



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí

Procesy čištění odpadních vod



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Charakter znečišťujících látek:

Rozpuštěné

Organické

Biologicky rozložitelné

Biologicky nerozložitelné

Anorganické

(ve filtrátu za filtrem 0,4 μm)

(cukry, mastné kyseliny)

(azobarviva aj.)

(těžké kovy, sulfidy)

Nerozpuštěné

Organické

Biologicky rozložitelné

Biologicky nerozložitelné

Usaditelné

Neusaditelné

Koloidní

Plovoucí

Anorganické

Usaditelné

Neusaditelné

(škrob, bakterie)

(papír, plasty)

(celuloseová vlákna)

(bakterie, papír)

(bakterie)

(papír)

(písek, hlína)

(brusný prach)



ČOV

Technologická linka čištění = sled jednotkových operací (jednotlivých procesů čištění)

Charakter znečištění → volba a zařazení jednotlivých procesů

Požadavky:

Proces musí být účinný

Proces by měl být ekonomicky přijatelný

Proces by neměl být příliš náročný na spotřebu energie

Při procesu by se neměly vnášet do čištěné odpadní vody další znečišťující látky (např. chloridy, sírany, organické chlorderiváty aj.)



Mechanické procesy

- **Mechanické procesy**

- Cezení (česle) (papír, plasty)
- Usazování (usazovací nádrže) (celuloseová vlákna, písek, hlína)
- Centrifugace (centrifugy) (celuloseová vlákna, písek, hlína)
- Flotace (flotační nádrže) (celuloseová vlákna, písek, hlína)
- Filtrace (pískové filtry, síta) (nerozpuštěné org. a anorg. Látky)



Chemické a fyzikálně chemické procesy

- Čiření (koagulace a srážení) (vysokomol. rozp. biolog. nerozp. l., rozp. anorg. l., nerozp. org. l., nerozp. anorg. l.)
- Neutralizace, oxidace a redukce (rozpuštěné anorg. látky)
- Sorpční procesy (aktivní uhlí aj.) (rozp. biol.nerozlož. l., rozp. anorg. l.)
- Procesy založené na výměně iontů (rozp. anorganické látky)
- Extrakce (např. fenol) (rozp. org. biolog. rozlož. i nerozl. l.)
- Odpařování, spalování (silně konc.odpadní vody) (rozpuštěné biol. Nerozložitelné látky)
- vyvážení (např. NH_3) (rozpuštěné anorganické látky)



Biologické procesy

- **Biologické procesy aerobní**

- Biologické filtry (cukry, mastné kyseliny, rozp. anorg. I. (N), škrob, bakterie)
- Aktivační proces (cukry, mastné kyseliny, rozp. anorg. I.(N,P), škrob, bakterie)
- Stabilizační nádrže a laguny (cukry, mastné kyseliny, rozp. anorg. I.(N,P), škrob, bakterie)

- **Biologické procesy anaerobní**

- Metanizace (kyselé a methanové kvašení) (cukry, mastné kyseliny, škrob, bakterie)



Předčištění a mechanické čištění (=1.stupeň ČOV)

- 1. fáze čištění = *předčištění* (PČ) se surová voda (SV) zbavuje hrubých nečistot nerozpuštěných předmětů a látek
- obvykle zahrnuje *lapák štěrku* (1), *česle* (2) a *lapák písku* (3), zřídka lapák tuků
- česle – slouží jako ochrana strojního zařízení čistíren – hl. čerpadel, zachycují větší předměty unášené vodou nebo plovoucí na hladině
- aby se písek nedostal do vyhnívacích nádrží (kde by snižoval účinný objem) z nádrže usazovací je odstraňován na lapácích písku



Mechanické čištění

- Mechanické čištění (MČ) – hlavní jednotkou je sedimentace v usazovacích nádržích (4) – zachytí se zde většina usaditelných látek – podle způsobu protékání vody rozdělujeme usazovací nádrže na pravoúhlé s horizontálním průtokem, kruhové s horizontálním průtokem(radiální) a nádrže s vertikálním průtokem.
- Kal zachycený v usazovacích nádržích = primární kal



Biologické čištění = 2. Stupeň ČOV

- skládá se z:
 - **biologické jednotky**
(reaktory s kulturou ve vznosu - aktivační nádrže nebo biofilmové reaktory s kulturou přisedlou na náplni – biofiltry resp. Kolony)
 - **nádrže separační – dosazovací**



Biologické čištění = 2. Stupeň ČOV

Odstraní především biologicky rozložitelné organické látky biochemickými oxidačními syntézními pochody. Odstraní se i část dusíku a fosforu.

