



České vysoké učení technické v Praze
Thákurova 7, Praha 6

Katedra zdravotního inženýrství , tel.02/24354403, fax.02/24355405, email:stastny@fsv.cvut.cz

Stokování I - základy

- Všeobecný přehled – 5.přednáška

Bohumil ŠŤASTNÝ

Přednášky:

■ 3. Vodárenství 1

■ 4. Vodárenství 2 - aplikované

■ 5. Stokování 1

■ 6. Stokování 2

➤ Zdroje vody

➤ Jímání vody

➤ Úprava vody

➤ Akumulace vody

➤ Distribuce vody

■ Léčebné lázeňství

■ Komunální lázeňství

■ Přírodní koupací vody

■ Veřejná akvária

■ Vodní slalom

■ Průmyslové úpravy

• Druhy odpadních vod

• Stokové systémy

• Odvádění splaškových vod

• ČOV

❖ Nakládání se srážkovými vodami

❖ Odvádění srážkových vod

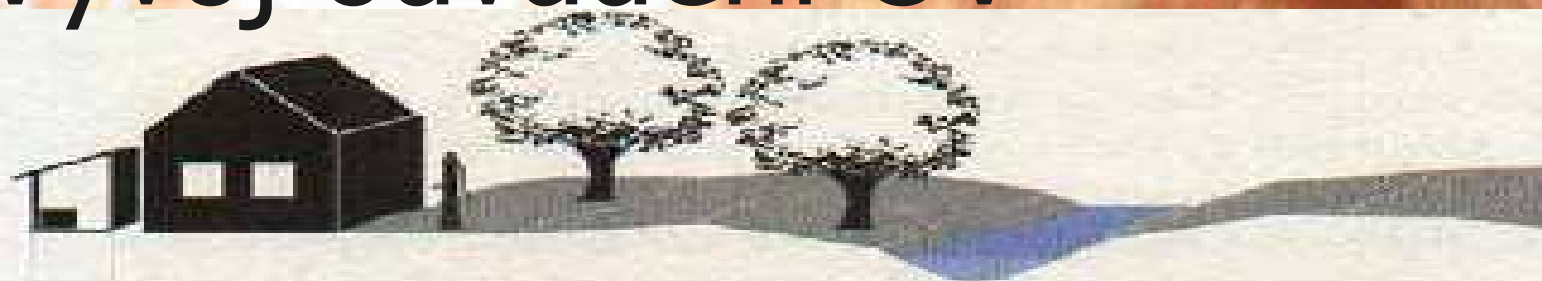
❖ Vliv odpadních vod na recipient

Historie odvádění OV

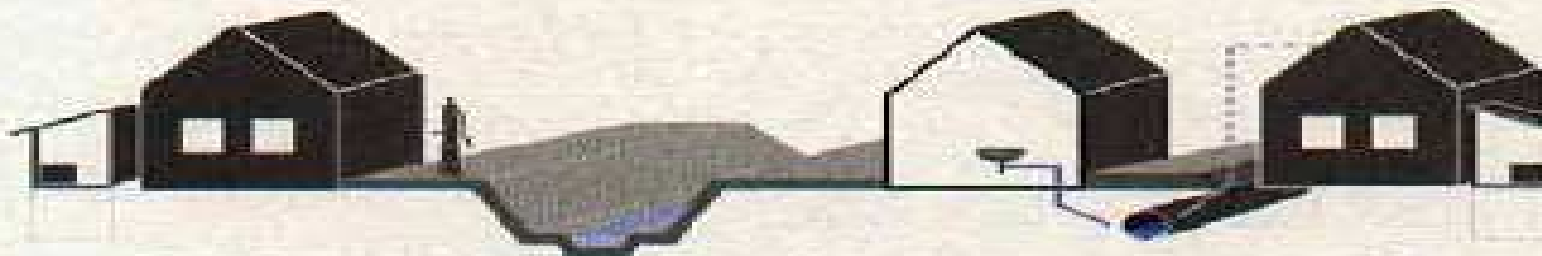


Vývoj odvádění OV

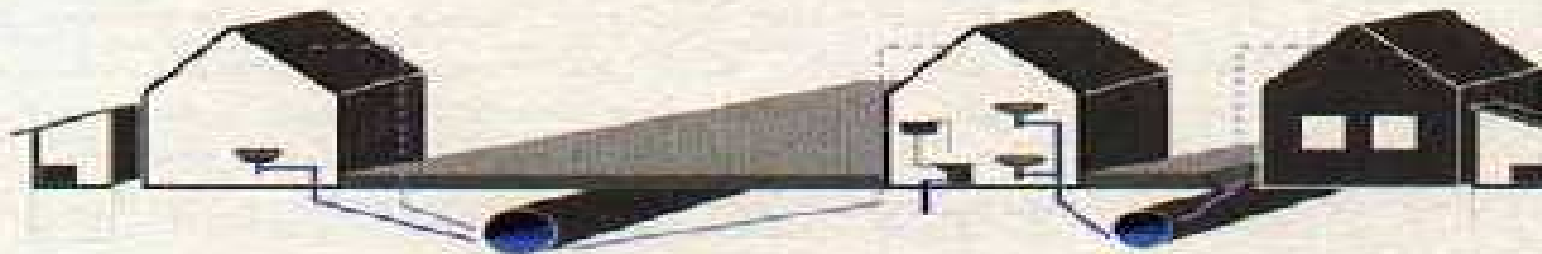
1860



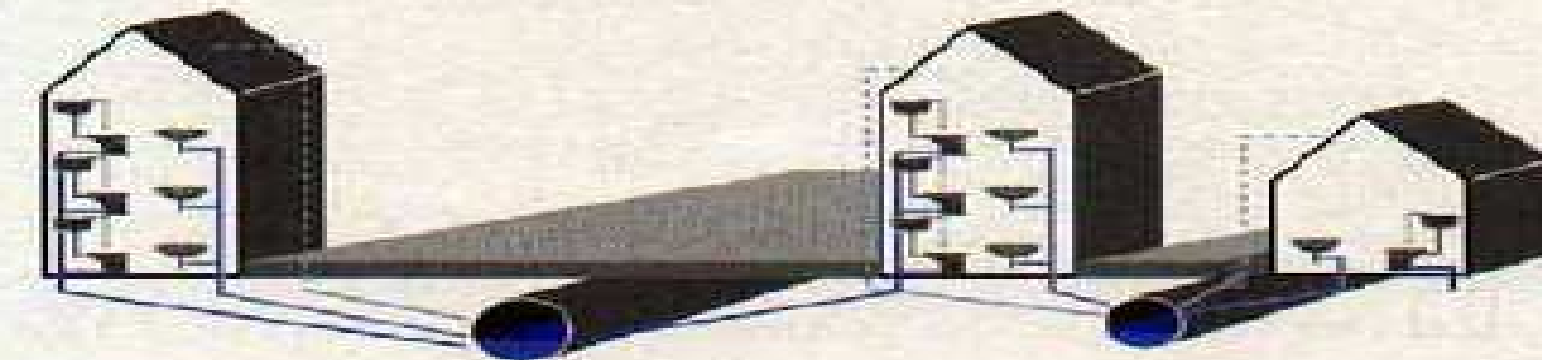
1880



1900



1950



Současnost odvádění OV



Vývoj odvádění OV



Rozdělení OV podle původu znečištění

- splaškové
 - průmyslové
 - zemědělské
 - srážkové
- městské vody

Odpadní voda je voda, jejíž kvalita byla zhoršena lidskou činností. Znečišťující látky mohou být rozpuštěné (různé soli), nerozpuštěné (písek), biologicky rozložitelné (tuky) nebo nerozložitelné (plasty). **Znečištění vody** je velký celosvětový problém. Je příčinou onemocnění a úmrtí. Denně zemře na 14 000 lidí v důsledku znečištění vody.

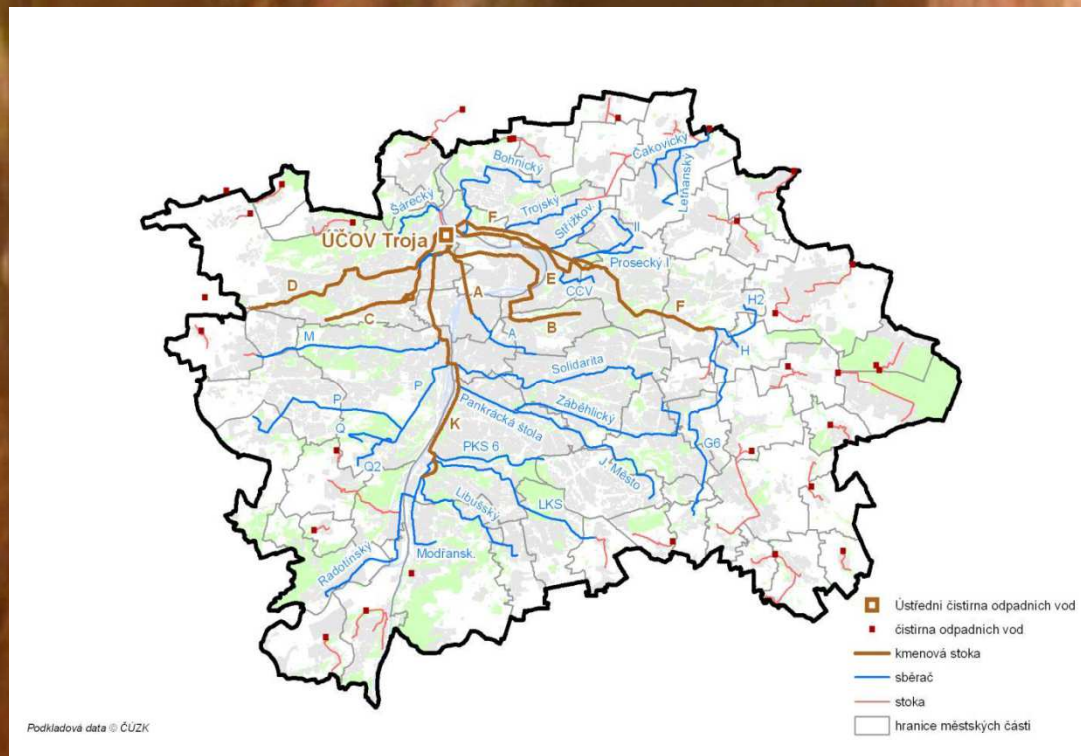


Odvádění OV

Kanalizace – provozně samostatný soubor staveb a zařízení zahrnující kanalizační stoky k odvádění OV a srážkových vod společně nebo OV a srážkových vod samostatně, kanalizační objekty, ČOV, jakož i stavby k čištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizace

Stoková síť – soustava trubních rozvodů a dalších zařízení sloužících k odvádění OV z jednotlivých nemovitostí a z veřejného prostranství do ČOV, případně přímo do recipientu

- ✓ Užívání kanalizace se řídí **kanalizačním řádem**. Provoz kanalizace se řídí **provozním řádem**. Oba tyto řády vznikají při výstavbě stokové sítě a schvaluje je vodoprávní úřad.



Zdroj: <http://docplayer.cz/3669294-2-13-technicka-infrastruktura.html>

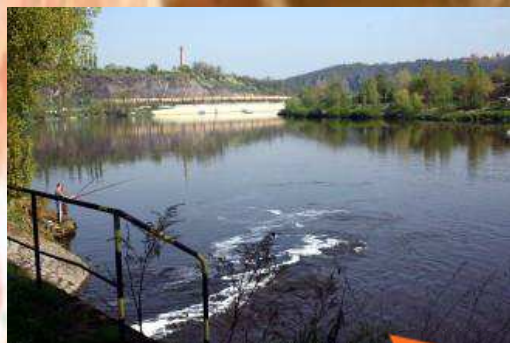
Odvádění OV



kanalizační přípojka

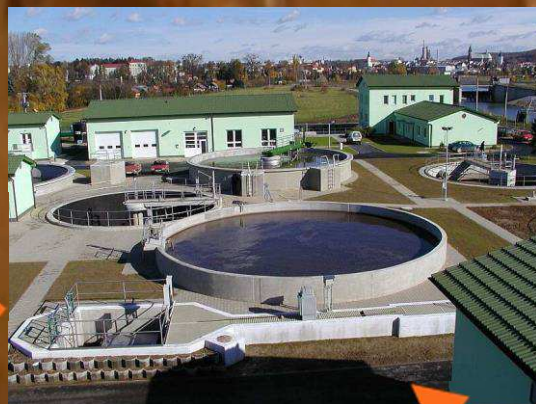


kanalizační stoka



recipient

čistírna odpadních vod



příváděcí stoka



kanalizační stoky + příváděcí stoky
= STOKOVÁ SÍŤ

Stokové sítě

Dělení stokových sítí

- **jednotná** – odvádění splašků i srážkové vody dohromady
- **oddílná** – odvádění splašků i srážkové vody zvlášť dva (splašková voda na ČOV, dešťová voda do sedimentačních retenčních nádrží a pak do recipientu)
- **splašková** – odvádí pouze splaškové nebo městské OV bez dešťových
- **dešťová** – odvádí pouze dešťové OV
- **průmyslová** – odvádí průmyslové OV
- **gravitační** – OV poháněna gravitační silou, nutný dostatečný spád
- **tlaková** – nucený pohyb OV, náročné na technické provedení, ale nezávislé na terénu
 - vakuová kanalizace – v síti je podtlak
 - tlaková kanalizace – v síti je přetlak

Stokové sítě

Objekty na stokové síti

- vstupní (revizní) šachta
- vpust
- skluz (vodní dílo)
- spadiště
- shybka
- proplachovací šachta
- oddělovací komora (dříve odlehčovací komora)
- větrací šachta
- retenční nádrž



Oddělovací komora



Vpust

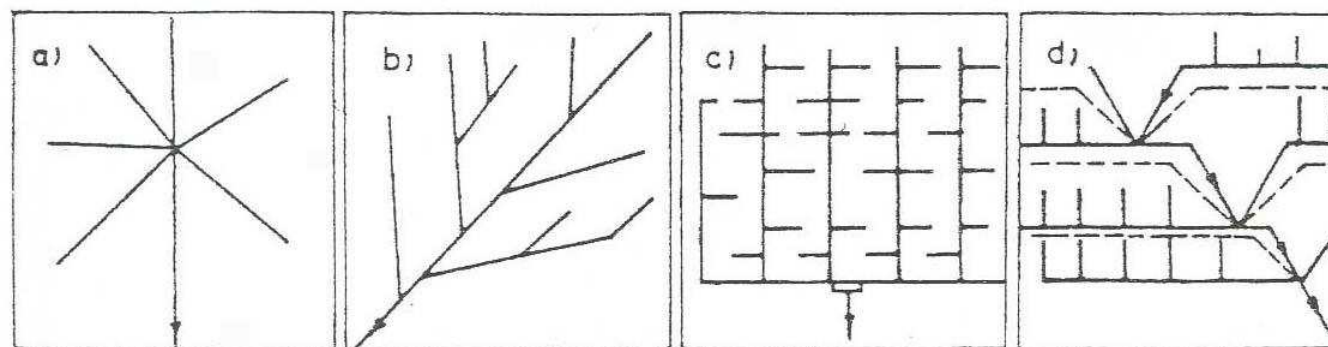


Shybka

Stokové sítě

čtyři soustavy dle místního terénu (soustavy lze kombinovat)

