

**M U N I**  
**S C I**

# **Biochemie a ekologické problémy industriální společnosti**

Doc. Jan Lochman

# Odpadní vody

- Centrální postavení kapalných odpadů
- Charakteristika čistoty
  - Relativita pojmu - účel
  - Znečištění (obsah polutantů – kvantitativně i kvalitativně)
- Parametry kvality
  - Fyzikální, chemické, (mikro)biologické
  - Obecné – pH, tvrdost, ionty atd.
  - Zvláštní – CHSK (chemická spotřeba kyslíku), BSH<sub>5</sub>(biochemická spotřeba kyslíku)
  - Speciální – pesticidy, uhlovodíky (zvl. halogenované)

# Čištění odpadních vod

- Účel – dosáhnout požadovaných parametrů
- Způsoby – i v kombinaci
  - Biologické (biochemické)
  - Chemické
  - Fyzikální
- Typy biochemických procesů
  - Aerobní
  - Anaerobní (tvorba bioplynu)
- Výběr podle typu znečištění
  - Další požadavky – rychlost, cena apod.

# Druhy odpadních vod

- Splaškové a městské odpadní vody
  - odpadní vody z domácností, škol, stravovacích zařízení, ubytovacích zařízení, firem, státních institucí, veřejných míst
  - silným zákal, šedá až šedohnědá barva
- Průmyslové odpadní vody
  - Technologické vody
  - Chladicí vody
  - Splaškové vody
  - Srážkové vody
  - Podzemní vody z hydrogeologické ochrany
  - vlastnosti jsou dány především druhem závodu a jeho velikostí

# Skupiny znečišťujících látek

---

## Znečišťující látky

## Příklady

---

### Rozpuštěné (látky, které projdou filtrem o velikosti póru 4 µm)

---

organické

biologicky rozložitelné

cukry, mastné kyseliny

biologicky nerozložitelné

azobarviva

anorganické

těžké kovy, fosforečnany, sulfidy, amonné ionty

---

### Nerozpuštěné

---

organické

biologicky rozložitelné

bakterie škrob

biologicky nerozložitelné

papír, plasty

usaditelné

celuloseová vlákna

neusaditelné

bakterie, papír

koloidní

bakterie

plovoucí

papír

usaditelné

hlína písek

neusaditelné

brusný prach

---

# Procesy čištění odpadních vod

– Podmínky pro splnění a účinnost čistícího procesu:

- Proces čištění musí být účinný
- Proces by měl být ekonomicky uspokojivý
- Proces by neměl být příliš energeticky náročný
- Při procesu by se do čištěné odpadní vody neměly přidávat další znečišťující látky (př. anorganické soli nebo organické látky)

# Procesy čištění odpadních vod

---

## Mechanické procesy

Cezení (česle)

Usazování (usazovací nádrže)

Centrifugace (centrifugy)

Flotace (flotační nádrže)

Filtrace (pískové filtry, síta)

---

## Biologické procesy aerobní

Biologické filtry, zakotvené systémy

Aktivace

Stabilizační nádrže a laguny

---

---

## Chemické a fyzikálně chemické procesy

Čeření (koagulace a srážení)

Neutralizace, oxidace a redukce

Sorpční procesy (aktivní uhlí aj.)

Procesy založené na výměně iontů

Extrakce (např. fenol)

Odpařování, spalování (silně koncentrované odpadní vody)

Vyváření

---

## Biologické procesy anaerobní

Metanizace

---

# Aerobní čistírny OV

- První mechanická fáze se nazývá předúprava
  - šterková komora pro usazování písku z vody
  - tyčová sítá (česle) k odstranění velkých předmětů
  - lapáky písku a šterku, lapáky tuků
- Primární čištění
  - sedimentace v usazovacích nádržích
  - po primárním čištění klesne úroveň znečištění odpadních vod na 60 %
  - usazený kal jde jako primární kal do methanizační nádrže
- Sekundární (biologické) čištění
  - založeno na přírodních procesech (bakterie, houby, prvoci)
  - biologické odbourání organických látek (uhlík, fosfor)
  - odumřelé bakterie a organické zbytky se následně přemění na kal.
- Dosazovací nádrž
  - Oddělená část biomasy (kalu) se pak vrací zpět do biologické části
  - přebytečný kal jde do methanizační nádrže