- Suspenze biomasy se od vyčištěné vody separuje v dosazovací nádrži a vrací se potrubím zpět do aktivační nádrže.
- Přebytečná biomasa se vede potrubím do usazovací nádrže, kde se společně s primárním kalem usazuje. Směs (smíšený kal) se vede do zahušťovací nádrže, kde se po zahuštění anaerobně zpracovává.
- *Dosazovací nádrž je ve většině městských čistíren OV poslední jednotkovou operací v technologické lince čištění.*



Terciální stupeň = 3. Stupeň ČOV

= jakékoliv zpracování odtoků z mechanicko-biologických čistíren **za účelem snížení zbylého chemického a mikrobiologického znečištění.**

- Chlorace, ozonizace
- biologické dočišťování ve stabilizačních nádržích,
- filtrace a adsorpce na aktivním uhlí)
- Odstraňování/snižování koncentrace N a P



Kalové hospodářství ČOV

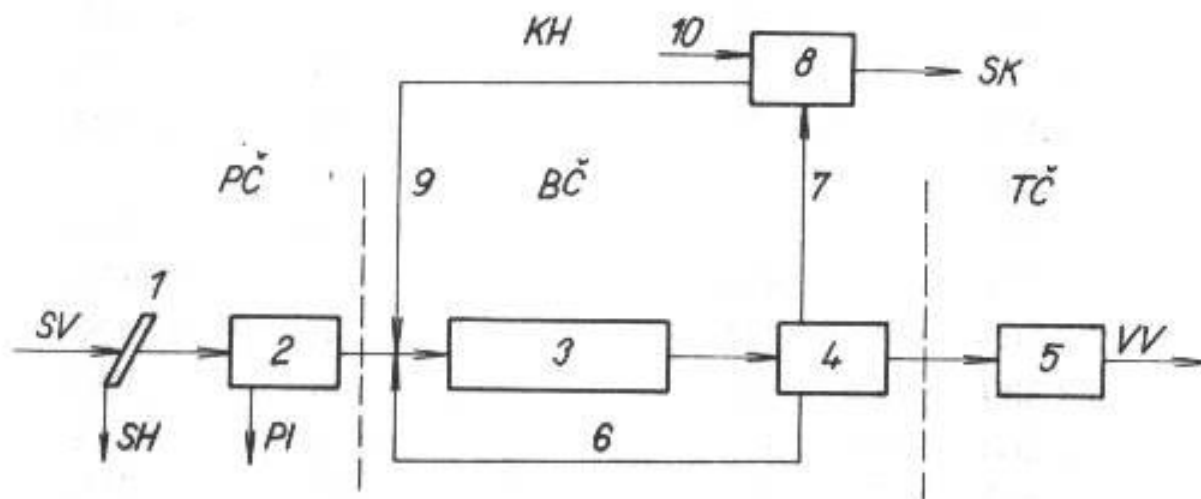
- zahušťovací nádrž,
- vyhnívací nádrž (methanizační),
- mechanické odvodňování kalu a plynojem.
 - Hlavní odpadní produkt čištění OV = **čistírenský kal**. Surový kal = kal primární + kal biologický (cca 2:1) – zpracování – stabilizace anaerobním způsobem, nebo mechanické odvodnění – centrifugace, filtrační pásové lisy a spalování



Produkty ČOV

- **Vyčištěná voda**
 - dobře navržené a provozované čistírny – odtoky této kvality:
 - Nerozpuštěné látky 10 mg.l^{-1}
 - Celková BSK₅ 10 mg.l^{-1}
- **Shrabky** (likvidace kompostováním, skládky, spalování...)
- **Písek**
- **Anaerobně stabilizovaný (vyhnilý) kal**

