

Procesy čištění odpadních vod:

BM pro MU

Charakter znečišťujících látek:

Rozpuštěné

(ve filterátu za filtrem 0,4 μm)

Organické

Biologicky rozložitelné

(cukry, mastné kyseliny)

Biologicky nerozložitelné

(azobarviva aj.)

Anorganické

(těžké kovy, sulfidy)

Nerozpuštěné

Organické

Biologicky rozložitelné

(škrob, bakterie)

Biologicky nerozložitelné

(papír, plasty)

Usaditelné

(celulosová vlákna)

Neusaditelné

(bakterie, papír)

Koloidní

(bakterie)

Plovoucí

(papír)

Anorganické

Usaditelné

(písek, hlína)

Neusaditelné

(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. l. (N), škrob, bakterie)

Aktivační proces

(cukry, mastné kyseliny, rozp. anorg. l. (N,P), škrob, bakterie)

Stabilizační nádrže a laguny

(cukry, mastné kyseliny, rozp. anorg. l. (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. St.ČOV

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

Biologický stupeň ČOV(=2.st.)

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

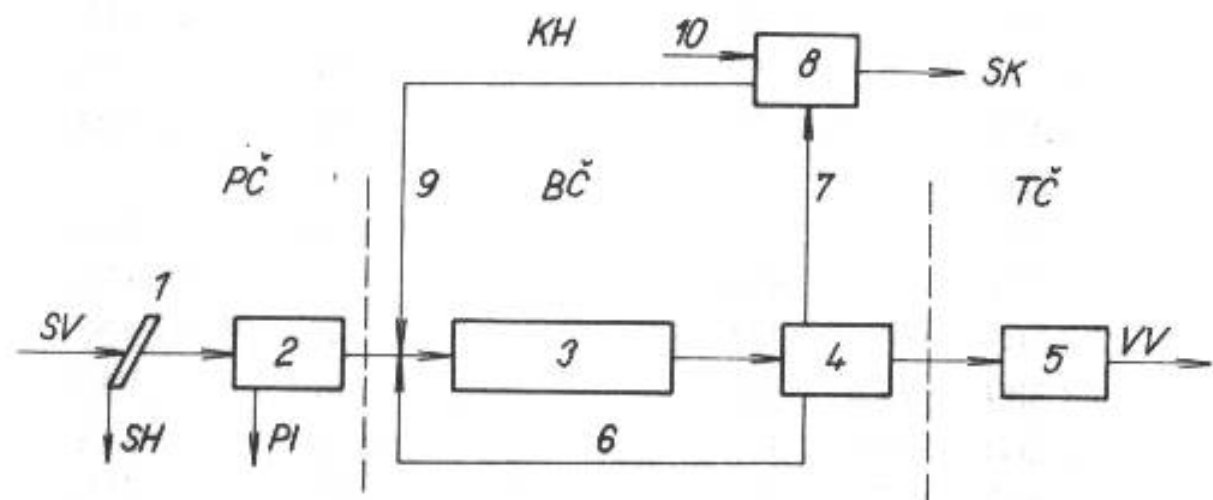
- = jakékoliv zpracování odtoků z mechanicko-biologických čistíren **za účelem snížení zbylého chemického a mikrobiologického znečištění.**
 - Chlorace, ozonizace
 - biologické dočišťování ve stabilizačních nádržích,
 - filtrace a adsorpce na aktivním uhlí)
 - Odstraňování/snižování koncentrace N a P