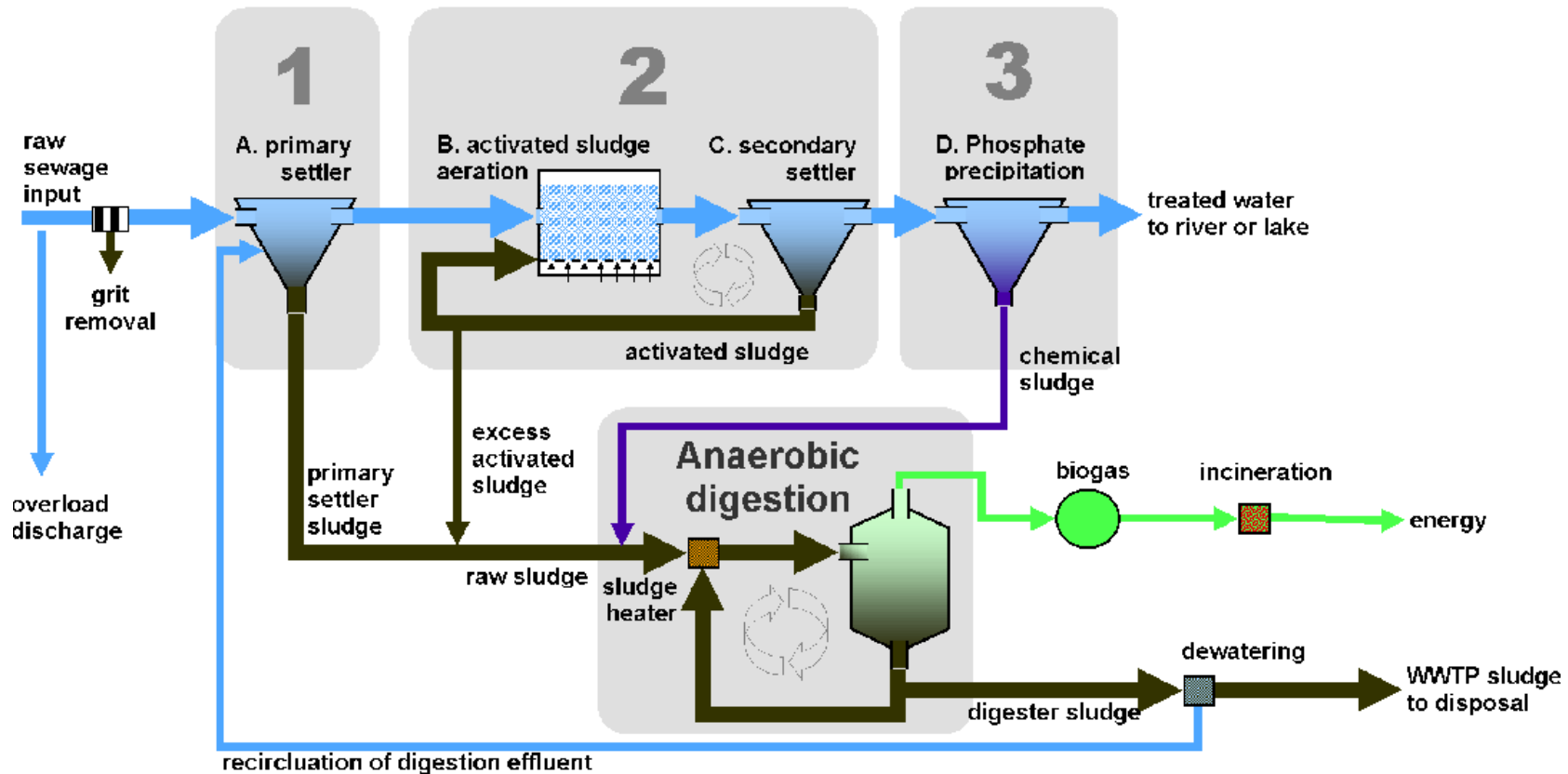
# Aerobní čistírny OV

## – Terciární čištění

- odstranění zbytkové organické zátěže a dalších znečišťujících látek (fosfor a dusík)
- lze použít jakoukoli kombinaci procesů úpravy (fyzikální, chemické nebo biologické)
  - Filtrace (mikrofiltrace, ultrafiltrace)
  - Iontová výměna
  - Reverzní osmóza
  - Adsorpce
  - Membrány
- Dezinfekce
  - Chlorace
  - Ozonizace
  - Elektrodezinfekce

