

25. ročník  
odborného  
semináře

## NOVÉ METODY A POSTUPY PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV

Memoriál  
Ing. Jakuba S. Čecha, CSc.

**13. - 14. 4. 2021**

On-line webinar

**25**  
**let**



více informací na  
[www.vhos.cz](http://www.vhos.cz)



# OBSAH

## Úvod:

- 4 - 7 **Dvacet pět let seminářů v Moravské Třebové – ojedinělý fenomén v rámci CzWA**  
Ing. Zdeněk Šunka, VHOS a. s.  
Ing. Vladimír Langer, CzWA OS ČR MOV
- 7 - 14 **Zajímavosti z 25 seminářů v Moravské Třebové**  
Prof. Ing. Miloslav Drtil, Ph.D., Ústav chemického a environmentálního inženýrstva, FCHPT STU,  
Ing. Vladimír Langer CzWA OS ČR MOV
- 15 - 22 **Vývoj čistírenských technologií za posledních 25 let**  
prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

## Přednášky:

- 24 - 35 **Aktuální stav revidovaných či nově navrhovaných právních předpisů v oblasti „voda“ v ČR a EU**  
Ing. Ondřej Beneš, Ph.D., MBA, LL.M., SOVAK CR, Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., VŠCHT Praha
- 36 - 45 **Vývoj čistírenských technologií za posledních 25 let**  
Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., VŠCHT Praha
- 46 - 57 **Další směřování čistírenských technologií: Potřeby, současný výzkum, vývoj a reálně dosažitelné aplikace**  
Ing. Martin Srb, Ph.D., Pražské vodovody a kanalizace, a.s.,  
Ing. Ondřej Beneš, Ph.D., MBA, LL.M., SOVAK CR, Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., VŠCHT Praha
- 58 - 68 **Strategie oboru VaK v oblasti odpadních vod a kalů v kontextu SOVAK ČR**  
Ing. Vilém Žák
- 69 - 78 **Nakládání s čistírenskými kalů z pohledu národní a evropské legislativy**  
Ing. Ondřej Beneš, Ph.D., MBA, LL.M., SOVAK CR,  
Ing. Filip Wanner, Ph.D., ENERGIE AG BOHEMIA, s.r.o.
- 79 - 86 **Materiálová transformace čistírenských kalů na registrované hnojivo**  
Ing. Jan Ševčík, Centrum AdMaS, FAST, VUT Brno,  
Ing. Vladimír Hájek, Propelety, s.r.o., Ždár nad Sázavou,  
Ing. Karel Fuchs, VAS, a.s., divize Ždár nad Sázavou
- 87 - 97 **Mikrobiální rezistence a viry v odpadních vodách**  
Prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc., Ing. Filip Wanner, Ph.D.
- 98 - 112 **ČOV Horažďovice – anabáze obnovy čištění škrobárenských odpadních vod**  
Ing. Jiří Lipold, Ing. Jiří Stara, CEVAK a.s.,  
Dr. Ing. Libor Novák, aqua4you s.r.o.
- 113 - 121 **Provozně – ekonomické řízení dávkování chemikálií s využitím moderních prostředků (na příkladu ČOV Blansko)**  
Ing. Jiří Kašparec, Ing. Milan Lindovský, Ph.D., MBA, VAE CONTROLS,  
Ing. Pavel Mikulášek, p.Martin Eyer, Vodárenská akciová společnost, a.s.
- 122 - 133 **Rekonstrukce nebo zrušení ČOV, aneb když se do ceny započítají i budoucí odpisy a provozní náklady**  
Ing. Michal Žahour,  
Ing. Roman Badin, MBA,  
Ing. Petra Fritschová,  
Mgr. Jiří Paul, MBA, Vodovody a kanalizace Beroun, a.s.
- 134 - 143 **Hydraulický a látkový vliv srážkových vod na ČOV**  
Ing. Vladimír Habr, Ph.D.,  
Ing. Robert Hřich, BVK, a.s. Brno
- 144 - 156 **Optimalizace provozních nákladů v oblasti čištění odpadních vod**  
Ing. Vlastimil Dvořák, Xylem Česká republika spol. s r.o.

# PREZENTUJÍCÍ FIRMY:

## Generální partner semináře:

VAE CONTROLS, s.r.o.

## Hlavní partneři:

ENERGIE AG BOHEMIA s.r.o.

ASIO, spol. s r.o.

Xylem Let's Solve Water

ENVI-PUR, s.r.o.

## Odborní partneři:

HAWLE ARMATURY, spol. s r.o.

PLASTIKA PIPES s.r.o.

ZEMSKÝ Rohatec, s.r.o.

DISA s.r.o.

KUNST, spol. s r.o.

LBtech a.s.

LK PUMPSERVICE – SERVICES, s.r.o.

KAPKA, spol. s r.o.

Bex, stavební a obchodní společnost, spol. s r.o.

PFT, s.r.o.

## Mediální partneři:

VODNÍ HOSPODÁŘSTVÍ, spol. s r.o.

SOVAK Časopis oboru vodovodů a kanalizací

PARDUBICKÝ KRAJ

# DVACET PĚT LET SEMINÁŘŮ V MORAVSKÉ TŘEBOVÉ – OJEDINĚLÝ FENOMÉN V RÁMCI CzWA

**Ing. Zdeněk Šunka**

VHOS a. s.

**Ing. Vladimír Langer**

CzWA OS ČR MOV

## Úvod

Stalo se již tradicí, že v dubnu se do Moravské Třebové vrací jaro a zároveň se každoročně sjíždějí vodohospodáři z České a Slovenské republiky na seminář „Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod“. Organizátorem semináře je VHOS, a. s. ve spolupráci s Asociací pro vodu ČR CzWA, odbornou skupinou čištění a recyklace městských odpadních vod CzWA (ve zkratce OS ČR MOV). Ve dnech 7. - 8. dubna 2020, v době konání XXV. ročníku, uplyne dvacet pět let od okamžiku, kdy se v Moravské Třebové konal tento seminář poprvé.

Od roku 1993 pořádala VHOS, a. s. každoročně výstavu nazvanou „Voda a my“, kde své aktivity prezentovala řada firem z oboru vodního hospodářství. VHOS, a. s. v té době řešila stejně jako většina nových provozovatelů či vlastníků kanalizací problémy s nedostatečným odkanalizováním a nevyhovujícím čištěním odpadních vod. V rámci těchto činností VHOS, a. s. prohlubovala kontakty s předními odborníky a renomovanými firmami v oboru čištění odpadních vod. Z každodenní praxe tak v podstatě vyplynula základní myšlenka uspořádání semináře, tzn. potřeba zprostředkování nových poznatků, prezentace nových technologií, vytvoření prostoru pro konfrontaci legislativních požadavků a zkušeností provozovatelů s jejich naplňováním. V rámci čtvrtého ročníku výstavy v roce 1996 bylo rozhodnuto uspořádat jako doprovodnou akci odborný seminář zaměřený na čistírenství. Název semináře byl zvolen „Nové metody a postupy při provozování ČOV“ a tento název provázel seminář celých 25 let svého konání a dostal se do podvědomí široké odborné veřejnosti.

Seminář je rovněž od roku 1998 věnován památce Ing. Jakuba Svatopluka Čecha, se kterým jsou svázány začátky historie semináře. Již od prvního ročníku až do připravovaného XXV. ročníku měl seminář jednoho generálního sponzora, a to firmu VAE CONTROLS Ostrava. Propagace semináře byla zajišťována rovněž dlouhodobým mediálním partnerem - časopisem Vodní hospodářství.

První ročník semináře v roce 1996 byl považován pouze za jakési doplnění dvoudenního setkání vodohospodářů. V této době ani největší optimisté nepředpokládali, do jakých dimenzí se tato akce postupně rozvine, a že se seminář stane nepřehlédnutelným konkurentem konferencím a výstavám s dlouholetou tradicí. A jaká tedy byla cesta od prvního do dvacátého pátého ročníku?

## Z historie semináře

První dva ročníky semináře v roce 1996, 1997 naznačily, že takový typ semináře by do budoucna mohl mít perspektivu, a proto se VHOS, a. s. zaměřila tímto směrem a upustila od konání výstav, kterými v té době byl již trh v České republice přesycen. Proto od třetího ročníku byl seminář pořádán již samostatně bez výstavy v úzké spolupráci s AČE ČR. Po zkušenostech s prvními dvěma ročníky byl zvýšen počet přednášejících. Rovněž byla rozšířena přednášená témata tak, aby postihovala co nejširší spektrum v dané problematice odvádění a čištění odpadních vod. K již osvědčeným lektorům z řad AČE přibýli na semináři noví, především z řad odborných pracovníků VŠCHT Praha a VUT Brno.

Spolupráce s AČE ČR při odborné přípravě semináře přispěla zásadně ke zvýšení odborné úrovně a atraktivity semináře. Svědčilo o tom i 111 zaprezentovaných účastníků včetně 8 účastníků ze Slovenské republiky na tomto třetím ročníku. Seminář se pomalu začal dostávat do podvědomí širší vodohospodářské veřejnosti.

Díky kladné odezvě a narůstajícímu zájmu ze strany odborné veřejnosti se seminář během uplynulých let postupně vyvíjel jak po stránce programové, tak po stránce organizační. Aby mohl být zvoleným tématům věnován dostatečný časový prostor, byl od roku 2000 program semináře rozdělen do dvou dnů.

Od jedenáctého ročníku se do pořádání a přípravy semináře zapojila odborná skupina AČE ČR „Městské čistírny odpadních vod“. Námetky vycházející od této skupiny byly především využívány při tvorbě programové skladby semináře a výběru témat přednášek. Rovněž bylo dohodnuto realizovat seminář každoročně začátkem dubna, kdy se tento



termín brzy vžil u potencionálních účastníků a způsobil i posunutí termínu u některých termínově si konkurujících odborných akcí v ČR.

K zásadní změně došlo následně přímo u pořadatele. VHOS, a. s. se stala během roku 2009 součástí vodárenské skupiny Energie AG. Nový vlastník chtěl navázat na úspěšnou tradici čtrnácti ročníků semináře a maximálně podpořil přípravu a realizaci jubilejního 15. ročníku a následně i dalších.

Seminář je rovněž každoročně od roku 2003 zařazován do vzdělávání ČKAIT a hodnocen dvěma body a nadále se s tím počítá.

Mezi přednostmi semináře patří i značný prostor pro diskusi, a to nejen v rámci odborného programu, ale i v neformálním prostředí společenského večera v prostorách městského muzea, který tradičně uzavírá první den semináře. Reálie společenského večera tradičně dotváří živá hudba, dobré víno, barvami a chutěmi hýřící rautové občerstvení a dokonalý catering studentů gastro oboru Integrované střední školy v Moravské Třebové, jejíž absolventi sklízí úspěchy i na mezinárodních soutěžích.

V příjemném prostředí byly vytvořeny ideální podmínky jak pro neformální diskusi s odborníky či kolegy z jiných firem a navázání nových kontaktů, tak i pro přátelská posezení lidí, jejichž setkání jsou po většinu roku především pracovní.

Neodmyslitelnou součástí semináře je prezentace techniky, instrumentace, služeb a technologií předních firem působících v oboru vodovodů a kanalizací. Zástupci vystavujících firem, kterých již pravidelně vystavuje každoročně 35 až 40, vytvářejí rovněž mezi účastníky v průběhu semináře paralelní prostor pro seznamování s novinkami, diskusi nad problémy z každodenní praxe, navazování nových forem spolupráce, ale samozřejmě i pro přátelská setkání příjemně kompenzující informacemi nabitý odborný program.

## Seminář a odborná veřejnost

Pokud se týká účasti na semináři, tak musíme konstatovat, že od prvního ročníku měla stoupající úroveň, z počátečních 57 účastníků bylo maxima dosaženo v letech 2007 a 2008, kdy se semináře zúčastnilo cca 400 účastníků. V následujících ročnících až do roku 2015 se účast pohybovala setrvale mezi 320 až 340 účastníky, v posledních třech ročnících 2016 až 2019 se počet účastníků opět přiblížil k hranici 400. Blíže viz GRAF č. 1.



Ze strany většiny účastníků semináře byly průběh a atmosféra uplynulých ročníků včetně odborné úrovně přednášek hodnoceny velmi kladně.

Z každého ročníku byl vydán sborník s přiděleným ISBN a odkazy na publikace odborných článků ve sborníku se běžně objevují v citacích použité literatury v jiných odborných časopisech a publikacích. Hodnocení každého ročníku semináře a jeho přínos byl každoročně pořadateli hodnocen v článku publikovaném v časopise Vodní hospodářství (několikrát SOVAK) atd.

Semináře v Moravské Třebové iniciovaly některé nové, do té doby u nás ne příliš studované směry, např. membránovou separaci akt. kalu, terciární čištění spojené s otázkou opětovného využívání odpadních vod, technické a legislativní předpoklady pro opětovné využívání OV, benchmarking ČOV, apod.

Hodnocení odborných témat přednesených v průběhu všech již uskutečněných ročníků, popis nejčastějších prezentovaných provozních, projekčních, technologických a technických témat a vyhodnocení počtů přednášek, jejich autorů a dalších zajímavostí je obsažen v článku prof. Drtila, Ing. Langer (1).

Zpětná vazba, které se pořadatelům dostávala v podobě kladného hodnocení jak odborné části konference, tak i jejího doprovodného programu od účastníků, byla pro pořadatele motivací při přípravě dalších ročníků. Z hlediska organizačního zajištění akce si lze pouze postesknout nad absencí většího kongresového sálu a dostatečné ubytovací kapacity ve městě. Proto se také v průběhu uplynulých let pořadatelé snažili o zlepšení celkového zázemí semináře a zpříjemnění pobytu účastníků v Moravské Třebové, což při narůstajícím počtu návštěvníků nebylo vždy jednoduché. Vzhledem k tomu, že mnoho lektorů i účastníků semináře se stalo pravidelnými hosty už po několik let, věříme, že toto úsilí nebylo zbytečné.

## Spolupráce s CZWA

Spolupráce s CzWA byla v celé historii semináře na velmi dobré úrovni a byla základem toho, že tento seminář se dožil výročí 25 let a vydobyl si pevné místo a dobré jméno u odborné veřejnosti pro obě spolupořádající organizace.

Stalo se již tradicí, že pravidelně při příležitosti semináře koná v Moravské Třebové jednání výboru CzWA, na které navazuje společná večeře se zástupci pořadatelů, přednášejících a vystavovatelů. V několika rocích se rovněž konaly bezprostředně po semináři valné hromady CzWA, v roce 2015 se např. v Moravské Třebové po skončení semináře konala valná hromada CzWA, na které byly schváleny nové dokumenty pro činnost CzWA, jako jsou Stanovy, Organizační řád, Zásady hospodaření a další.

Pokud vzpomínáme na významné společenské momenty historie semináře, nemůžeme zcela jistě opomenout uzavření dnes už legendární dohody o spolupráci a vzájemném uznávání členství mezi Asociací čistírenských expertů ČR (dnešní CzWA) a Asociací čistírenských expertů SR, které se odehrálo v rámci společenského večera V. ročníku semináře v roce 2000. VHOS, a. s. uvítala možnost podílet se na organizaci tohoto slavnostního aktu mimo jiné i s ohledem na dlouhodobou spolupráci s provozními společnostmi a odbornými firmami ze Slovenska. Další neméně významnou událostí, která obohatila program semináře, byla schůzka zástupců SOVAK a AČE ČR v roce 1999, jež vyústila v uzavření rámcové dohody o spolupráci obou organizací v Moravské Třebové v roce 2001 tzv. „svatojiříšská dohoda“.

V roce 2015 se připravoval podpis nové dohody o spolupráci mezi CzWA a AČE SR na další období, a je příznačné, že slavnostní podpis se uskutečnil právě v průběhu 15. ročníku semináře.

## Seminář a budoucnost

Kam směřovat další vývoj semináře? Lze vůbec s ohledem na výše uvedené preferovat pouze některá témata či dílčí oblasti? Specifické zaměření našeho semináře výhradně na problematiku ČOV se osvědčilo. Měl by zůstat fórem pro pracovníky z oboru, kde se objeví novinky z „akademické půdy“, ale i zkušenosti s novými technologiemi a novými zařízeními, poznatky ze zkušebních provozů atd., a kde je také možné konfrontovat legislativní požadavky s běžnou praxí. Pro výběr a zaměření přednášek by bylo významným přínosem více podnětů ze strany odborné veřejnosti, ale i provozovatelů tak, aby se řešily problémy, se kterými se v současnosti nejvíc potýkají.

V posledních letech je problém zajistit dostatek kvalitních přednášek, a to především vzhledem k velkému počtu odborných akcí pořádaných různými institucemi v naší republice. Na posledních seminářích se objevilo mezi účastníky i autory přednášek hodně mladých tváří, což svědčí o tom, že se tradice přenáší ze starší na mladší generaci, pro kterou je seminář díky zajímavým a aktuálním tématům cenným zdrojem informací pro další odborný a profesní růst. Tato skutečnost a nadále setrvávající zájem o účast na semináři a kladný ohlas u široké odborné veřejnosti dodávají pořadatelům motivaci a sílu nadále v organizování dalších ročníků pokračovat. Budeme věřit, že seminář v Moravské Třebové bude nadále stále vyhledávaným zdrojem inspirace, odborných novinek a také neformálních a přátelských setkání.

Z hlediska organizačního a společenského zázemí se jeví jako velký problém do budoucna absence většího a modernějšího kongresového sálu a dostatečné ubytovací kapacity ve městě, což při dosahovaném počtu návštěvníků v posledních letech přinášelo sebou některé problémy. To může být limitujícím faktorem pro další rozhodování o budoucnosti konání semináře v Moravské Třebové, i když se v průběhu uplynulých let pořadatelé snažili o zlepšení celkového zázemí semináře a zpříjemnění pobytu účastníků v Moravské Třebové. Předpokládáme, že tento stav bude v průběhu příprav letošního jubilejního ročníku podrobně diskutován mezi pořadatelem a v samotném průběhu semináře i se samotnými účastníky. Výsledkem by měla být vytvořena vize, jakým směrem se seminář bude v dalším období ubírat.

## Poděkování na závěr

Při tomto významném výročí chceme tímto poděkovat všem pořadatelům z VHOS a. s. a CzWA, všem přednášejícím z významných vysokých škol z České a Slovenské republiky, MŽP a MZe, vedení města Mor. Třebové, sponzorům semináře, vystavovatelským firmám a všem dalším přednášejícím z provozních firem a rovněž všem účastníkům, kteří svým přístupem pomohli k dosažení stávající úrovně semináře. Velké poděkování také patří všem těm zaměstnancům firmy VHOS a. s., kteří se každoročně na přípravách a samotném průběhu semináře podíleli a snažili se vždy připravit pro účastníky příjemné prostředí tak, aby se zase do Moravské Třebové rádi vraceli. Vzhledem k tomu, že mnoho lektorů i účastníků semináře se stalo pravidelnými hosty už po několik let, věříme, že toto úsilí nebylo zbytečné.

## Literatura:

1. Drtil, M., Langer, V., (2020) Zajímavosti z 25 seminářů v Moravské Třebové. Seminář Nové metody a postupy při provozování ČOV, 8-9/4/2020, Moravská Třebová.

# ZAJÍMAVOSTI Z 25 SEMINÁŘŮ V MORAVSKÉ TŘEBOVÉ

**Prof. Ing. Miloslav Drtil, Ph.D.**

Ústav chemického a environmentálního inženýrstva,  
FCHPT STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, miloslav.drtil@stuba.sk

**Ing. Vladimír Langer**

CzWA OS ČR MOV

## 1. Úvod

V kalendáři historických událostí se pro rok 1996 kromě jiného píše:

- Nobelovu cenu získali 3 chemici – Robert Curl, Harold Kroto a Richard Smalley za objev fullerenů
- Konaly se 26. olympijské hry v Atlantě, zlato získali Železný, Doktor, Hilgertová a Martikán
- Vypustila se planetární sonda - Mars Global Surveyor
- Prezidentem USA byl zvolen staronový kandidát – Bill Clinton
- Zemřeli páni umělci – Miloš Kopecký a Rafael Kubelík
- Rozvedli se princ a princezna – Charles a Diana
- Narodila se naklonovaná ovce – Dolly
- Vznikl nový operační systém – Windows NT4
- Natočily se oscarové filmy – Kolja a Den nezávislosti

My čistírníci máme v našich historických kalendářích uvedenu ještě jednu výjimečnou událost: v dubnu 1996 se konal 1. ročník odborného semináře "Nové metody a postupy při provozování ČOV", který má v ČR i SR své synonymum – "Seminář / Seminár v Moravské".