- a) dostředivá (radiální)** – v uzavřených kotlinách, zpravidla v kombinaci s nějakou další soustavou; voda se nejprve shromáždí v přečerpávací stanici, odkud poté je přečerpána výtlačným potrubím do výše položených stok, odkud je odváděna do ČOV
- b) vějířová (větevná)** – území bez většího vodního toku, Charakteristická je kmenová stoka procházející přibližně půdorysným středem odvodňovaného území do kterého ústí hlavní sběrače jednotlivých větví
- c) úchytná** – ve větších městech, kde se terén mírně svažuje k většímu toku, charakteristická je nábrežní stoka vedoucí podél vodního toku do ČOV
- d) pásmová** – pro území které se prudce svažuje k vodnímu toku, charakteristické jsou vedlejší sběrnice vedené v různé výškové úrovni podél řeky a hlavním sběračem s velkým spádem



a) Radiální systém

b) Větevný systém

c) Úchytný systém

d) Pásmový systém

Systémy uspořádání stokových sítí

Základní způsoby čištění

- bezodtokové jímky
- septiky
- zemní filtr
- štěrbinové nádrže
- biologické rybníky
- vegetační čistírny
- biologické filtry
- oxidační příkopy
- komplexní čistírny

Procesy čištění odpadních vod

Proces musí být:

- účinný
- ekonomicky přijatelný
- nenáročný na energii
- neměl by vnášet další

■ Mechanické procesy

- cezení
- usazování
- centrifugace
- flotace
- filtrace

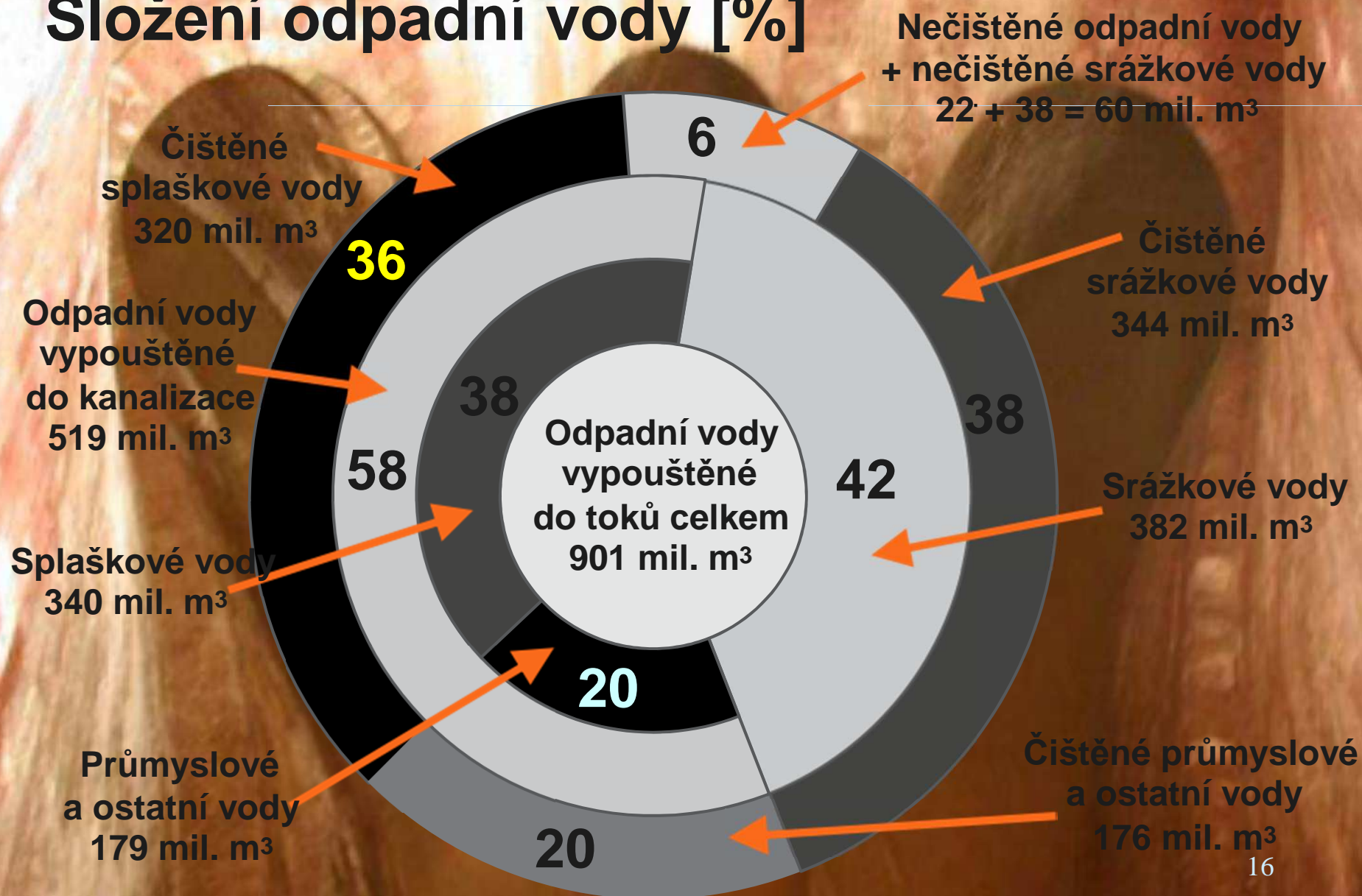
■ Chemické a fyzikálně chemické procesy

- číření a srážení
- neutralizace
- oxidace a redukce
- sorpční procesy
- iontová výměna
- odpařování, spalování
- destilace, stripování
- membránové procesy

■ Biologické procesy aerobní a anaerobní

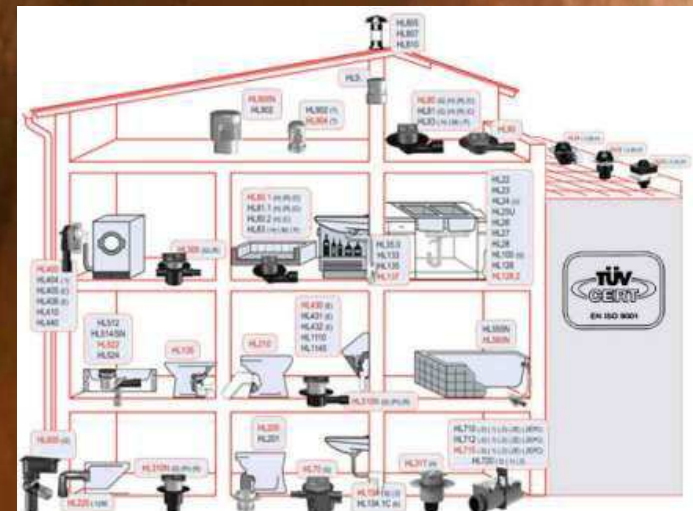
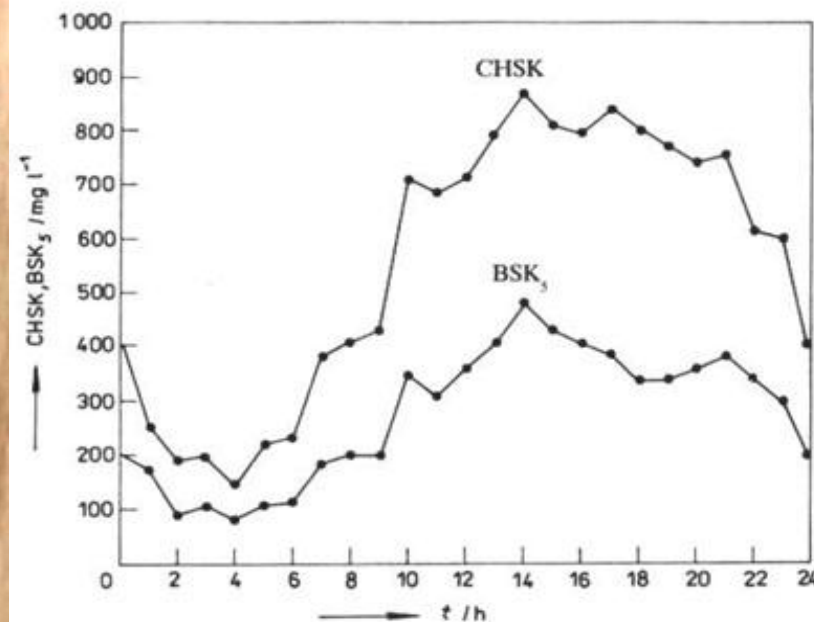
- biologické filtry
- aktivační proces
- procesy s granulovanou biomasou
- stabilizační nádrže a laguny

Složení odpadní vody [%]



Splaškové vody

- množství přitékající do ČOV závisí na kolísání odběru vody z vodovod. sítě
- odběr - minima v noč. hodinách, dvě maxima v průběhu dne (13. – 15. a 18. – 20. hod.)



1) vypouštění do řek:

- míšení vod, průběh promíchávání závisí na:

rychlosti proudění vody v řece

množství protékající vody v řece

objektech na vodním toku

2) vypouštění do jezer a nádrží – rozprostření oteplené vody horizontálně v hloubce s odpovídající hustotou vody

ochlazování:

- zvýšeným výparem
- vyzařováním
- konvekcí (výměna tepla mezi vodní plochou a vzduchem, mezi oteplenou a říční vodou)



Přípustný limit pro vodárenské toky do 20°C, ostatní do 26°C¹⁸

System OV

Kanalizační systém

Nutnost racionálního návrhu – velmi nákladné

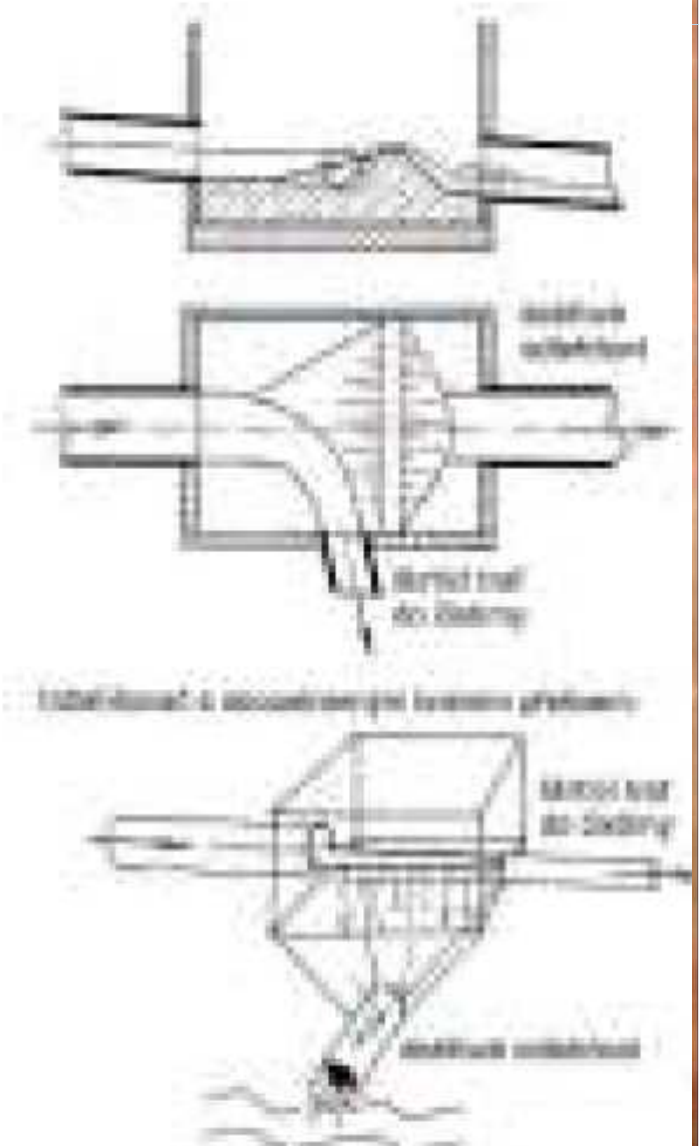
Jednotná kanalizace

Úspornější, větší rozměry, problematické - rozkolísanost

- Dešťové zdrže
- Dešťové odlehčovací komory

Oddílná kanalizace

- Dešťové vody (dešťové usazovacích nádrží)
- Splašková kanalizace – menší, gravitační,
- tlakové, podtlakové (tlakové stanice)