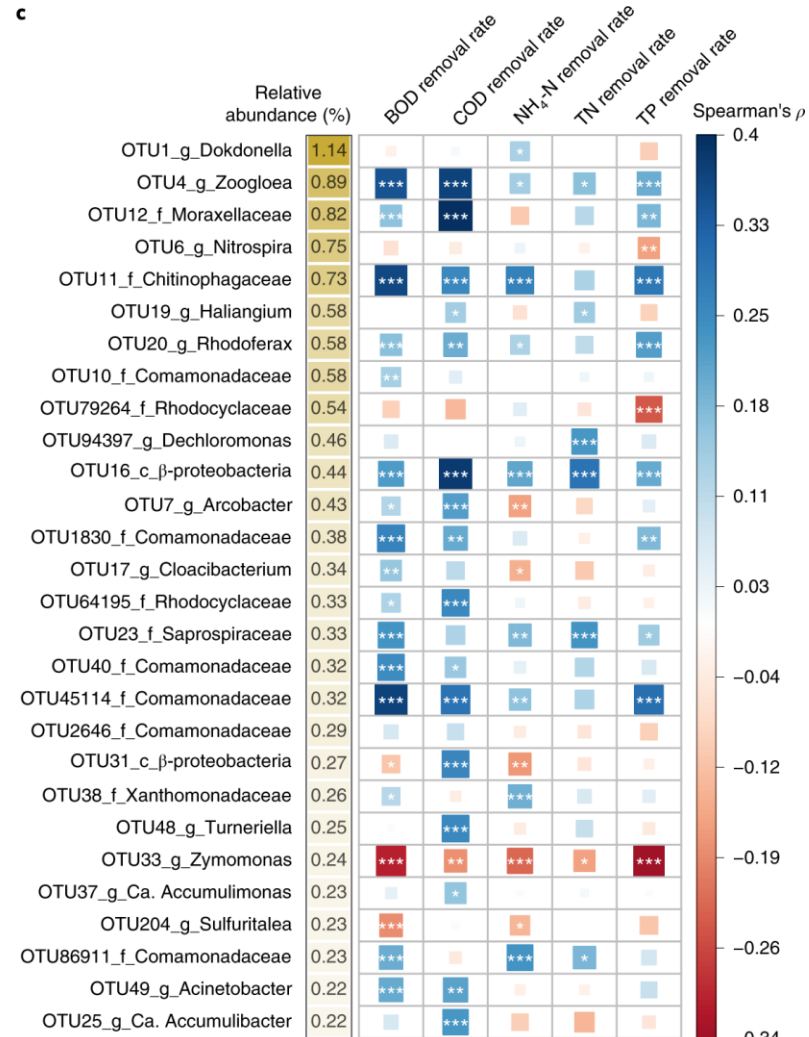
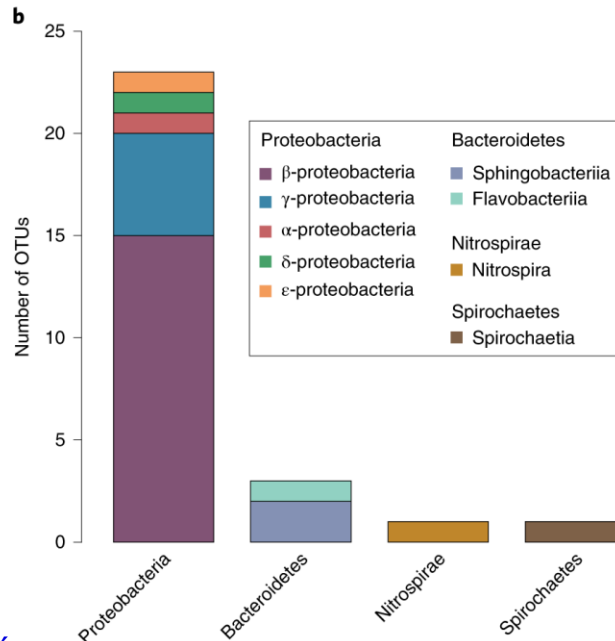
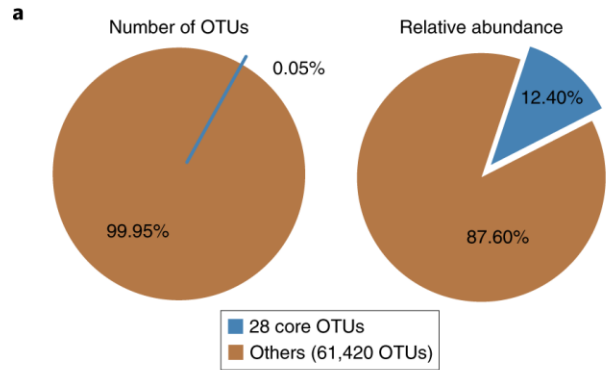