Seminář původně vznikl jako průvodní akce výstavy "Voda a my" s ambicí doplnit program a informovat vodohospodáře o novinkách na ČOV. Asi nikdo z prvních organizátorů netušil, jak výjimečnou se tato akce stane. Její význam nejlépe hodnotí následující čísla: 25 ročníků, 408 přednášek, 610 firemních prezentací a více než 8000 účastníků...

V 90-tých letech se tušilo, že vstup obou republik do EU bude realitou a že bude nutné zareagovat na nové legislativní požadavky vyplývající z členství. Československé čistírenství sice rozhodně nepatřilo mezi neznámá odvětví, měli jsme svou historii i úspěchy, nabídli jsme světu desítky významných odborníků, objevů, procesů a technologií. Zároveň ale bylo jasné, že na splnění alespoň těch nejdůležitějších úkolů evropské legislativy (v té době postavit nebo zrekonstruovat ČOV nad 10 tisíc obyvatel na odstraňování nutrientů a zajistit čištění odpadních vod ve všech aglomeracích nad 2 tisíce obyvatel) budeme potřebovat nejen investice, ale také vědomosti. Teoretické poznatky i praktické zkušenosti; jsme v čistírenství, a to se nedá dělat pouze na základě teorie z knížek. Také kvůli tomu vznikly ve druhé polovině 90-tých let různé odborné i popularizační akce. Není projevem neskromnosti, pokud konstatujeme, že "Seminář v Moravské" v konkurenci těchto akcí nejen přežil, ale stal se jednou z rozhodujících a ve své podstatě i profilujících.

Postupně se změnil na forum, kde se komplexně prezentovaly poznatky z projekce a provozování nových procesů, resp. klasických procesů v nových podmínkách, nejnovější vědecké poznatky a objevy, výsledky českého a slovenského

výzkumu, a kontrolovaly se legislativní a koncepční představy a dokumenty. Široký rozsah témat lákal a postupně se zvyšoval počet účastníků (ze začátku 100, v posledních letech více než 400).

Protože program seminářů do značné míry určoval programový výbor tak, aby každý ročník měl své nosné téma, bylo potřebné zajistit témata i přednášející z různých oblastí – od odborníků z akademické a výzkumné oblasti, přes projektanty, dodavatele a provozovatele, až po kolegy ze státních orgánů a zainteresovaných ministerstev. V tomto případě byla rozhodující spolupráce s AČE ČR a CzWA, od 11. ročníku především s odbornou skupinou Městské ČOV, která poskytovala na přednášky jak své členy, tak také kolegy z jiných oblastí. Také proto se v přednáškovém sále Hedvy Moravská Třebová, kde se všechny dosavadní ročníky konaly, a která se tak stala „jedním z poutních míst čistírníků“, setkávali ti nejlepší a nejzanícenější z obou našich republik.

Jedním z těch, kteří by určitě patřili mezi zvané přednášející a kteří by určitě měli vždy co říci, by byl i náš bývalý kolega a přítel Ing. Jakub Svatopluk Čech. Nestalo se, předčasně nás opustil a nestihl nám dopřednášet. Organizátoři semináře se rozhodli, že „Seminář v Moravské“ bude od roku 1998 věnován jeho památce. A tak se s námi Ing. Čech každý rok začátkem dubna „setkává“ i nadále.

Představování by bylo neúplné, kdybychom nezmnili také generálního sponzora a mediálního partnera. Firma VAE Controls Ostrava sponzoruje „Semináře v Moravské“ již 25 let, od 1. ročníku, a proto je to také „její seminář“. A nejen sponzoruje, ale také aktivně přispívá do programu přednáškami o svých aktivitách a zkušenostech. Propagaci a mediální podporu zajišťuje také od samého začátku časopis Vodní hospodářství; od informací o programu až po každoroční vyhodnocení prezentací. Je to také „jeho seminář“.

## 2. Obsah a přínos 25 ročníků

Prvních tří seminářů v letech 1996 až 1998 se zúčastnilo 6 – 8 přednášejících a 6 – 10 prezentujících firem. Hlavními tématy byly v té době aktuální poznatky z provozu ČOV a ekonomická, resp. technologická příprava rekonstrukcí. Ukázalo se, že tato témata poutají pozornost a že by měla být nosnými tématy i do budoucna. Úspěch prvních ročníků způsobil, že se počty i zaměření přednášek začaly postupně zvyšovat. Nejvíce prezentací (až 25) odeznělo v roce 2005. Od tohoto roku se odborný program ustálil do následující formy: jeden a půl denní seminář s firemní výstavou: 15 – 20 přednášek, 30 – 40 prezentujících firem. Dopoledne prvního dne vyplnily legislativně – koncepční sekce, odpoledne projekčně – provozní sekce. Druhý den se program věnoval novým procesům a specifickým problémům ČOV. Většina ročníků měla jedno nosné téma, např. legislativa EU a ČR, účinnost odstraňování nutrientů, nakládání s kalovými vodami, úspory investičních a provozních nákladů, benchmarking ČOV, vzdělávání v oboru atd. V posledních letech se pozornost věnovala především zpracování kalů a mikropolutantů v odpadních vodách. Specifický byl ročník 2003, kdy převážná část přednášek byla věnována vlivu povodní na ČOV. Jubilejní 10. a 20. ročník v roce 2005 a 2015 zhodnotily předešlé dekády seminářů a zamýšlely se nad dalším směřováním čistírenství v ČR a SR. Specifickým rokem byl rok 2013, kde se více přednášek věnovalo práci a odkazu čerstvého 60-tníka, programového garanta seminářů a jedné z nejvýznamnějších osobností nejen českého čistírenství, prof. Wannera z VŠCHT Praha.

Na tomto místě je důležité zmínit i dalšího kolegu, bez kterého by se 25 ročníků „Seminářů v Moravské“ neuskutečnilo. Je to hlavní organizátor Ing. Langer z VHOS, a. s., který se zároveň podílel i na přípravě programu. Zásluha obou kolegů o tento seminář je zvýrazněna také tím, že k prezentacím jsou autoři vyzýváni právě programovým výborem, na rozdíl od jiných odborných akcí, kde se autoři přispěvků přihlašují sami. Při této tvorbě programu je nevyhnutelná správná identifikace aktuálních problémů a z ní vyplývající výběr témat a autorů. Programoví garanti musí být nejen odborníci, ale tak trochu také vizionáři.

Výjimečné počty přednášek a účastníků jsou zmíněny již v úvodu tohoto příspěvku. Je zřejmé, že k těmto číslům nemohlo přispět pouze pár autorů a že do Moravské Třebové jezdily desítky přednášejících z obou republik. Všichni přispívali k úspěchu „Seminářů v Moravské“. Navzdory tomu si dovolueme uvést nejčastější autory: prof. Wannera z VŠCHT Praha s 28 příspěvky, autorské kolektivy Severočeských vodovodů a kanalizací SČVK (především Ing. Žabková, Ing. Matuška a Ing. Loučecký, celkem 23 prezentací), Ing. Hladký a Ing. Kašparec z VAE Controls (15 příspěvků), Ing. Lesanský a Ing. Rybář z Ferrmontu a Čovspolu Bratislava (13 prezentací), Ing. Kos z Hydroprojektu Sweco a SMP CZ (12 příspěvků), prof. Bodík a prof. Drtil z FCHPT STU Bratislava (12 prezentací), ASIO Brno (hlavně Ing. Plotěný, Ing. Holba, Ing. Uher – 11 příspěvků), JUDr. Rudolf z MŽP ČR s 11 příspěvky, Ing. Langer a Ing. Kolaříková z VHOS, a. s., Moravská Třebová (10 prezentací), Ing. Novák a Ing. Šorm z AQUA-CONTACT Praha (9 prezentací), Ing. Smažík a Ing. Sýkora z EKO-EKO (8 příspěvků).

Jestli se něco stalo typickým pro „Semináře v Moravské“, tak to byly zejména legislativní a koncepční sekce konané hned v úvodu programu. Prezentace s touto tematikou začaly v roce 2000, od roku 2004 se staly trvalou součástí seminářů a vždy zaplnily přednáškový sál. Zástupci Ministerstev životního prostředí a zemědělství ČR se pravidelně zúčastňovali, informovali o připravované legislativě a zároveň byli konfrontováni s pohledem odborné veřejnosti. Tyto sekce a ochotu kolegů z ministerstev jsme my na Slovensku našim českým přátelům trochu záviděli. Nejčastějšími přednášejícími byli již zmínění JUDr. Rudolf, Ing. Jáglová, RNDr. Punčochář, Ing. Plechatý, Ing. Smrčka, Ing. Chaloupka,



Mgr. Horáček, JUDr. Strnad, Ing. Vykydal a Ing. Zavadil.

V těchto sekcích pravidelně přednášeli i další odborníci, např. Ing. Chytil a Ing. Vydrová ze SFŽP Praha, Ing. Nesměrák z VÚV Praha, Ing. Zimová SZÚ Praha. Významnou stopu především v začátcích semináře zanechali kolegové z VUT Brno prof. Malý, doc. Mičín, prof. Hlavínek, Ing. Prax.

Témata, jako provozní způsobilost, vodní díla, koncepce rozvoje vodovodů a kanalizací, finanční podpora kanalizací a ČOV atd., vždy reagovala na aktuální situaci v čistírenství a ochraně vod. Ale nejčastějším a nejvíce rezonujícím tématem bylo představování EU a ČR legislativy a její konfrontace s provozní praxí. Nejdiskutovanějšími předpisy byly Zákon o vodovodech a kanalizacích č. 274/2001 Sb., Nařízení vlády 61/2003 Sb., Nařízení vlády 401/2015 Sb. a jejich vliv na rekonstrukce a provozování ČOV. Poslední léta se diskutovala (a nejednou vášnivě) také dosažitelnost požadavků na vyčištěnou odpadní vodu při současných technologických možnostech (což vyústilo až k přijetí koncepce tzv. Nejlepších dostupných technologií v ČR, která byla připravovaná právě v Moravské Třebové, a kterou jsme taktéž na Slovensku dlouhá léta záviděli).

Z posledního období je nutné ještě zmínit rok 2017, kde byla diskutována úskalí tvorby a návazné aplikace vyhlášky č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě. Tato problematika likvidace čistírenských kalů byla a je do dnešní doby pro vodárenské společnosti natolik důležitá, že se jí věnovala v roce 2018 podstatná část semináře v řízeném diskuzním bloku Problematika likvidace kalů z malých ČOV. A nakonec ještě zmíníme poslední ročník 2019, kde byla přednášena novela vodního zákona č. 113/2018 Sb., a to v oblasti sucha a dále v oblasti odlehčení ze stokových sítí a v ČOV. V odpolední obsáhlé řízené diskuzi byla většinou auditoria kritizována tato novela. Skutečnost, že do dnešní doby se ještě pořád řeší na zákonodárné úrovni odlehčení odpadních vod, dává odborné veřejnosti za pravdu.

Nejčastější provozní, projekční, technologická a technická témata z jednotlivých ročníků je možné shrnout následovně:

- Biologický stupeň ČOV: aktivace s odstraňováním nutrientů; nitrifikace a její udržení; alternativní procesy odstraňování dusíku; porovnání výhod technologií aktivace; dosazovací nádrže, míchání a aerace, technické možnosti a ekonomika; problémy při projekci; české a slovenské technické normy; chemikálie pro denitrifikaci a srážení fosforu
- Kalové hospodářství ČOV: nakládání s kaly a kalovými vodami; zahuštění a odvodnění kalů; produkce bioplynu; odstraňování sulfánu; nové flokulanty; sušení; revize objektů kalového hospodářství, hygienizace kalů; porovnání mezofilních a termofilních procesů; materiálová transformace kalů a energetické zhodnocení kalů
- Příprava, realizace a vyhodnocení rekonstrukcí ČOV: výběr a zdůvodnění technologií; provozní náklady; komplexní zkoušky; finanční zdroje
- Nové, případně specifické procesy a technologie: regulace, měření a řízení; membránová filtrace kalu; srážení fosforu a redukce CHSK koagulací; dezodorizace a dezinfekce; flotace, aktivace s kombinovanou a imobilizovanou biomasou; mikrobiologie aktivovaných kalů a sedimentační problémy kalů; problematika vybraných průmyslových ČOV
- Stokové sítě: nakládání s dešťovými vodami, zanášení stokových sítí; odlehčování a progres v odlehčovacích komorách

Inspirovat součástí programu bylo také 10 přednášek organizátora semináře VHOS, a. s., Moravská Třebová, který prezentoval poznatky ze svých ČOV (Moravská Třebová, Svitavy, Polička, Jevíčko). Seznamovaly s pohledem provozovatele na rekonstrukce ČOV. Není jednoduché ani běžné najít si čas kromě přípravy a organizace semináře také na vyhodnocení výsledků a psaní prezentací.

Specifickou součástí posledních cca 15-ti ročníků byly studie s tzv. benchmarkingem, tj. porovnávání provozních nákladů, dosažitelné kvality vyčištěné vody a kalů, spotřeb energie a chemikálií atd. Hlavním cílem bylo poskytnout projektantům a provozovatelům optimální údaje a ukazatele, aby se mohli lépe orientovat a najít odpověď na otázky, co dělají správně a kde mají rezervy. Benchmarking ve více zemích EU (Rakousko, Německo atd.) je realizován s logistickou a ekonomickou podporou od zainteresovaných ministerstev. V Čechách a na Slovensku byl benchmarking iniciovaný entuziazmem řešitelů, především ze skupiny VEOLIA VODA. Jejich poznatky byly prezentovány přednostně na „Seminářích v Moravské“.

Dalším tématem, kvůli kterému každý rok přicházeli účastníci z obou republik, byly případové studie z výstavby a rekonstrukcí ČOV, které konfrontovaly představy, plány a realitu s konkrétními výsledky. Seznam těchto ČOV je úctyhodný, což je opět důkazem toho, že „Semináře v Moravské“ si osvojili čistírníci z celé České a Slovenské republiky: Beroun, Blansko, Blatná, Boskovice, Brno, Budapest, Bystřany, České Budějovice, Devínska Nová Ves, Bratislava, Galanta, Havířov, Hořovice, Hradec Králové, Karlovy Vary, Kaskády, Liberec, Lille, Liptovský Mikuláš, Litoměřice, Litvínov, Lučenec, Mělník, Nový Bor, Nový Jičín, Olomouc, Ostrava, Pelhřimov, Piešťany, Plzeň, Poprad Tatry, Praha, Prostějov, Přerov, Příbor, Rimavská Sobota, Rokycany, Senice, Sokolov, Teplice, Trenčín, Trnava, Uherské Hradiště, Ústí nad Labem, Valašské Meziříčí, Varnsdorf, Vítkov, Zdice a převážná část malých ČOV ve správě Severočeských vodovodů a kanalizací. Právě kolegové z této vodárenské společnosti byli neaktivnějšími přednášejícími a nepochybně pomohli svým kolegům při projektování a provozování ČOV.

V posledních letech se intenzivně věnují přednášky také tématům budoucnosti. Tématem „reálné budoucnosti“, které nás asi nemine, bude opětovné využívání vyčištěných odpadních vod. Sucho a nedostatek vody jsou realitou a vyčištěné odpadní vody mohou alespoň částečně tento problém pomoci řešit. Současným poznáním je také, že při neomezených finančních zdrojích bychom okamžitě mohli vyčištěné vody recyklovat například na závlahy. Ale neomezené investiční zdroje neexistují.... Také kvůli tomuto tématu se budeme na „Semináře v Moravské“ vracet.

Dalším aktuálním tématem posledních ročníků je výskyt mikropolutantů ve vodách a kalech, předběžná opatrnost a procesy, které by případná negativa z jejich výskytu minimalizovaly.

První přednáška k této problematice byla prezentována již v roce Mikropolutanty rozumíme léčiva, drogy, endokrinné disruptory, hormonální prostředky, prostředky osobní hygieny, pesticidy atd. V tomto případě si zatím netroufáme tvrdit, jestli se bude jednat o reálný problém čistírenství, ale pravděpodobný problém to určitě je. Výzkum v této oblasti jde intenzivně dopředu a seznamování se s novými poznatky je dalším důvodem pro dubnové návraty do Moravské.

Hovoříme-li o procesech a technologiích současnosti a blízké budoucnosti, potom musíme zmínit také zpracování čistírenských kalů, jejich transformaci a získání energie akumulované v kalech. Navíc tyto procesy pomohou odstranit mikropolutanty. Průvodním problémem v této oblasti je recyklace fosforu z kalů jako kritické suroviny v EU. Také těmto tématům se program v posledních letech intenzivně věnoval a určitě se i věnovat bude.

Předcházející řádky potvrzují, že „Semináře v Moravské“ se zabývaly v podstatě všemi tématy, spojenými s odpadní vodou, která byla aktuální za posledních 25 let. Zároveň tyto semináře byly vždy české i slovenské. Potvrzovali to každý rok slovenští přednášející a účastníci (za 25 let to byly stovky slovenských účastníků a autorů). Také proto byl 5. ročník v roce 2000 zvolen místem podpisu dohody o spolupráci a vzájemném uznávání členství mezi Asociací čistírenských expertů ČR (Dnešní Asociace pro vodu) a Asociací čistírenských expertů v SR.

### 3. Výročí 25 let; co dál

Popřát „Seminářům v Moravské“ můžeme při takovém významném jubileu, jako je 25 let, všelicos. Od spokojených účastníků až po zadostiučinění organizátorů. Ale dvě přání bychom si dovolili zvýraznit.

Většinou praktické zaměření prezentací každoročně přilákalo do Moravské Třebové stovky účastníků, kteří ale nikdy nebyli pouze posluchači, ale aktivně se zúčastňovali diskuzí buď v přednáškovém sále, nebo v kuloárech. „Semináře v Moravské“ byly vždy diskuzními semináři. Ať se organizátorům i přednášejícím podaří tento charakter seminářů zachovat a rozvíjet. Ať odkazy z auditoria zůstanou stejně inspirující jako přednášky.

A ještě jednu „maličkost“ bychom rádi zmínili: 25 let se účastníci a přednášející vracejí do Moravské Třebové nejen kvůli programu, ale také kvůli přátelské atmosféře. Ať se úsměv účastní „Seminářů v Moravské“ i dalších 25 let. Organizátorům navrhujeme, aby Úsměv i nadále neplatil vložné.

### 4. Literatura

25 let sborníků a vzpomínek spokojených účastníků „Seminářů v Moravské“

### 5. Obrázková příloha – 25 let setkávání se v Moravské Třebové









2010



2010



2013



2015







2018



2019



2019



# VÝVOJ ČISTÍRENSKÝCH TECHNOLOGIÍ ZA POSLEDNÍCH 25 LET

prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.

Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

## ÚVODEM TROCHU HISTORIE A STATISTIKY

Semináře NOVÉ METODY A POSTUPY PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV se konají v Moravské Třebové od roku 1996. V té době působila již v ČR tehdejší Asociace čistírenských expertů AČE, předchůdkyně dnešní Asociace pro vodu CzWA (založena v listopadu 1992). V roce 1996 měla AČE ČR za sebou již první bienální konferenci v Brně konanou ve dnech 9. – 11. 5. 1995 (Obr. 1.). Nahlédneme-li do sborníku z této konference (Obr. 2), můžeme získat celkem spolehlivý obrázek o tom, jaké se v té době v ČR používaly čistírenské technologie.