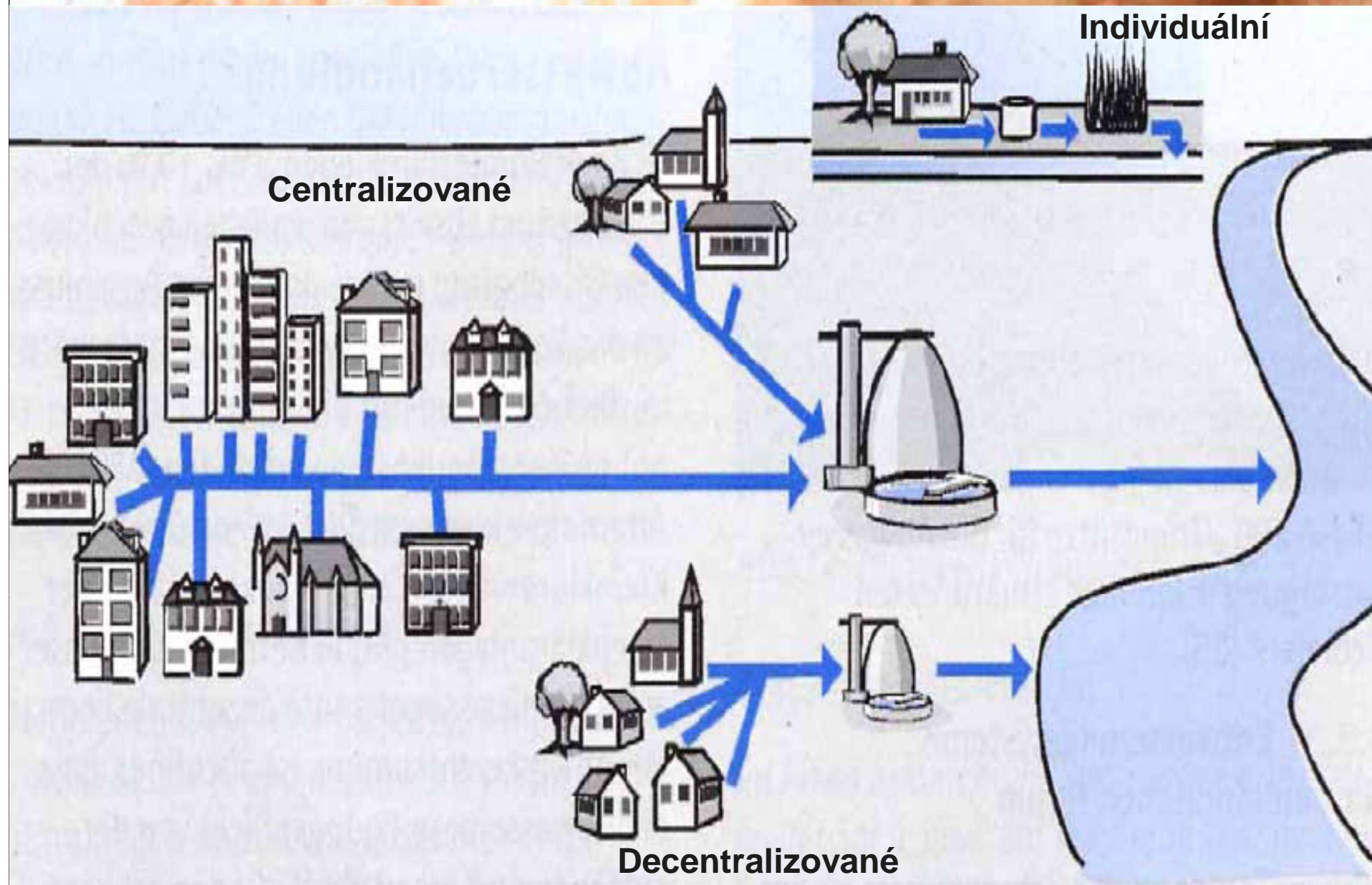


System OV

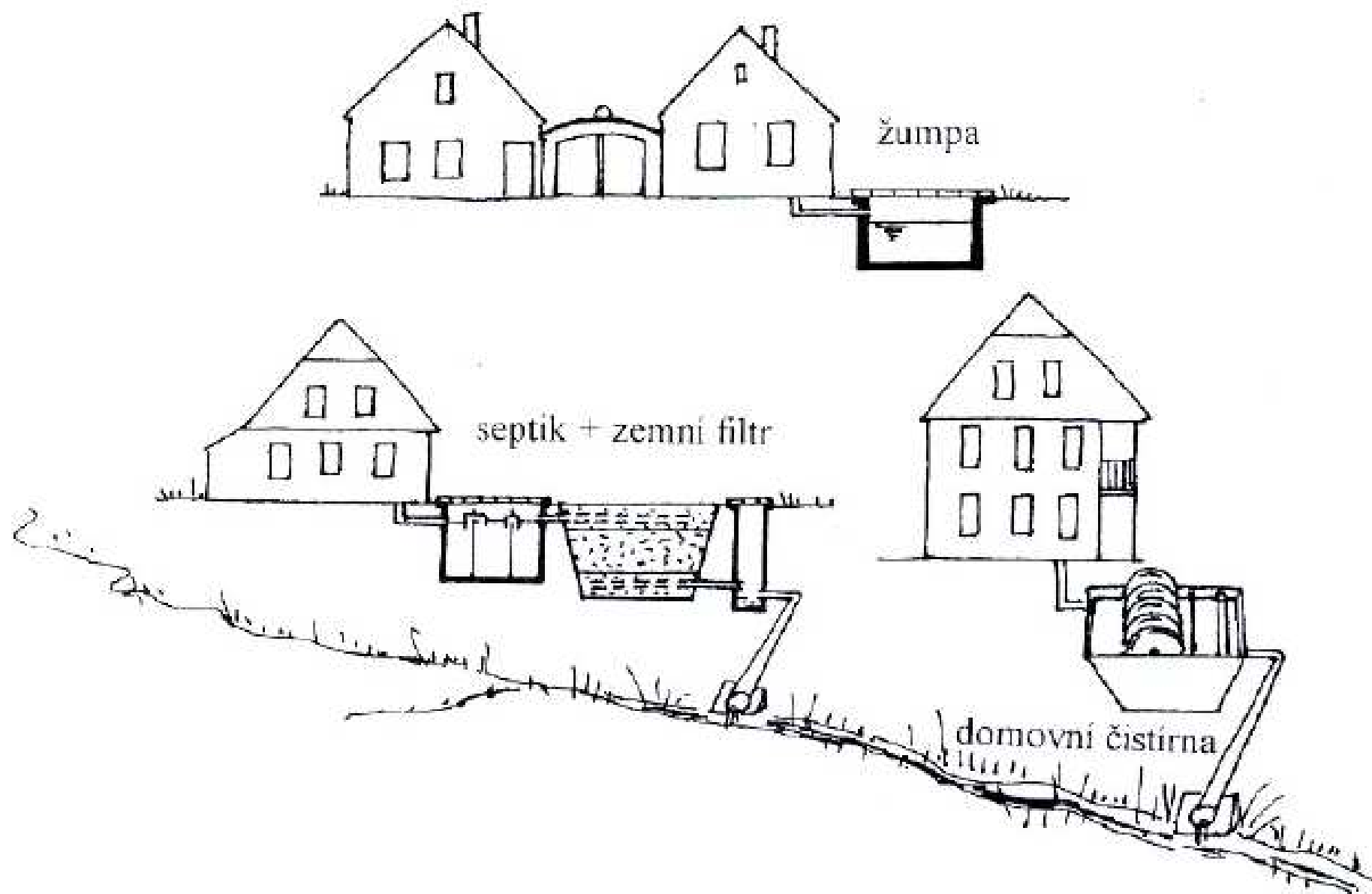
Dělení ČOV

- Čistírny velké – nad 5 000 EO (ekvivalentních obyvatel) musí být postaveny do r. 2010 (přechodné období EU)
- Čistírny malé – pod 5 000 EO, často pouze mechanické a biologické stupně, kořenové čistírny, zemní filtry, apod.
- Čistírny komunální odpadní vody
- Čistírny průmyslových odpadních vod
- Čistírny zvláštních odpadních vod (důlní, skládkové,...)
- Centralizovaný systém (jednotná, oddílná kanalizace)
- Decentralizovaný systém (žumpy, septiky, zemní filtry, domovní ČOV,...)

Nakládání s OV



Individuální systém nakládání s odpadními vodami



Malé čistírny odpadních vod

v případě nemožnosti napojení zdroje odpadní vody na centrální kanalizaci a ČOV:

a) žumpa, septik – není-li možné zajistit odvod vyčištěné vody

žumpa – bezodtoká nádrž, jímka určená k pravidelnému vyvážení, odpadní vodu nečistí, pouze shromažďuje

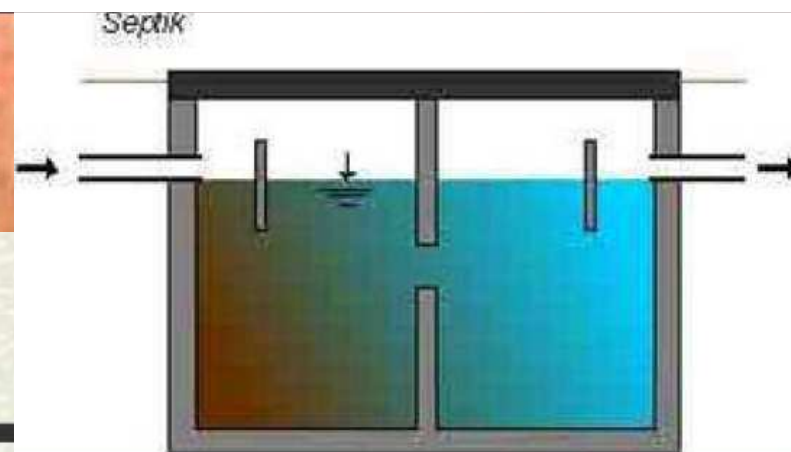
septik – kontinuálně protékán odpadní vodou, kombinace sedimentace a biologického čištění, vždy doplněn o zemní štěrkový nebo pískový filtr

b) malé domovní ČOV – je-li možné zajistit odvod vyčištěné vody

- **balené čistírny** – strojní, kompaktně řešené; čistírny montované na místě
- **technologie** – kořenové čistírny, zemní filtry, stabilizační nádrže

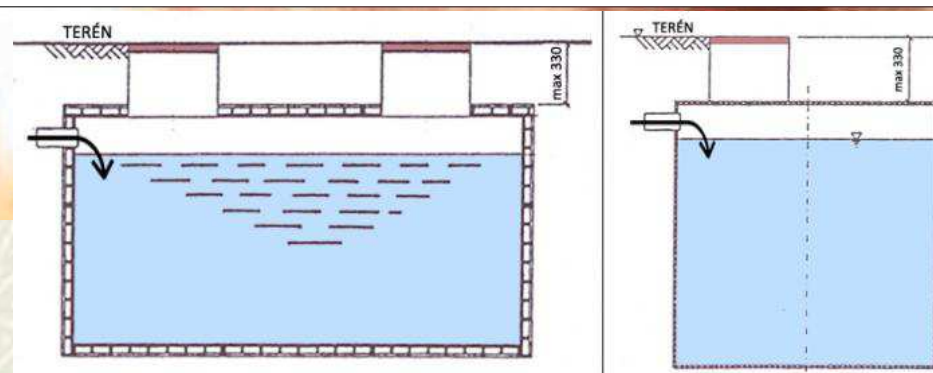


Septik



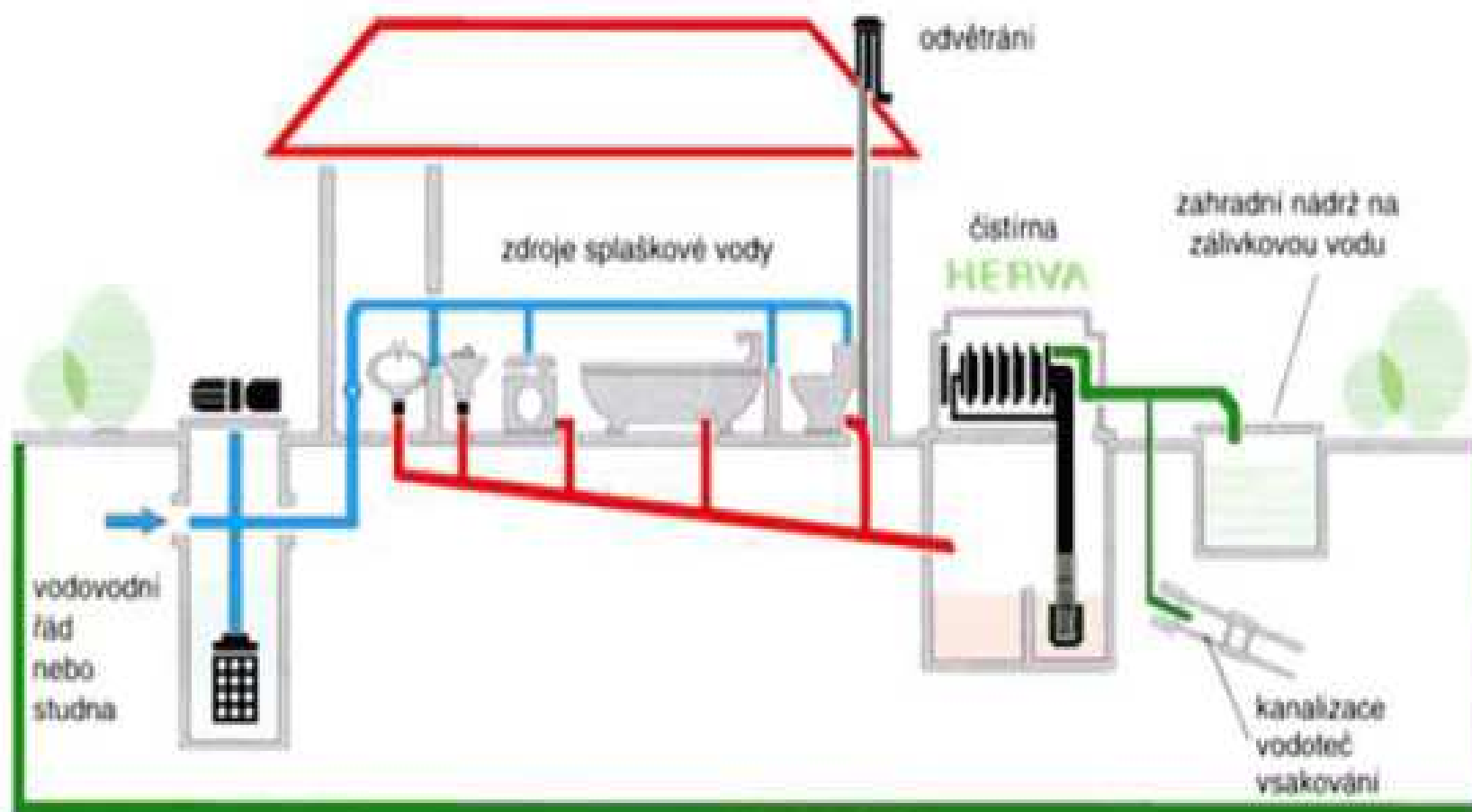
- zajišťuje částečné biologické čištění (30 %), ale samostatně je nedostatečný
- může se dodávat prefabrikovaný nebo budovat na místě
- prefabrikovaný septik musí mít testování hydraulickou účinností podle ČSN EN 12566-1 Malé ČOV do 50 EO – Část 1: Prefabrikované septiky

Žumpa



- # bezodtoká jímka, která musí být pravidelně vyvážena fekálním vozem
- # provedení upravuje ČSN 75 6081 Žumpy
- # náklady závisí na místních podmínkách, orientačně mohou dosahovat 50 až 100 Kč/m³
- # bez výhrad lze doporučit u rekreačně obývaných objektů

Domovní čistírny



Domovní čistírna

- # vodoprávními úřady obecně přijímané řešení
- # čistírna musí být certifikována podle ČSN EN 12566-3 Malé ČOV do 50 EO – Část 3: Balené a/nebo na místě montované domovní čistírny (nyní je přechodné období po zavedení normy)

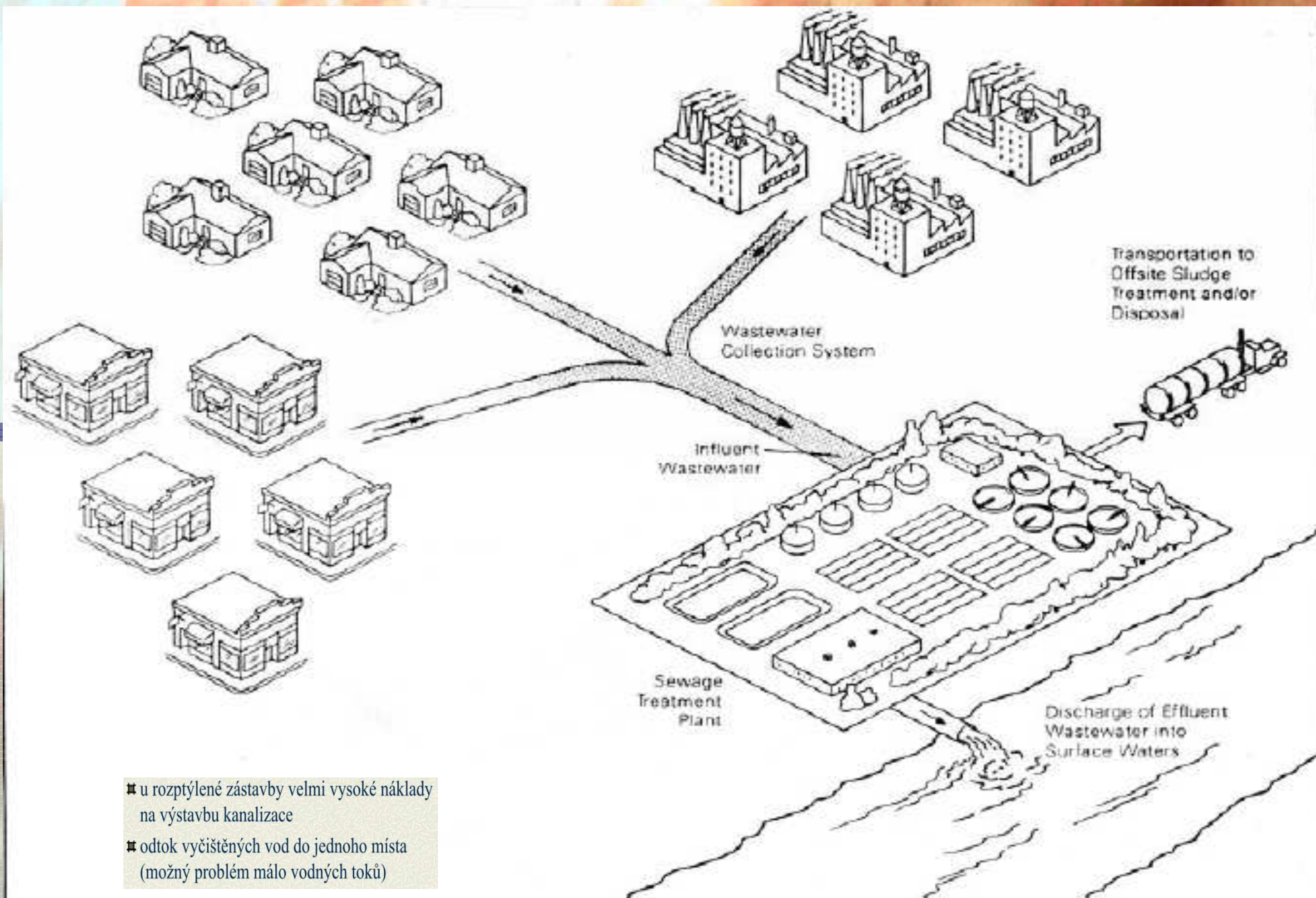
Domovní čistírna

- # domovní čistírna založená na aktivačním procesu vyžaduje přívod elektrické energie a nesnese dlouhodobý výpadek v dodávce odpadní vody (nepřítomnost uživatelů)
 - nehodí se pro nepravidelně užívané objekty
- # musí být zajištěno vyvážení uskladněného kalu