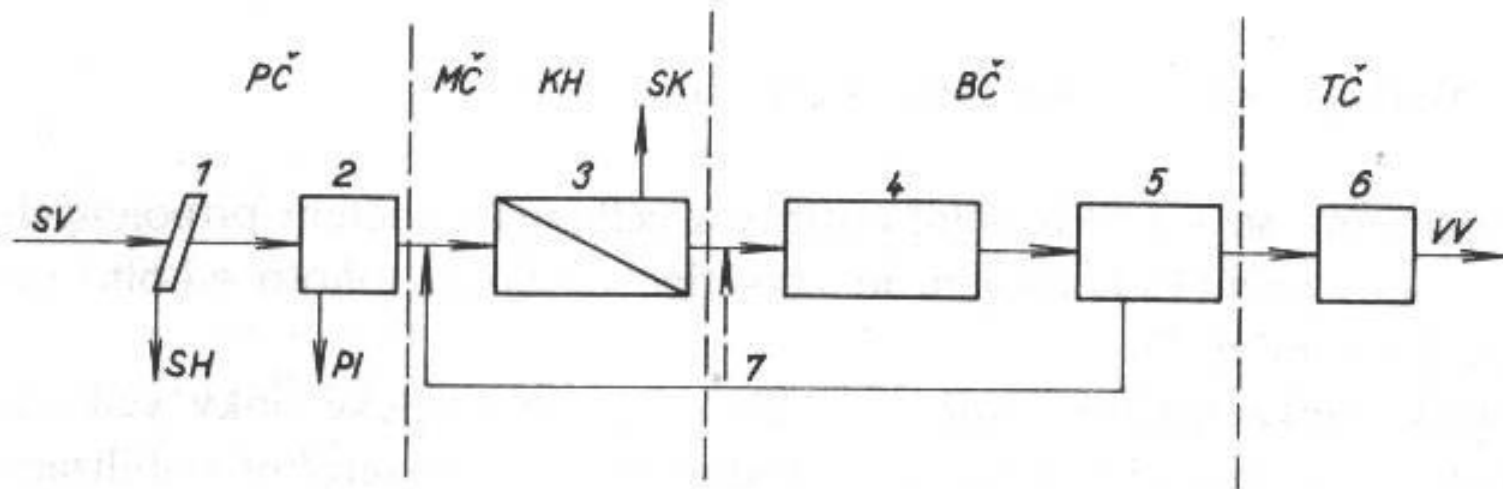




Obr. 4.6 Blokové schéma technologické linky malých čistíren městských odpadních vod s aerobní stabilizací kalu