Obr. 1. Titulní stránka cirkuláře 1. bienální konference CzWA



Obr. 2. Titulní stránka sborníku 1. bienální konference CzWA

Hned první článek (Wanner J. Technologie odstraňování nutrientů z odpadních vod – Přehled a doporučení pro ČR., str. 5 – 14) přináší poměrně podrobný přehled technologií biologického odstraňování sloučenin dusíku a fosforu z odpadních vod používaných u nás ve velikostních kategoriích ČOV do 25 000 EO, do 100 000 EO a nad 100 000 EO. Článek obsahuje i technologická schémata popisovaných procesů, která se dodnes v různé podobě objevují v příručkách či přednáškových materiálech. Určitou zajímavostí je, že už tehdy autor v úvodu příspěvku upozorňoval, že sebelepší technologie čištění odpadních vod s odstraňováním nutrientů nemohou samy o sobě vyřešit problém eutrofizace povrchových vod vzhledem k významné zátěži recipientů difúzními zdroji. V této souvislosti autor cituje studii ze sousedního Rakouska (Fleckseder, 1994), podle které se tehdy městské ČOV podílely na vnosu dusíku do povrchových vod z asi 1/3 a na celkovém vnosu fosforu ze 2/3. V roce 2015, tedy po dvaceti letech, se autor k problematice bodového a difúzního znečištění vrátil (Wanner, 2015a), aby konstatoval, že problematika vnosu nutrientů z jiných než bodových zdrojů u obou nutrientů není stále řešena. Ani v roce 25. ročníku seminářů v Moravské Třebové nelze v této oblasti vidět nějaký výraznější pokrok, naopak, lze stále cítit jen zvyšující se tlak MŽP vůči bodovým zdrojům (viz např. snaha o zrušení institutu „nejlepších dostupných technologií“ či alespoň o výrazné zpřísnění hodnot limitů pro tyto technologie v ukazateli PCELK).

Jaká byla situace v čištění odpadních vod v ČR v té době? To lze zjistit nahlédnutím do historických „Modrých zpráv“ MŽP a MZe. Průměrná úroveň odkanalizování a čištění odpadních vod za rok 1996 je uvedena v první „Modré zprávě 1998“ (Zpráva o stavu vodního hospodářství ČR, Stav k 31. 12. 1998) (Obr. 3).

**Tabulka 7.2.1 Odvádění a čištění odpadních vod z veřejných kanalizací v letech 1989 a 1993 - 1998**

Ukazatel	Měrná jednotka	Rok						
		1989	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Obyvatelé (střední stav)	tis. obyv.	10 364	10 328	10 333	10 331	10 316	10 304	10 295
Obyvatelé bydlící v domech připojených na veřejnou kanalizaci	tis. obyv.	7 501	7 521	7 541	7 559	7 566	7 573	7 657
	%	72,4	72,8	73,0	73,2	73,3	73,5	74,4
Vypouštěné odp. vody do veřejné kanalizace (bez vod srážkových) celkem	mil. m <sup>3</sup>	877,8	690,3	666,2	649,7	615,6	628,5	620,0
	%	100,0	78,6	75,9	74,0	70,1	71,6	70,6
Čištěné odpadní vody včetně vod srážkových *)	mil. m <sup>3</sup>	897,4	819,0	819,2	866,3	903,4	842,5	818,9
Čištěné odpadní vody celkem bez vod srážkových	mil. m <sup>3</sup>	627,6	544,3	547,3	581,4	555,9	571,5	566,1
	%	100,0	86,7	87,2	92,6	88,6	91,0	90,2
Podíl čištěných odpadních vod bez vod srážkových	%	71,5	78,9	82,2	89,5	90,3	90,9	91,3

Obr. 3. Odvádění a čištění odpadních vod v ČR podle „Modré zprávy 1998“

V r. 1996 bydlilo v domech napojených a veřejnou kanalizaci 73,3 % obyvatel ČR. Odpadní vody dovedené veřejnými kanalizacemi byly čištěny z 90 % v souladu s tehdejší právní úpravou. Modré zprávy srovnávají vždy tyto údaje se stavem v roce 1989 v české části tehdejší federace. Z údajů pro tento rok na Obr. 3 je patrné, že v oblasti odvádění a čištění odpadních vod měla budoucí Česká republika dobrou výchozí pozici. Podle studie Světové banky (Somlyódy a Shanahan, 1998) vykazovala česká část ČSSR na přelomu 80. a 90. let nejvyšší míru odvádění a čištění odpadních vod v zemích střední a východní Evropy. Tato čísla byla v té době srovnatelná s vyspělejšími státy EHS a dokonce vyšší než pro jižní státy EHS nebo sousední Rakousko.

V rámci podpory tohoto sektoru v EU se investovalo do výstavby ČOV jak zemích, které v té době zahájily postupně proces přípravy na vstup do EU, tak i ve vlastních členských zemích. Podle „Deváté zprávy o stavu provádění a o programech provádění (podle článku 17) směrnice Rady 91/271/EHS o čištění městských odpadních vod“ z roku 2017 bylo do vodního hospodářství EU investováno 20,7 miliard EUR v období 2000 – 2006 a 21,9 miliard EUR v období 2007–2013. Podle této zprávy bylo na další období 2014 – 2020 přepraveno k investování jen do čistírenské infrastruktury dalších deset miliard EUR. Tyto prostředky z Evropského fondu pro regionální rozvoj a Fondu soudržnosti spolu s národními prostředky umožnily další významný rozvoj v oblasti odvádění a čištění odpadních vod. Konkrétní údaje z dosud poslední Modré zprávy za rok 2018 shrnuje Obr. 4.

**Tabulka 7.2.1 Odvádění a čištění odpadních vod z kanalizací v letech 1989 a 2013–2018**

Ukazatel	Měrná jednotka	1989	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Obyvatelé (střední stav)	tis. obyv.	10 364	10 511	10 525	10 543	10 565	10 584	10 626
Obyvatelé trvale bydlící v domech napojených na kanalizaci	tis. obyv.	7 501	8 705	8 828	8 882	8 944	9 052	9 090
	%	72,4	82,8	83,9	84,2	84,7	85,5	85,5
Vypouštěné odp. vody do kanalizace (bez zpoplatněných srážkových vod) celkem	mil. m <sup>3</sup>	877,8	455,3	446,1	445,5	446,9	453,3	457,3
	% k 1989	100,0	51,9	50,8	50,8	50,9	51,6	52,1
Čištěné odpadní vody včetně vod srážkových <sup>1)</sup>	mil. m <sup>3</sup>	897,4	912,3	812,2	779,0	803,4	826,2	743,6
Čištěné odpadní vody celkem bez vod srážkových	mil. m <sup>3</sup>	627,6	443,4	432,3	432,0	434,9	442,2	446,3
	% k 1989	100,0	70,6	68,9	68,8	69,3	70,5	71,1
Podíl čištěných odpadních vod bez vod srážkových <sup>2)</sup>	%	71,5	97,4	96,9	97,0	97,3	97,5	97,6

Pramen: ČSÚ  
Pozn.: <sup>1)</sup> V roce 1989 se jedná o údaje za kanalizace státních provozovatelů.  
<sup>2)</sup> Jedná se o podíl z vod vypouštěných do kanalizace (bez zpoplatněných srážkových vod)

Obr. 4. Odvádění a čištění odpadních vod v ČR podle „Modré zprávy 2018“



Strukturu současných technologií používaných v čistírnách ČOV ukazuje Tabulka 1.

Tab. 1. Přehled typů ČOV pro čištění komunálních odpadních vod v obcích ČR s více než 1000 fyzickými obyvateli.

Velikostní kategorie ČOV dle projektované kapacity [v EO]	TYP TECHNOLOGIE					
	mechanicko - biologická aktivační	mechanicko - biologická biofiltr	mechanicko - biologická biodisk	mechanicko - chemická	kořenová	jiná (stabilizační nádrž, mechanická)
50 - 2 000 n = 304 ČOV	266	19	5	0	4	10
2 001 - 10 000 n = 350 ČOV	325	15	6	1	0	3
10 001 - 100 000 n = 186 ČOV	175	9	1	1	0	0
nad 100 000 n = 26 ČOV	26	0	0	0	0	0

Zdroj: <https://heis.vuv.cz/>

Vzhledem k tomu, že při vstupu ČR do Evropské unie k roku 2004 nám byla uložena podmínka deklarovat celé území republiky jako citlivou oblast ve smyslu Směrnice Rady 91/271/EHS ze dne 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod (§ 10 nař. vl. č. 61/2013), bylo nutno vybavit čistírny nad 10 000 EO technologiemi odstraňování sloučenin dusíku a fosforu. Podle konkrétní situace v daném vodním útvaru byly těmito technologiemi vybavovány i menší ČOV. Přehled technologií odstraňování sloučenin dusíku a fosforu v čistírnách ČR používaných v současné době shrnuje Tabulka 2.

Tab. 2. Odstraňování dusíku a fosforu v rámci jednotlivých velikostních kategorií čistíren

Odstraňování nutrientů		Velikostní kategorie ČOV dle projektované kapacity [v EO]							
		50 - 2 000		2 001 - 10 000		10 001 - 100 000		nad 100 000	
		n = 304 ČOV		n = 350 ČOV		n = 186 ČOV		n = 26 ČOV	
N	ano	110		211		110		18	
	ne	194		139		76		8	
P	chemické	11		33		51		11	
	biologické	36	celkem P odstraňován u 50 ČOV	63	celkem P odstraňován u 108 ČOV	32	celkem P odstraňován u 108 ČOV	2	celkem P odstraňován u 18 ČOV
	biologické se srážením	3		12		25		5	
	ne	254		242		78		8	

Zdroj: <https://heis.vuv.cz/>

# VÝVOJ V POZNÁNÍ PRINCIPŮ ČISTÍRENSKÝCH PROCESŮ

## **Aktivační proces**

V polovině 90. let 20. století už bylo jasné, že dominujícím způsobem biologického čištění městských odpadních vod se stal aktivační proces. Biofilmové reaktory, v té době hlavně zkrápěné biofiltry a rotační diskové reaktory, zůstaly až na výjimky v provozu zejména v kategorii malých a domovních ČOV. Francouzské technologie biofilmových reaktorů s expandovaným ložem se u nás příliš nerozšířily, a to ani po vstupu velkých francouzských provozních společností do našich firem VaK. Aktivační proces dosáhl v té době takového stavu poznání a vývoje, jaký máme v podstatě dodnes. V době prvních seminářů v Moravské Třebové se poznání aktivačního procesu již zcela vymanilo z tradičního empirického přístupu „zdravotního inženýrství“. Porozumění procesu i jeho navrhování a dimenzování bylo již ovlivněno aplikacemi chemicko-inženýrských přístupů. Toto pojetí znamenalo mnohem exaktnější přístup zejména k těmto aspektům aktivačního procesu (Wanner, 2017):

- Přestup kyslíku a jeho popis se zavedením veličin  $K_L a$ ,  $OC$  a  $\alpha$  s následným vývojem směrem k moderní jemnobublinné aeraci,
- Hydraulická charakteristika reaktorů a její vliv na kinetiku dějů,
- Teorie kinetické selekce a její aplikace ve vazbě na doporučený hydraulický režim reaktoru.

Další prohloubení znalostí o fungování aktivačního procesu a chování suspenzní směsné kultury aktivovaného kalu přinesl rozvoj disciplíny nazvané populační dynamika aktivovaného kalu, která se dnes transformovala do komplexnější mikrobiální ekologie. Aplikace principů populační dynamiky (Wanner, 1995; 1997) umožnila i efektivnější řízení složení aktivovaných kalů kombinací kinetické a metabolické selekce, a to nejen pokud se jedná o kompetici vložkotvorných a vláknitých mikroorganismů, ale zejména pokud se jedná o zlepšení podmínek pro důležité fyziologické skupiny mikroorganismů aktivovaného kalu jako nitrifikační či polyfosfát-akumulující bakterie. Zkušenosti s řízením sedimentačních vlastností aktivovaného kalu a s řešením základních separačních problémů od disperzního růstu po biologické pěny byly shrnuty v publikacích, které byly založeny i na rozsáhlých zkušenostech z českého výzkumu a čistírenské praxe (Wanner, 1994; Tandoi et al., 2006, Rossetti et al., 2017).

K řešení problémů aktivačního procesu přispěl i pokrok v mikrobiologii aktivovaného kalu. V 90. letech byla již i v české čistírenské praxi rozšířena metoda mikroskopické analýzy podle Eikelbooma (Eikelboom, van Buijsen, 1981). V roce 2000 byla v ČR vydána vlastní česká příručka pro mikroskopický rozbor s bohatou fotografickou přílohou jak v tištěné takv elektronické formě (Wanner et al., 2000). Mikroskopická analýza identifikovala mikroorganismy aktivovaného kalu na základě jejich morfologických vlastností pozorovaných jak v nativních tak v barvených preparátech. Tato metoda měla však základní dvě omezení:

- i) Pod stejnou či velmi podobnou morfologií se mohou skrývat organismy s úplně jiným genetickým vybavením, a tudíž i jinými růstovými požadavky a strategiemi.
- ii) Řada významných mikroorganismů aktivovaných kalů nemá žádné charakteristické morfologické rysy, které by mohly být použity pro identifikaci.

Klasické kultivační metody identifikace jsou pro aktivovaný kal rovněž obtížně použitelné. Nevýhodou těchto postupů je, že výsledek nemusí odpovídat reálnému složení sledované biocenózy. Kultivační médium a podmínky kultivace nemusí vyhovovat majoritní složce společenstva a může tak dojít k nárůstu složky společenstva, která nebyla klíčová ve sledovaných procesech. Tento jev je v literatuře označován jako anomálie kultivační plotny. Další nevýhodou kultivačních technik je, že výsledek je znám až za několik dnů.

Proto byly od 90. let 20. století vyvíjeny a v mikrobiologické praxi postupně používány metody založené na znalostech složení sekvencí nukleotidů DNA charakterizující jednotlivé mikroorganismy (Amann et al., 1990, 1995a). Byla vyvinuta syntéza látek, které specificky reagovaly s určitými sekvencemi, a které ve své molekule nesly nějakou značkovací látku pro snazší identifikaci (tzv. genové sondy). Výhodou těchto sond při jejich aplikaci metodou FISH (fluorescenční in-situ hybridizace) je, že nevyžadují přítomnost mikroorganismu v čisté kultuře, ale reagují s daným mikroorganismem specificky i ve směsi. To bylo velice záhy prokázáno při aplikaci této metody na identifikaci mikroorganismů v aktivovaném kalu (Amann et al., 1995b). Pomocí metody FISH lze dnes spolehlivě identifikovat vláknité mikroorganismy, nitrifikační bakterie, sírné bakterie i bakterie akumulující fosfor (PAO) i glykogen (GAO). Technika FISH byla dále kombinována s mikroautoradiografií (MAR) a radioaktivně značené substráty umožní získat informace o fyziologii mnoha organismů definovaných sondou (Wagner et al., 2006). Tento nový přístup k mikrobiologii aktivovaného kalu založený na znalostech molekulární biologie je shrnut v monografii o mikrobiální ekologii (Seviour, Nielsen, 2010). Cílem posledního vývoje této oblasti je vytvořit zobecněný průvodce všemi důležitými skupinami mikroorganismů v aktivovaném kalu s ohledem na jejich metabolické funkce, morfologii, fylogenezi a roli v konsorciu aktivovaného kalu (Nierychlo et al., 2019).

V 90. letech se vytvořily všechny základní matematické modely aktivačního včetně metodik pro získávání dat, kalibraci a verifikaci (The IWA Task Group, 2000). Modely aktivačního procesu, z počátku určené zejména k hlubšímu pochopení probíhajících dějů a jejich simulaci za různých provozních podmínek, což bylo využíváno zejména v oblasti navrhování a projektování ČOV, začaly být později používány i při on-line řízení aktivačního procesu. Rozvoj využití matematických modelů pro řízení aktivačního procesu byl umožněn postupující technikou v získávání potřebných dat, a to jak na základě kinetických a respirometrických měření, tak kontinuálním on-line měřením. V současné době jsou k dispozici metody kontinuálního měření těchto parametrů vstupujících do matematického modelu: rozpuštěný kyslík, amoniakální a dusičnanový dusík, koncentrace biomasy a případně i hodnota CHSK. V rámci IWA působí skupina postupně precizující správné postupy při matematickém modelování. Byl vypracován tzv. unifikovaný modelovací protokol, který

určuje, která všechna data, z jakých míst a s jakou četností, je nutno získat pro kalibraci, verifikaci i používání modelu (Rieger et al., 2012). Současné systémy řízení využívají nejčastěji jednoduchý matematický model ASM1, který simuluje odstraňování organického znečištění, nitrifikaci a denitrifikaci. S rozvojem složitějších aktivačních systémů obsahujících i anaerobní zóny pro biologické odstraňování fosforu a případně regenerační zóny pro obnovování zásobní kapacity a pro bioaugmentaci bude nutno přejít k modelu ASM2d nebo ASM3, který umožňuje modelovat i vznik zásobních látek a růst buněk na nich. Široké spektrum možných využití matematických modelů aktivačního procesu shrnuje monografie autorů Brdjanović et al. (2015).

V době konání seminářů v Moravské Třebové 1996 – 2020 se odehrála i výjimečná událost v historii čištění odpadních vod, a to sto let od vzniku aktivačního procesu. Při této příležitosti vydala Mezinárodní asociace pro vodu IWA publikaci, která shrnovala veškeré vědění o aktivačním procesu ve všech jeho aspektech za dobu jeho praktického používání (Jenkins a Wanner, 2014).

## Separace aktivovaného kalu

### **Dosazovací nádrže**

Separace aktivovaného kalu se během posledních 25 let změnila od separace v poměrně jednoduchých dosazovacích nádržích přes sofistikovanější dosazovací nádrže s flokulací aktivovaného kalu a jeho účinnějším zahušťováním až po membránovou filtraci. Podrobnější popis tohoto vývoje lze nalézt v literatuře o historii procesu aktivovaného kalu (např. Stensel a Makinia, 2014; Parker et al., 2014). V průběhu 80. let 20. století byla realizována řada provozních studií v USA i Evropě, která spolu s propracovanějšími teoriemi a modely dějů a faktorů ovlivňujících sedimentaci a zahušťování vločkovitých suspenzí typu aktivovaného kalu. Tyto studie později vyústily v koncepci flokulačních zón instalovaných do vtokových objektů dosazovacích nádrží či deflektorů pro omezení zkratových hustotních proudů. Postupné pochopení procesů flokulace, sedimentace a zahušťování vedlo k typickým konstrukčním prvkům současných dosazovacích nádrží (Albertson, 1992; Wanner a Torregrossa, 2017):

1. Dosazovací nádrže se sestávají ze čtyř hlavních konstrukčních částí:
  - i) vstupní objekt s disipací energie vstupující aktivační směsi a flokulací aktivovaného kalu,
  - ii) výstupní objekt s předsazenými nebo periferními odtokovými žlábkami či ponořenými odtokovými trubkami;
  - iii) účinné shrabování zahuštěného aktivovaného kalu k místu odtahu,
  - iv) stírání vrstvy plovoucí biomasy – biologické pěny z hladiny dosazovací nádrže.
2. Dosazovací nádrže jsou mnohem hlubší než v minulosti s hloubkou boční stěny kolem 4,0 - 4,5 m, takže dosazovací nádrž:
  - i) může lépe absorbovat špičkové průtoky,
  - ii) akumuluje více aktivovaného kalu během podmínek maximálního průtoku,
  - iii) je méně citlivá na změny v separačních vlastnostech aktivovaného kalu.
3. Vstupní objekt je opatřen flokulační zónou, kde je kinetická energie přiváděné aktivační směsi použita pro míchání a následnou flokulaci.
4. Vyklízení usazeného a zahuštěného aktivovaného kalu je účinnější, což snižuje riziko vzplývání kalu a/nebo sekundárního uvolňování fosforu. U kruhových dosazovacích nádrží se nejčastěji používají spirálové shrabovávky, u nových či rekonstruovaných pravoúhlých nádrží dominují řetězové shrabovávky. Stírací lišty upevněné na nekonečných řetězech současně shrabují zahuštěný kal a stírají plovoucí biomasu.
5. Přepadové hrany odtokových žlábků jsou chráněny nornými stěnami před únikem plovoucí biomasy do finálního odtoku.
6. Odtokové žlábkové jsou chráněny před únikem vloček vynášených hustotními proudy pomocí tzv. Stamfordských stěn (deflektorů).
7. Odtok z biologického stupně obsahuje sice nízké zbytkové koncentrace dusíku a fosforu, ty ale ještě mohou podporovat růst zelených řas. Odtokové žlábkové se tak chrání před světlem zakrytím nebo jsou vybaveny čistícími kartáči, aby se zabránilo nadměrnému růstu řas.

Dosazovací nádrže tvoří jeden systém s reakčními zónami aktivačního procesu, a proto musí být provoz a řízení dosazovacích nádrží koordinovány s provozem provzdušňovaných i anoxických/anaerobních zón aktivačního systému (Wanner a Torregrossa, 2017).