Domovní čistírna



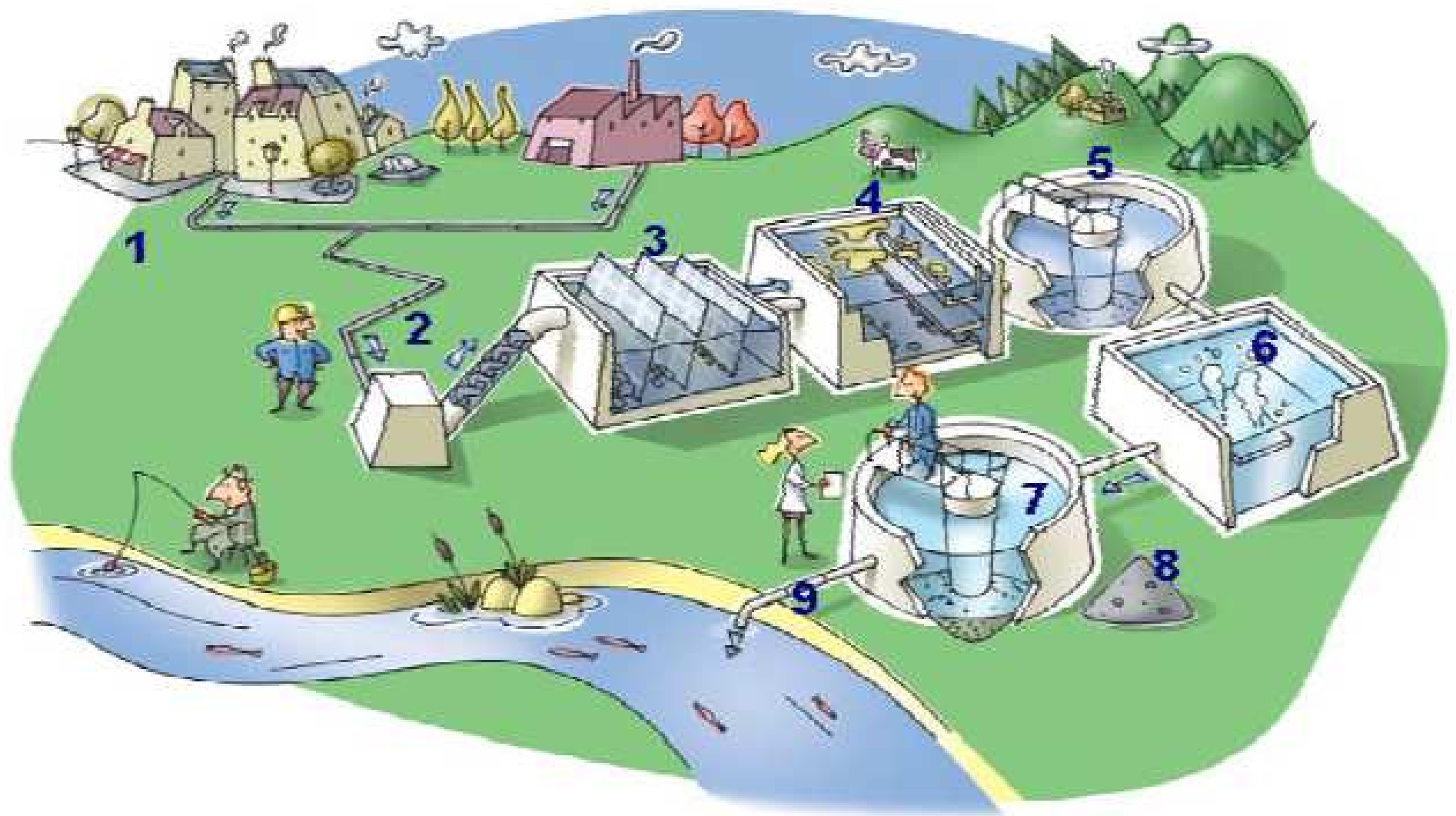
Centralizovaný systém odvádění a čištění odpadních vod



Technologie v ČOV

- Česle – mechanické, automaticky stírané,...
- Lapáky písku – žlabové, rotační,...
- Lapáky tuků a olejů
- Primární usazovací nádrže – dekantéry (přerušovaný průtok), průtokové nádrže, šterbinové nádrže, primární kal
- Aktivační nádrže (aerace, aktivní kal)
- Biologické filtry
- Dosazovací nádrž (zachycení přebytečného kalu, vratný kal zpět do aktivace, kuželovitý tvar, průtok zdola nahoru)
- Biologicky - Stabilizační nádrže (rybníky), mokřady, zemní filtrace, drenážní podmok
- Chemické srážení
- Kalové hospodářství – stabilizace, odvodnění, hygienizace – zahušťovací a vyhnívací nádrže – kalové pole, plynojemy

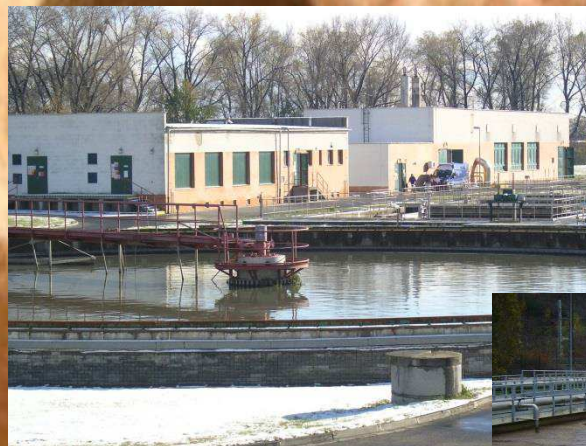
Schéma ČOV



Technologická linka velkých a středních ČOV



nátok na ČOV



usazovací nádrž

Čištění
odpadních
vod



aktivace



odtok



dosazovací nádrž

Technologická linka velkých ČOV



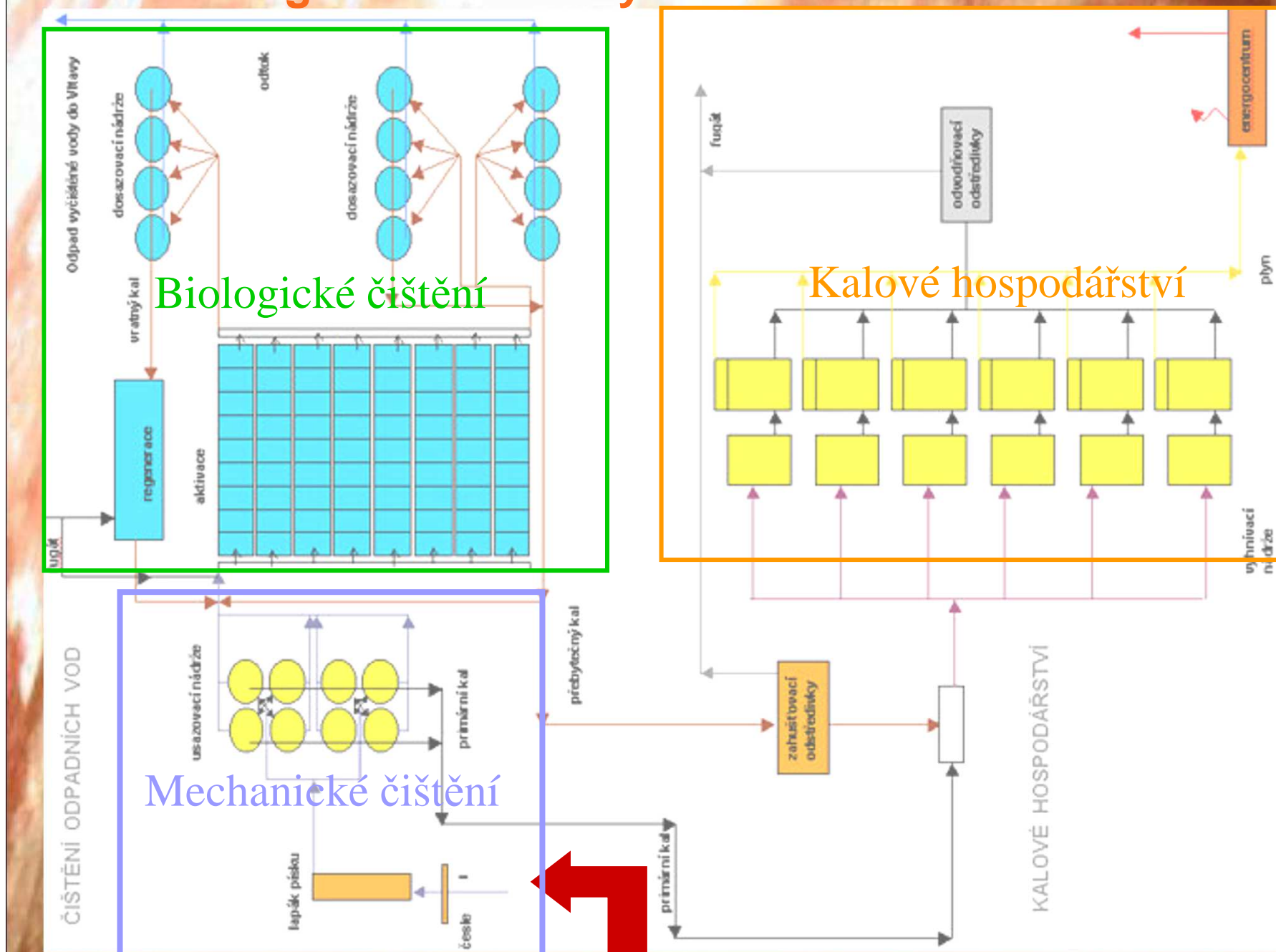
- 1 Přívodní kanál
- 2 Zachycovací budova
- 3 Pískový filtr
- 4 Sedimentační nádrž
- 5 Biologická úprava
- 6 Laguny pro sedimentaci
- 7 Nádrž na dešťovou vodu
- 8 Odtokový kanál
- 9 Provozní středisko
- 10 Nádrže pro digestci kašů
- 11 Budova, v níž se kaš zbarvuje vody
- 12 Nádrž na plyn
- 13 Zahušťovače kaš
- 14 Srážení fosfátů