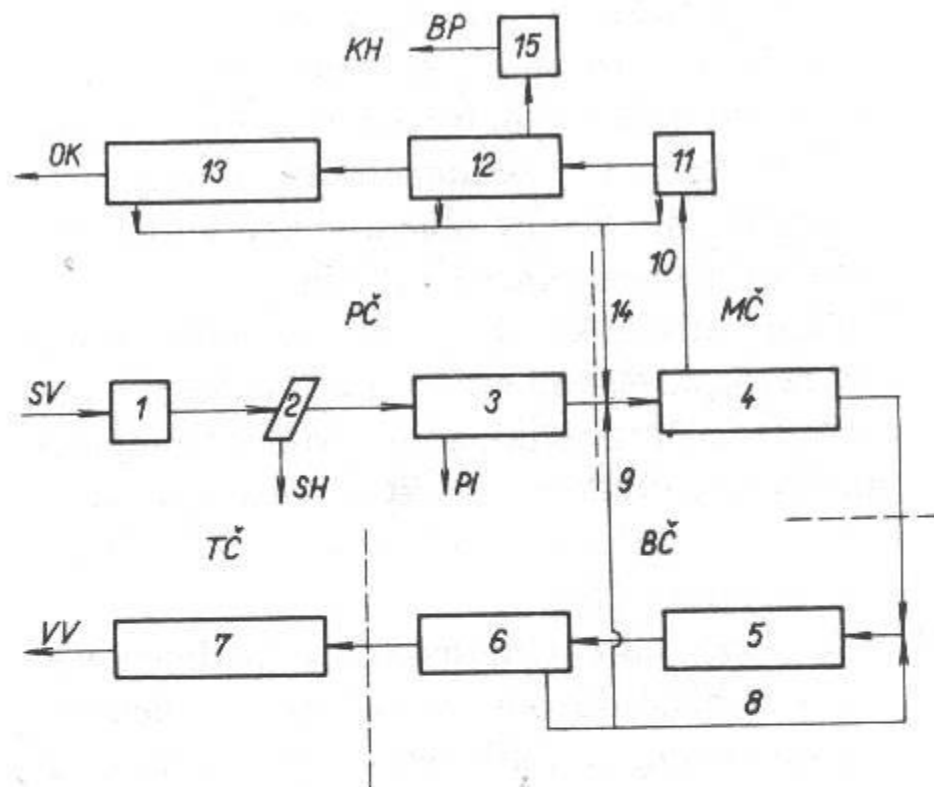
SV – surová voda, VV – vyčištěná voda, SK – aerobně stabilizovaný kal, SH – shrabky, PI – písek, PČ – předčištění, BČ – biologické čištění, TČ – terciální čištění, KH – kalové hospodářství. 1 – česle, 2 – lapák písku, 3 – aktivační nádrž, 4 – dozovací nádrž, 5 – jednotky terciálního čištění, 6 – vracený kal, 7 – přebytečný kal, 8 – uskladňovací nádrž aerobně stabilizovaného kalu, 9 – kalová voda, 10 – dávkování vápna





Obr. 4.7 Blokové schéma technologické linky malých čistíren městských odpadních vod s anaerobní stabilizací kalu

SV – surová voda, *VV* – vyčištěná voda, *SK* – anaerobně stabilizovaný kal, *SH* – shrabky, *PI* – písek, *PC* – předčištění, *MČ* – mechanické čištění, *KH* – kalové hospodářství, *BČ* – biologické čištění, *TČ* – terciární čištění. 1 – česle, 2 – lapák písku, 3 – šterbinová (emšerská) nádrž, 4 – biofiltr, rotační diskový reaktor nebo aktivační nádrž, 5 – dosazovací nádrž, 6 – jednotky terciárního čištění, 7 – potrubí na přebytečný kal a v případě aktivace i na vrácený



Obr. 4.4 Blokové schéma technologickej linky veľkých a stredných čistíren mestských odpadných vod

SV – surová voda, VV – vyčistená voda, OK – odvodnený kal, PČ – predčistenie, MČ – mechanické čistenie, BČ – biologické aerobné čistenie, TČ – terciárne čistenie, KH – kalové hospodárstvo, PI – piesok, SH – shrabky, BP – bioplyn. 1 – lapák šterku, 2 – česle, 3 – lapák písku, 4 – usazovací nádrž, 5 – aktivačná nádrž (nebo biofiltr), 6 – dosazovací nádrž, 7 – jednotky terciárneho čistenia (dočišťovací rybník, pískový filter, kolony s aktívnym uhlím apod.), 8 – recirkulácia (vracenie) aktivovaného kalu, 9 – odtahovanie prebytočného aktivovaného kalu, 10 – odtahovanie smesi primárneho a prebytočného aktivovaného kalu, 11 – zahusťovacia a uskladňovacia nádrž, 12 – metanizačná (vyhňivacia) nádrž, 13 – mechanické odvodňovanie anaerobne stabilizovaného kalu, 14 – odvod kalovej vody na začiatok čistenia, 15 – plynojem pro bioplyn

Splaškové a komunální OV

- Většinou šedé až šedohnědé zbarvení, silně zakalené
- Teplota 5 – 20 °C pH 6,8 – 7,5

Množství látek v gramech produkováné jedním obyvatelem za den a odpovídající hodnoty BSK, jako ukazatele znečištění (průměr pro stř. Evropu)

Látky	Anorganické	Organické	Veškeré	BSK
Nerozpuštěné	15	40	55	30
Usaditelné	10	30	40	20
Neusaditelné	5	10	15	10
Rozpuštěné	75	50	125	30
Veškeré	90	90	180	60