### **Membránová separace**

Dosazovací nádrže dosáhly na přelomu 20. a 21. století pravděpodobně svého optimálního designu a výkonu díky vývoji v teorii sedimentace a zahušťování aktivovaného kalu. Přesto jsou dosazovací nádrže stále limitujícím faktorem při navrhování i provozování celého aktivačního systému kalu z důvodu několika nedostatků vlastních těmto nádržím:

- i) Gravitační sedimentace je extenzivní proces a dosazovací nádrže tak zabírají velké zastavěné plochy v čistírnách odpadních vod.
- ii) Výkon a účinnost dosazovacích nádrží jsou silně ovlivněny separačními vlastnostmi aktivovaného kalu, které nejsou stabilní.

- iii) I při velmi dobrých separačních vlastnostech aktivovaného kalu obsahuje odtok z dosazovacích nádrží vždy zbytkové koncentrace nerozpuštěných látek (neusaditelné částice biomasy, jednotlivé bakteriální buňky).
- iv) Zahušťovací kapacita dosazovacích nádrží je omezená, a proto koncentrace vratného aktivovaného kalu obvykle nepřesahují 10 kg/m<sup>3</sup>.

Všechny výše uvedené faktory vedly k zahájení výzkumu a vývoje alternativních metod separace aktivovaného kalu. Nejslibnější metodou se ukázala membránová filtrace s velikostí pórů v rozsahu mikrofiltrace. První větší městské MBR instalace se objevily v Japonsku a Kanadě na začátku 90. let (Judd, 2011). Ponořené membránové moduly jsou buď umístěny přímo do aktivačních nádrží, nebo do samostatné nádrže s recyklací zachycené biomasy do aerační nádrže. Membrány jsou vyrobeny z plastu nebo keramiky. Nejběžnější konstrukce membrány je ve formě plochých desek nebo dutých vláken. Kombinace aktivačního procesu a separace aktivovaného kalu pomocí membrán se nazývá také membránový bioreaktor (MBR). Používání MBR se nyní stává běžnějším, zejména v případech, kdy lze plně využít hlavní výhody a výhody MBR (Crawford et al., 2014; Park et al., 2015). Hlavními výhodami jsou:

- flexibilnější a účinnější řízení stáří aktivovaného kalu
- menší závislost na separačních vlastnostech aktivovaných kalů
- menší zastavěná plocha ve srovnání s gravitační sedimentací
- velmi vysoká kvalita odtoku (permeátu) bez nerozpuštěných látek; odtok je tak prakticky dezinfikovaný; permeát takové kvality je vhodný pro opětovné použití vody
- koncentrovaný přebytečný aktivovaný kal.

Tyto hlavní výhody vedly k tomu, že i přes vyšší investiční a provozní náklady se membránová filtrace začala v posledních cca deseti letech prosazovat i v ČR. Zatím jsou v provozu menší instalace s kapacitou do 5 000 EO, ale v roce 25. semináře v Moravské Třebové probíhají v ČR již testy i na větších ČOV.

### **Granulovaný aktivovaný kal**

Dalším způsobem, jak zintenzivnit proces separace aktivovaného kalu, je aplikace granulovaného kalu. Granulovaný kal byl původně vyvinut pro anaerobní reaktory, ale ve 21. století byl aktivovaný kal ve formě granulí vyvinut také pro aerobní/anoxické odstraňování uhlíku, nitrifikaci a odstraňování fosforu (Barnard a Comeau, 2014). Granulovaný kal se nejčastěji používá v SBR modifikaci procesu aktivovaného kalu. Hlavním důvodem je, že granule aktivovaného kalu jsou mechanicky nestabilní a není vhodné je podrobovat čerpání. Při režimu provozu aktivace typu SBR zůstávají granule stále v jednom reakčním prostoru. Technologie granulovaného aktivovaného kalu se v ČR zatím nerozšířila a pravděpodobně ani příliš nerozšíří, neboť se jedná o chráněnou technologii jedné nizozemské firmy.

## **TYPICKÉ TECHNOLOGIE ČOV V ČR**

Poměrně rozsáhlý přehled technologií čištění odpadních vod v ČR s odstraňováním nutrientů přinesl již výše citovaný článek ve sborníku z 1. bienální konference AČR ČR (Obr. 2, Technologie odstraňování nutrientů z odpadních vod – Přehled a doporučení pro ČR., str. 5 – 14). Další poměrně rozsáhlý přehled technologií čištění odpadních vod používaných v českých ČOV ve velikostních kategoriích od domovních ČOV po velké městské ČOV byl prezentován v r. 2017 (Wanner, 2017). Z těchto přehledů je patrné, že se v ČR v oblasti čištění městských odpadních vod používá poměrně široké spektrum technologií odstraňování organického znečištění a sloučenin dusíku a fosforu. Pokud je vůbec možné považovat nějakou technologii za typickou pro ČR, lze hovořit o dvou variantách aktivačního procesu:

- i) aktivační proces s regenerační zónou

Zařazení regenerační zóny odpovídá všem poznatkům populační dynamiky o principech kinetické a metabolické selekce mikroorganismů v smíšené kultuře aktivovaného kalu. Základní funkce regenerační zóny je známa již poměrně delší dobu a regenerační zóna jako taková je používána v řadě zemí, zejména v Rusku a USA. Ovšem tak častý výskyt regenerační zóny v aktivačních čistírnách není mimo ČR úplně běžný.

- ii) aktivační proces s bioaugmentací nitrifikace in-situ

Studium podmínek v regeneračních zónách aktivačních čistíren odpadních vod v ČR vedlo k myšlence využít tento kultivační prostor pro podporu růstu nitrifikačních bakterií. Jejich malý podíl v biocenóze aktivovaného kalu je nejčastější příčinou problémů s nízkou rychlostí nitrifikace v aktivačních systémech. Technologie bioaugmentace nitrifikace in-situ v regeneračních zónách se dnes používá na desítkách městských ČOV od středních až po tu největší, tj. ÚČOV Praha, a to jak na stávající vodní lince, tak na nové vodní lince uvedené do provozu v r. 2018 (Rosický, 2018; Wanner, 2018).

## **ZÁVĚR**

Vývoj a aplikace čistírenských technologií v České republice za posledních 25 let umožnily i velký progres v plnění požadavků na kvalitu odtoků z městských ČOV podle požadavků příslušných národních i EU právních předpisů. Dosahovaná úroveň čištění odpadních vod řadí ČR k předním zemím EU. Úroveň čištění odpadních vod není ovšem jen záležitostí vývoje moderních technologií a jejich aplikací při navrhování ČOV, ale její nedílnou součástí je i umění tyto technologie správně provozovat. V této souvislosti je možno pohlížet na semináře NOVÉ METODY A POSTUPY PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV v Moravské Třebové jako na významný faktor v dosahování této úrovně čištění v ČR. Tyto semináře byly od samého počátku koncipovány jako platforma pro výměnu informací mezi vývojem v oblasti technologií i vodního



práva na straně jedné a mezi kvalifikovaným provozním personálem na straně druhé. Zároveň pravidelná setkávání v Moravské Třebové umožnila mnohem rychlejší a efektivnější výměnu informací a zkušeností i mezi pracovníky provozních společností, kteří tvořili vždy rozhodující složku účastníků semináře.

V průběhu trvání seminářů v Moravské Třebové došlo ve vyspělém světě i ke změně čistírenského paradigmatu z původního „bezpečného zneškodňování odpadních vod a jejich následné vypouštění do vod povrchových či podzemních“ na „čištění odpadních vod na takovou úroveň, která umožní jejich bezpečné opětovné využití“. Vývoj v ČR na tuto změnu zareagoval včas, a to nejen v oblasti akademického výzkumu (zejména VŠCHT Praha), ale i v rámci Asociace pro vodu, kdy se odborná skupina pro městské čistírny odpadních vod přeměnila za dobu trvání seminářů na odbornou skupinu pro čištění a recyklaci městských odpadních vod. Zájem o recyklovanou odpadní vodu v ČR existuje, jsou na trhu i firmy, které mohou potřebné zařízení pro výrobu recyklované vody dodávat. Máme zde i velké provozní společnosti, které mají potřebné know-how ze svých zařízení na recyklaci vody provozovaných v zahraničí. Takže jediné, co zatím nemáme, je potřebná právní úprava a trochu dobré vůle příslušných ministerstev se otázkou recyklace vod vůbec zabývat. Vývoj českého vodního zákona v posledních letech šel bohužel právě proti směru změny čistírenského paradigmatu. Nicméně, ve hře je stále návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady o minimálních požadavcích na opětovné využívání vody z roku 2018. Po jeho očekávaném přijetí v r. 2020 by se mělo vytvořit potřebné právní prostředí pro recyklaci odpadních vod ve všech členských státech EU.

## LITERATURA

Albertson O.E. (1992). Clarifier Design. In Design and Retrofit of Wastewater Treatment Plants for Biological Nutrient Removal. Randall C.W., Barnard J.L., Stensel H. Eds., 185-254. TECHNOMIC Publ. Co. Inc. Lancaster (PA) USA.

Amann R. I., Binder B. J., Olson R. J., Chisholm S. W., Devereux R., Stahl D. A. (1990). Combination of 16S rRNA-targeted oligonucleotide probes with flow cytometry for analyzing mixed microbial populations. Appl. Environ. Microbiol., 56, 1919–1925.

Amann R. I., Ludwig W., Schleifer K. H. (1995a) Phylogenetic identification and in situ detection of individual microbial cells without cultivation. Microbiological Reviews, 59, 143-169.

Amann R.I., Böttger E. C., Göbel U.B., Jørgensen B. B., Revsbech N. P., Schleifer K.-H., Wanner J. (1995b) Genetic Probes for Environmental Research and Medicine. Project awarded with European Prize for Science, Körber Foundation, Hamburg.

Barnard J. L., Comeau Y. (2014) Phosphorus removal in activated sludge. Chapter 6 in: Jenkins D. and Wanner J. (eds) Activated Sludge – 100 Years and Counting. pp. 93-116, ISBN 9781780404936

Brdjanovic D., Meijer S.C.F., Lopez-Vazquez C.M., Hooijmans C.M., van Loosdrecht M.C.M (eds) (20015) Applications of Activated Sludge Models. IWA Publishing, ISBN 9781780404639.

Crawford G. V., Judd S., Zsiri T. (2014) Membrane bioreactors. Chapter 16 in: Jenkins D. and Wanner J. (eds) Activated Sludge – 100 Years and Counting. pp. 319-342, ISBN 9781780404936

Eikelboom D., van Buijsen H. J. J. (1981). Microscopic Sludge Investigation Manual. TNO Research Inst. Environ. Hyg., 1st edn.

Fleckseder H. (1994) National mass balances for nitrogen and phosphorus as tools to set effluent standards ion wastewater treatment. In: Nutrient Removal form Wastewaters. Ed. N. J. Horan, TECHNOMIC Publ. Co. Inc., Lancaster, PA, pp. 11 – 18.

Jenkins D. and Wanner J. (eds) Activated Sludge – 100 Years and Counting., ISBN 9781780404936.

Judd S. (2010) MBR Book, 2nd Edition. IWA Publishing, London, ISBN 9781843395188.

Nierychlo, M., Andersen, K.S., Xu, Y., Green, N., Albertsen, M., Dueholm, M.S. and Nielsen, P.H. (2019) Species-level microbiome composition of activated sludge - introducing MiDAS 3 ecosystem-specific reference database and taxonomy. BioRxiv.

Park H.-D., Chang I.-S., Lee K.-J. (2015) Principles of Membrane Bioreactors for Wastewater Treatment. IWA Publishing, London, ISBN 9781780407029.

Parker D.S., F. W. Günthert F.W., Wilén B.-M. (2014) Secondary clarifiers. Chapter 11 in: Jenkins D. and Wanner J. (eds) Activated Sludge – 100 Years and Counting. pp. 195-219, ISBN 9781780404936

Rieger L., Gillot S., Langergraber G., Ohtsuki T., Shaw R., Takacs I. (2012) Good modelling practice - realizing the full benefits of wastewater treatment modelling. IWA Publishing, London. ISBN 9781843391746.

Rosický J. (2018) Odkanalizovaná a čištění odpadních vod na území hl. města Prahy. SOVAK, 27, 9, 1-4.

Rossetti S., Tandoi V., Wanner J. (2017) Activated Sludge Separation Problems: Theory, Control Measures, Practical Experiences. IWA Publishing, London, ISBN 9781780408637.

Seviour R., Nielsen P.H. (eds) (2010) Microbial Ecology of Activated Sludge. IWA Publishing, ISBN 9781843390329.

Somlyódy L., Shanahan P. (1998) Municipal Wasterwater Treatment in Central and Eastern Europe: Present Situation and Cost-Effective Development Strategies. The World Bank, Washington, D.C.

Stensel H. D., Makinia J. (2014) Activated sludge process development. Chapter 3 in: Jenkins D. and Wanner J. (eds) Activated Sludge – 100 Years and Counting. pp. 33-52, ISBN 9781780404936

Tandoi V., Jenkins D., Wanner J. (eds) (2006) Activated Sludge Separation Problems. IWA Publishing, London, ISBN 9781900222846.

The IWA Task Group on Mathematical Modelling for Design and Operation of Biological Wastewater Treatment (2000) Activated Sludge Models: ASM1, ASM2, ASM2d and ASM3. IWA Publishing, London, ISBN 9781900222242.

Wagner M., Nielsen P. H., Loy A., Nielsen J. L. and Daims H. (2006). Linking microbial community structure with function: fluorescence in situ hybridization-microautoradiography and isotope arrays. *Current Opinion Biotechnol.*, 17, 83–91.

Wanner J (2015a) Problematika bodových a plošných zdrojů znečištění a legislativa ochrany vod. Sb. předn. a posterových sdělení z 11. bienální konference a výstavy, VODA 2015. Poděbrady, 16.9.2015, str. 17-24, ISBN 978-80-263-0971-0.

Wanner J. (1994). Activated Sludge Bulking and Foaming Control. Technomic Publishing Co., Inc., Lancaster, PA, USA.

Wanner J. (1995) Activated sludge population dynamics. *Water Sci. Technol.*, 30, 11, pp. 159-169.

Wanner J. (1997) Microbial Population Dynamics in Biological Wastewater Treatment Plants. In: *Microbial Community Analysis: The Key to the Design of Biological Wastewater Treatment Plants*. T. E. Cloete and N. Y. O. Muyima, Scientific and Technical Report No. 5, IAWQ, London, pp. 35-60

Wanner J. (2015b) Druhé století aktivačního procesu: dosažená úroveň poznání a budoucnost procesu. Sb. předn. semináře Nové metody a postupy při provozování čistíren odpadních vod, Moravská Třebová, 14.04.2015, str. 20-29, ISBN 978-80-86020-69-3.

Wanner J. (2017) Čištění odpadních vod v ČR: vývoj a současná situace. *Vodní hospodářství*, 67, 3, 46 – 51.

Wanner J. (2018) Vývoj technologie čištění odpadních vod v Praze v oblasti Císařského ostrova. *SOVAK*, 27, 9, 5-13.

Wanner J., Růžičková I., Krhůtková O., Beneš O. (2000) Biologická kontrola čištění odpadních vod. Technické doporučení, AČE ČR a Vodní hospodářství s.r.o., květen 2000.

Wanner, J., Torregrossa M. (2017) Aeration tank and secondary clarifier as one system. Chapter 4 in: Rosetti, S., Tandoi, V., Wanner, J. (eds) *Activated sludge separation problems: Theory, control measures, practical experiences*. IWA Publishing, London. pp. 67 – 97, ISBN 978-1-78040-863-7.

# PŘEDNÁŠKY

# Aktuální stav revidovaných či nově navrhovaných právních předpisů v oblasti „voda“ v EU a ČR

*Ondřej Beneš, SOVAK ČR  
Jiří Wanner, VŠCHT Praha*

18 min jen pro Vás

## **Legislativa EU**

1. Zelená dohoda pro Evropu
2. Vydání novely směrnice 98/83/ES
3. Revize směrnice 91/271/EHS
4. Revize směrnice environmentálních standardů (EQS)
5. Revize směrnice o čistírenských kalech

## **Legislativa ČR**

6. Zákon o vodách a novely v letech 2020 a 2021
7. Zákon o odpadech a jeho prováděcí předpisy
8. Zákon o energiích a OZE
9. Pravidla odpovědného zadávání





# Ať to nemáte tak jednoduché

**1. Co má společného druhý díl Harryho Pottera a předsedkyně Evropské komise?**

**2. V oblasti životního prostředí vládne Evropské komisi komisař nebo spisovatel?**

**3. Je ředitelka DG příbuzná s posledním vládcem Sicile dynastie císaře Fridricha?**

*Kontrola odpovědí pro ty, co vydrží nakonci. No a pokud se budete při přednášce nudit, tak hledejte na [en.wikipedia.org](https://en.wikipedia.org)*



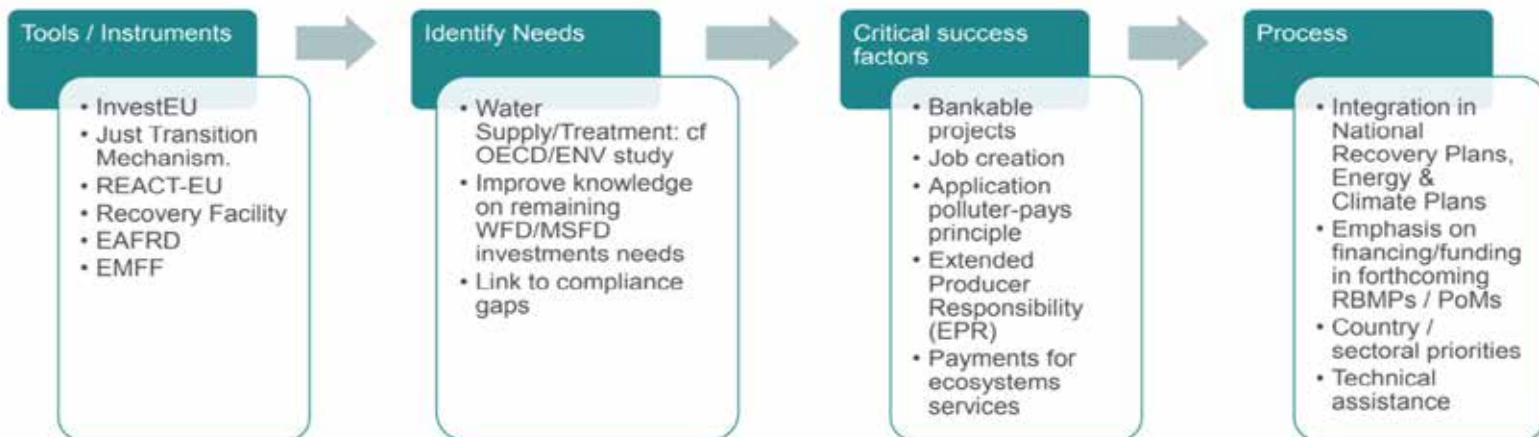
## 1 – EU - Zelená dohoda pro Evropu - Recovery and Resilience Plan

[Relevantní pro oblast odkanalizování a čištění odpadních vod:](#)

- Požadavek na univerzální přístup k vodě a odkanalizování
- Efektivní návrh a provoz systémů s cílem snižování ztrát a omezení využívání neobnovitelných zdrojů.
- Maximální soulad s požadavky směrnice 91/271/EHS s cílem dosahovat dobrého stavu vod dle Rámcové vodní směrnice
- Odstraňování emerging a micro-pollutants
- Znovuvyužití odpadních vod (městské i průmyslové)
- Ekologizace transportu a akumulace pitné a odpadní vody 😊
- Aplikace smart technologií v procesu výroby/dopravy/čištění vod

# 1 – EU - Zelená dohoda pro Evropu - Recovery and Resilience Plan

## Investment opportunities for water



1 800 000 000 000 € odsouhlaseno EU na 2021-27 na ekologickou a digitální transformaci, z toho 313 mld. € v **národních plánech obnovy** (v ČR 172 mld. Kč a 16 mld. Kč do osy životního prostředí – zájem v předregistraci projektů – 5x převis!)

## 2- EU - Novelizace Drinking Water Directive



### V prosinci schválena Evropským parlamentem

- Výsledek 2-letého dialogu (Evropská komise/parlament/Rada EU)
- Řada pozitivních změn (povinné posuzování rizik, standardizace materiálů ve styku s pitnou vodou a povinnost zveřejňování údajů o kvalitě (dle vzoru ČR©), aktualizace limitů stávajících ukazatelů a nové ukazatele – více na [www.sovak.cz](http://www.sovak.cz))
- Co je ale relevantní pro oblast odpadních vod? Poprvé provázanost s energetickou účinností oboru a cílování hodnot úniků z vodovodní sítě (doporučen koeficient ILI – v ČR SOVAK doporučuje hodnotu jednotkového úniku, vázaného na hodnotu vody nefakturované). Shodný přístup u revize směrnice 91/271/EHS – jasný požadavek na omezení energetické náročnosti čištění odpadních vod v aglomeracích – jednotková spotřeba – vazba OZE!