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
-
-

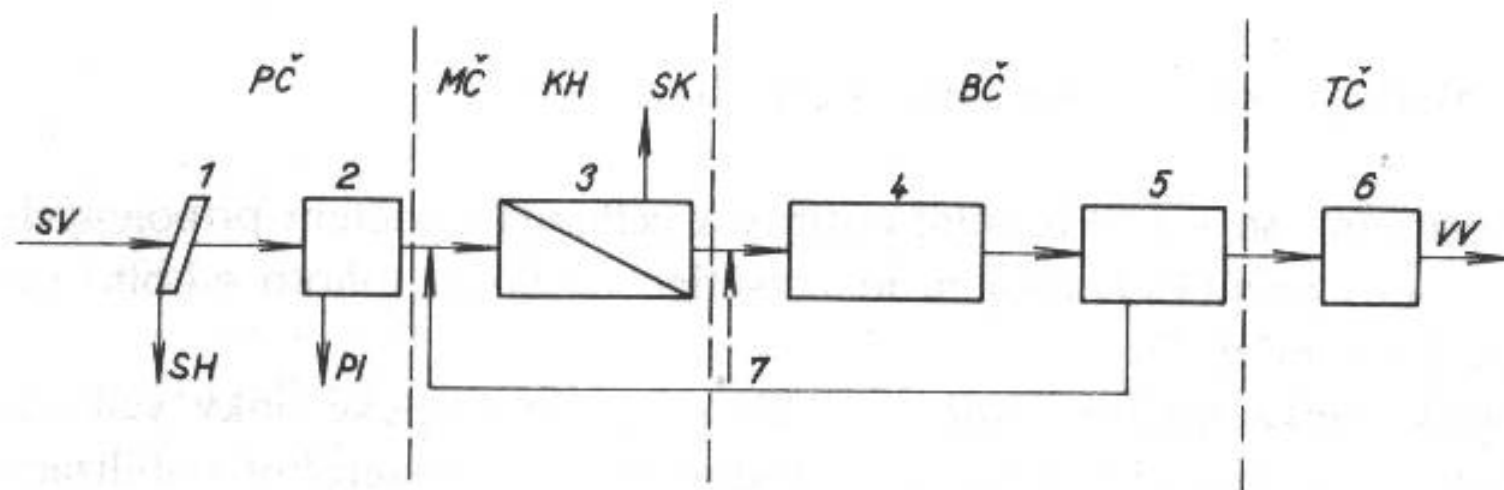
Produkty ČOV

- **Vyčištěná voda**
 - dobře navržené a provozované čistírny – odtoky této kvality:
 - Nerozpuštěné látky 10 mg.l^{-1}
 - Celková BSK_5 10 mg.l^{-1}
- **Shrabky** (likvidace kompostováním, skládky, spalování...)
- **písek**
- **Anaerobně stabilizovaný (vyhnilý) kal**



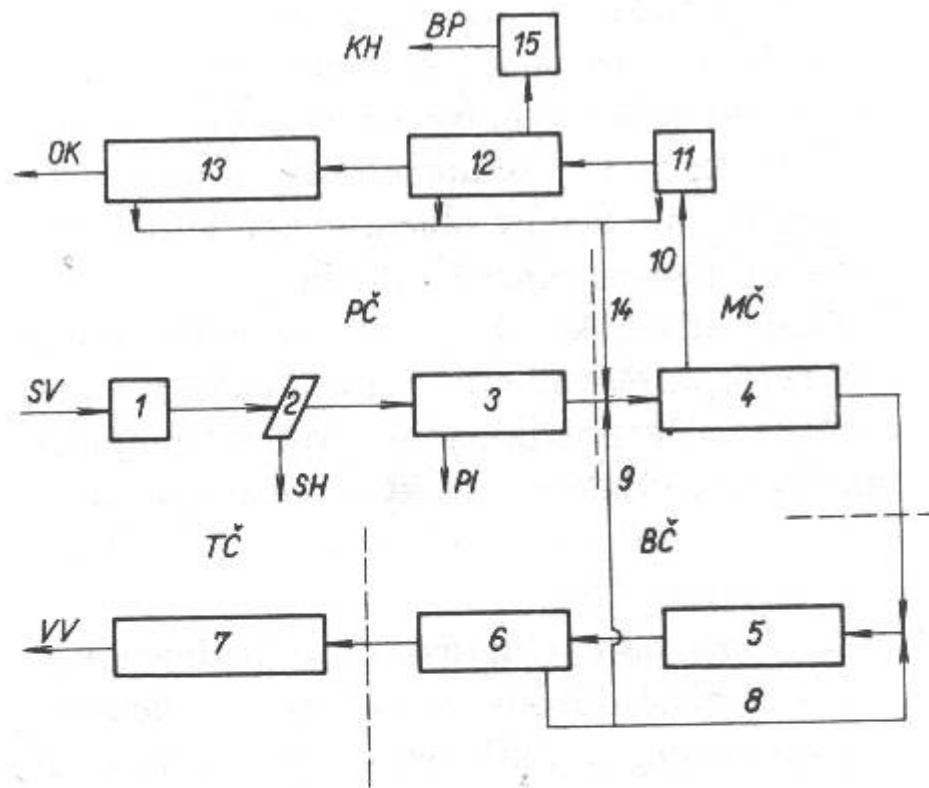
Obr. 4.6 Blokové schéma technologické linky malých čistíren městských odpadních vod s aerobní stabilizací kalu