Optimální činnost ČOV

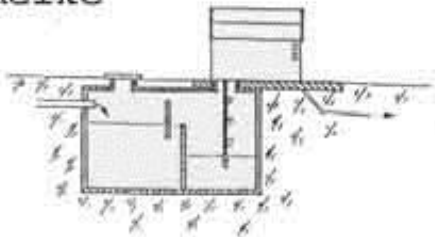
BSK_5	3,0 mg.l^{-1}
NH_4^+-N	0,5 mg.l^{-1}
NO_3^--N	5,0 mg.l^{-1}
N_{celk}	10 mg.l^{-1}
P_{celk}	0,5 mg.l^{-1}



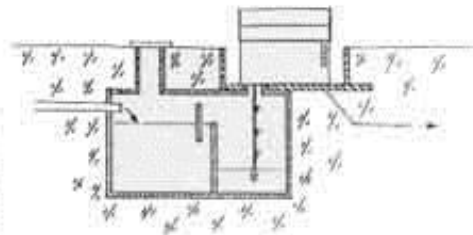
Příklad: AKTIVAČNÍ NÁDRŽE ČOV



mělké

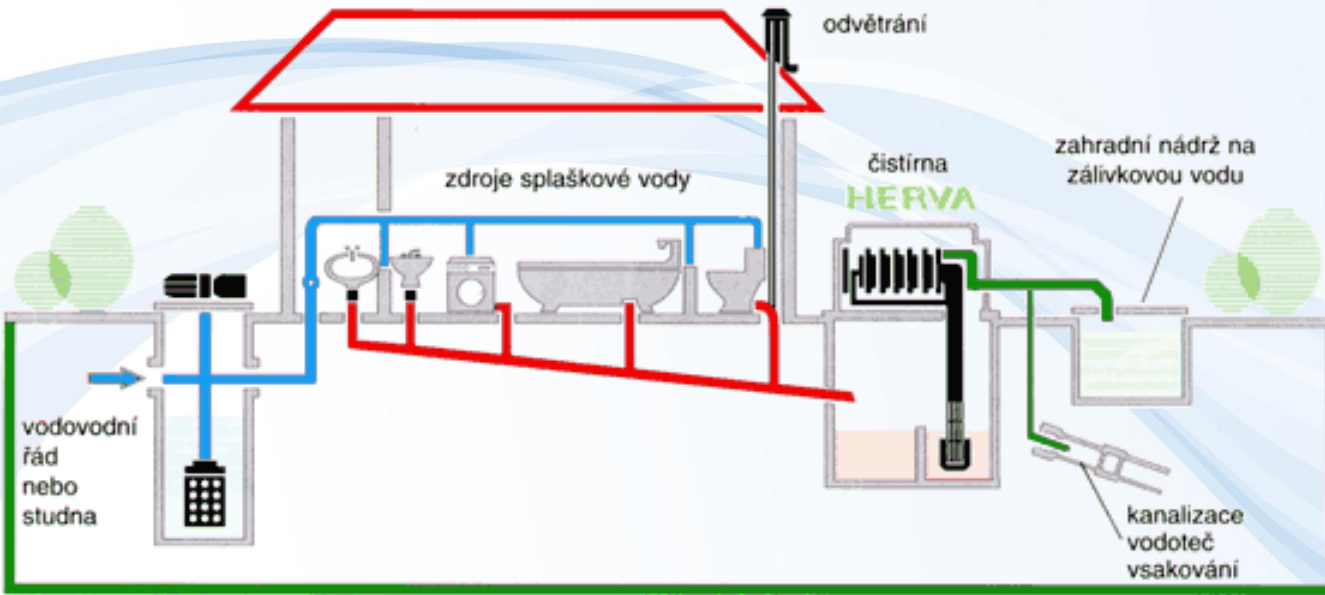


hluboké

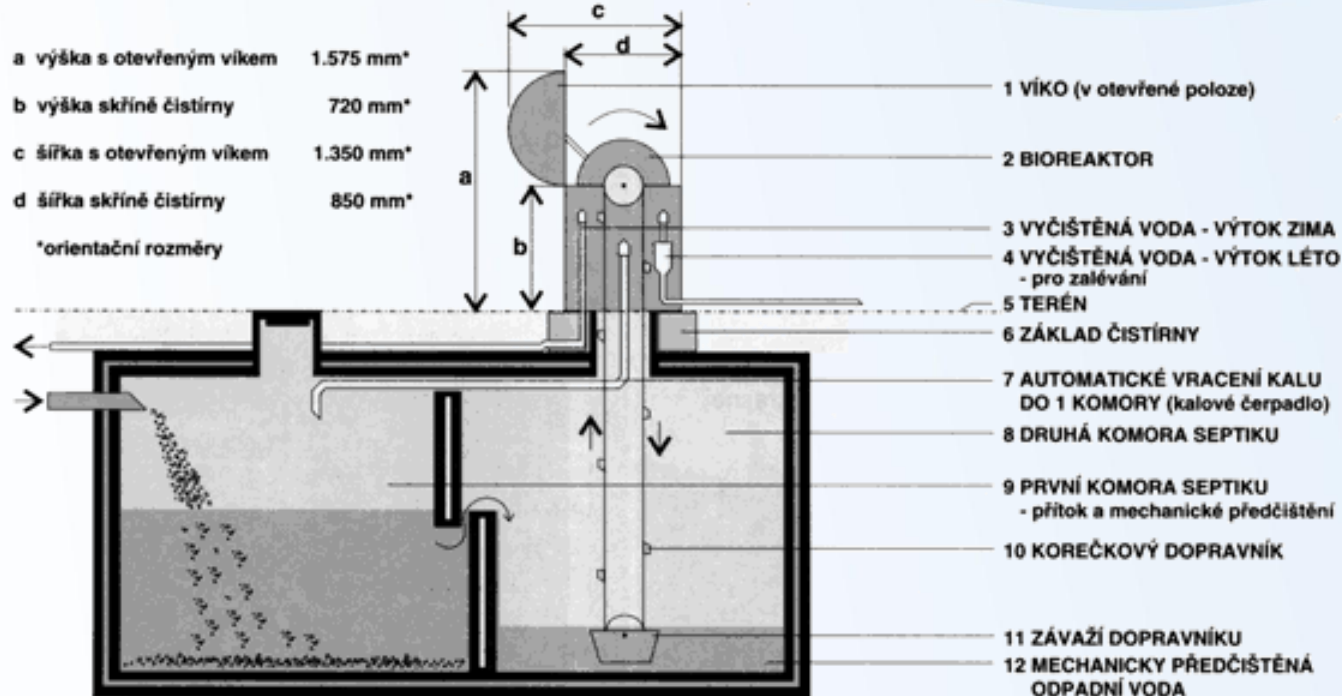


Malé domovní ČOV s biodisky

ČOV s biodisky



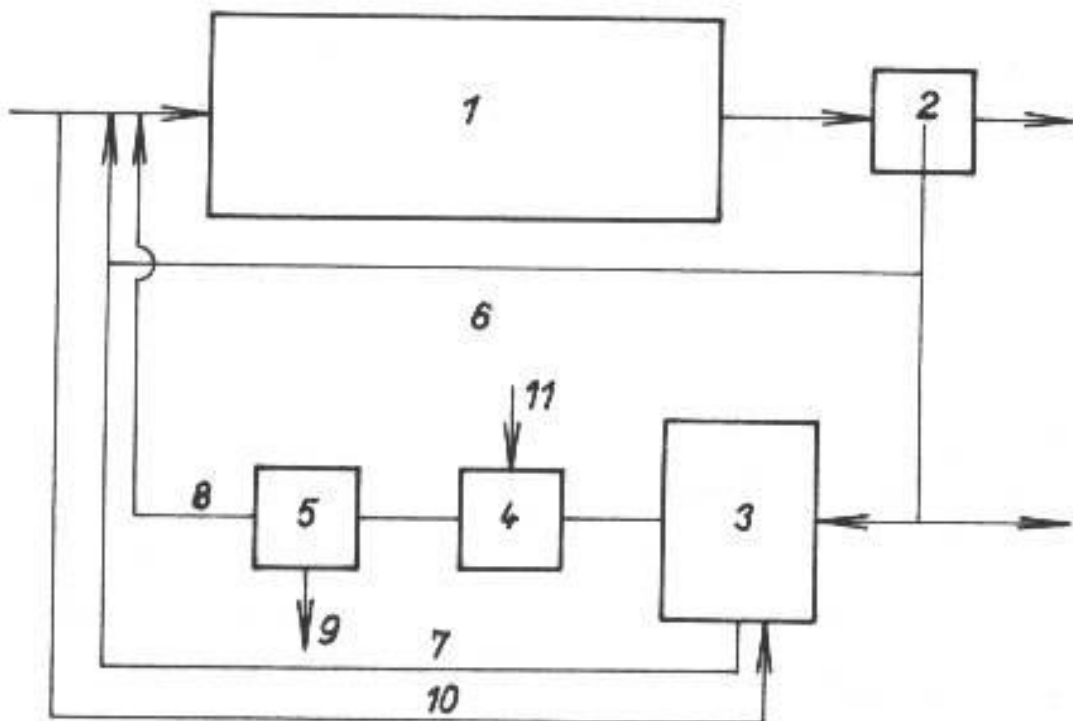
Funkční schéma čistíren HERVA



Chemické srážení fosforu

- $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + 3 \text{HCO}_3^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 + 3 \text{CO}_2 + 3 \text{Cl}^- + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{FeCl}_3 \cdot 6 \text{H}_2\text{O} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{FePO}_4 + 3 \text{Cl}^- + 6 \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Al}^{3+} + \text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{AlPO}_4$
- $5 \text{Ca}^{2+} + 3 \text{PO}_4^{3-} + \text{OH}^- \rightarrow \text{Ca}_5\text{OH}(\text{PO}_4)_3$ hydroxylapatit





Obr. 5.102 Schéma aktivačního systému Phostrip se zvýšeným odstraňováním fosforu ve vedlejším proudu [21]

1 – aktivační nádrž, 2 – dozovací nádrž, 3 – anaerobní nádrž pro uvolňování fosfátů z kalu (atripovací nádrž), 4 – reaktor pro srážení fosfátů vápnem, 5 – usazovací nádrž, 6 – přímá recirkulace kalu, 7 – recirkulace kalu zbaveného fosforu, 8 – recirkulace vody zbavené fosfátů, 9 – odpadní kal bohatý na vápenaté fosfáty, 10 – možný přívod odpadní vody, 11 – dávkování vápna