## 3 - EU - Revize směrnice 91/271/EHS - předmluva

Před každou revizí je vhodné podívat se na aktuální stav - posuzování shody s požadavky Směrnice – reporting:

- 1. Implementace** (aktuálně běžící infringement před Reasoned Opinion s ČR, stejně jako s dalšími 3 státy EU)
- 2. Průběžný** do WISE via Reportnet - individuálně aglomerace nad 2000 EO + kaly/reuse sumárně za ČR. Data (nejnověji za 2018) k dispozici na [eea.europa.eu](http://eea.europa.eu))



## 3 - EU - Revize směrnice 91/271/EHS

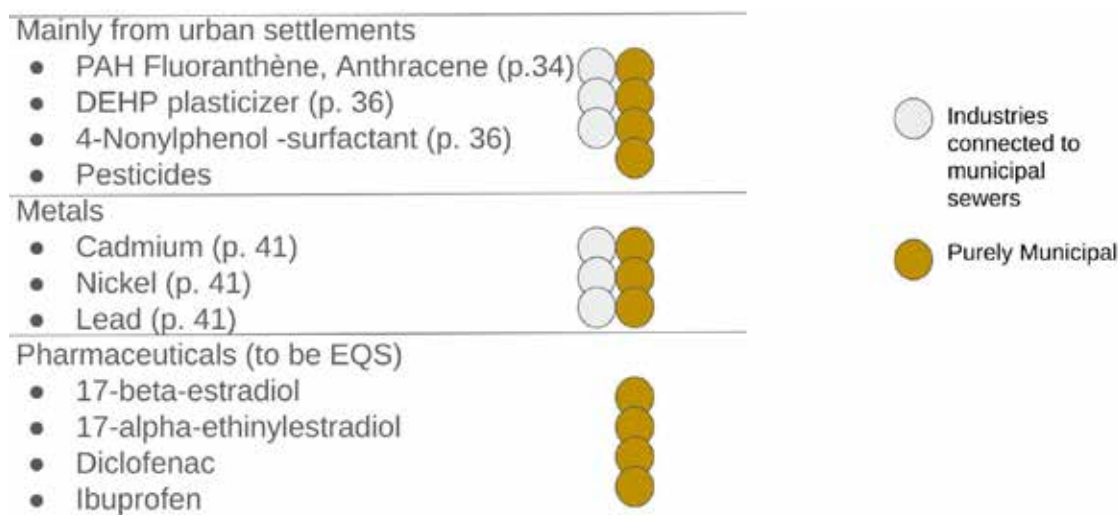
- Zásadní problémy (nejen) pro ČR:

Posuzování shody podle Metodiky „*Terms and Definitions of the Urban Waste Water Treatment*“ z roku 2007.

- Sledování a vyhodnocování energetické účinnosti odvádění a čištění odpadních vod.
- Kvalitnější a numerickou regulace odlehčováním z veřejné kanalizace. Pravomoc ponechána na členských státech.
- Regulace pro aglomerace pod 2000 EO – obdobně jako pro větší aglomerace.
- Nová parametrizace tzv. mikropolutantů a také zavedení cost benefit analýzy pro realizaci opatření.
- Požadavek na udržitelnost budované infrastruktury.

### 3 - EU – Revize směrnice 91/271/EHS výsledky konzultačního procesu

Přímá vazba na IED – chemické látky (NZL a ZNZL, dále chemicals of Emerging Concern) – ve velké řadě případů v případě monitoringu budou překročeny normy environmentální kvality. Nutnost přenesení na původce (EPR schéma).



### 3 - EU - Revize směrnice 91/271/EHS – první reakce

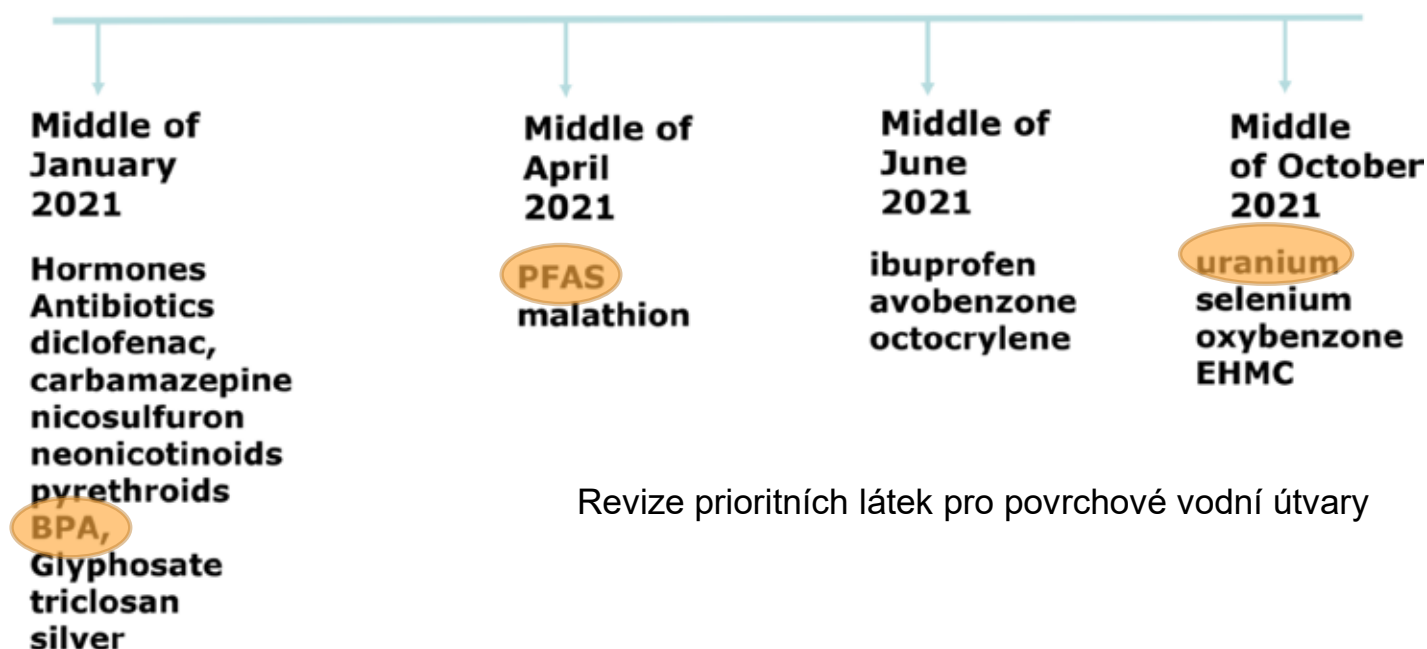
- UK – překvapivý leader v ambici zero carbon – právně vymahatelný závazek vlády UK být ekonomikou s nulovou uhlíkovou stopou. 2019 závazek všech privátních vodohospodářských společností s investicí cca **90 mld. Kč** dosáhnout shodného cíle již do roku 2030.
- Plán oboru vytvořený s regulátorem s cílem snížit dopady klim. změn:
  - Přechod na nízkoemisní a „bezemisní“ vozidla (elektro/CNG-biometan)
  - Zvýšit účinnost vodovodní sítě + plně pokrýt smart měřením a řízením
  - Snížit energetickou náročnost oboru až o 60 % (v poměru k 2018-19)
  - Instalovat OZE ve výkonu až 3 GW (solární panely, větr. elektrárny) k pokrytí 80% spotřeby VaK
  - Zajistit vtačování upraveného biometanu do plynárenské sítě
  - Realizace přirozených řešení, biodiverzita, offsetting (sázení stromů)

Inspirace pro ČR?



## 4 – EU – Revize EQS směrnice a IED směrnice

### Timeline for EQS dossier finalisation



## 5 - EU - Revize směrnice o čistírenských kalech

**Blíže v dalších prezentacích, ale v kostce**



- Nutnost reagovat na narůstající evidenci přítomnosti znečištění chemického i biologického charakteru v kalech, využívaných formou přímé či nepřímé aplikace na půdu – Farm to Fork strategy. Aplikace přístupu předběžné opatrnosti.
- Tlak na vyloučení přechodu do kalů NZL a ZNZL i látek, které jsou předmětem regulace REACH
- Při revizi vznikl tlak na úpravy směrnice o průmyslových emisích (nepřímý vnos kanalizacemi) – nutná reakce v rámci procesu IPPC (viz revize integrovaných povolení pro zařízení pro nakládání s odpady ze strany KÚ po vydání nové BREF 2020). Doporučení pro VaK – v rámci revize kanalizačních řádů odstranění výjimek a přesun do řízeného procesu čištění ve speciálním zařízení přímo na ČOV – vzor H. Králové).

# A pojdme zpátky do Čech



## 6 – CZ – Zákon o vodách a novely 2020/2021

- 23.12.2020 novela zákona o vodách č. 254/2001 Sb. „Suchá hlava“
  - Účinnost od 1.2.2021, zásadní doplnění §87a-m - zavedení plánování a krizového řízení v obdobích sucha obdobně s principy pro povodně: vodoprávní úřad na úrovni ORP – krajský úřad – ústřední komise na úrovni Vlády ČR (vede min. zemědělství či ŽP)
  - Možnosti omezování povolení nakládání s vodami jak v rámci kriz. řízení, tak i dle výsledků plánování. Priorizace odběrů (kritická infrastruktura → veřejné vodovody → živočišná výroba a ekologická funkce vody → průmysl → ostatní využití)
  - Rozšíření liberace z povinnosti povolení dle § 8 zákona k vypouštění OV z odlehčovacích komor vč. havarijních přepadů (netýká se ale přepadů z dešť. zdrží). Odlehčovací komory – [sdělení SOVAK ČR](#) pro členy 12/2020 a návazně [Sdělení odboru ochrany vod a leg. odboru MŽP 3/2021](#) – zastavení stávajících správních řízení a doporučení žádostí o zrušení vydaných povolení pro nadbytečnost. Na druhou stranu přechodné období pro nezpoptatnění (platí pro všechny OK!!!) do 12/2022. Od tohoto data osvobozeny od zpoplatnění ty OK, které plní podmínky vyhlášky č. 428/2001 Sb. a zezávaznění části normy ČSN 756262.

## 6 – CZ – Zákon o vodách a novely 2020/2021

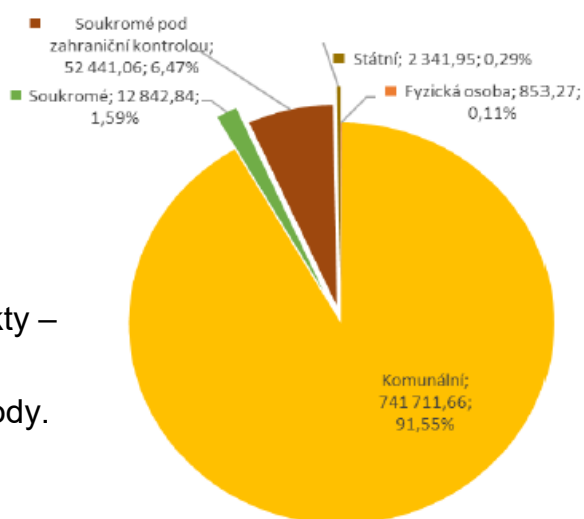
- 7.4.2021 další novela vodního zákona předložena do PS PČR - právní úprava havárií na úseku vod – lex Bečva.
  - § 40 odst. 3) mimo běžné havárie (kompetence vodoprávní úřad, asistence ČiŽP) nově úprava havárie mimořádného rozsahu s kompetencí Hasičského záchranného sboru dle zákona č. 239/2000 Sb. **Hlášení tedy vždy pro větší rozsah havárie HZS ČR!**
  - Příslušnost KÚ, nové ohlašovací povinnosti při havárii, popis rolí při šetření příčin a likvidaci.
  - Navýšení fondů kraje na 20 mil. Kč a úprava/zvýšení sankčních ustanovení (fyz. osoba 0,5 mil. Kč právnická osoba 25 mil. Kč za nepovolené vypuštění OV s NZL ad.)
  - Schvalování provozních řádů u ČOV nad 6000 m<sup>3</sup>/r opět vodoprávními úřady.

## 6a – CZ – Samostatný ústavní zákon na ochranu vody

### ● 17.9.2020 předložena poslední verze do PS PČR

- Zakotvení povinnosti státu chránit vodní zdroje.
- Právo na sociálně akceptovatelný přístup k vodě.
- Státní ochrana zdrojů a zákaz zcizování vodohospodářského majetku mimo vlastnictví státu, územních samosprávných celků nebo práv. osob, ovládaných státem/ÚSC. Není retroaktivní k 8,5 % soukromě vlastněných VaK (SmVaK, VaK Beroun..)
- Problémový zákaz pořízování infrastruktury VaK právníky/fyz. osobami - např. developerské projekty – nutná úprava povinností převodu.
- Zakotvení povinnosti postupu v případě nedostatku vody.

Struktura vlastníků infrastruktury v roce 2018 (hodnota majetku v mil. Kč) - data benchmarking 2018





## 7 - CZ - Zákon o odpadech a prováděcí vyhlášky

- Z pohledu VaK **nemá zásadní dopad**. Nicméně dílčí přesah – kaly z ČOV, shrabky, písek, kaly z ÚV – nová regulace v evidenci (vč. dopravy a odpovědnosti původce až do zařízení na úpravu/využití), označování (samostatně každá ČOV).
- Prosazení pozměňovacího návrhu k neupravenému kalu v §67 (vyloučení a priori zařazení do nebezp. odpadů) – nicméně označení a evidence podle § 78 a § 79 (vždy k dispozici doklad o původu z konkrétní ČOV a způsobu úpravy v příp. upraveného kalu).
- Prováděcí vyhlášky – potvrzení termínu 31.12.2022 jako ukončení odložení účinnosti vyhl. č. 437/2016 Sb.

## 8 - CZ – Zákon o energiích a OZE

WWW.PREKOMPENZACE.EU



- Novelizace zákona č. 406/2000 Sb. o hospodaření s energií a vydání vyhlášek
  - Žádné zásadní novinky, sjednocení přístupu auditů s normou ISO 50 001 – doporučení pro zavádění.
- Novela zákona o podporovaných zdrojích energie (od 20.5.2020 v Poslanecké sněmovně ČR)
  - Reakce na (ne)dosahování cílů cílování v oblasti obnovitelných zdrojů. Předkladatel Ministerstvo průmyslu a obchodu, v souladu se strategií „Rozvoj podporovaných zdrojů energie do roku 2030“, ovšem velké diskuze a různé zájmy. Odklon od bonusových schémat, náhrada prvkem soutěže a výkupními cenami (poprvé v roce 2020 byly pro některé OZE VaK záporné!)

## 8 - CZ – Zákon o energiích a OZE

- Zásadní dopad na obor VaK – k 31.12.2021 ukončení podpory pro všechny KGJ s termínem uvedení do provozu do roku 2006 a postupně ukončování podpory pro KGJ s termínem uvedení do provozu nad 15 let (u MVE pro zachování podpory nutnost realizace modernizace a pro „nové“ zdroje podpora 30 let).
- Podpora SOVAK ČR členům s vyplňováním reportingu pro překompensaci MPO – doposud za všechny kontrolované období „obor bez překompensace“

Parametr	Hodnota
Počet KGJ na městských čistírnách odpadních vod	71
Počet ČOV s KGJ	55
Instalovaná kapacita (kW)	12 606
Výroba el. energie (MWh)	89 846

Zdroj: SOVAK ČR, dataset 2019

## 8 - CZ – Zákon o energiích a OZE

- Budoucnost KGJ - náhrada kombinací jednotky
- na výrobu biometanu s tepelnými čerpadly/solárními panely - vykázání celé kalorifické hodnoty upraveného bioplynu do složky OZE, obchod s certifikáty původu, nezávislost na kolísání výkupních cen a možnost celoroční produkce ad.



Modelový příklad doplněný o cenu energií - (cena EE 2,25 Kč/kWh, cena tepla 950 Kč/MWh, cena výkupu biometanu je stanovena jako minimální, střední a maximální dle aktuálních tržních cen.

## 9 - CZ - Pravidla odpovědného zadávání?

Why?

### 1.1.2021 Překvapivá novela zákona č. 134/2016 Sb. o zad. veř. zakázek

- Nepřímá novela – v rámci přijetí zákona o odpadech ☺
- Zásadní dopad na obor – v kombinaci se zadáváním zakázek formou Yellow FIDIC umožňuje např. požadovat po soutěžitelích dosažení hodnotitelných řešení dle celkové energetické soběstačnosti díla!
- Ideální pro hodnocení environmentálních opatření v kombinaci s ekonomickou parametrizací (TCA – total cost of asset – např. zadání realizace sušení čistírenského kalu v Šumperku či vyhodnocovací kritérium (s váhou 40 %) nejvýhodnější zakázky v režimu Yellow FIDIC – **energetická soběstačnost čistírny odpadních vod!**)

## Ať to nemáte tak jednoduché - řešení

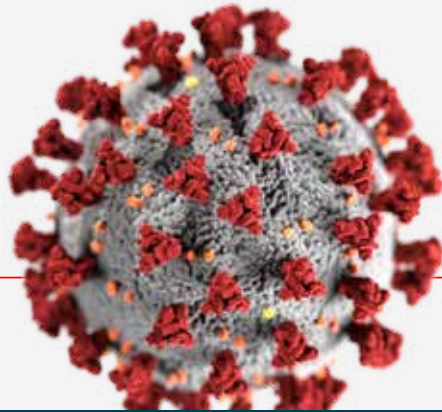
1. Jméno **Uršula** (Plačtivá Uršula a Ursulla von Leyen)
2. Příjmení **Sienkievič** (*no dobře není to úplně Sienkiewicz a Sinkevičius, ale je to skoro....*)
3. Příjmení **Manfredi** (Manfred král Sicilský a Veronica Manfredi)





# A kdy se uvidíme zase?

Moravská Třebová 4/2022 *nebo*  
CzWA VODA 2021 v září či SOVAK v listopadu?  
Vše záleží na



# VÝVOJ ČISTÍRENSKÝCH TECHNOLOGIÍ ZA POSLEDNÍCH 25 LET

*prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.*

*Ing. Miroslav Kos, CSc., MBA*

**NOVÉ METODY A POSTUPY  
PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV**

Memoriál Ing. Jakuba S. Čecha, CSc.

**13. – 14. 4. 2021**

On-line webinář

**25  
let**

## Historie

- Listopad 1992 – ustanovení AČE ČR, předchůdce CzWA
- Květen 1995 – 1. bienální konference v Brně
  - *Přehled technologií biologického odstraňování sloučenin dusíku a fosforu z odpadních vod používaných v ČR ve velikostních kategoriích ČOV:*
    - do 25 000 EO,*
    - do 100 000 EO*
    - nad 100 000 EO.*
- Duben 1996 – I. ročník semináře „Moravská Třebová“



## Čištění odpadních vod - rok 1996

Ukazatel	Měrná jednotka	Rok						
		1989	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Obyvatelé (střední stav)	tis. obyv.	10 364	10 328	10 333	10 331	10 316	10 304	10 295
Obyvatelé bydlící v domech připojených na veřejnou kanalizaci	tis. obyv.	7 501	7 521	7 541	7 559	7 566	7 573	7 657
	%	72,4	72,8	73,0	73,2	73,3	73,5	74,4
Vypouštěné odp. vody do veřejné kanalizace (bez vod srážkových) celkem	mil. m <sup>3</sup>	877,8	690,3	666,2	649,7	615,6	628,5	620,0
	%	100,0	78,6	75,9	74,0	70,1	71,6	70,6
Čištěné odpadní vody včetně vod srážkových *)	mil. m <sup>3</sup>	897,4	819,0	819,2	866,3	903,4	842,5	818,9
Čištěné odpadní vody celkem bez vod srážkových	mil. m <sup>3</sup>	627,6	544,3	547,3	581,4	555,9	571,5	566,1
	%	100,0	86,7	87,2	92,6	88,6	91,0	90,2
Podíl čištěných odpadních vod bez vod srážkových	%	71,5	78,9	82,2	89,5	90,3	90,9	91,3

Zdroj: „Modrá zpráva“ 1998

## Čištění odpadních vod - současnost

Ukazatel	Měrná jednotka	1989	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Obyvatelé (střední stav)	tis. obyv.	10 364	10 525	10 543	10 565	10 584	10 626	10 669
Obyvatelé trvale bydlící v domech napojených na kanalizaci	tis. obyv.	7 501	8 828	8 882	8 944	9 052	9 090	9 120
	%	72,4	83,9	84,2	84,7	85,5	85,5	85,5
Vypouštěné odp. vody do kanalizace (bez zpoplatněných srážkových vod) celkem	mil. m <sup>3</sup>	877,8	446,1	445,5	446,9	453,3	457,3	461,1
	% k 1989	100,0	50,8	50,8	50,9	51,6	52,1	52,5
Čištěné odpadní vody včetně vod srážkových <sup>1)</sup>	mil. m <sup>3</sup>	897,4	812,2	779,0	803,4	826,2	743,6	792,6
Čištěné odpadní vody celkem bez vod srážkových	mil. m <sup>3</sup>	627,6	432,3	432,0	434,9	442,2	446,3	450,3
	% k 1989	100,0	68,9	68,8	69,3	70,5	71,1	71,7
Podíl čištěných odpadních vod bez vod srážkových <sup>2)</sup>	%	71,5	96,9	97,0	97,3	97,5	97,6	97,7

Pramen: ČSÚ

Pozn.: <sup>1)</sup> V roce 1989 se jedná o údaje za kanalizace hlavních provozovatelů.