# Aerobní čistírny OV

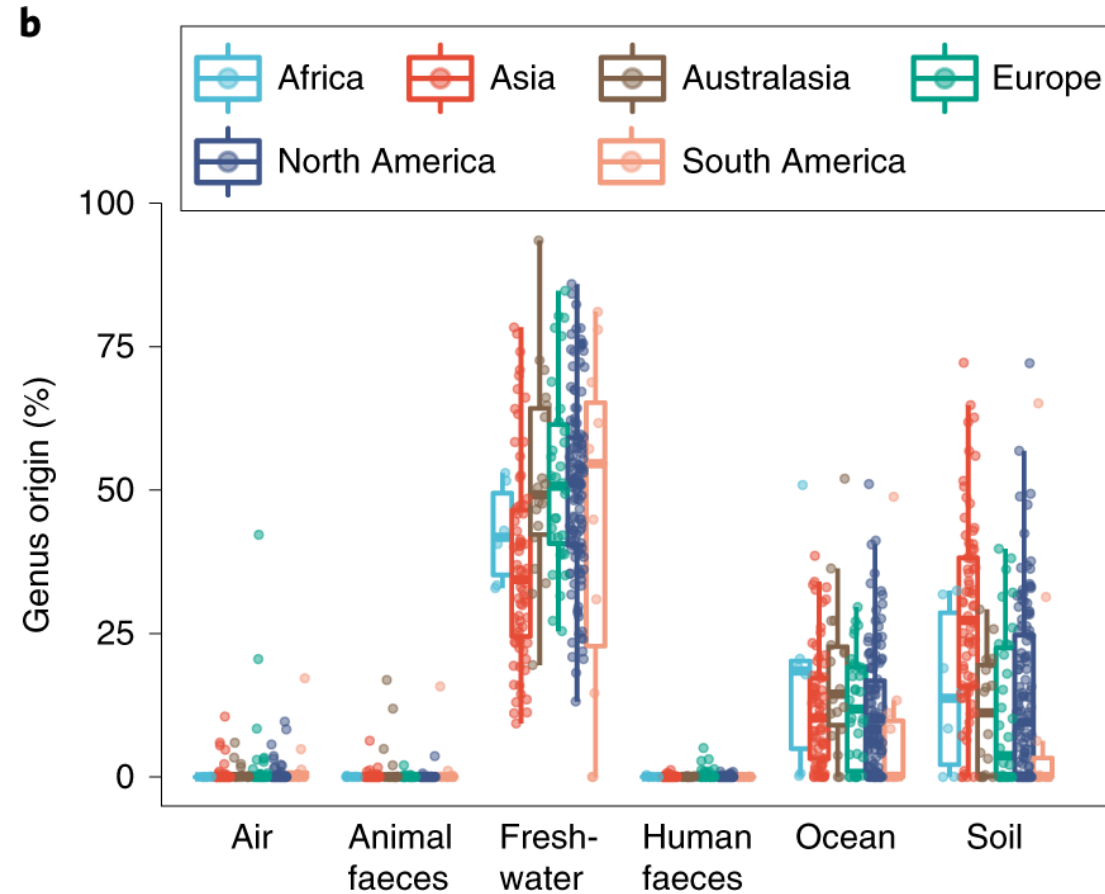
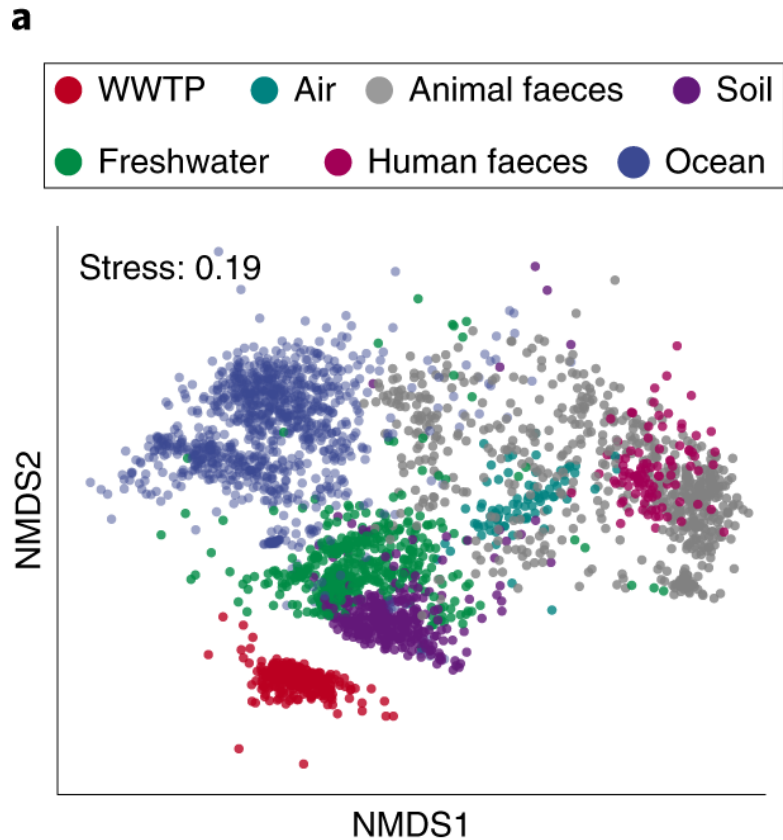