SV – surová voda, VV – vyčištěná voda, SK – aerobně stabilizovaný kal, SH – shrabky, PI – písek, PC – předčištění, BC – biologické čištění, TC – terciální čištění, KH – kalové hospodářství. 1 – česle, 2 – lapák písku, 3 – aktivační nádrž, 4 – dosazovací 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, *MC* – mechanické čištění, *KH* – kalové hospodářství, *BC* – biologické čištění, *TC* – 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 technologické linky velkých a středních čistíren městských odpadních vod

SV – surová voda, VV – vyčištěná voda, OK – odvodněný kal, PČ – předčištění, MČ – mechanické čištění, BČ – biologické aerobní čištění, TČ – terciární čištění, KH – kalové hospodářství, PI – písek, SH – shrabky, BP – bioplyn. 1 – lapák šterku, 2 – česle, 3 – lapák písku, 4 – usazovací nádrž, 5 – aktivační nádrž (nebo biofiltr), 6 – dosazovací nádrž, 7 – jednotky terciárního čištění (dočišťovací rybník, pískový filtr, kolony s aktivním uhlím apod.), 8 – recirkulace (vracení) aktivovaného kalu, 9 – odtahování přebytečného aktivovaného kalu, 10 – odtahování směsi primárního a přebytečného aktivovaného kalu, 11 – zahušťovací a uskladňovací nádrž, 12 – methanizační (vyhňovací) nádrž, 13 – mechanické odvodňování anaerobně stabilizovaného kalu, 14 – odvod kalové vody na začátek čištění, 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 produkované jedním obyvatelem za den a odpovídající hodnoty BSK, jako ukazatele znečištění (průměr pro stř. Evropu)

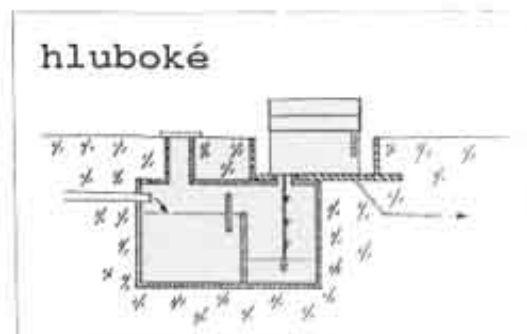
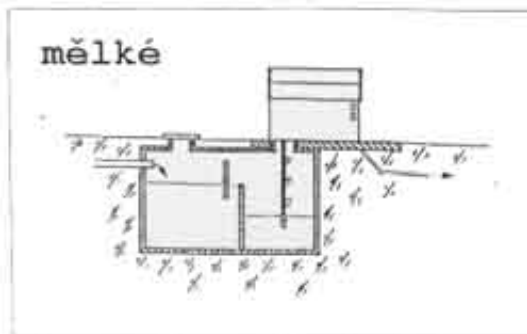
Látky	Anorganické	Organické	Veškeré	BSK
Nerozpuštěné	15	40	55	30
Usaditelné	10	30	40	20
Neusaditelné	5	10	15	10
Rozpuštěné	75	50	125	30
Veškeré	90	90	180	60