Technologická linka velkých ČOV

Biologické čištění

Mechanické čištění

Kalové hospodářství



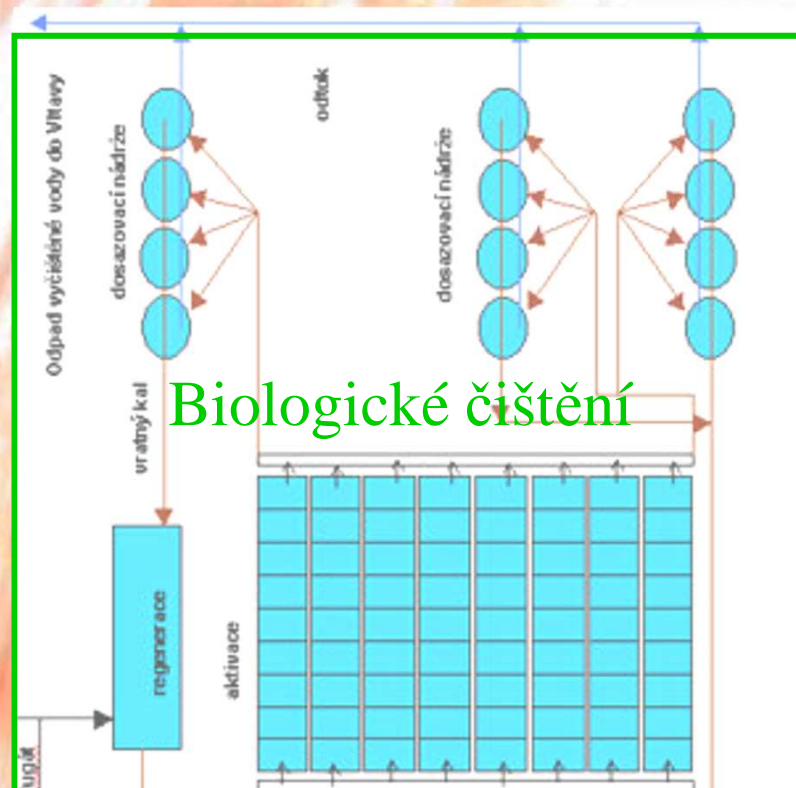
Přítok vody do ČOV



Čerpání vody na ČOV

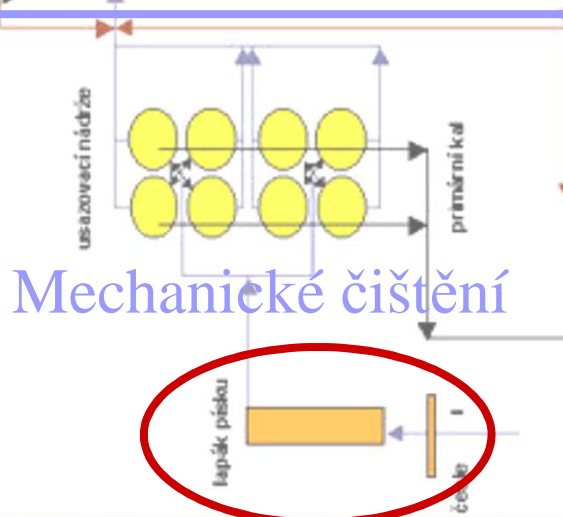


ČOV - mechanické čištění

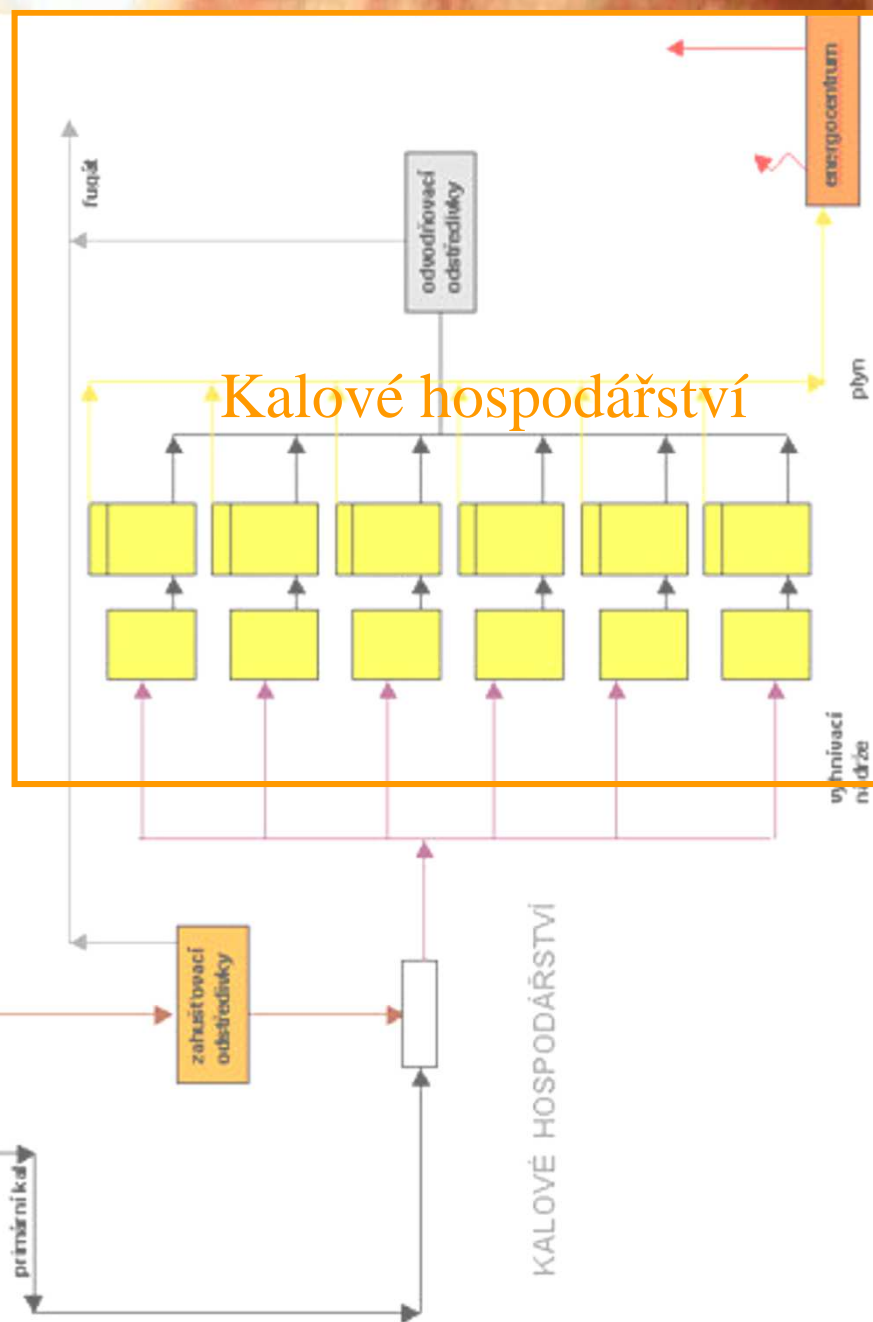


Biologické čištění

ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD



Mechanické čištění



Kalové hospodářství

KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ

ČOV - mechanické čištění

Česle (shrabky) a lapáky štěrku a lapáky písku

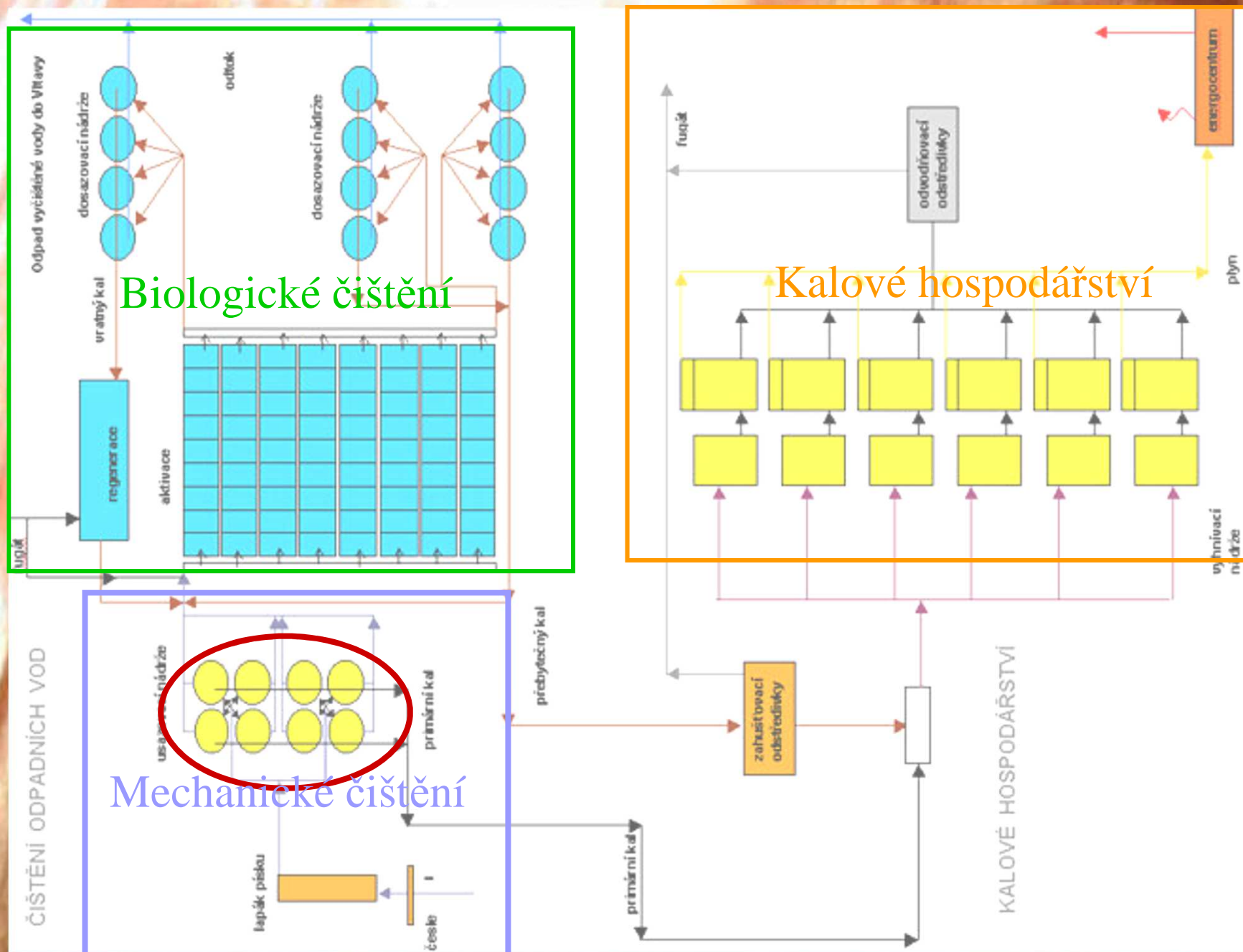


ČOV - mechanické čištění 2

Biologické čištění

Mechanické čištění

Kalové hospodářství



ČOV - mechanické čištění

Usazovací nádrže (*kal ze dna odčerpáván do vyhnívacích nádrží*
= primární kal)

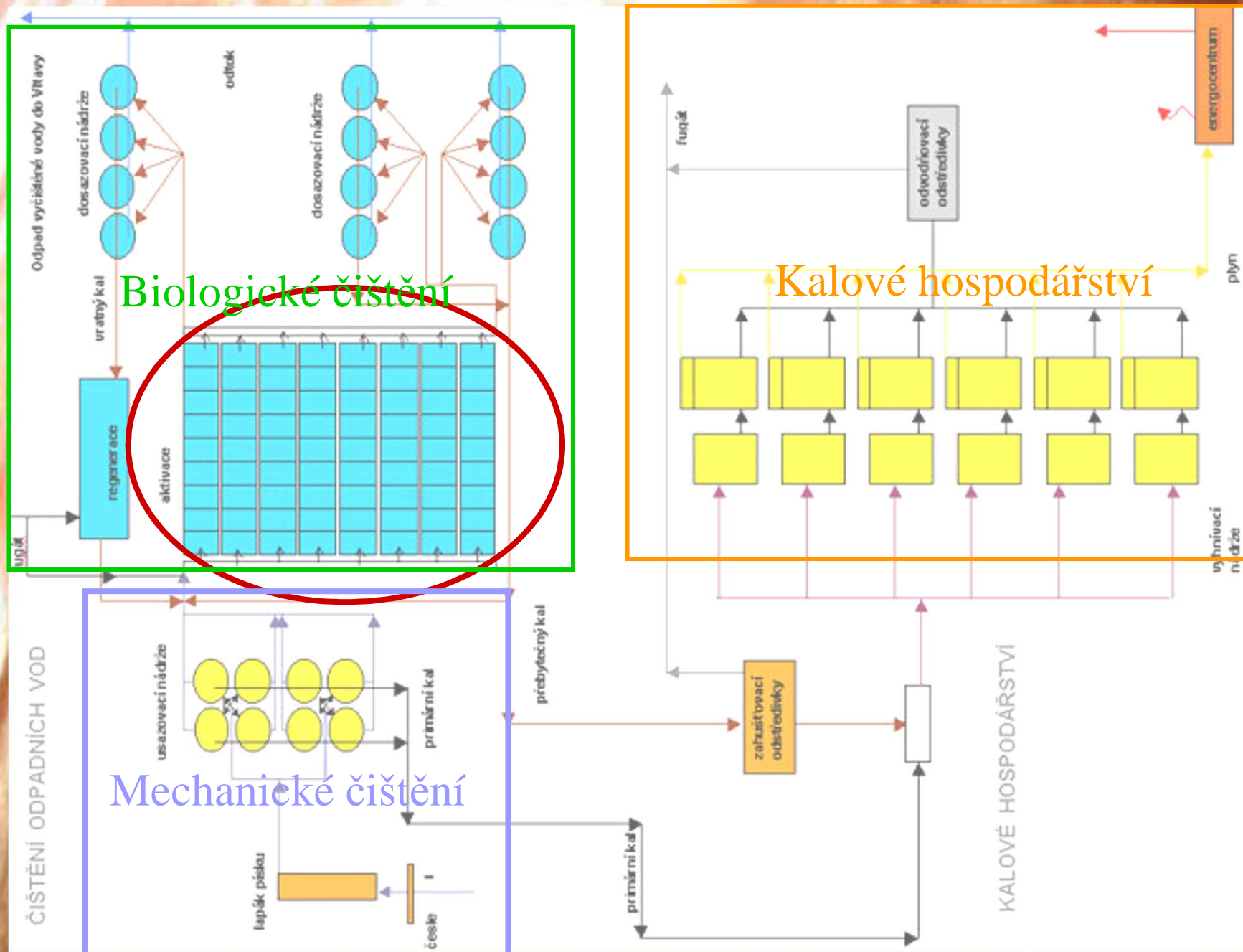


ČOV - biologické čištění

Biologické čištění

Mechanické čištění

Kalové hospodářství



ČOV - biologické čištění

Aktivační nádrže -
mikroorganismy,
provzdušňování



Aktivační nádrž

Aktivovaný kal = směsná kultivace mikroorganismů

*bakterie, houby, plísně, kvasinky, vláknité
mikroorg., prvoci*

Odpadní látky ve vodě - biol. původ - jako živiny

Nutný dostatek O_2 - aerobní procesy

Aktivační nádrž = směsná kultivace mikroorganismů

bakterie, houby, plísně, kvasinky, vláknité

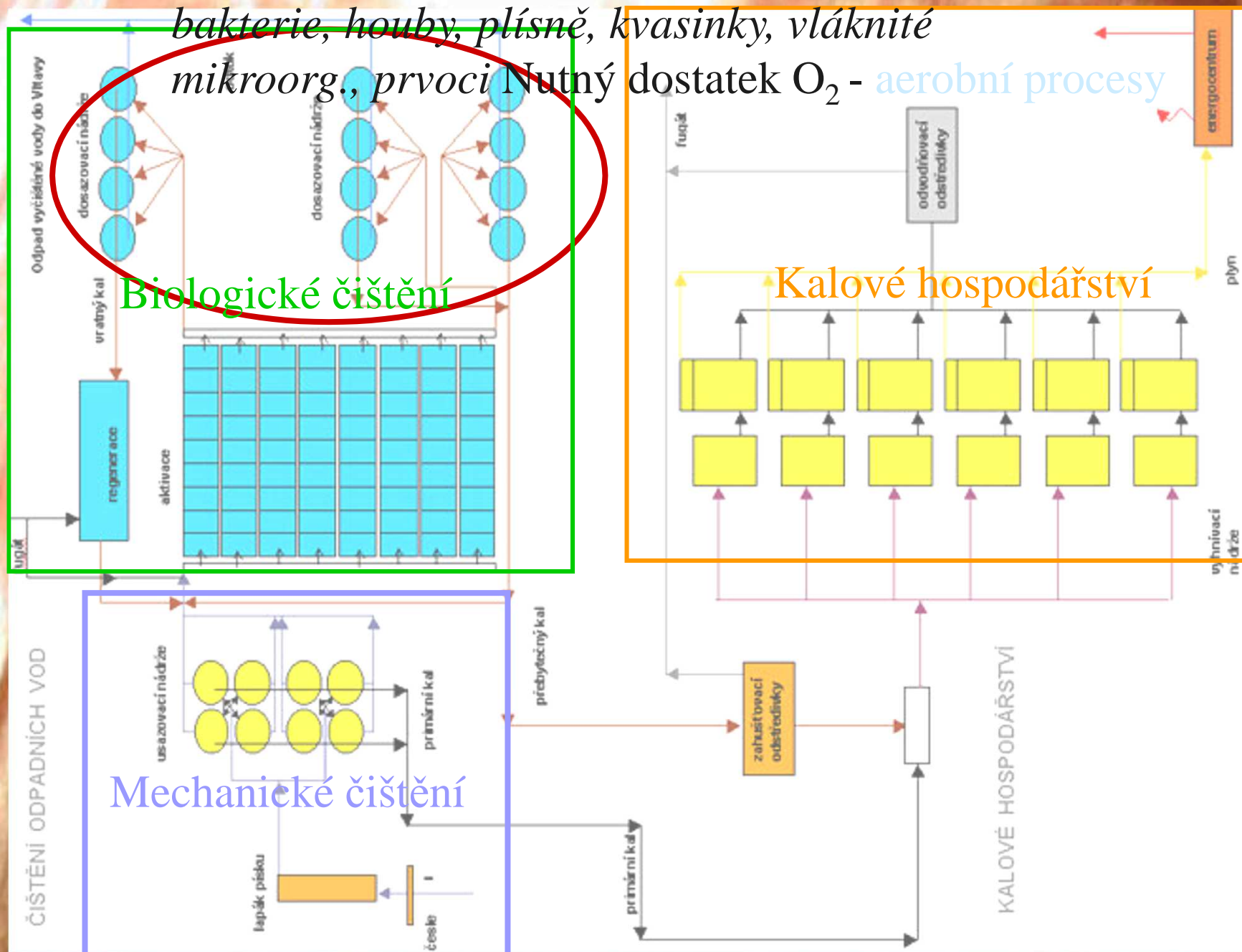
mikroorg., prvoci Nutný dostatek O_2 - **aerobní procesy**