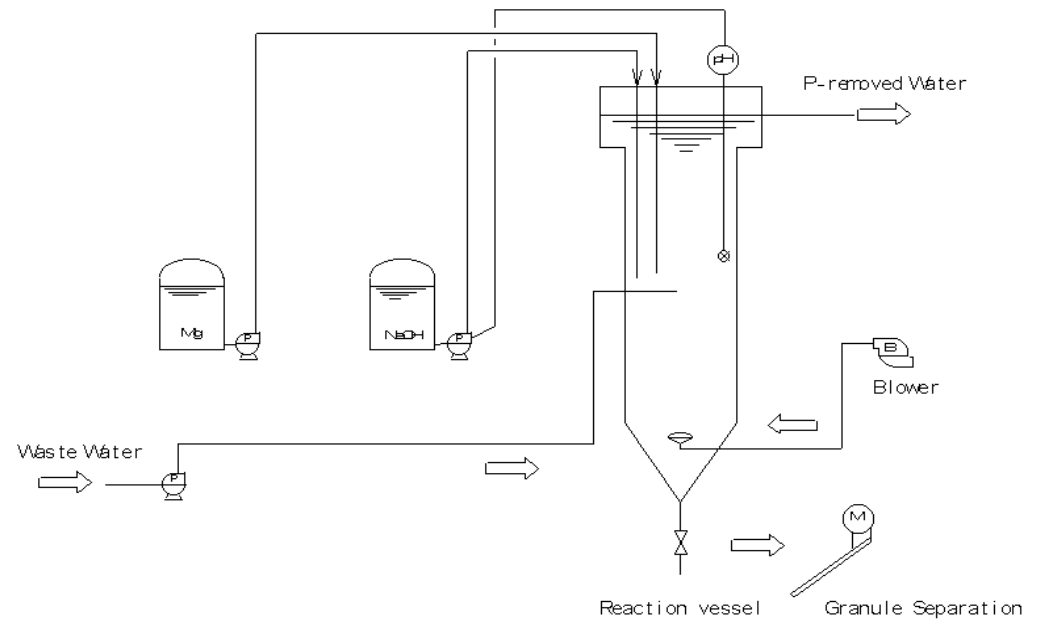


"PHOSNIX"

- "PHOSNIX" is a trade name of a process to recover phosphate from waste water stream
- as granules of Magnesium Ammonium Phosphate($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, MAP or struvite) developed
- In the "PHOSNIX" process, fine crystals of MAP formed in a reaction vessel stick on
- granules of MAP for easy separation.



"PHOSNIX"



Kořenové čistírny OV

- Umělé mokřady
 - Se submerzní vegetací
 - S emerzní vegetací
 - Systém Lemna
- KČOV
 - S POVRCHOVÝM ODTOKEM
 - S PODPOVRCHOVÝM ODTOKEM propustný substrát s biofilmem, filtrací a rákosinami



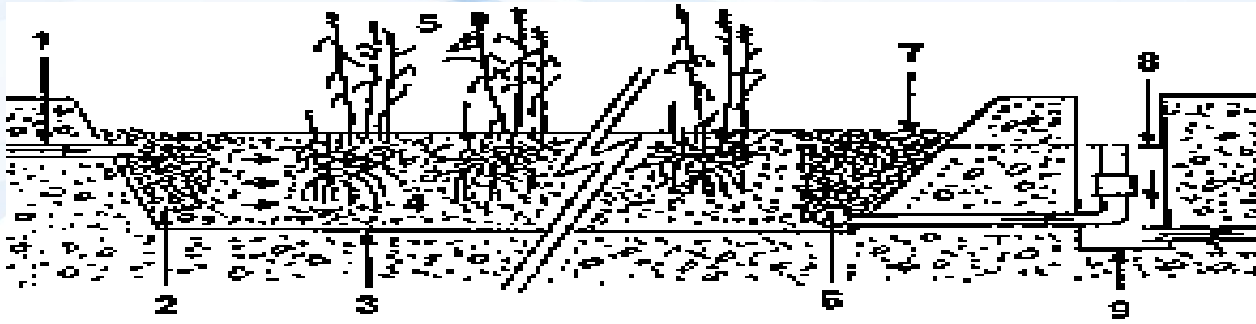


Schéma kořenové čistírny (s podpovrchovým horizontálním odtokem):

- 1.přítok odpadní vody
- 2.rozvodná část vyplněná hrubým kamenivem
- 3.nepropustná bariéra (nejčastěji plastová folie)
- 4.filtrační lože (např. písek nebo štěrk)
- 5.mokřadní vegetace
- 6.sběrná drenáž (odtok)
- 7.povrch filtračního lože



Podíly dusíku a fosforu, které se ze splaškových vod z různě vybavených domácností dostávají do toků

	celkový	P%	N %
bez veřejného vodovodu, bez koupelny, se suchým záchodem		0–10	0–10
veřejný vodovod, koupelna, splachovací záchod, bez kanalizace		50	50
totéž se septikem s odtokem do vodoteče		80	70
veřejný vodovod, koupelna, splachovací záchod, kanalizace bez ČOV		100	100
totéž s ČOV (mechanický stupeň)		80–90	80–90
totéž s ČOV (biologický stupeň)		50–80	60–80
totéž s ČOV (se zvýšeným biologickým odstraňování P anebo chemickým spolusrážením, nitrifikací a denitrifikací)		10–20	20–30
totéž s ČOV (chemické srážení v terciárním stupni)		<10	–





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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



Centrum pro výzkum
toxických látek
v prostředí