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}

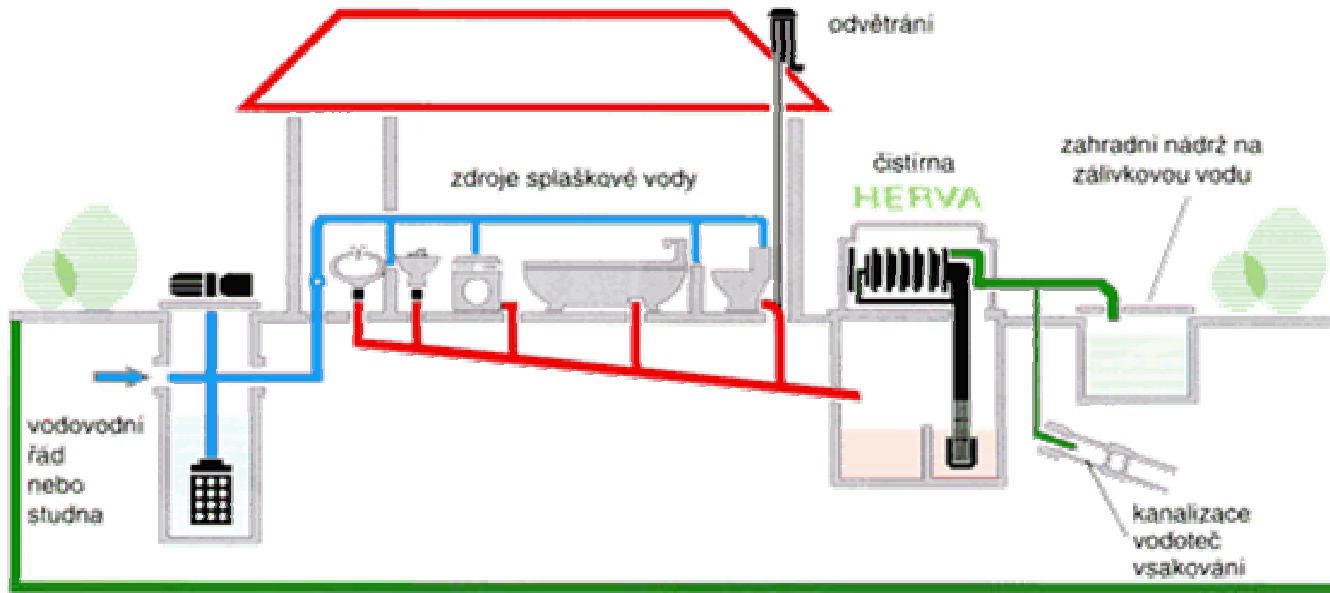
Příklad: AKTIVAČNÍ NÁDRŽE ČOV



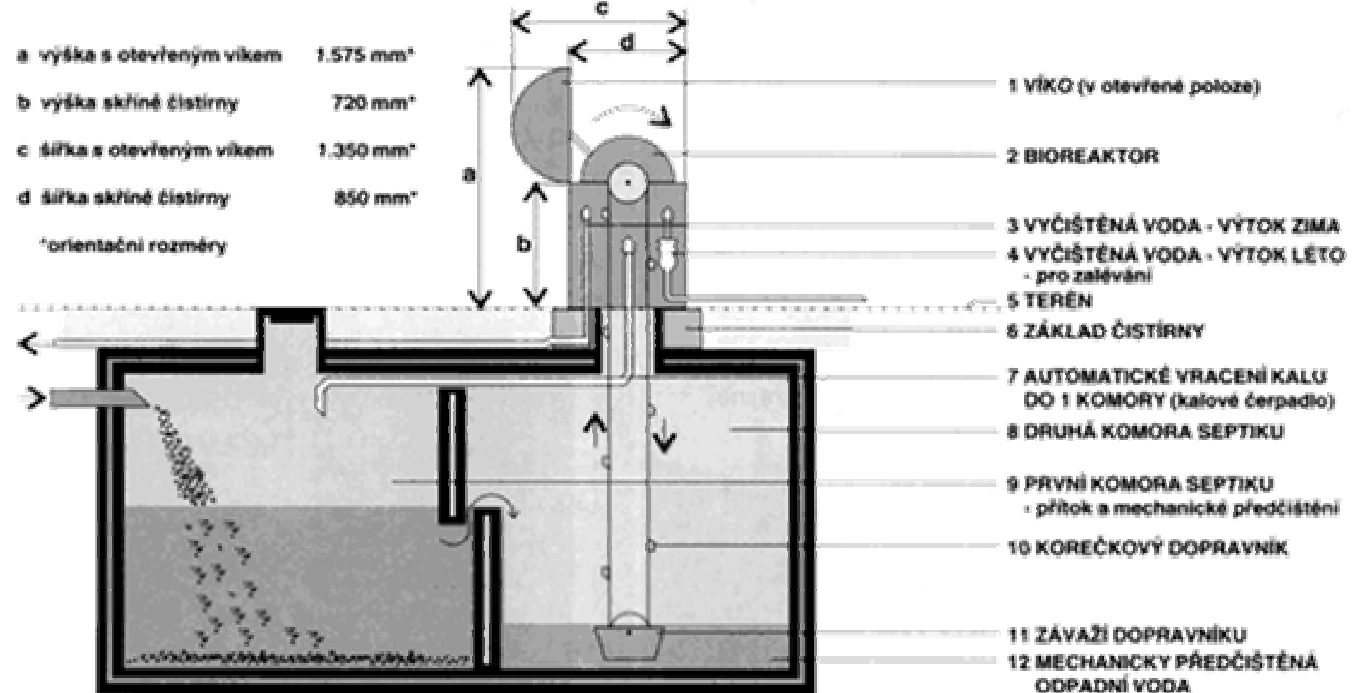


Malé domovní ČOV s biodisky

ČOV s biodisky