<sup>2)</sup> Jedná se o podíl z vod vypouštěných do kanalizace (bez zpoplatněných srážkových vod).

Zdroj: „Modrá zpráva“ 2019

# Počet ČOV

Kategorie ČOV	Počet EO napojených na ČOV	Mechanický (bez dalšího stupně)	Mechanicko-biologické	Dočištění	Eliminace dusíku	Eliminace fosforu	Jiný typ čištění
do 500	1686	92	1607	99	476	183	174
500 - 2000	862	19	858	65	534	331	55
2001 - 10 000	356	13	354	50	267	248	26
10001 - 100 000	150	1	150	36	128	134	25
nad 100 000	12	2	12	3	11	10	2
Celkem	3066	127	2981	253	1416	906	282

Zdroj: VUPE 2016

## Aktivační proces

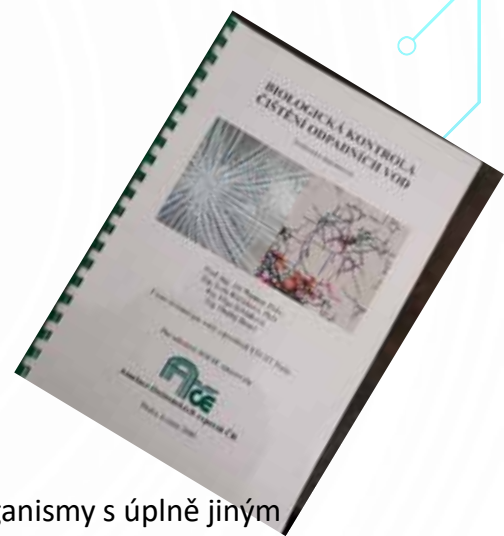
- Dominující způsob biologického čištění odpadních vod
- Přestup kyslíku a jeho popis se zavedením veličin  $K_L a$ ,  $OC$  a  $\alpha$  s následným vývojem směrem k moderní jemnobublinné aeraci,
- Hydraulická charakteristika reaktorů a její vliv na kinetiku dějů,
- Teorie kinetické selekce a její aplikace ve vazbě na doporučený hydraulický režim reaktoru.
- Populační dynamika aktivovaného kalu



## Aktivační proces

- Mikrobiologická analýza aktivovaného kalu

- Příručka Biologická kontrola čištění odpadních vod
- CzWA, SOVAK ČR, Vydání 2000, 2019



### Omezení mikrobiologické analýzy:

- Pod stejnou či velmi podobnou morfologií se mohou skrývat organismy s úplně jiným genetickým vybavením, a tudíž i jinými růstovými požadavky a strategiemi.
- Řada významných mikroorganismů aktivovaných kalů nemá žádné charakteristické morfologické rysy, které by mohly být použity pro identifikaci.

## Aktivační proces

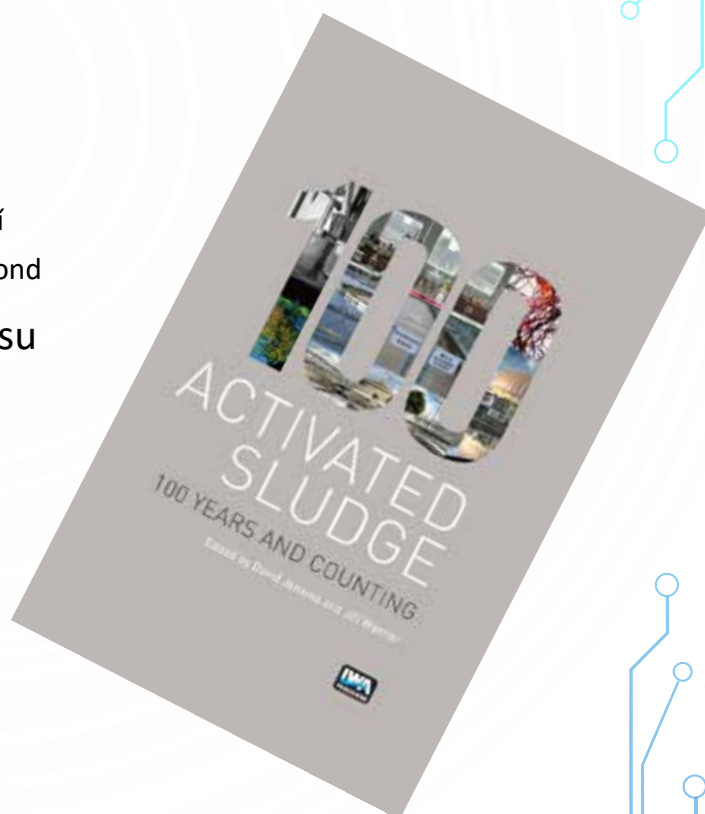
- FISH (fluorescenční in-situ hybridizace)

- Syntéza látek specificky reagující s danou sekvencí
- Identifikace mikroorganismů pomocí genových sond

- Matematické modely aktivačního procesu

- Návrh a projektování ČOV
- On-line řízení

- IWA Activated Sludge - 100 Years and Counting



## Separace aktivovaného kalu – dosazovací nádrže

- Konstrukční části :

1. vstupní objekt s disipací energie vstupující aktivační směsi a flokulací aktivovaného kalu,
2. výstupní objekt s předsazenými nebo periferními odtokovým žlábkem či ponořenými odtokovými trubkami;
3. účinné shrabování zahuštěného aktivovaného kalu k místu odtahu,
4. stírání vrstvy plovoucí biomasy – biologické pěny z hladiny dosazovací nádrže.

- Hloubka boční stěny cca 4,0 - 4,5 m, takže dosazovací nádrž:

1. může lépe absorbovat špičkové průtoky,
2. akumuluje více aktivovaného kalu během podmínek maximálního průtoku,
3. je méně citlivá na změny v separačních vlastnostech aktivovaného kalu.

- Vstupní objekt je opatřen flokulační zónou, kde je kinetická energie přiváděné aktivační směsi použita pro míchání a následnou flokulaci.

## Separace aktivovaného kalu – dosazovací nádrže

- Spirálové či řetězové shrabovávky pro vyklízení usazeného kalu, stírací lišty upevněné na nekonečných řetězech současně shrabují zahuštěný kal a stírají plovoucí biomasu.
- Přepadové hrany odtokových žlábků jsou chráněny nornými stěnami před únikem plovoucí biomasy do finálního odtoku.
- Odtokové žlábků jsou chráněny před únikem vloček vynášených hustotními proudy pomocí tzv. Stamfordských stěn (deflektorů).
- Odtokové žlábků se chrání před světlem zakrytím nebo jsou vybaveny čistícími kartáči, aby se zabránilo nadměrnému růstu řas.

## Separace aktivovaného kalu – dosazovací nádrže

- Gravitační sedimentace je extenzivní proces a dosazovací nádrže tak zabírají velké zastavěné plochy v čistírnách odpadních vod.
- Výkon a účinnost dosazovacích nádrží jsou silně ovlivněny separačními vlastnostmi aktivovaného kalu, které nejsou stabilní.
- I při velmi dobrých separačních vlastnostech aktivovaného kalu obsahuje odtok z dosazovacích nádrží vždy zbytkové koncentrace nerozpuštěných látek (neusaditelné částice biomasy, jednotlivé bakteriální buňky).
- Zahušťovací kapacita dosazovacích nádrží je omezená, a proto koncentrace vratného aktivovaného kalu obvykle nepřesahují 10 kg/m<sup>3</sup>

## Separace aktivovaného kalu – membránová separace

- flexibilnější a účinnější řízení stáří aktivovaného kalu
- menší závislost na separačních vlastnostech aktivovaných kalů
- menší zastavěná plocha ve srovnání s gravitační sedimentací
- velmi vysoká kvalita odtoku (permeátu) bez nerozpuštěných látek; odtok je tak prakticky dezinfikovaný; permeát takové kvality je vhodný pro opětovné použití vody
- koncentrovaný přebytečný aktivovaný kal.

## Klíčové rozhodnutí pro čistírenský obor před 20-ti lety

- Nacházeli jsme se v době platnosti EU směrnice 91/271/EHS z 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod
- V té době u nás požadavky na kvalitu čištění určovalo Nař. vl. 82/199 Sb. stanovující ukazatele a hodnoty přípustného stupně znečištění
- Zásadní skutečnost pro vodní hospodářství ČR z uzavření kapitoly 22 Životní prostředí - Společné stanovisko Konference o přistoupení - Brusel, 30. května 2001 k Evropské unii - Česká republika CONF-CZ 28/01 uvádí:



**„Evropská unie bere na vědomí podrobné dodatečné informace poskytnuté Českou republikou ohledně žádosti o přechodné období podle směrnice 91/271/EHS o čištění komunálních odpadních vod. Evropská unie zejména bere na vědomí, že se Česká republika rozhodla určit celé své území jako území citlivé.“**

### Přechodná opatření a emisní limity pro citlivé oblasti podle směrnice 91/271/EHS o čištění komunálních odpadních vod

Oblast/aglomerace	počet aglomerací	EO (% z celkové)	Implementace
Aglomerace s více než 10 000 EO	18	1,2 mil. (11%)	31.12.2002
Aglomerace s více než 10 000 EO	36	4,07 mil. (37%)	31.12.2006
Aglomerace s více než 10 000 EO	127	3,85 mil. (35%)	31.12.2010
Aglomerace s více než 2000-10000 EO	552	1,87 mil. (17%)	31.12. 2010

Podpis kapitoly č.22 o životním prostředí bude mít bezpochyby tyto důsledky:

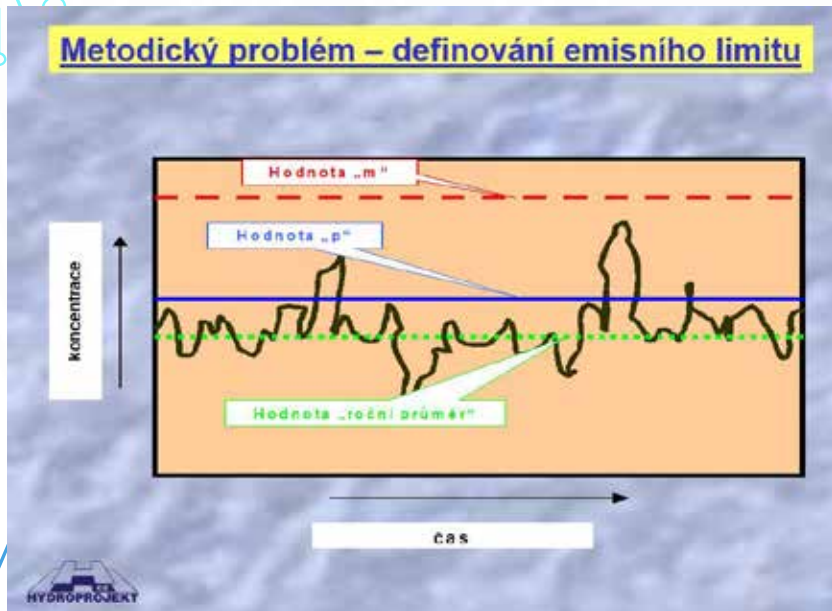
- Relativně jednoduchým způsobem byla vyřešena otázka definování citlivých oblastí na ploše ČR a tak byl odstraněn relativně komplikovaný problém s jejich definováním a následných dopadů
- Vyvolal nezbytnou potřebu relativně rychlé změny základního legislativního dokumentu pro oblast čištění odpadních vod, tj. nařízení vlády č. 82/99 Sb. v duchu přijatého řešení
- Způsobil změnu zaměření technologií, projektové přípravy a realizace modernizací ČOV novým směrem, který lze zjednodušeně popsat jako orientaci na účinné snížení vnosu dusíku a fosforu do hydrosféry.

Parametr	Koncentrace (mg/l)	Minimální efekt (%)
Fosfor – celkový	2,0 (od 10 000 do 100 000 EO)	80
	1,0 (více než 100 000 EO)	
Dusík – celkový	15,0 (od 10 000 do 100 000 EO)	70 – 80
	10,0 (více než 100 000 EO)	



## Definování nových pravidel – hodnoty „p“ a „m“

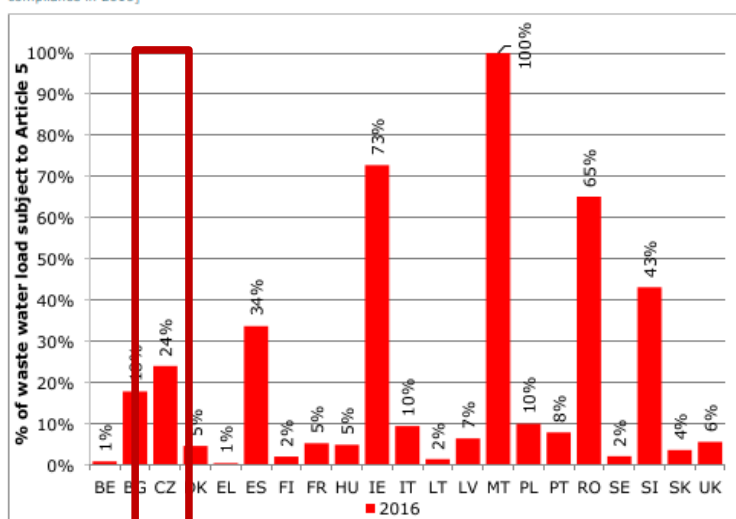
### Metodický problém – definování emisního limitu



- Nařízení vl. č. 61/2003 Sb.
- § 10 Citlivé oblasti - definice
- Příloha 1 - Emisní standardy ukazatelů přípustného znečištění odpadních vod
- §11 Kombinovaný přístup - omyl

## Popis stavu implementace na konci roku 2016 v oblasti čištění odpadních vod (10.zpráva, 2020)

Figure 28: Distance to target for more stringent treatment (Article 5) per Member State in 2016 (only MS with values above 0% are included) [% of waste water load of all agglomerations. This load did not meet criteria for compliance in 2016]



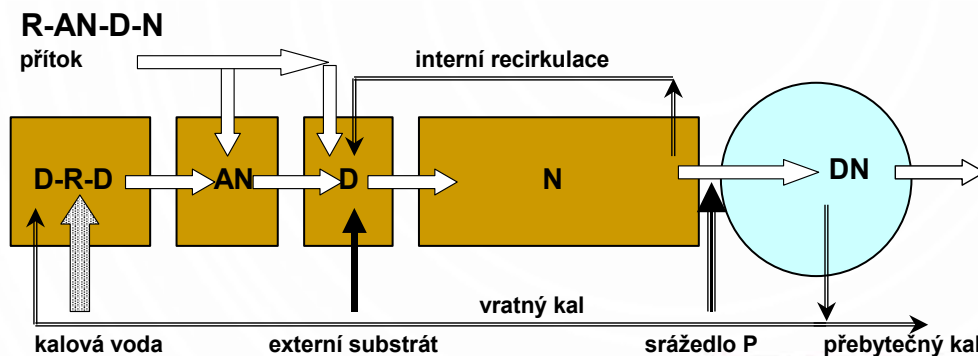
Vliv ÚČOV  
Praha

Figure 23: Map of compliance with Article 5 of the DWWT at regional level in 2016 (% rate reporting agreed)



Vliv ÚČOV  
Praha

# Aktivační proces s regenerační zónou



Obr. 6. Letecká fotografie (Google Maps) moderního aktivačního systému typu R-AN-D-N



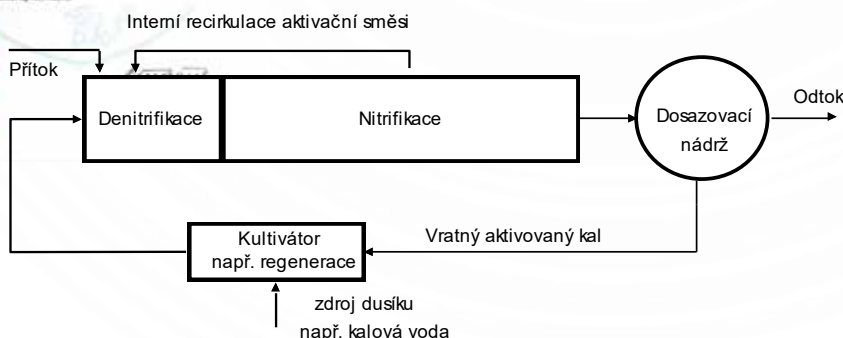
Obr. 7. Aktivační proces s jemnohříblinovou aerační

# Aktivační proces s bioaugmentací nitrifikace in-situ

Technologie vznikla jako syntéza tehdy nahromaděných vědeckých poznatků a masivním nasazováním technologie s regenerací kalu. Seznámení odborné veřejnosti, tj. konzultačních a projekčních firem, provozovatelů ČOV, investorů vodohospodářských děl bylo od r. 2000 realizováno formou odborných publikací v předních vodohospodářských periodikách (Vodní hospodářství, Sovak), na vodohospodářských konferencích v České republice i světových fórech.

Pro konkrétní předprojektovou přípravu je patentovaná technologie vždy popsána a citována ve studiích, pokud jsou tyto realizovány některým z autorů patentu. Byla poskytnuta formou licenčních smluv.

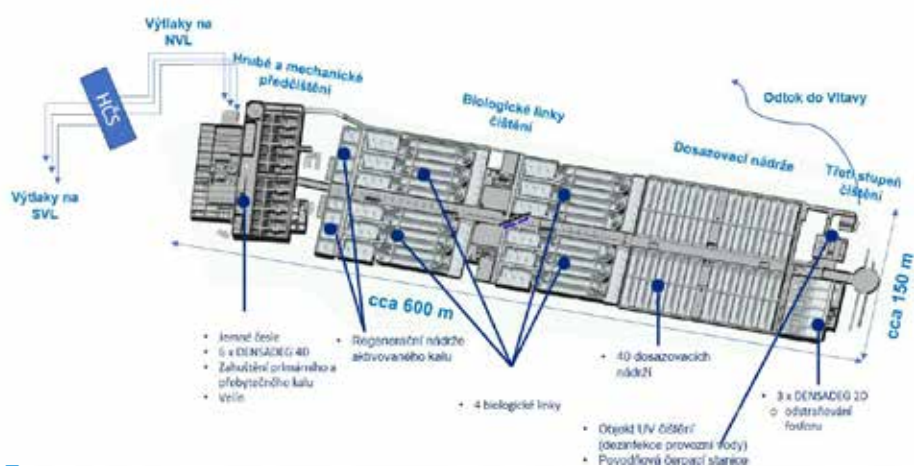
**Více jak 20 publikací, více jak středních a velkých 30 ČOV v ČR s touto technologií!**



Majitel patentu:  
 NOVÁK Libor Ing., Kladno, CZ;  
 WANNER Jiří Prof. Ing. CSc., Praha, CZ;  
 KOS Miroslav Ing. CSc., Praha, CZ;

# Oběhová aktivace pro účinně odstranění N a P

Rozvíjena 25 let jako špičkové řešení pro NVL Praha, zrealizováno v roce 2019



**Technologie čištění** – primární lamelová separace, třístupeňová postupně zatěžovaná kaskáda D-N realizovaná jako oběhové aktivace, s regenerací kalu a bioaugmentací, s terciárním srážením fosforu a lamelovou separací kalu

## Souhrn

- Dosažení prakticky souladu s požadavky směrnice 91/271/EHS z 21. května 1991 o čištění městských odpadních vod a platných Nařízení o ukazatelích přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech
- Výstavbu prakticky všech chybějících ČOV a modernizaci již existujících ČOV
- Mohutný vývoj a aplikace technologie zvýšeného odstraňování dusíku a fosforu
- Související vývoj technologií separace aktivovaného kalu (hluboké dosažovací nádrže) a detailů aktivačních nádrží
- Postupnou optimalizaci aplikací technologie R-D-N v řadě modifikací, plošnou aplikaci technologie bioaugmentace na velkých ČOV, nasazení oběhových aktivací pro střední zdroje znečištění, kompaktní ČOV pro malé zdroje, rozvoj technologických zařízení pro tyto procesy.
- Tato etapa splnila cíle a proto končí, jsou zde nové technologické výzvy. Bude završena probíhající revizí a novelou směrnice EU 91/271/EEC (přizpůsobení se klimatické změně, odpadní vody jako zdroj materiálů a energie, odstranění mikropolutantů, opětovné využívání vody).