Biologické čištění

Mechanické čištění

Kalové hospodářství

KALOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ



ČOV - biologické čištění

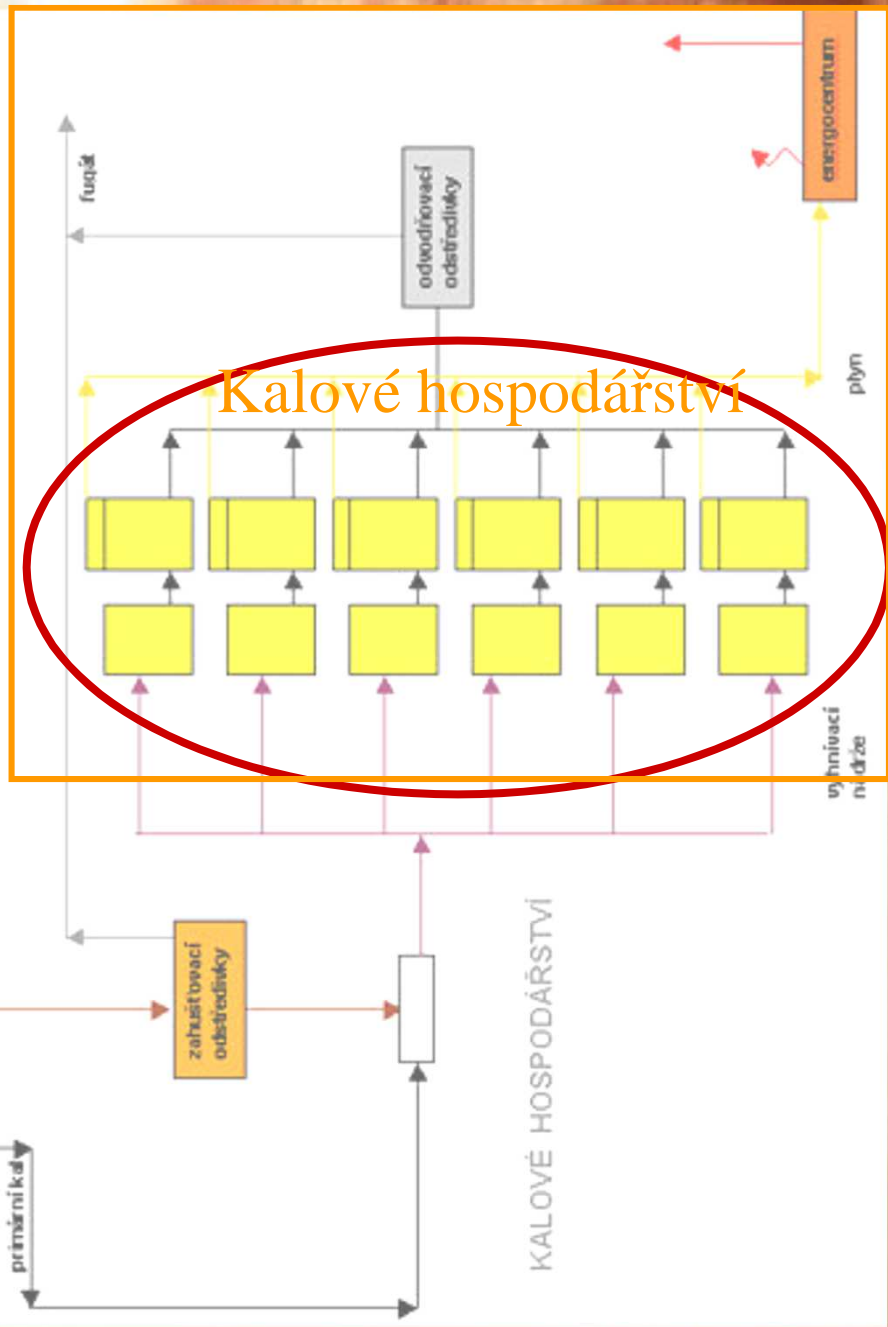
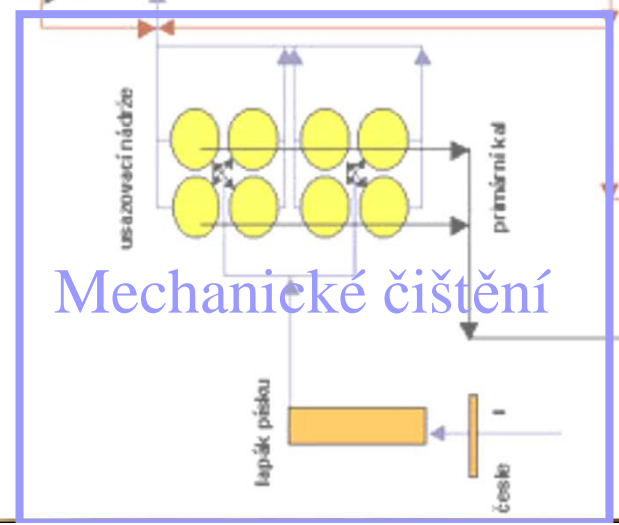
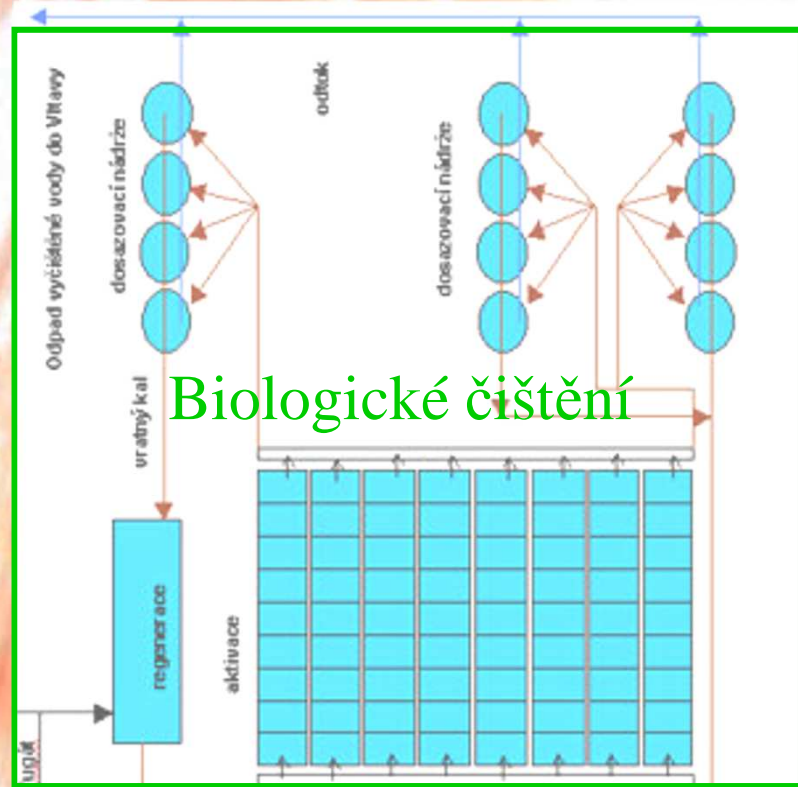
Dosazovací nádrže - usazování kalu a návrat před aktivaci -
přepadající voda = vyčištěná - odtok do Vltavy



ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Mechanické čištění

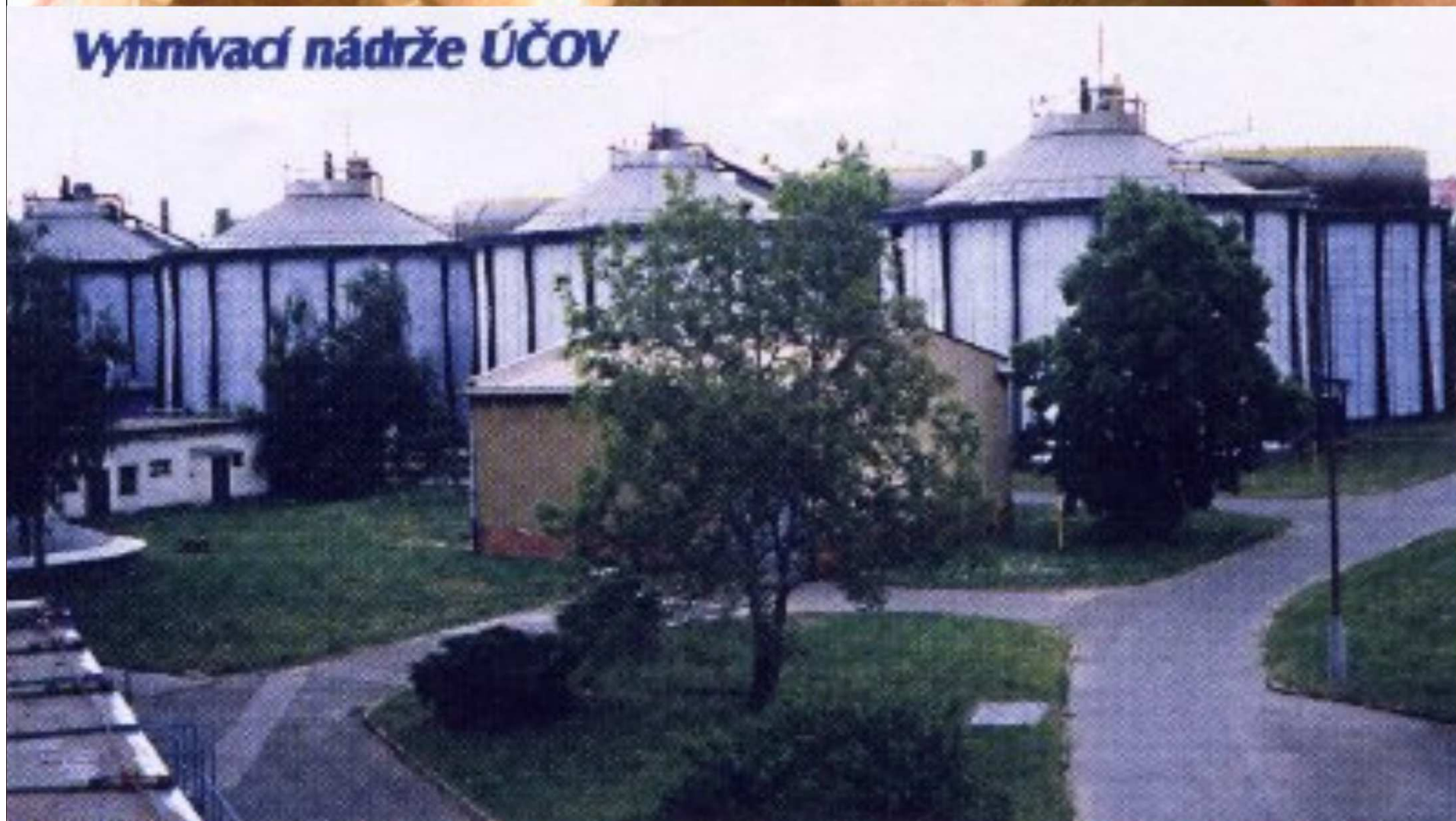
Biologické čištění



ČOV - kalové hospodářství

Vyhnívací nádrže - primární kal+ přebytečný kal z aktivace - anaerobní podmínky - tvorba bioplynu - energetické využití

Vyhnívací nádrže ÚČOV



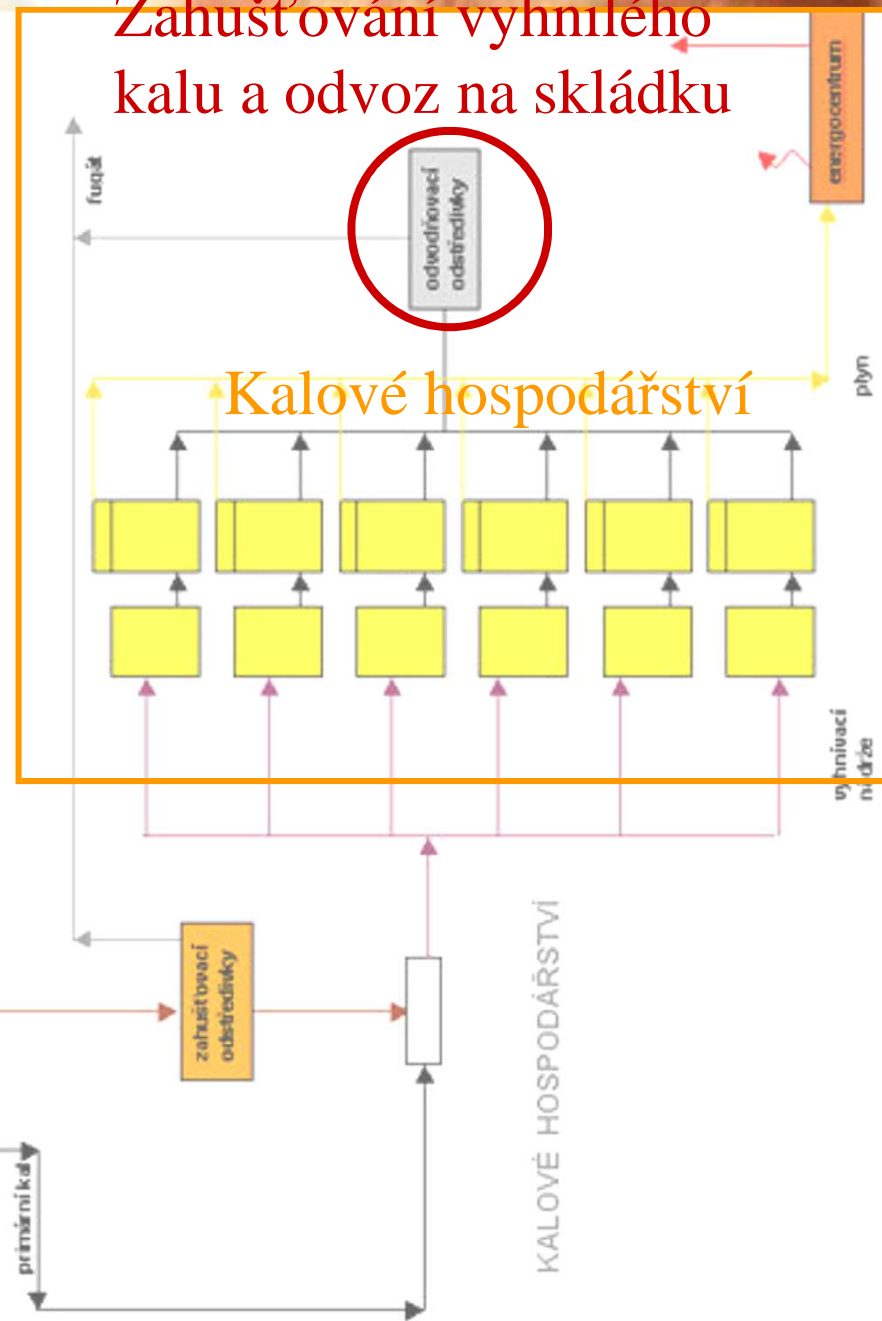
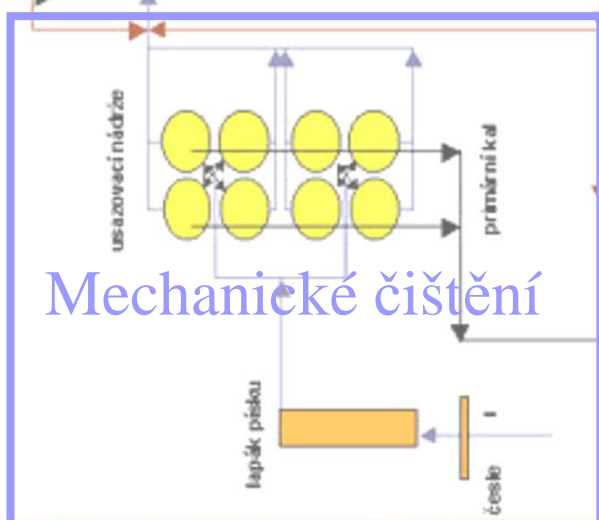
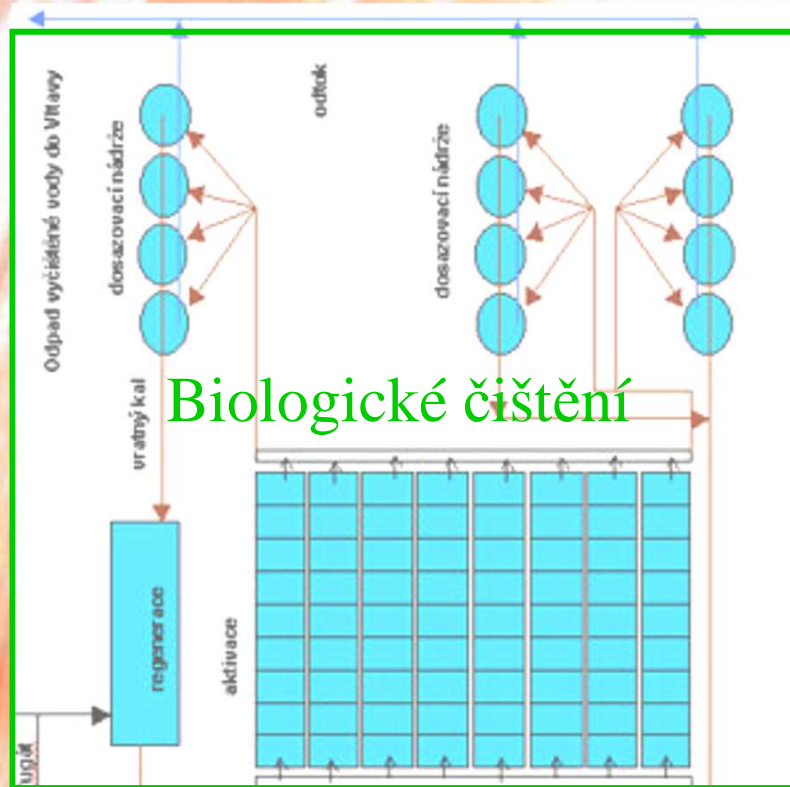
ČIŠTĚNÍ ODPADNÍCH VOD

