoholy (kyselina octová)
- metanové kvašení - metanizační bakterie převádějí produkty kyselého kvašení na metan (bioplyn)

Bioplyn - směs plyných produktů - metan + oxid uhličitý (H_2 , N_2 , H_2S),
dobře pracující nádrže: 65 - 75% CH_4 + 25 - 35% CO_2 ,

Využití - vyhřívání vyhnívacích nádrží, ohřev vody, vytápění budov čistírny
kogenerace na elektrickou energii

3. Čistění odpadních vod

Schéma (velké čistírny) odpadních vod v Brně



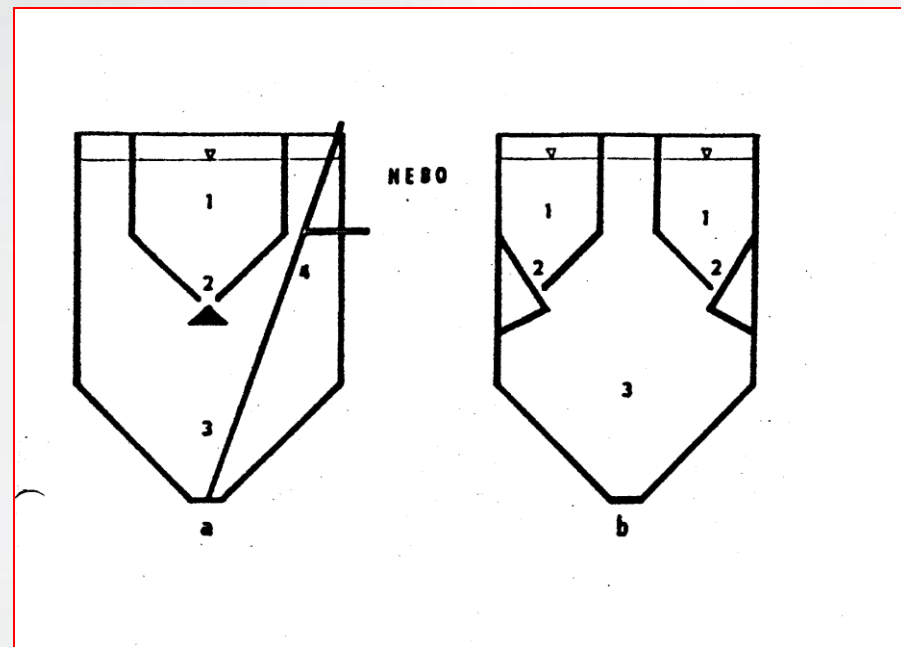
3. Čistění odpadních vod

Malé čistírny odpadních vod

Kapacita 1 250 - 2 500 m³.h⁻¹

Proti velkým - chybí primární sedimentace a samostatná stabilizace kalu - nevyhřívané štěrbinové nádrže
OV protéká usazovacím prostorem (1) ve kterém se usazují NL a přepadají štěrbinou (2) do nevyhřívaného stabilizačního prostoru (3), ve kterém probíhá anaerobní rozklad při $T = 15 - 20 \text{ } ^\circ\text{C}$.

Anaerobní stabilizovaný kal se odpouští pod hydrostatickým tlakem (0,8 - 1,5 m) potrubím (4)

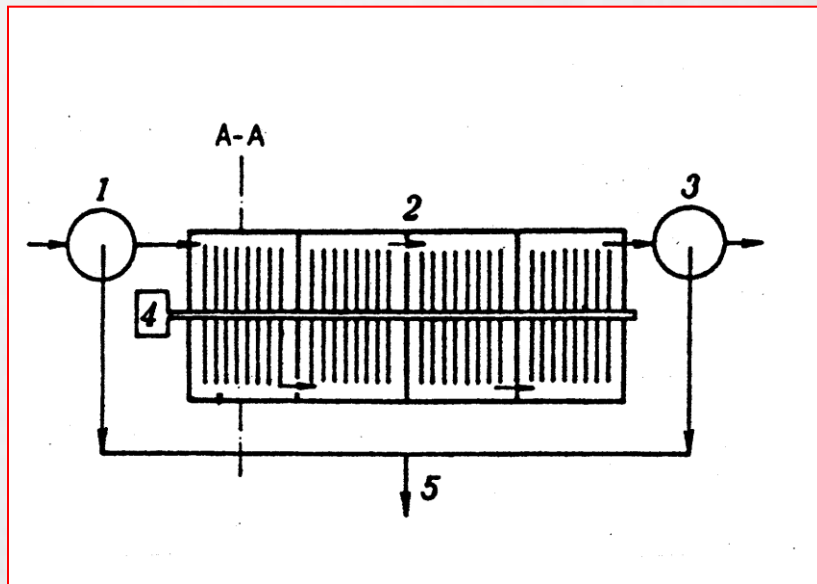


3. Čistění odpadních vod

Malé čistírny odpadních vod

Rotační diskové reaktory (RDR)