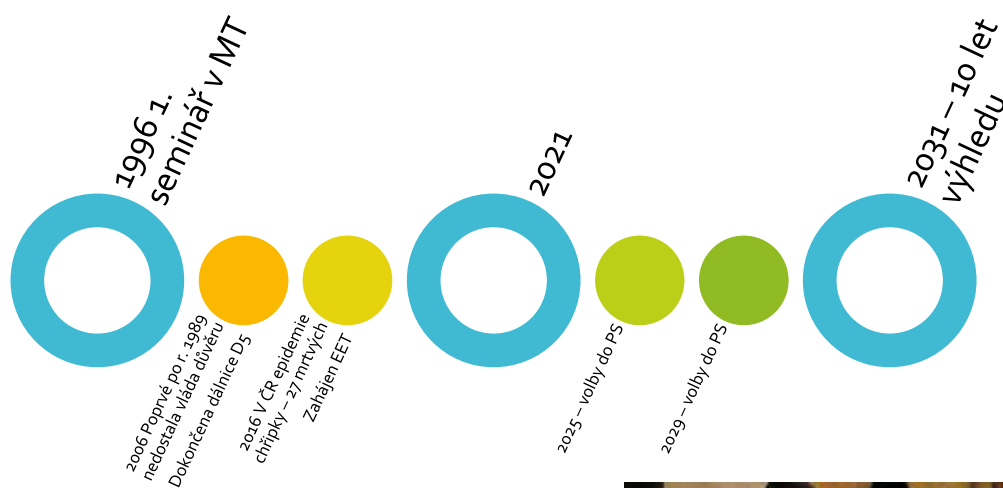
# Další směřování čistírenských technologií: Potřeby, současný výzkum

Ing. Bc. Martin Srb, Ph.D.  
Pražské vodovody a kanalizace, a.s.  
Ing. Ondřej Beneš, Ph.D., MBA, LL.M.  
SOVAK ČR  
prof. Ing. Jiří Wanner, DrSc.  
Vysoká škola chemicko-technologická  
v Praze



*Mysleme i na rekonvalescenta*

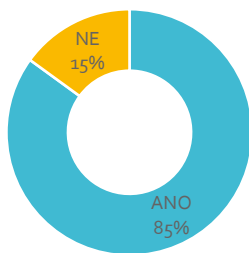
To my jsme  
jednou tu  
troubu strašně  
rozhicovali a  
viděli jsme  
neuvěřitelný  
věci. Chlapec  
se toho  
polekal.



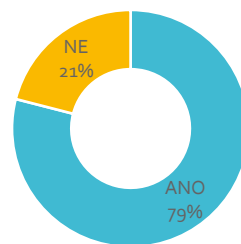


# Vox populi, vox Dei (Krajhanzl J. et al., 2018)

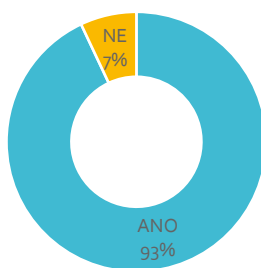
Je znečištění vod problémem?



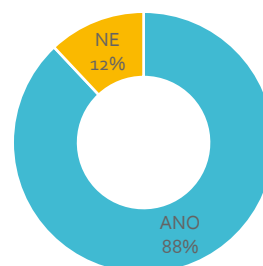
Je sucho závažný problém?



Podpora využití srážkových vod



Podpora využití vyčištěné  
odpadní vody



## Tematické rozdělení

Odstraňování  
nutrientů s cílem  
zabránění  
eutrofizace

Hygienizace  
odtoku pro potřeby  
nadlepšování  
průtoků

Odstraňování  
mikropolutantů pro  
účely recyklace

Energetická  
efektivita a  
uhlíková neutralita

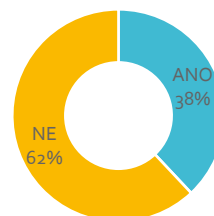
On-line měření,  
modelování a  
molekulárně-  
biologické metody

Pohlížet na  
ÚV/ČOV jako na  
zdroj energie a  
materiálů

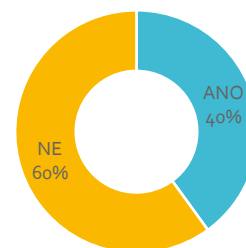
## Vývoj v odstraňování nutrientů s cílem prevence eutrofizace

- Podřazení cílům Rámcové vodní směrnice – ~~dosázení~~ dosahování dobrého stavu vod. metodika CBA pro výjimky z dosahování DSV od IREAS, 2017).
- Emisní princip Směrnice (91/271/EHS) – aplikace na aglomerace nad 2000 EO (viz definice Terms of UWWTD) a odstraňování N a P pokud
  - jsou vyčištěné odpadní vody vypouštěny do citlivé oblasti,
  - kapacita čistírny je větší než 10 000 EO.
- Pevně dané emisní standardy pro N a P jako celoroční průměr.
- Doplněno o Sdružený přístup k bodovým a difuzním zdrojům znečišťování podle čl. 10. Rámcové směrnice o vodě 2000/60/ES

Dobrý chemický stav povrchových vod v EU



Dobrý ekologický potenciál povrchových vod v EU

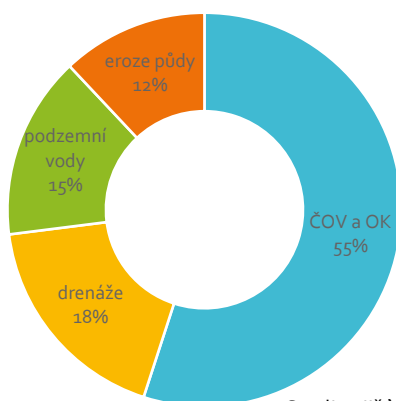


## Vývoj v odstraňování nutrientů s cílem prevence eutrofizace

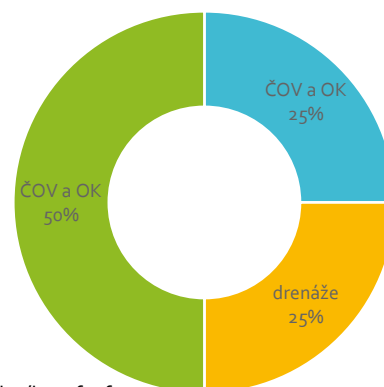
- Značné investice do výstavby městských ČOV (v poslední zprávě EEA ještě více jak 50 mld. € k dosahování DSV).
- Posuzování shody s požadavky Směrnice – reporting:
  1. implementace (aktuálně běžící infringement před Reasoned Opinion s ČR, stejně jako s dalšími 3 státy EU)
  2. každoroční do WISE prostřednictvím Reportnet - individuálně aglomerace nad 2000 EO + kaly/reuse za ČR
- Přestože řada států zatím podle EK nedostatečně implementovala požadavky stávající UWWTD a dobrý stav vod je nejen nedosahován, ale naopak se celkový počet vod. útvarů mimo DSV zvyšuje (metoda one out, all out, méně jak 40 % DSV), je zapotřebí směřovat k zero pollution (Zelená dohoda pro Evropu, 2020 😊)
- Budoucnost stokování a čištění odpadních vod v publikaci EEA (2019) „Urban waste water treatment for 21st century challenges“ – snížení dopadů klimatické změny, znovuvyužití zdrojů, energetická účinnost).

## Vývoj v odstraňování nutrientů s cílem prevence eutrofizace

Zdroje fosforu v povrchových vodách



Zdroje dusíku v povrchových vodách



Studie zjišťující zdroje dusíku a fosforu v povrchových vodách v německé části povodí Labe (Trepel, 2015)

- Dílky koláče mohou být různé, ale snížit jeden nebude nikdy stačit pro dosažení dobrého stavu vod
- Je třeba řešit komplexně a nezaujatě všechny typy zdrojů s ohledem na celkové dopady na životní prostředí
- Revize BAT v rámci nařízení vlády č. 401/2015 Sb. je tedy pro ukazatel Pcelk na místě

## Vývoj v odstraňování nutrientů s cílem prevence eutrofizace

- Možnosti redukce eutrofizace nabízí hlavně snížení koncentrace fosforu
- Další snižování vypouštění oxidovaných forem dusíku má omezený dopad
- Možnost využít dusičnany na udržení fosforu v sedimentech, popř. potlačení sinic rostlinami v letním období – flexibilní limity
- Kde je cíl:
- Norma environmentální kvality (Příloha č. 3 k nařízení vlády č. 401/2015 Sb.) limit  $P_c$  0,05 mg/l.
- Hydrobiologové 0,02 mg/l v povrchových vodách.
- Publikace i méně – 0,003 - 0,009 mg/l reaktivního P

Vývoj v  
odstraňování  
nutrientů s  
cílem prevence  
eutrofizace

Orientační odhad cílové konc. Pcelk v mg/l průměru všech ČOV v ČR při odhadu 20-násobného naředění odtoků (celkový odtok z ČR 15 mld. m<sup>3</sup>, odtok z ČOV 0,8 mld. m<sup>3</sup> bez jiných opatření)

Cílová konc. v tocích (mg/l)	Průměr z ČOV (100% bilance fosforu) (mg/l)	Průměr z ČOV (50% bilance fosforu) (mg/l)
0,05	1	0,5
0,02	0,4	0,2
0,01	0,2	0,1



terciární stupeň čištění

Hygienizace  
odtoku pro  
potřeby  
nadlepšování  
průtoků zejména  
u rekreačních  
vod v době sucha  
a recyklace

Zhoršování průtokových poměrů v recipientech a snižování ředících poměrů pod výpustmi městských ČOV.

Opětovné využívání vyčištěných odpadních vod – závlahy, rekreace.

Chlorace
Ozonizace
Membrány
UV záření
Peroxokyseliny





## Odstraňování mikropolutantů pro účely recyklace



Toto není otázka, ale skutečnost – viz revize Industrial Emissions Directive, studie Deloitte k Enhanced Producer Responsibility (oboje na [www.eureau.org](http://www.eureau.org))

## Odstraňování mikropolutantů pro účely recyklace

- mikrofiltrace a ultrafiltrace
- nanofiltrace a reverzní osmóza
- ozonizace či ozonizace v kombinaci s peroxidem vodíku
- UV záření a v kombinaci s peroxidem vodíku
- aktivovaný kal s aktivním uhlím (práškové aktivní uhlí např. ve formě technologie ActifloCARB)
- Úspěšné ověřování technologií úpravy na ČOV Brno (2017) a ÚČOV Praha (2020). Membránová separace, GAC a desinfekce – pravidelná výroba piva z recyklované vody.



## Energetická efektivita a uhlíková neutralita



## Energetická efektivita a uhlíková neutralita

- 1. Zlepšení řízení procesu čištění odpadních vod s využitím on-line měření a modelování, inkorporace měření energetických veličin pro jednotlivé provozní celky.
- 2. Využití energeticky efektivních procesů jako je deamonifikace k čištění kalové vody, koncentrovaných průmyslových vod apod.
- 3. Zlepšení údržby aeračních systémů v podobě evaluace stavu, čištění a včasné výměny.
- 4. Zlepšení energetické efektivity míchání.
- 5. Zohlednění faktoru emise skleníkových plynů při projekci, provozu a údržbě ČOV.

## Energetická efektivita a uhlíková neutralita

### Od slov k činům

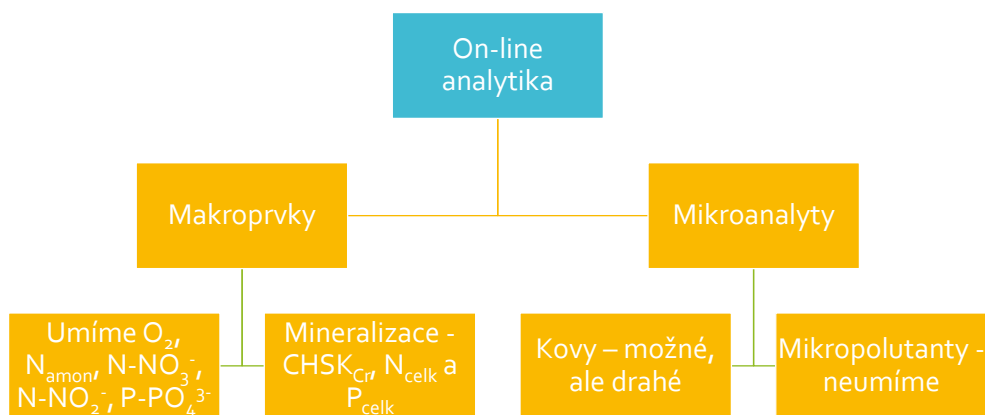
- Návrhy rekonstrukcí ČOV a zejména kalového hospodářství musí odrážet prvky udržitelné infrastruktury – výpočet technologie by měl být zpětně variantně vyhodnocen z pohledu celkového životního cyklu a dopadu na životní prostředí
- Takový postup je přímou reflexí požadavků Zelené dohody pro Evropu.
- Jak to udělat? Formou zadání zpracování projektové dokumentace/stavby s envi/energetickými hodnotícími kritérii v návaznosti na studii proveditelnosti, která varianty připraví a předvybere i v dotační souvislosti.

## Energetická efektivita a uhlíková neutralita

### Příklad kalová koncovka

- Posouzení vhodnosti termické hydrolýzy L/D, DLD (životní náklady vs. efekt na odvodnitelnost, hygienizaci, bioplyn) vč. vazby na snížení org. složky v kalech (valorizace?) a uvolnění N + CHSKinert
- Posouzení technologií hygienizace a srovnání dle nákladovosti přepočtené do ceny za tunu likvidovaného kalu v horizontu 5 let. Kontext lokality – plocha/kompostárna/možnost termofilie/aktuální cesta likvidace/teplárna.
- Zvýšení výroby bioplynu (externí substráty vč. zpracování potr. a kapalných odpadů) vč. posouzení dopadu do vodní linky.
- Možnosti alternativních zdrojů tepla (tepelná rekuperace dmychadla, kal, odtok) + solární panely - posouzení bilance zdrojů EE/tepla (KGJ/biometan/kotel).
- Náhrada KGJ zařízením na úpravu bioplynu na biometan
- Nové alternativní technologie (obohacování bioplynu vodíkem, CO<sub>2</sub> konverze....).

On-line měření,  
zpracování dat,  
modelování a  
molekulárně-  
biologické  
metody



Výzvy:

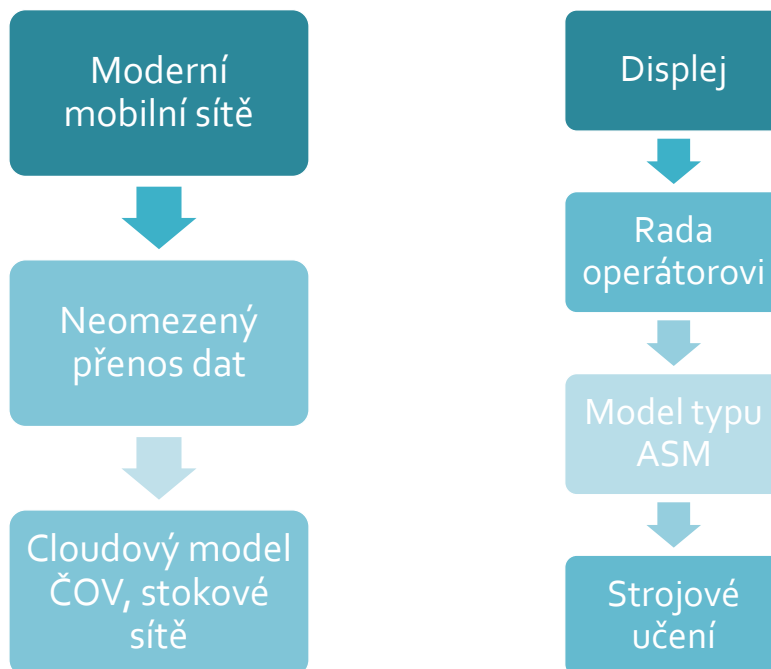
Ne rozšíření metod a parametrů

Rozšíření i na menší ČOV

Snížení nároků na obsluhu ČOV

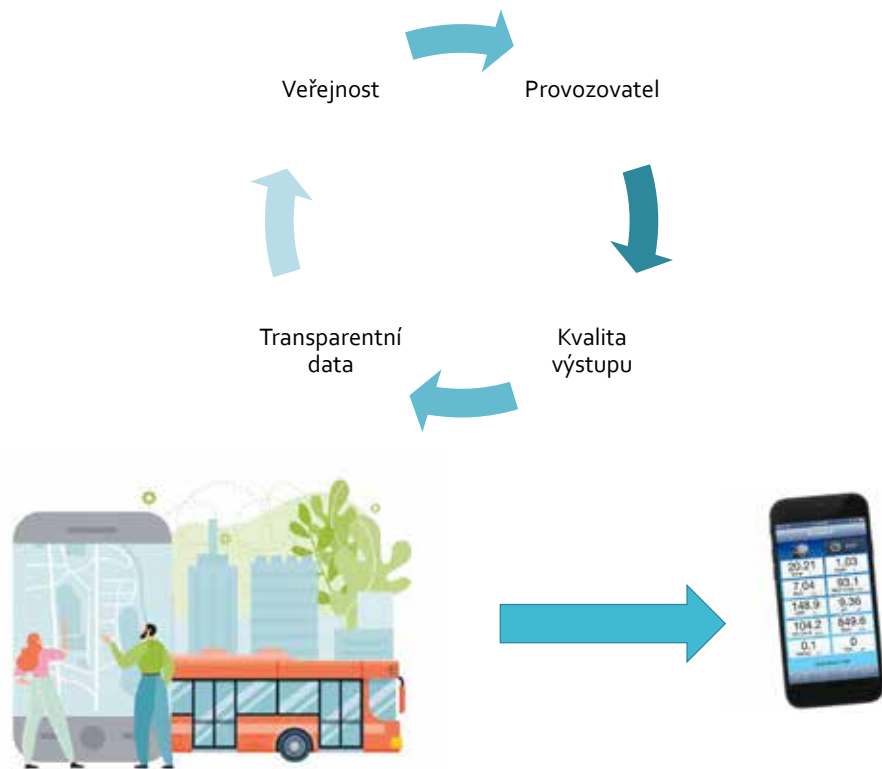
Kamerové systémy – barva, pěna apod. – vizuální kontrola

On-line měření,  
zpracování dat,  
modelování  
a molekulárně-  
biologické  
metody

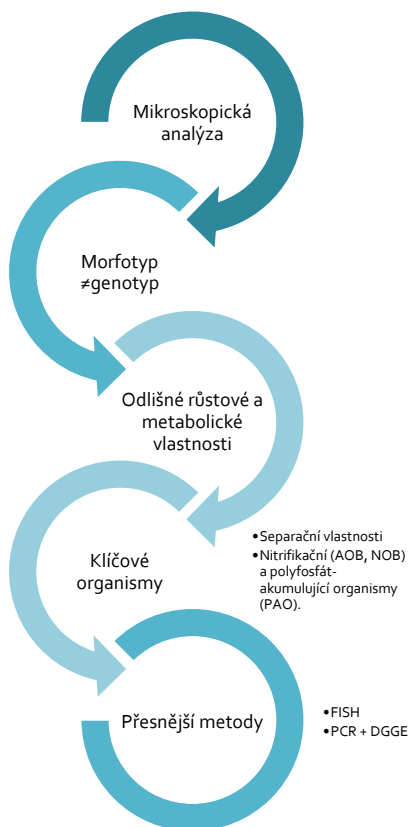




# On-line měření, zpracování dat, modelování a molekulárně- biologické metody

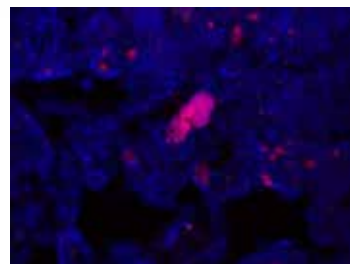


# On-line měření, zpracování dat, modelování a molekulárně- biologické metody



Co obsahovala tzv. nocardiová pěna na ÚČOV?