Mechanické čištění

Biologické čištění

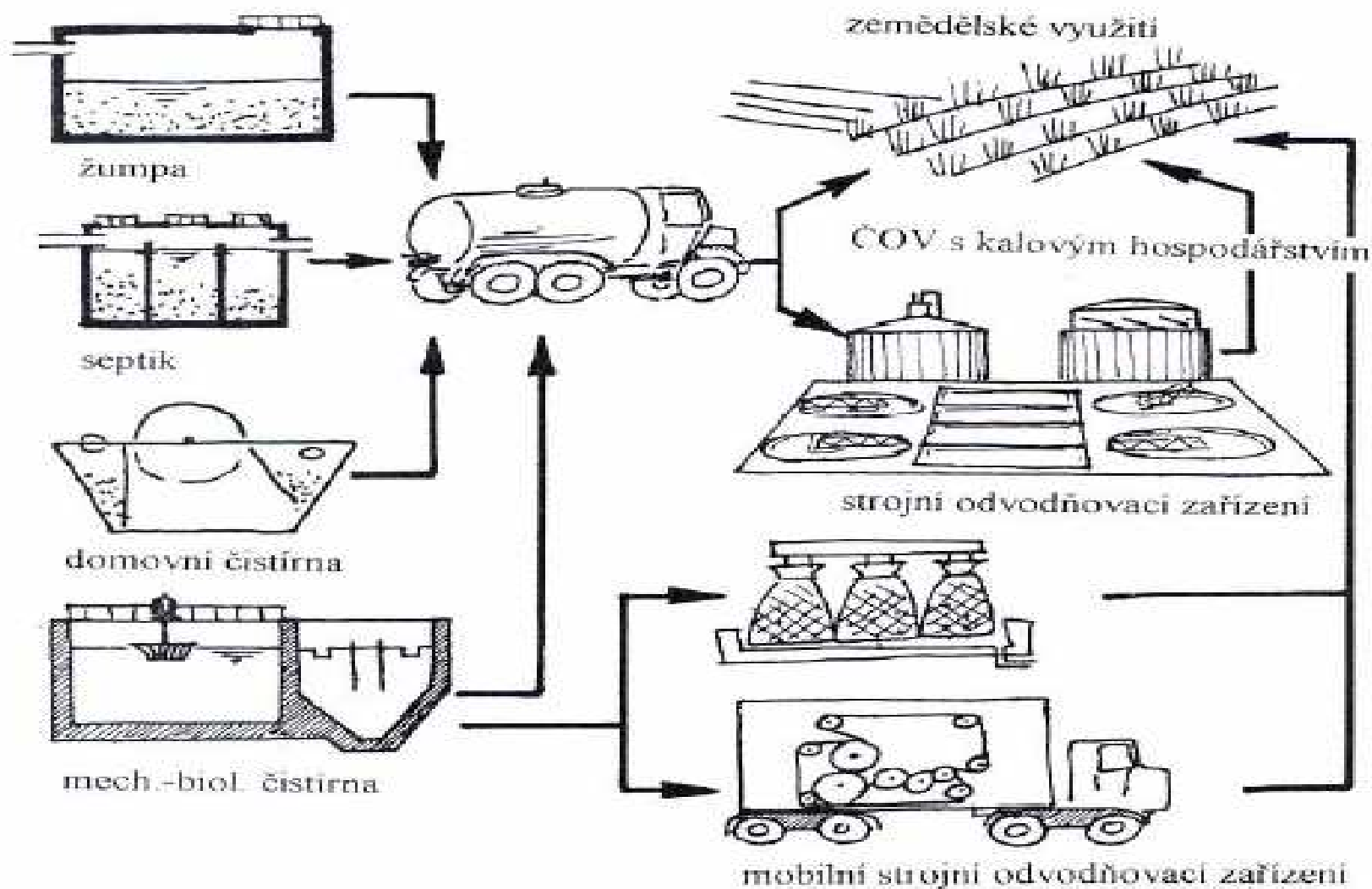
Zahušťování vyhnílého kalu a odvoz na skládku

Kalové hospodářství





Nakládání s kaly



Decentralizovaný systém nakládání s odpadními vodami



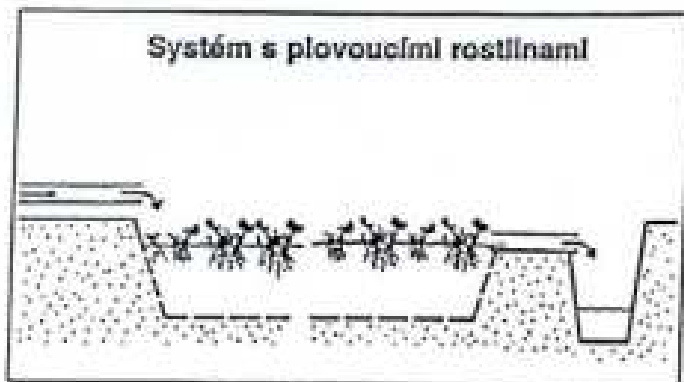
- ✦ efektivnější čištění odpadních vod:
 - garantovatelné nižší zbytkové znečištění
 - nižší měrné náklady na výstavbu i provoz čistírny
- ✦ občané platí stočné, ale nemusí se starat o složité technické zařízení

System vegetačního čištění odpadních vod

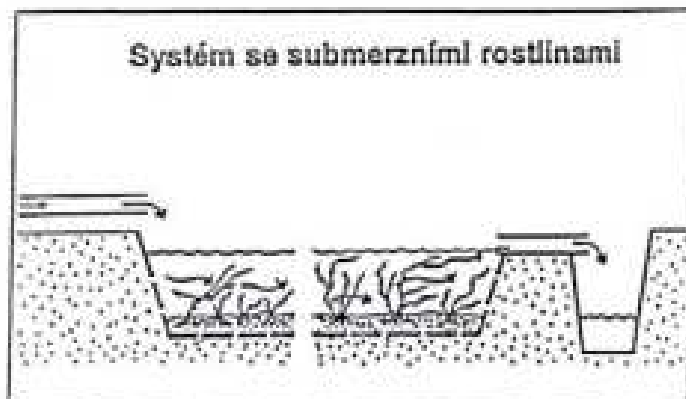
- **umělý mokřad osázený vegetací s podpovrchovým horizontálním odtokem odpadní vody s definovaným filtračním prostředím** (přírodní princip půdní filtrace)
- **princip:** založen na biochemických procesech a samočisticích pochodech za účasti rostlin, schopnosti bakterií na kořenech rostlin odstraňovat organické znečištění
 - Mokřady s plovoucími rostlinami
 - Mokřady se submerzními (ponořenými) rostlinami
 - Mokřady s emerzními (vynořenými) rostlinami
 - S povrchovým odtokem
 - S podpovrchovým vertikální odtokem
 - S podpovrchovým horizontálním odtokem
- **rostliny:** rychle rostoucí, s vysokou biomasou – **rákos obecný, orobinec širokolistý, orobinec úzkolistý, orobinec úzkolistý, chrastice rákosov**
zblochan vodní, kosatec žlutý a další
- **potřeba předčištění vody** – septik, sedimentační nádrž, drtící kalové čerpadlo