Kombinace biologického filtru a aktivace s mechanickou aerací



Disk - střídavě ve vzduchu a ve vodě - kontinuální přísun živin, substrátu a kyslíku ke směsné kultuře mikroorganismů tvořící biofilm. Přebytná biomasa se z povrchu disků odstraňuje střihovými silami vyvolanými rotacemi. Disky - plasty (polystyren, PE) 0,5 - 3,5 m; 10 - 20 mm; mezery 10 - 40 mm

3. Čistění odpadních vod

Výstupy z procesu čistění splaškových vod

Vyčištěná voda - hlavní produkt

Při optimální technologii (mechanicko - biologického čistění)

NL - 10 mg .l⁻¹

BSK₅ - 10 mg.l⁻¹ (celkem)

BSK5 - 5 mg.l⁻¹ (v roztoku)

Shrabky - kompostování, do půdy, skládkování, spalování

Písek - skládkování

3. Čistění odpadních vod

Anaerobní stabilizovaný (vyhnilý) kal - černá amorfnní hmota slabě páchnoucí po dehtu

Organická : anorganická sušina = 1 : 1

Dobré hnojivé vlastnosti

Někde vyšší těžké kovy, POPs, PAU

Bioplyn:

CH₄ - 65 - 75%

CO₂ - 25 - 35%

Výhřevnost - 21 - 29 MJ.kg⁻¹

U malých ČOV je často kal zpracován v aerobním způsobem nebo není vůbec stabilizován

4. Nakládání s kaly

Stabilizace kalu

Aerobní (u malých ČOV) či anaerobní zpracování z hlediska hygienického a ekologického (nezávadnost pro další použití)

Dochází k poklesu pathogenních a ostatních živých organismů, snížení rozložitelného organického podílu sušiny kalu

Stabilizovaný kal má minimální náchylnost k dalšímu rozkladu (nezpůsobuje pachové a hygienické problémy)

4. Nakládání s kaly

Odvodňování kalu

Střední a velké čistírny - anaerobně stabilizovaný kal (5hm.% sušiny)

-kalová pole - velmi dlouhá doba odvodňování (65hm.%sušiny)

-síto pásové lisy - nejrozšířenější (27-36hm.%sušiny)

-kalolisy - komorové lisy (35-50hm.%sušiny)

-centrifugy - málo časté (30-35hm.%sušiny)

Efektivní mechanické odvodnění za použití polyflokulantů

Po odvodnění může následovat dodatečná hygienizace kalu (vápnění, pasterizace, sušení)

4. Nakládání s kaly

Zneškodnění/využití kalů

Zásadním problémem pro následné využití/zneškodnění kalů je podíl těžkých kovů a dalších toxických látek (POPs,PAU), jedinou efektivní cestou je zabránit jejich vstupu do odpadních vod (speciální čistírny průmyslových vod, čistírny kapalných odpadů)

Česká republika

- produkce 750 000 t kalů/rok
- nakládání s kaly definováno v zákonu o odpadech

4. Nakládání s kaly

Nakládání s kaly ve vybraných zemích

Země	Množství (1000t suš/r)	Zemědělství %	Skládkování %	Spalování %
Dánsko	150	43	29	28
Francie	900	27	53	20
Irsko	23	23	34	43
Německo	2 750	25	65	10
Nizozemsko	280	36	32	12
Průměr		35	42	23
Česká republika	176	70	29	1

4. Nakládání s kaly

Přehled metod pro zneškodnění/využití kalů

- skládkování (postupný útlum vlivem legislativy EU)
- využití v zemědělství, aplikace na zemědělskou půdu
- kompostování
- výroba rekultivačních substrátů a využití k rekultivaci skládek a odvalů
- sušení a následné termické využití
- spalování ve spalovně komunálních odpadů
- spalování v teplárnách a elektrárnách
- samostatné spalovny odvodněného kalu
- spalování v cementářské peci