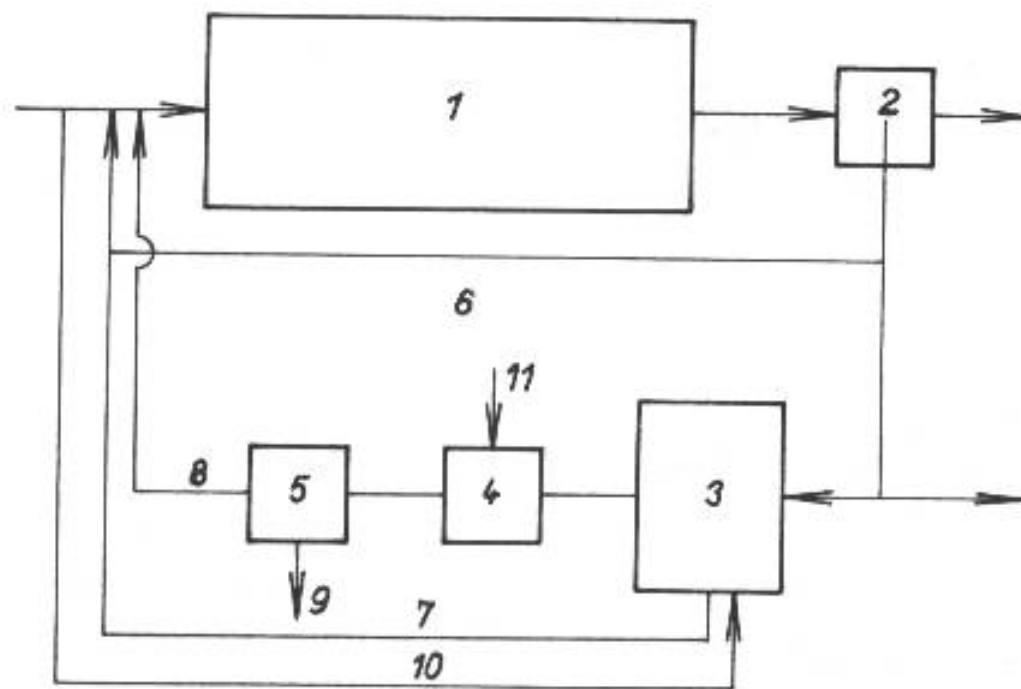


Funkční schéma čistíren HERVA



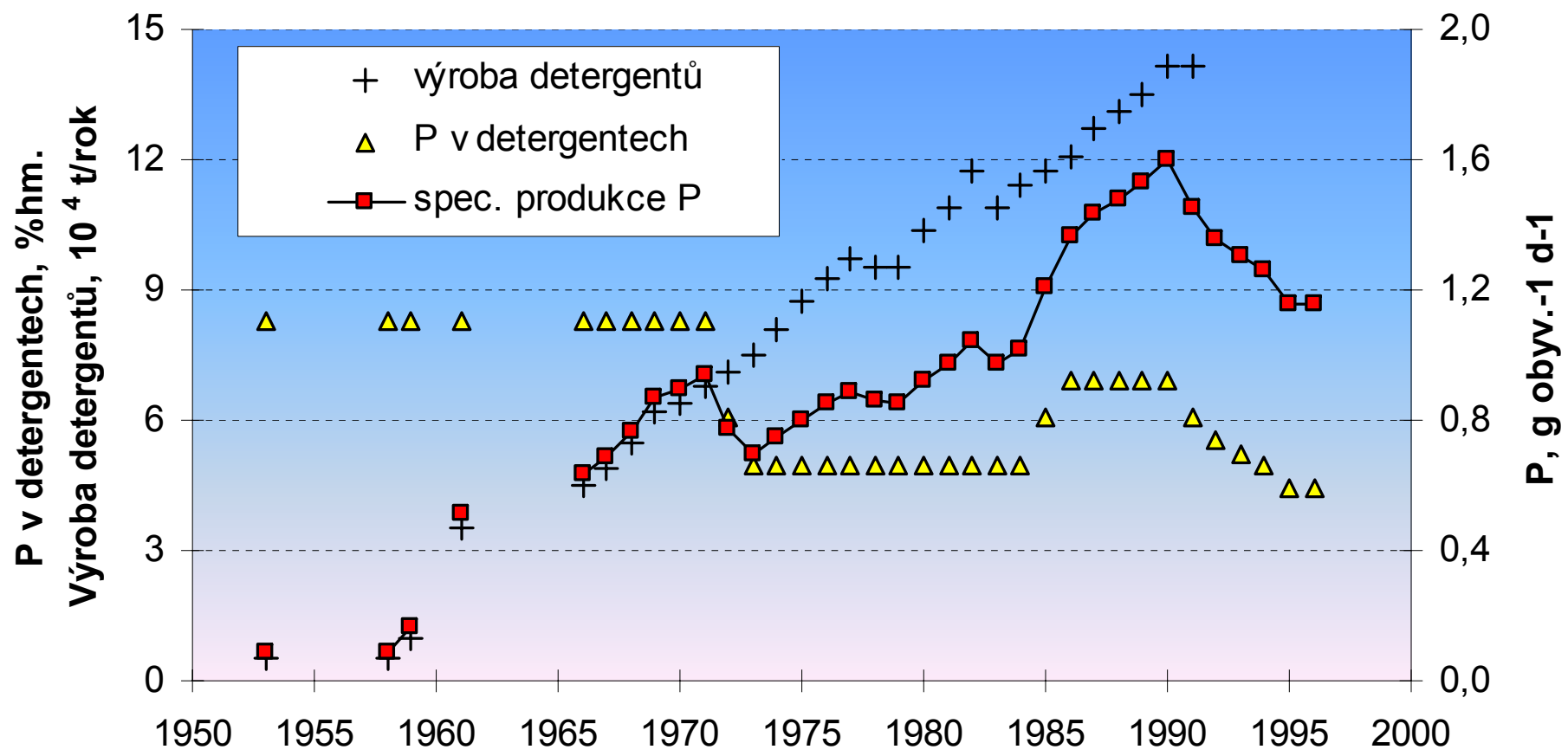
Chemické srážení fosforu

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

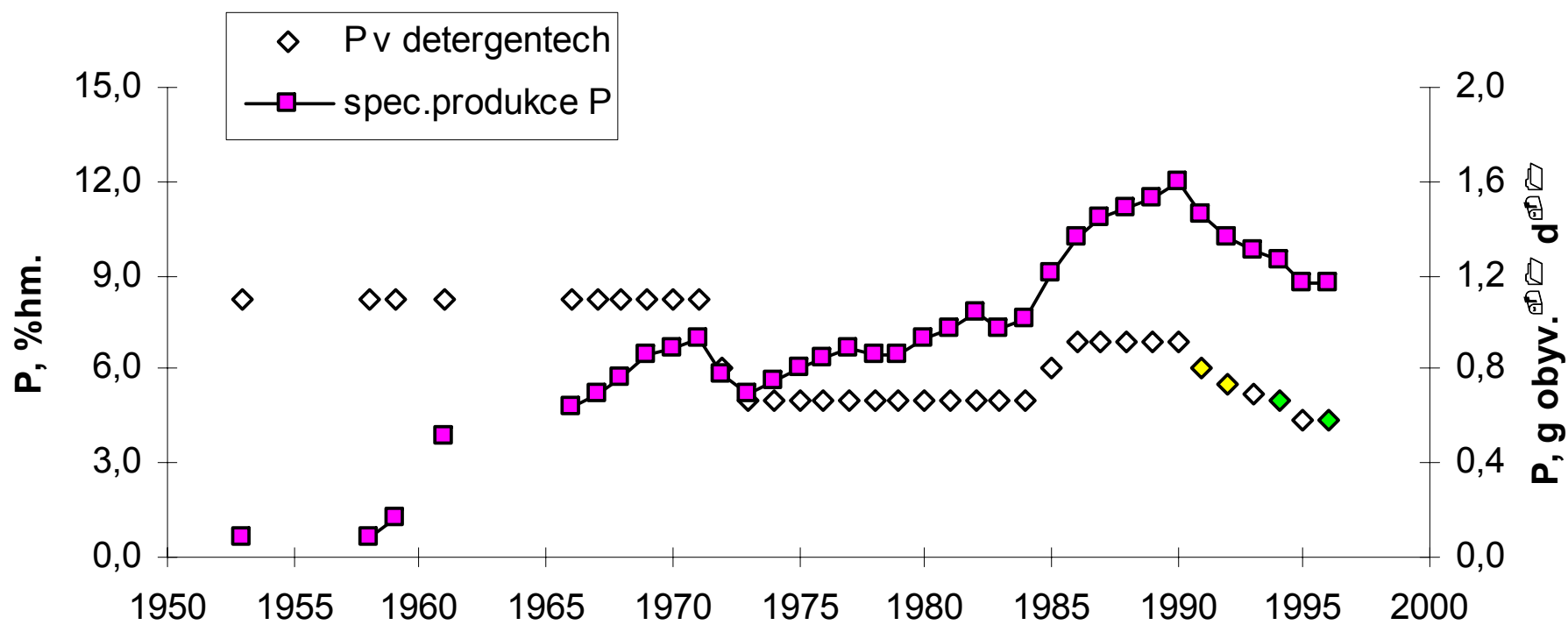