<https://youtu.be/lqzZ84FiUaA>

# Bakteriální diverzita v aktivovaném kalu



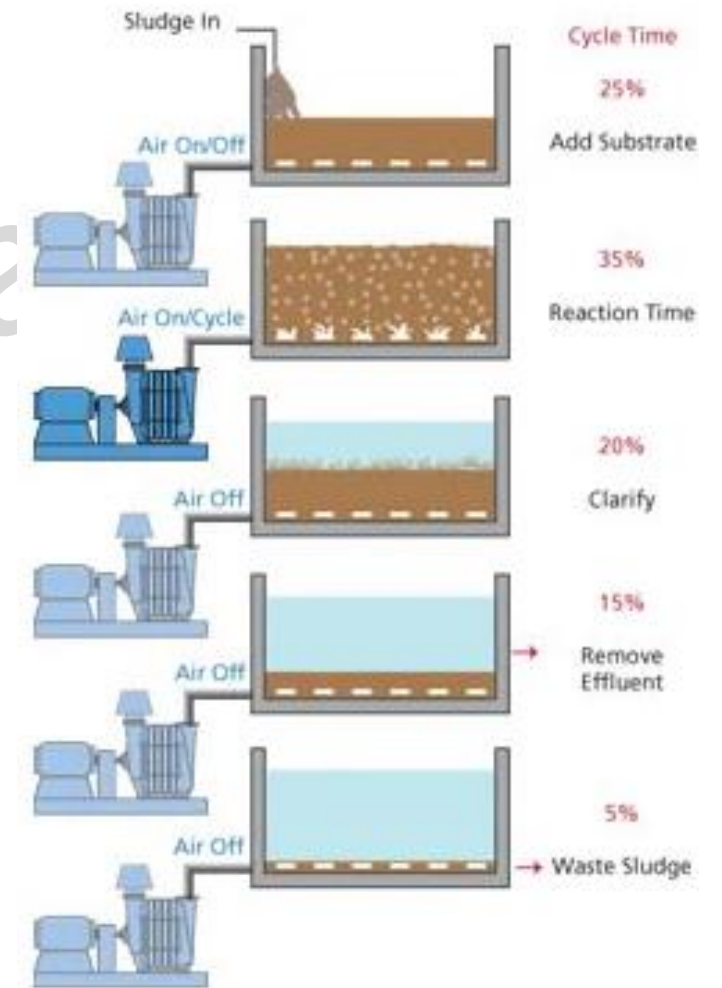
# Bakteriální diverzita v aktivovaném kalu



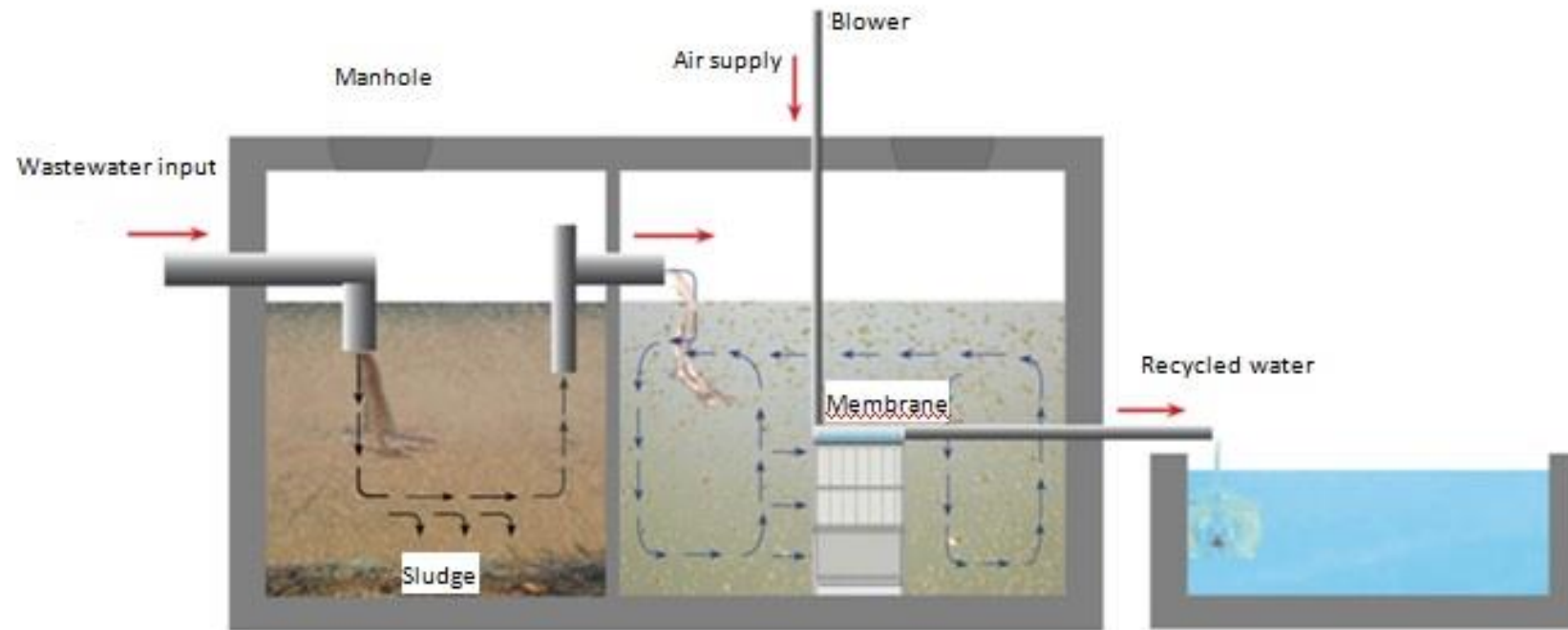
<https://doi.org/10.1038/s41564-019-0426-5>