System vegetačního čištění

System s plovoucími rostlinami

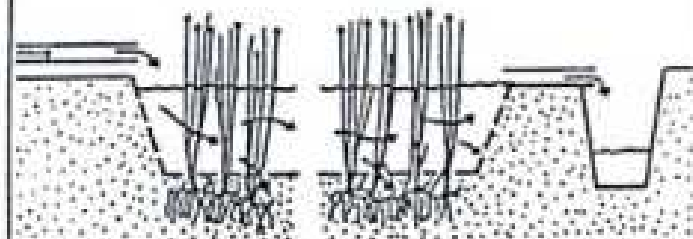


System se submerzními rostlinami

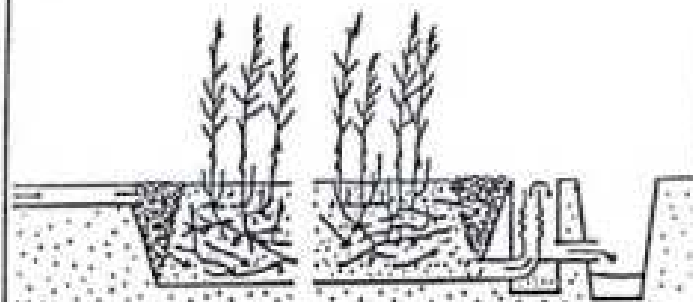


Systemy s emerzními rostlinami

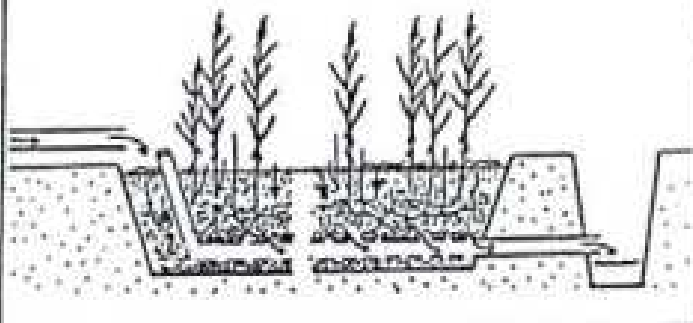
povrchový tok



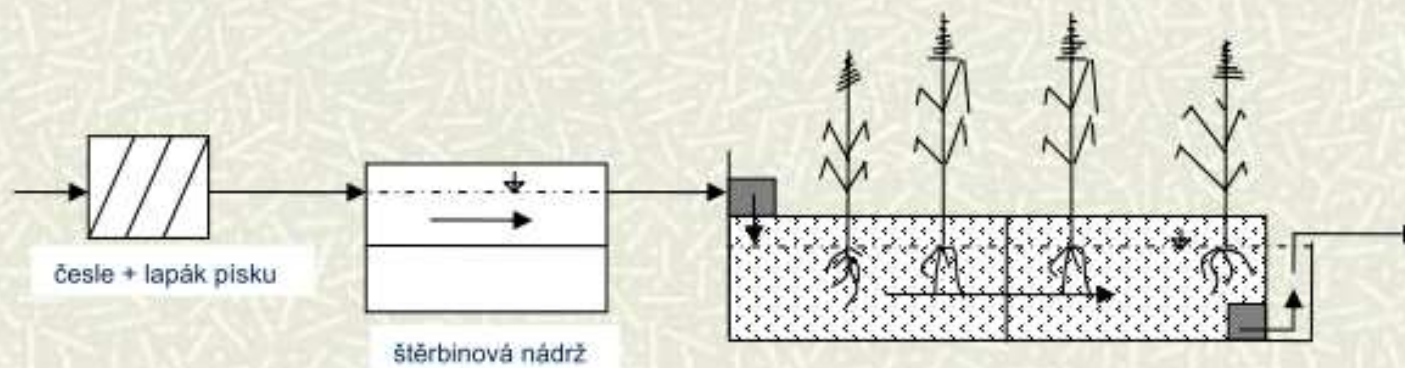
podpovrchový horizontální tok



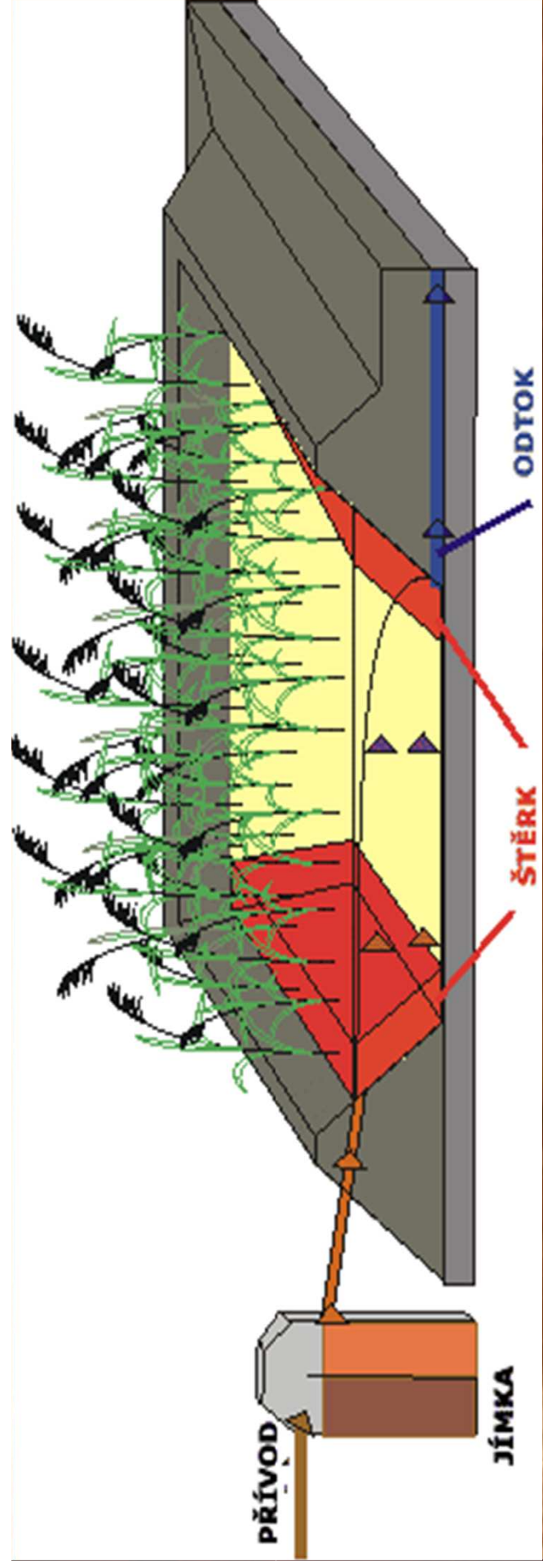
podpovrchový vertikální tok



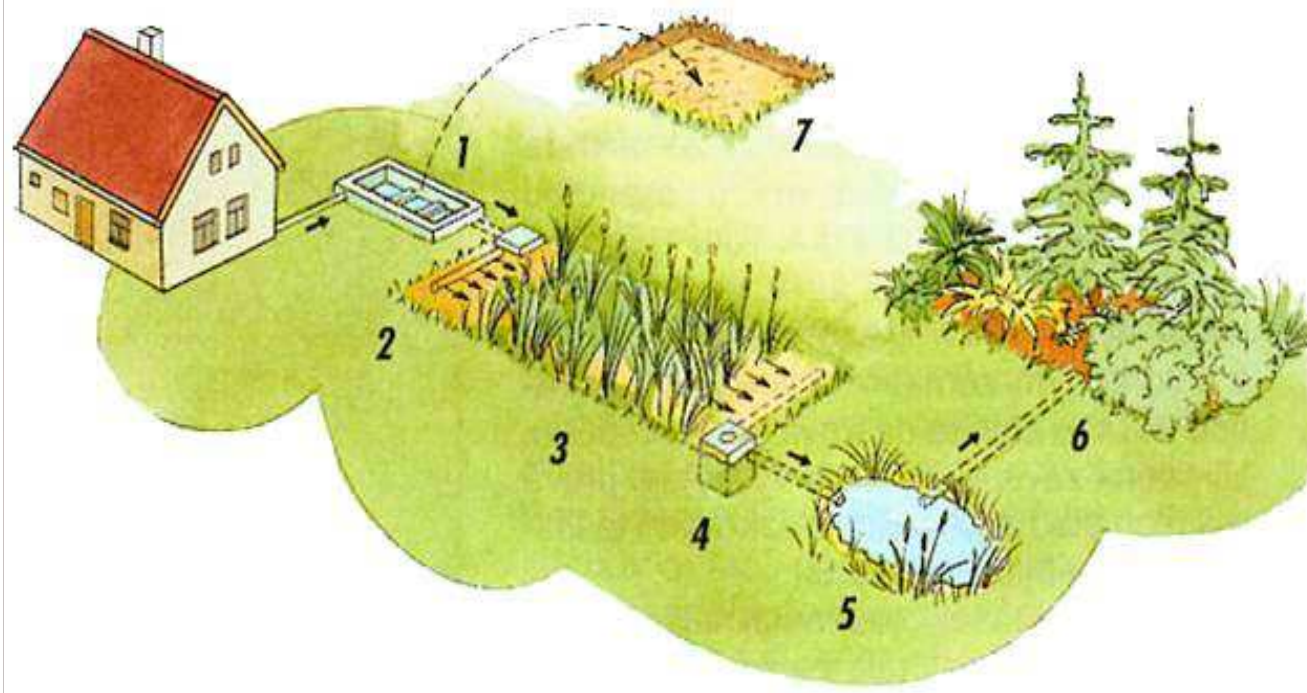
Kořenová čistírna



Kořenová čistírna



Kořenové čistírny odpadních vod



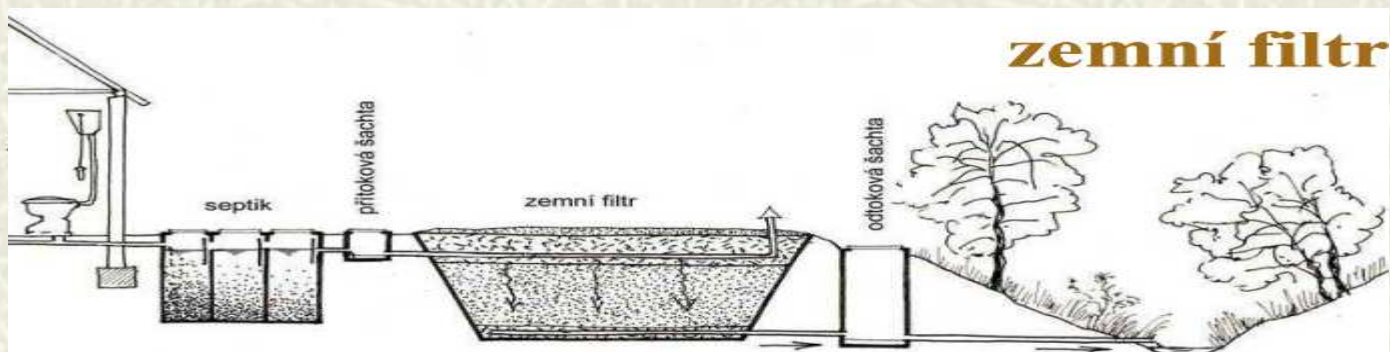
Legenda

1. tříkomorový septik
2. rozdělovací objekt
3. umělý mokřad osázený vhodnými bažinnými rostlinami
4. kontrolní odtoková šachta
5. dočišťovací okrasný rybníček
6. odpařovací zavlažovaná plocha s porostem stromů a keřů
7. kompost nebo plocha na odvodňování kalů rostlinami

Zemní filtr

Zemní filtr

- ✚ hodí se za septik jako další stupeň čištění
- ✚ tuto kombinaci doporučuje MŽP jako vhodné řešení pro jednotlivé domácnosti
- ✚ zemní filtr vyžaduje výškový spád

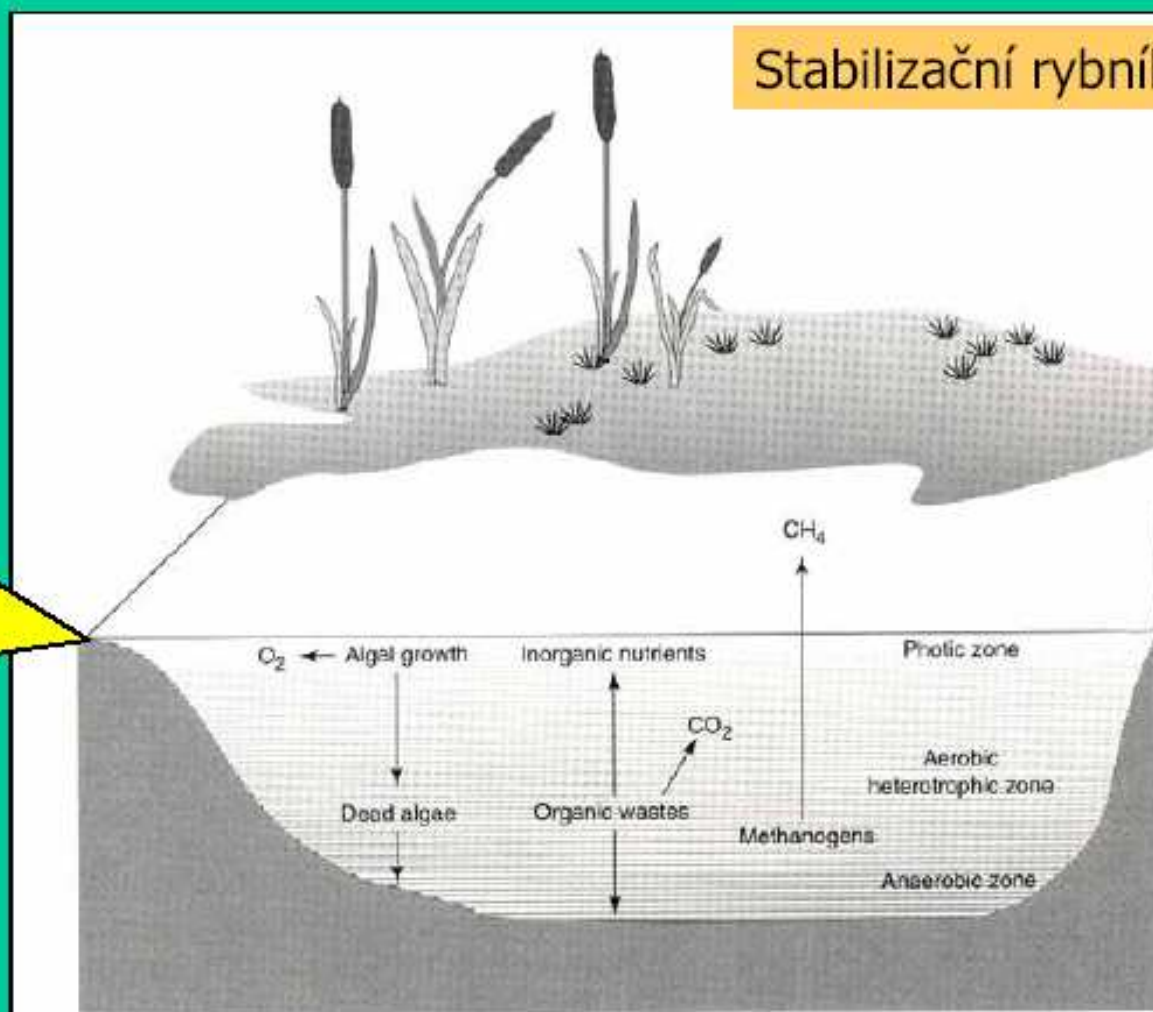


Stabilizační nádrže a rybníky

používají se ke zneškodňování až úplnému vyčištění hnilobných odpadních vod za použití různých nádrží rybníčního typu. Na čistícím 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.

Stabilizační rybník



Plovoucí ostrovy

Rostliny s aerenchymem mohou tvořit přirozené plovoucí ostrovy (např.

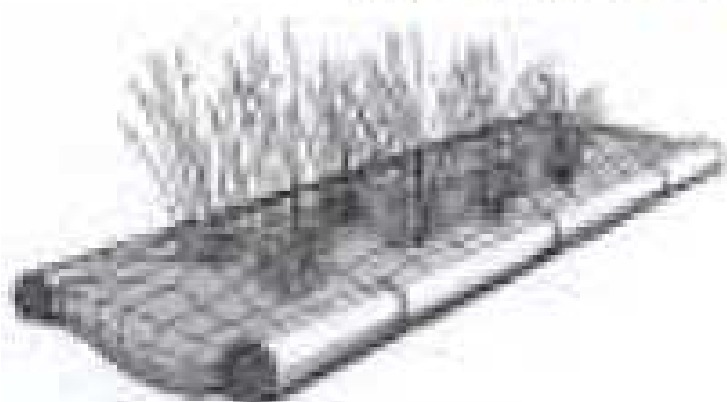
Schoenoplectus lacustris - sítina).

Použití nosných materiálů

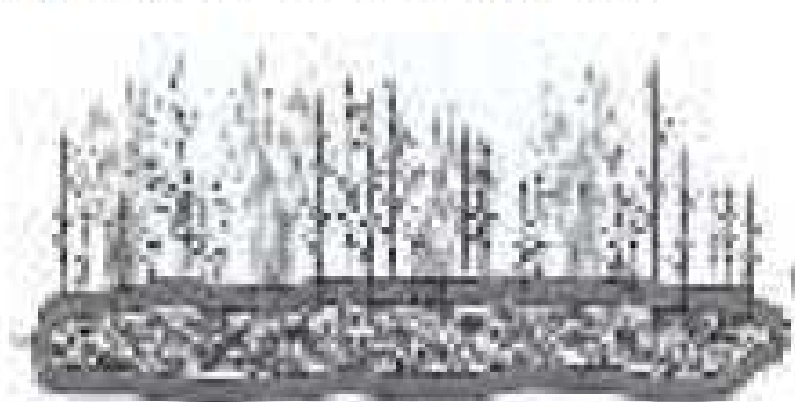
- Rostliny prorostou nosný materiál
- Kořeny filtrují vodu a odebírají živiny
- Vzniklý stín na hladině zmenšuje růst řas
- Životní prostor pro organismy



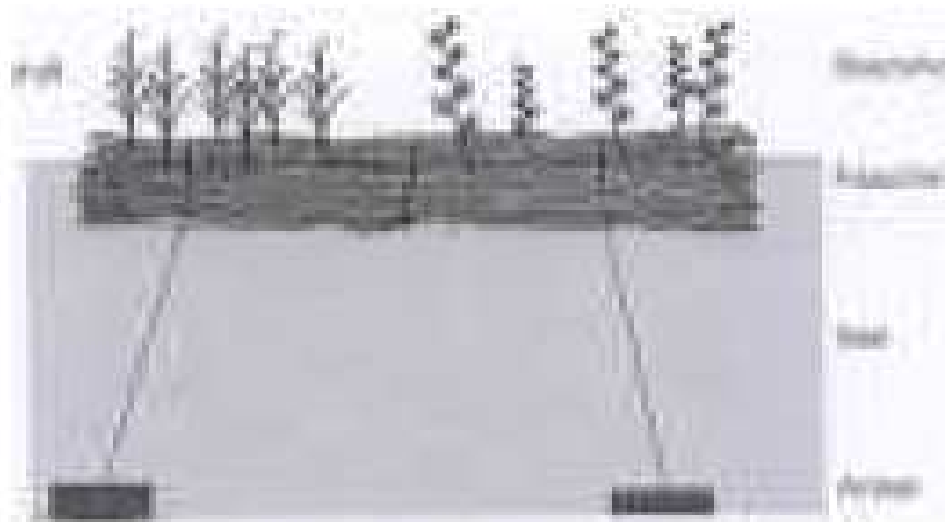
Materiál a stavba plovoucích ostrovů



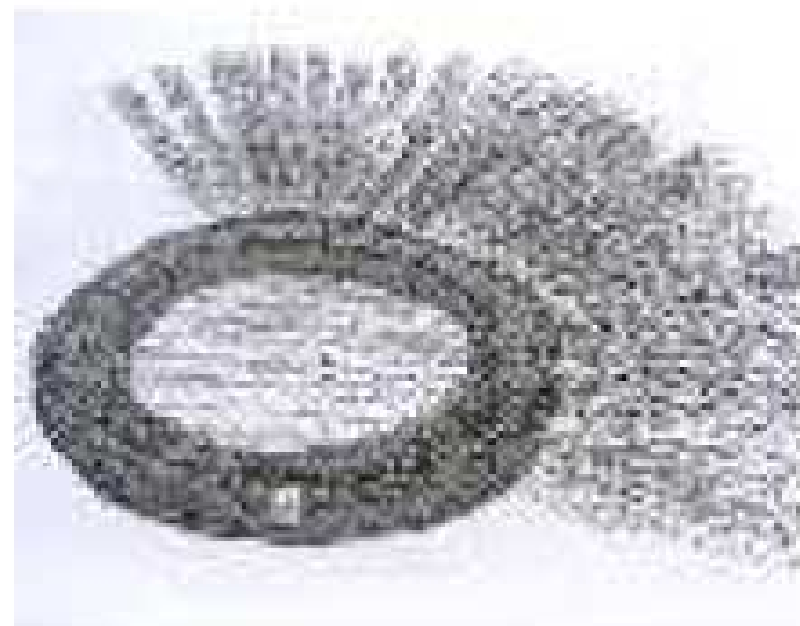
plovoucí gabion



Repotexová matrace



Samoplovoucí ostrov – z proutí a rákosu



Samoplovoucí ostrov (a: plovoucí prstenec, b: nosná matrace na rostliny, c: vrbové pruty)



Plovoucí ostrovy z Repotexu

nově osázená matrace
ČOV Lahestedt
Německo
(Expo-2000 Projekt)




Matrace asi za 8 týdnů



ČOV s okřehkem v Chicagu

Jsou stále místa, která odpovídají při nakládání s OV období před n/l.



A photograph of three wooden spoons resting on a wooden surface. The spoons are arranged in a row, with the middle one slightly behind the other two. The wood grain of both the spoons and the surface is clearly visible. The lighting is warm, creating a cozy atmosphere.

Děkuji za pozornost