Obr. 5.102 Schéma aktivačního systému Phostrip se zvýšeným odstraňováním fosforu ve vedlejším proudu [21]

1 – aktivační nádrž, 2 – dozovací nádrž, 3 – anaerobní nádrž pro uvolňování fosfátů z kalu (atřipovací 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



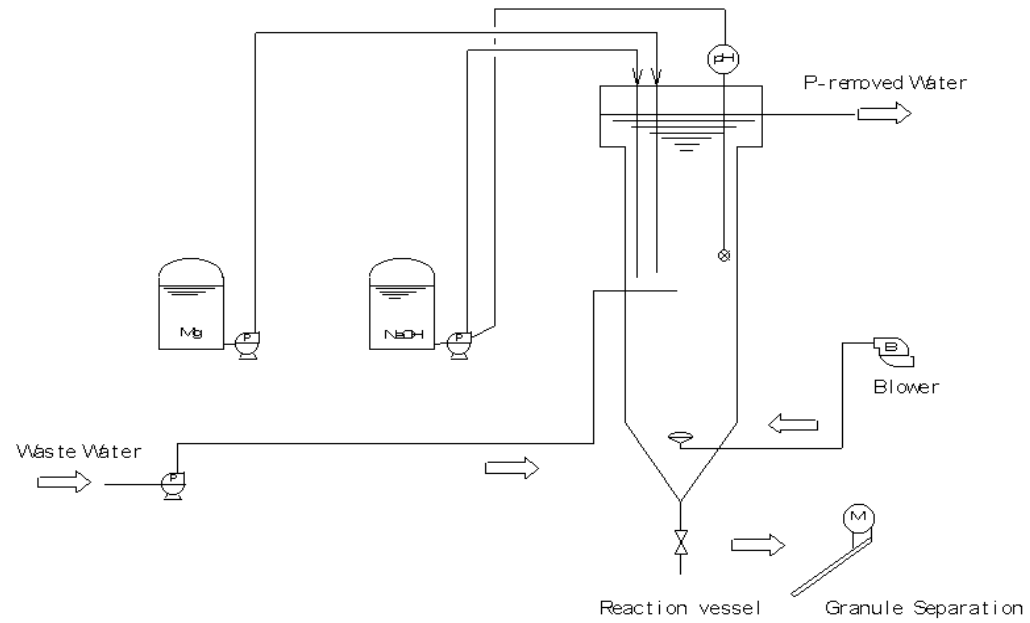
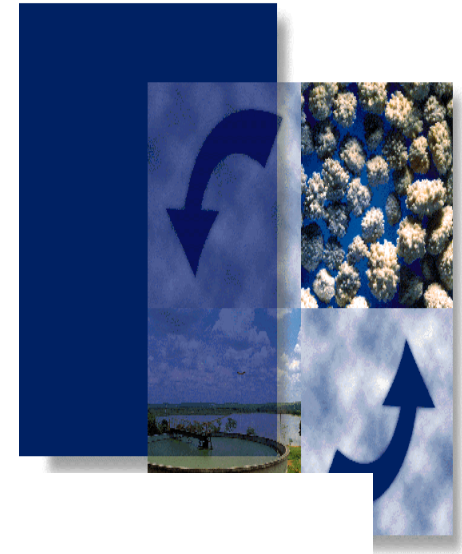
Fosfor v detergitech a odpovídající produkce P do splaškových odpadních vod