# Biomasa v suspenzi

- Sekvenční dávkové reaktory
- všechny procesy probíhají ve stejné
- dobrá alternativa pro průmyslová odvětví
- malé množství odpadní vody s vysoce variabilními vlastnostmi.
- Membránové bioreaktory
- podobné metodě aktivovaného kalu
- ultrafiltračním membránovým modul oddělující kal a kapalinu
- výhody oproti tradičním sekundárním dekantérům
- alternativa tam, kde je málo místa.



# Membránové bioreaktory



# Fixovaná biomasa

## – Biofiltry

- Vzduch veden do klimatizační komory, kde je nasycen vlhkostí a směřován do pevného lože biomasy
- Kontaminanty jsou absorbovány na biofilm biomasy a následně metabolizovány mikroorganismy

## – Skrápěcí filtry

- Odpadní voda teče nebo je rozstříkována na filtr
- Při průchodu póry filtru je organická hmota degradována biomasou pokrývajícím materiál filtru

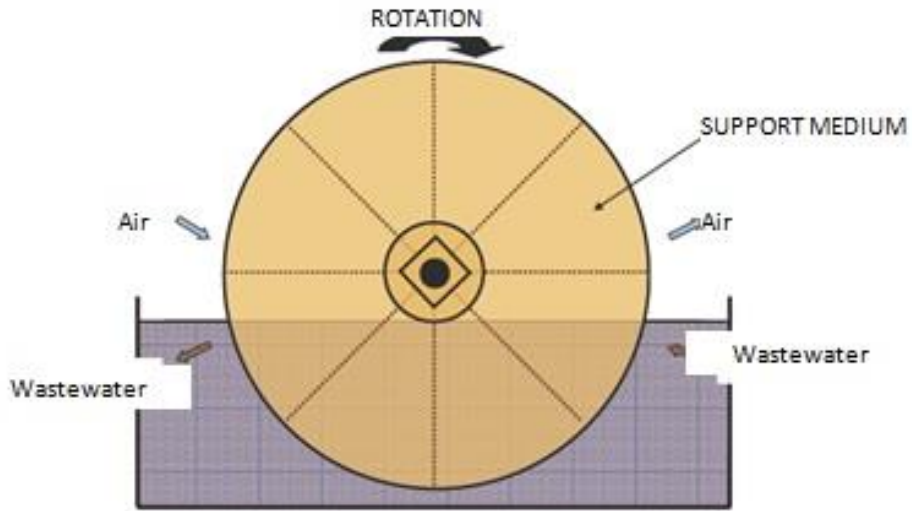
## – Reaktor s pohyblivým ložem (MBBR)

- Bakteriální kultura je ve formě biofilmu na specifické matrici a pohybuje se v biologickém reaktoru.