"PHOSNIX"

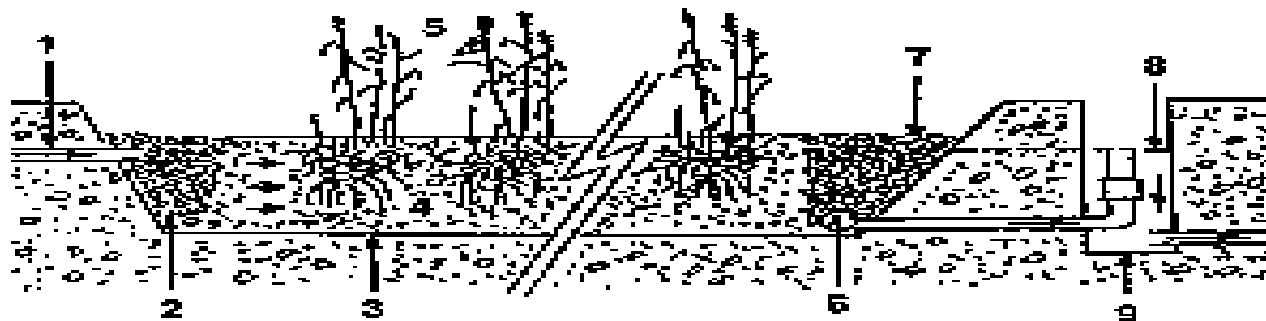
- "PHOSNIX" is a trade name of a process to recover phosphate from waste water stream
- as granules of Magnesium Ammonium Phosphate ($\text{MgNH}_4\text{PO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, MAP or struvite) developed
- In the "PHOSNIX" process, fine crystals of MAP formed in a reaction vessel stick on
-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

Omezení přísunu živin z povodí

FAKTORY OVLIVŇUJÍCÍ KONCENTRACE ŽIVIN V ODTOKU Z POVODÍ

2.1. ZDROJE ŽIVIN

- 2.1.1. Přírodní pozadí odtoku z povodí
- 2.1.2. Atmosférická depozice
- 2.1.3. Komunální odpadní vody
- 2.1.3. Průmyslové odpadní vody
- 2.1.4. Zemědělské odpady
- 2.1.5. Zemědělská půda

2.2. RETENCE ŽIVIN V POVRCHOVÝCH VODÁCH

- 2.2.1. Principy
- 2.2.2. Kvantitativní aspekty

MOŽNOSTI SNIŽOVÁNÍ PŘÍSUNU ŽIVIN Z POVODÍ DO NÁDRŽÍ

3.1. BODOVÉ ZDROJE ŽIVIN

3.1.1. Bezfosfátové prací prostředky

3.1.2. Zvýšené odstraňování dusíku a fosforu v čistírnách odpadních vod

3.1.3. Využití umělých mokřadů k záchytu živin.

3.2. DIFÚZNÍ ZDROJE ŽIVIN A ZPŮSOB HOSPODAŘENÍ V KRAJINĚ

3.3. ZVÝŠENÍ RETENCE ŽIVIN V POVODÍ

3.3.1. Revitalizace toků a změna struktury krajiny

3.3.2. Rybníky a nádrže v povodí

3.4. OPATŘENÍ NA PŘÍTOKU

3.4.1. Přednádrže

3.4.2. Odklonění přítoku

3.4.3. Čištění přítoku – metoda Wahnbach