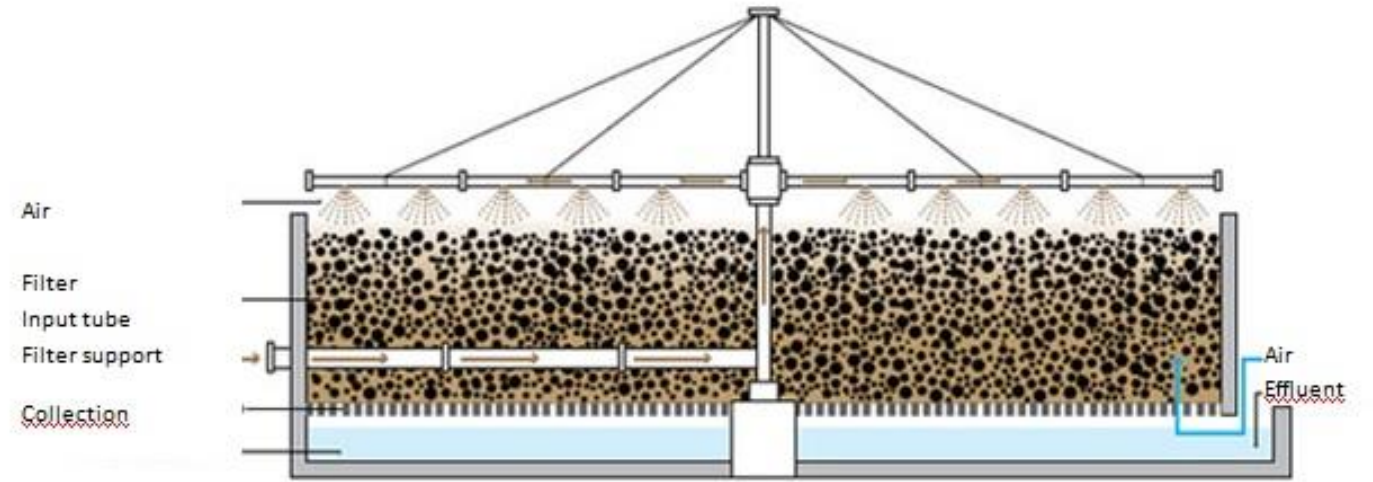
## – Biodisky

- Skládají se ze sady disků z určitého materiálu (dřevo, polyetylen nebo polystyren a PVC)
- Otáčejí se kolem vodorovné osy umístěné uvnitř reaktoru.
- Vytváří se biofilm bakteriální biomasy

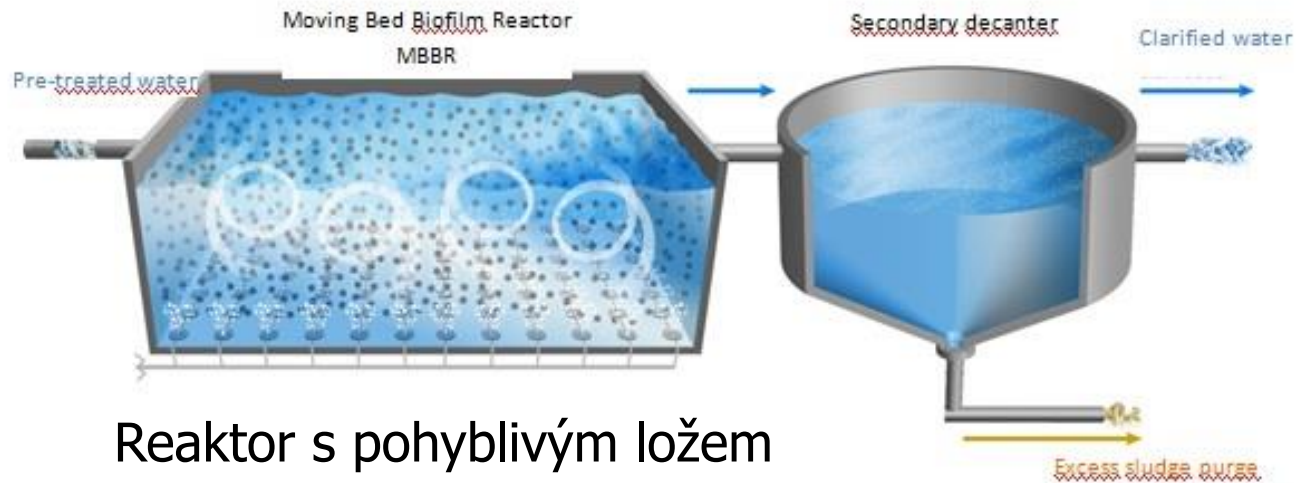
# Fixovaná biomasa



Biodisky



Skrápěcí filtry



Reaktor s pohyblivým ložem



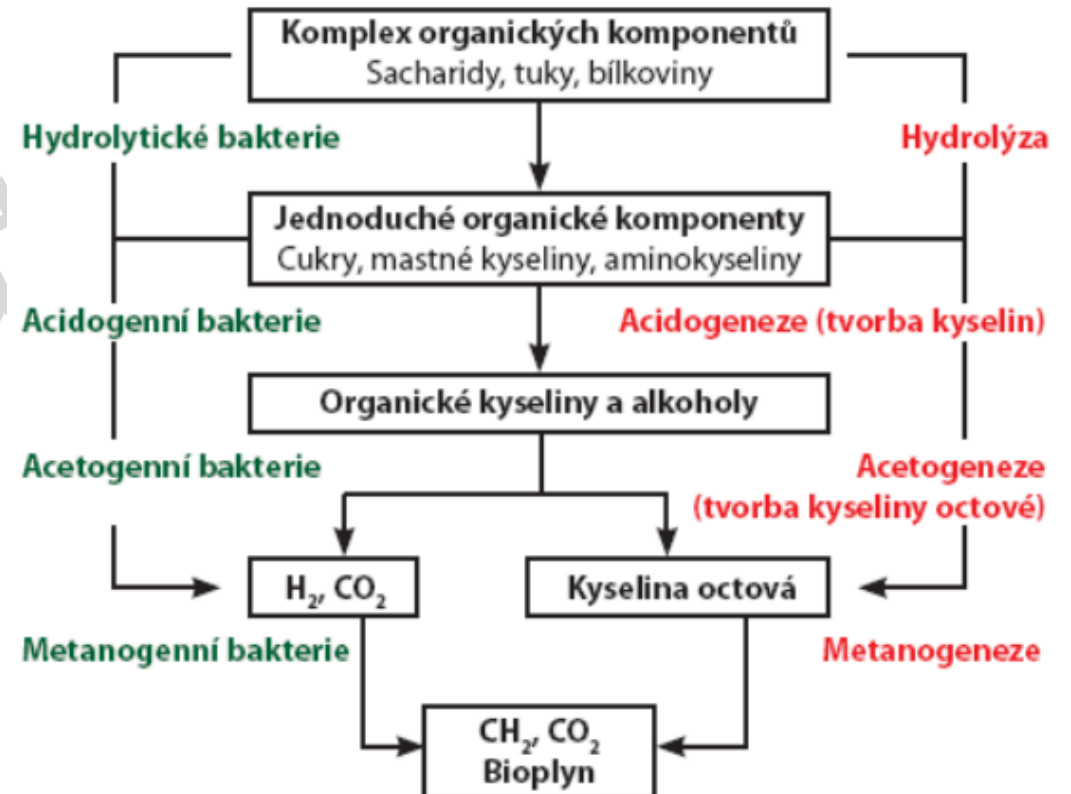
# Anaerobní čistírny OV

- Průmyslové odpadní vody - vysoká koncentrace organického znečištění a často vyšší teplota, což jsou dva parametry, které velmi zvýhodňují použití anaerobní technologie pro čištění.
- Organické znečištění odpadních vod v sobě nese energii.
- Mimořádnou předností anaerobního čištění odpadních vod je, že zhruba 90 % této energie se přeměňuje na bioplyn.
- Anaerobní technologie mají výsadní postavení mezi čistírenskými procesy, protože jsou schopné produkovat energii.

<b>Produkt přeměny energie substrátu</b>	<b><u>Aerobní</u> proces (%)</b>	<b><u>Anaerobní</u> proces (%)</b>
Nová <a href="#">biomasa</a>	60	5-7
Reakční <a href="#">teplo</a>	40	3-5
<a href="#">Bioplyn</a>	-	90

# Anaerobní reaktory

- specifický design anaerobních reaktorů
- převažují rozpuštěné organické látky
- hydrolýza je první stupeň anaerobního rozkladu organických látek – limituje celkovou
- rozkladný proces je proto rychlejší a potřebná doba zdržení odpadní vody v reaktoru kratší
- intenzivní míchání již není nutné v moderních reaktorech pro čištění odpadních vod





# Anaerobní reaktory

- Reaktory pro anaerobního čištění odpadních vod byly oblasti v prvních etapách v mnoha rysech analogické s aerobní technologií.
- Postupem času se však stále více projevovovala specifika anaerobního procesu a jedinečným výsledkem tohoto vývoje byl reaktor UASB (Upflow Anaerobic Sludge Blanket), ve kterém byla poprvé kultivována anaerobní biomasa ve formě kompaktních dobře sedimentujících částic - granulí.
- Tento reaktor přinesl kvalitativní skok ve vývoji anaerobních reaktorů a dodnes jsou vyvíjeny jeho další a další modifikace.

<https://youtu.be/0QsEdIJgII>

Počet aplikací	Rok
1	1972
10	1979
100	1985
1000	1997

# Porovnání energetické náročnosti aerobního a anaerobního čištění

	jednotka	aerobie	anaerobie
Spotřeba el. energie	kWh/měsíc	130 000	28 000
Produkce <u>bioplynu</u>	m <sup>3</sup> /měsíc	0	69 000
Průměrná potřeba <u>tepla</u> pro ohřev	GJ/měsíc	69	340
<u>Bioplyn</u> využitelný mimo ČOV	m <sup>3</sup> /měsíc	0	56 700
Využitelná energie <u>bioplynu</u>	GJ/měsíc	0	14 300

Typ odpadní vody	Energetický potenciál (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> )
splaškové	0,2
cukrovarské	5,0
škrobárenské	7,6
melasové výpalky	25
výroba sirupů	60
výroba <u>bionafty</u>	80

# Kde udělala Dubai chybu?

- Během ekonomického rozmachu Dubaje v roce 2000 znamenala stávající infrastruktura čištění odpadních vod na své limity.
- Odpadní vody z oblastí Dubaje, které v té době nebyly napojeny na komunální potrubní síť, byly denně shromažďovány z tisíců zadržovacích nádrží po celém městě a vozeny do jediné městské čistírny odpadních vod.
- Kvůli dlouhým frontám se několik řidičů uchýlilo k nelegálnímu vypouštění surových odpadních vod do kanalizačních kanálů.
- Důsledkem tohoto bylo, že odpadní vody tekly přímo do Perského zálivu, poblíž hlavních městských pláží ke koupání.
- Lékaři varovali, že turisté využívající pláže riskují, že se nakazí vážnými nemocemi, jako je tyfus a hepatitida.

[https://youtu.be/syK7u\\_QQKk8](https://youtu.be/syK7u_QQKk8)