Taxonomic Group	Reads	% Read Abundance
Proteobacteria: Simplicispira	16	10.3
Actinobacteria: Gordonia	7	4.4
Proteobacteria: Orzovia	7	4.4
Actinobacteria: Tetrasphaera	6	3.8
Bacteroidetes: Flavobacterium	4	2.5
Proteobacteria: Rhodospirillum rubrum	4	2.5
Proteobacteria: Zoogloea	3	1.9
Proteobacteria: Dokdonella	3	1.9
Proteobacteria: Amarillipes	3	1.9
Bacteroidetes: f__Chitinophagaceae_OTU_8	2	1.3
Firmicutes: Trichococcus	2	1.3
Bacteroidetes: Niabella	2	1.3
Proteobacteria: Novosphingobium	2	1.3
Bacteroidetes: MK4	2	1.3
Proteobacteria: f__Comamonadaceae_OTU_29	2	1.3
Actinobacteria: Fodinibacter	1	0.6
Proteobacteria: f__Phyllobacteriaceae_OTU_14	1	0.6
Proteobacteria: Myxomicrobium	1	0.6
Actinobacteria: f__Microthricaceae_OTU_17	1	0.6
Proteobacteria: Pseudorhodospirillum	1	0.6
Bacteroidetes: Ferruginibacter	1	0.6
Proteobacteria: Dechloromonas	1	0.6
Firmicutes: Subdoligranulum	1	0.6
Proteobacteria: Phenylbacterium	1	0.6
Proteobacteria: f__Comamonadaceae_OTU_23	1	0.6
Firmicutes: Roseburia	1	0.6
Proteobacteria: Desulfosporosinus	1	0.6
Proteobacteria: f__Bradyrhizobiaceae_OTU_46	1	0.6
Proteobacteria: Nitrospinales	1	0.6
Bacteroidetes: CYCU-6281	1	0.6
Firmicutes: Blautia	1	0.6
Proteobacteria: f__Comamonadaceae_OTU_35	1	0.6
Proteobacteria: Acidovorax	1	0.6
Bacteroidetes: f__PHOS-NEB1_OTU_31	1	0.6
Actinobacteria: f__Microthricaceae_OTU_42	1	0.6



## Co budeme potřebovat?

Čistá hlava a  
nepředpojatý přístup k  
tradičním i moderním  
technologím

Aktivní přístup k  
celoživotnímu  
vzdělávání

Multioborová  
komunikace

Flexibilní uvažování  
nad požadavky na  
kvalitu vyčištěné vody

Aktivní participace  
veřejnosti

Pohlížet na ÚV/ČOV  
jako na zdroj energie a  
materiálů

## Podíváme se konečně na čistírny OV jinak?

ČOV (s kvalitní dezodorizací☺) se stávají součástí komunitního plánu (sportovní a volnočasové využití, reuse) + designové šperky a s více jak 100 % energetickou soběstačností.



Podíváme se  
konečně na  
čistírny OV  
jinak?

Inspiraci hledejme u  
moderních spaloven (i  
čistírenských kalů☺)



*Hong Kong – MMD/Veolia*



*Kodaň - sjezdovka*

# Strategie oboru VaK v oblasti odpadních vod a kalu v kontextu SOVAK ČR

*Ing. Vilém Žák*

*Sdružení oborů vodovodů a kanalizací ČR, z.s.*

*Ředitel a člen představenstva*

*Mgr. Michaela Vojtěchovská Šrámková, Ph. D.*

*Sdružení oborů vodovodů a kanalizací ČR, z.s.*

*Odborná asistentka*

*Nové metody a postupy při provozování ČOV, 13. – 14. 4. 2021, Moravská Třebová*

STRANA 1

**1**

**Legislativa EU a ČR**

**2**

**Nakládání s kaly v ČR**

**3**

**Nakládání s kaly EU**

**4**

**Budoucnost kalů v ČR**

STRANA 2



- Směrnice 86/278/EEC byla přijata před více než 30 lety s cílem upravit používání čistírenských kalů v zemědělství tak, aby se zabránilo škodlivým vlivům na půdu, rostliny, zvířata a člověka.
- V roce 2014 byla směrnice posouzena jako součást „ex-post hodnocení některých směrnic o toku odpadů“, které ukázalo, že směrnice 86/278 EEC přispěla k dosažení svých původních cílů, a to zvyšováním množství kalů používaných v zemědělství a přispíváním ke snižování škod na životním prostředí. Je skutečností, že proces přehodnocení se především zaměřil na těžké kovy v půdě a kalech. Zhodnocení však také zdůraznilo řadu dalších otázek a identifikovalo oblasti, ve kterých směrnice neodpovídá plně potřebám a realitě znečištění kalů, neboť kvalitativní ukazatelé jsou jednostranně zaměřeny.
- EK se v roce 2019 ocitla pod silným tlakem EU parlamentu, který ji zavázal k přehodnocení do konce roku 2021. Hlavním důvodem byla prudce stoupající spotřeba léčiv a jejich prokázaná akumulace v čistírenském kalu, současně s nárůstem výskytu léčiv nebo jejich zbytků v podzemních i povrchových vodách.
- **Proto Evropská komise (EK) zahájila do 25. srpna 2020 veřejnou konzultaci v rámci „Roadmap“ pro přehodnocení směrnice EU o čistírenských kalech s cílem přijmout nejpozději na konci roku 2021 revidované znění.**

- Každá členská země EU si stanovuje odlišné požadavky (s ohledem na směrnici 86/278/EHS) na těžké kovy, patogeny a organické mikropolutanty jak v čistírenských kalech, v kompostech a hnojivech, tak i v půdách, na které jsou kaly aplikovány.
- Směrnice o čištění městských odpadních vod 91/271/EHS (5) vyžaduje opětovné použití kalů, kdykoli je to možné (článek 14).
- Naproti tomu však revidované nařízení o hnojivech 2019/1009/EU (6) vylučuje z rozsahu své působnosti čistírenské kaly, neboť toto nařízení brání hnojivům získaným z kalů získat certifikační značku kvality EU (včetně kompostu).

Srovnání limitů Směrnice 86/278/EEC s limity těžkých kovů v upravených čistírenských kalcích ve vybraných státech:

Těžký kov	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
(mg/kg suš.)							
<b>Směrnice 86/278/EEC</b>	20-40	-	1000- 1750	16-25	300- 400	750- 1200	2500- 4000
Dánsko	0,8	100	1000	0,8	30	120	4000
Estonsko	15	1200	800	16	400	900	2900
Francie	10	1000	1000	10	200	800	3000
Německo	1,5	2(Cr VI)	900	1	80	150	4000
Irsko	20	-	1000	16	300	750	2500
Itálie	20	0	1000	10	300	750	2500
Portugalsko	20	1000	1000	16	300	750	2500
Španělsko	20-40	1000-1750	1000-1750	16-25	300-400	750-1200	2500-4000
<b>Česká republika</b>	5	200	500	4	100	200	2500
Slovensko	10	1000	1000	10	300	750	2500
Švédsko	2	100	600	2,5	50	100	800
Polsko	10	500	800	5	100	500	2500
Belgie	10	500	600	10	100	500	2000
Holandsko	1,25	75	75	0,75	30	100	-

STRANA 5

## Základní data VaK 2019

Počet obyvatel ČR zásobovaných z veř. vodovodů: **10,090 mil. (94,6 %)**

• řádní členové SOVAK ČR **9,221 mil. (86 %)**

Výroba pitné vody: **594 mil.m<sup>3</sup>**

Počet obyvatel připojených na kanalizaci: **9,120 mil.(85,5 %)**

• řádní členové SOVAK ČR **7,743 mil (72 %)**

Celkem vyčištěno odpadních vod: **792,6 mil. m<sup>3</sup>**

• z toho srážkové vody **358,5 mil. m<sup>3</sup>**

• z toho splaškové vody, průmyslové a ostatní vody **450,3 mil. m<sup>3</sup>**

Celkem produkováno kalů: **197 000 t sušiny**

• řádní členové SOVAK ČR **151 000 t sušiny (76,7 %)**

STRANA 6

V České republice se nakládání s čistírenskými kaly řídí následujícími právními předpisy:

- **Zákon č. 541/2020 Sb.**, o odpadech
- **Zákon č. 156/1998 Sb.**, o hnojivech, pomocných půdních látkách, pomocných rostlinných přípravek, hnojivých a agrochemických přípravcích a o hnojivých a agrochemických přípravcích
- Vyhláška č. 237/2017 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů, kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 377/2013 Sb. o skladování a způsobu používání hnojiv
- Vyhláška č. 437/2016 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady a změně vyhlášky č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady a o změně vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 305/2019 Sb., o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě
- Vyhláška č. 341/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady
- Vyhláška č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu
- Vyhláška č. 93/2016 Sb., o Katalogu odpadů
- V návrhu - 131/20XX Návrh vyhlášky, kterou se mění vyhláška č. 474/2000 Sb., o stanovení požadavků na hnojiva

Tyto vyhlášky  
zrušeny §158  
zákona č.  
541/2020 Sb.

STRANA 7

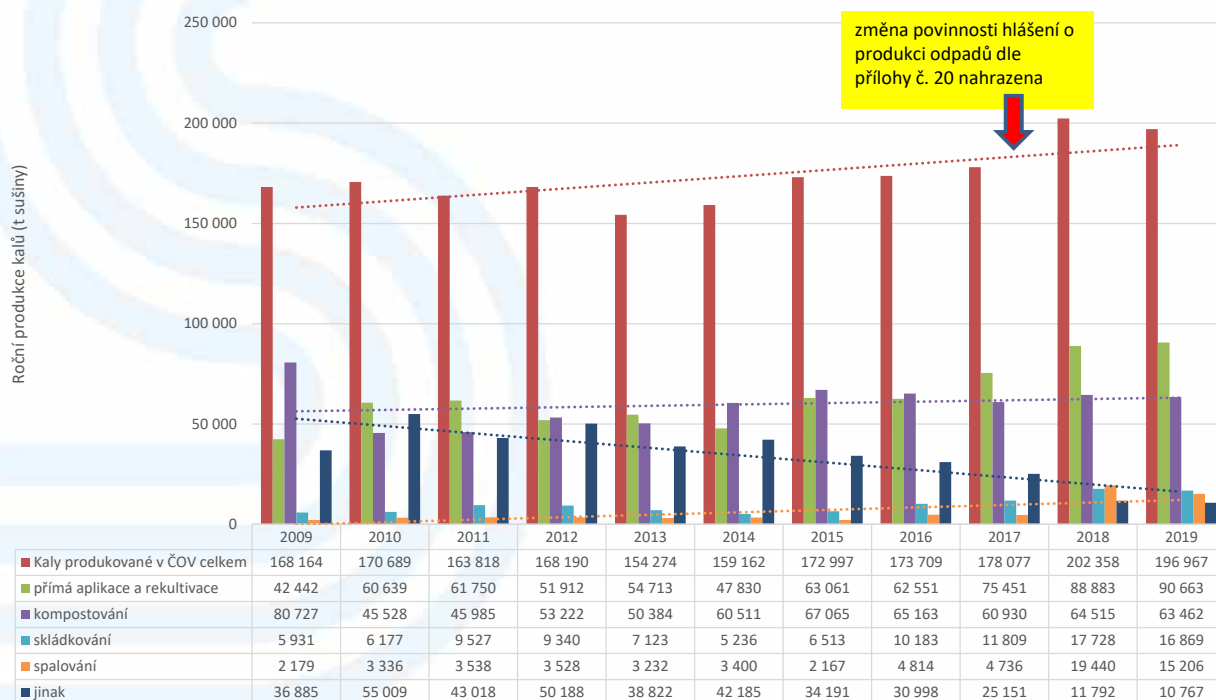
Na základě výše zmíněných právních předpisů je možné v ČR rozlišit 5 základních kategorií nakládání s čistírenskými kaly:

1. Přímá aplikace a rekultivace
2. Kompostování
3. Skládkování
4. Energetické využívání
5. Jinak

Ve způsobech zneškodnění kalů byl zaznamenán v roce 2019 další nárůst v kategorii „Přímá aplikace a rekultivace“ o cca 2,1 % na 90 663 t suš. za rok (46,03 %), „Kompostování“ představuje cca 32,2 %, vykazovaná kategorie „Skládkování“ se drží na 8,56 %, mírně pokles podíl „Energetické využívání“ na 7,72 % z celkové produkce čistírenských kalů.

STRANA 8

Způsoby zneškodnění čistírenských kalů v letech 2009 - 2019

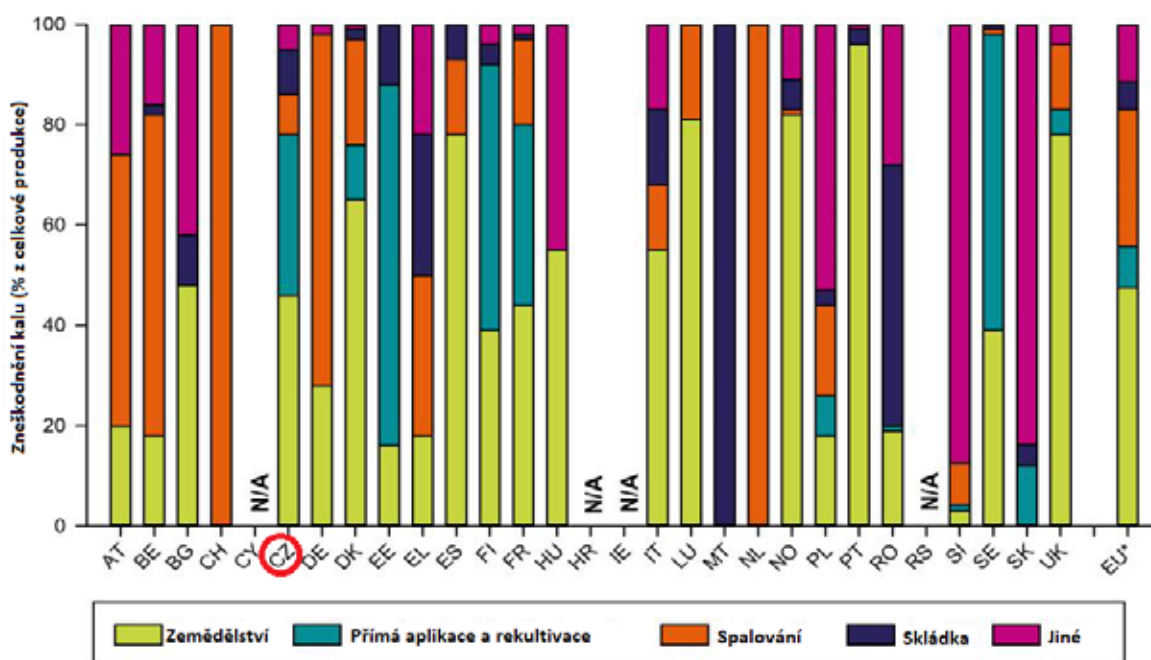


STRANA 9

- Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, § 67, 68 a 69
- Upraveným kalem je:
  - kal, který byl podroben biologické, chemické nebo tepelné úpravě nebo jakémukoliv jinému vhodnému procesu tak, že se významně sníží obsah patogenních organismů v kalu, a tím zdravotní riziko spojené s jeho aplikací na základě ověření účinnosti technologie úpravy kalů, pro který byl vypracován program použití kalů, nebo
  - kal, který splňuje mikrobiologická kritéria stanovená vyhláškou ministerstva,
- Pro upravené kaly aplikované na zemědělskou půdu jsou stanoveny vyhláškou:
  - mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v zemědělské půdě podle odstavce 2,
  - mezní hodnoty koncentrací těžkých kovů, které smí být přidány do zemědělské půdy za období 10 let, podle odstavce 2 a
  - postupy analýzy kalů a půdy, včetně metod odběru vzorků.

STRANA 10





STRANA 11

- Díky postupnému omezování ukládání biologicky rozložitelného odpadu na skládky je možné v současné době v Evropě pozorovat dva hlavní směry konečného využití a likvidace čistírenských kalů, a to využívání upravených kalů v zemědělství a různé metody termického zpracování.
- Přes jasně prokázaný prospěšný vliv organické hmoty kalů a živin v nich obsažených při využití na zemědělské půdě, se v posledních desetiletích velmi diskutuje i její negativní vliv na životní prostředí v důsledku jejího znečištění, a to nejen patogenními mikroorganismy (např. kvůli zbytkům léčiv, antibiotik, přísad kosmetických produktů, ale i těžkým kovům, dioxinům, atd.).
- Švédsko a některé další státy přijaly řadu opatření jako je např. povinnost označovat komposty z kalů i všechny produkty vypěstované na půdě s aplikací kalů.

STRANA 12

- Nejprogresivnějším způsobem v zemích západní části Evropy je spalování, především pak v Německu, Švýcarsku a Francii. Spalování, resp. energetické využívání kalů je způsob, který je schopen maximálně eliminovat rizika spojená s odstraňováním kalů, a proto je zejména ve vyspělých státech Evropy považováno za východisko při řešení kalové otázky.
- Porovnání způsobů nakládání s kaly v ČR s Německem a Rakouskem

	ČR	Německo	Rakousko
<b>Zemědělské využití</b>	46%	24%	20%
<b>Kompostování</b>	33%	11%	20%
<b>Skládkování</b>	10%	0%	0%
<b>Energetické využití</b>	11%	64%	53%
<b>Jiné využití</b>	0%	0%	6%
<b>Celkem</b>	100%	100%	100%

## Vize nakládání s kaly v ČR

- Budoucnost nakládání s kaly z čistíren komunálních odpadních vod:
  - minimalizace objemu a hmotnosti sušením,
  - analýza na obsah cizorodých látek v sušině a podle výsledku rozborů:
    - použití přímo na zemědělskou půdu,
    - jako přídavek do kompostů,
    - nebo spoluspalováním ve stávajících zdrojích.
- V budoucnosti potřebujeme kromě přímé aplikace upravených hygienizovaných kalů na zemědělskou půdu nebo využití produktů materiálové transformace na půdu i různá inovativní udržitelná řešení.

- Vodárenské společnosti obvykle předávají vyprodukované kaly dalším oprávněným osobám (provozovatel zařízení na úpravu kalů):
  - k přímé aplikaci na půdu,
  - ke kompostování
  - nebo rekultivaci.
- Všechny tyto technologie ovlivňuje/ovlivňovala Vyhláška č. 437/2016 Sb., o použití čistírenských kalů na zemědělské půdě, která zpřísnila podmínky úpravy kalů před jejich použitím v zemědělství i podmínky skladování a aplikace upravených kalů.
- Byly tak stanoveny požadavky na provozovatele zařízení pro úpravu kalů (na vlastní čistírně odpadních vod či mimo ČOV), například anaerobním vyhníváním, hygienizací vápnem či sušením tak, aby bylo prokazatelné, že technologie úpravy je schopna účinně kaly hygienizovat na požadované snížení počtu patogenních mikroorganismů.
- Účinnost této vyhlášky byla odložena od 1.1.2023. Poté měly být platné následující limity:

Mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek a prvků v kalech pro jejich použití na zemědělské půdě (Vyhláška č. 437/2016 Sb.).

riziková látka	mezní (maximální) hodnoty koncentrací v kalech [mg/kg sušiny]
As - arzén	30
Cd - kadmium	5
Cr - chrom	200
Cu - měď	500
Hg - rtuť	4
Ni - nikl	100
Pb - olovo	200
Zn - zinek	2500
AOX	500
PCB (suma 7 kongenerů) 28+52+101+118+138+153+180	0,6
PAU (suma antracenu, benzo(a) antracenu, benzo(b) fluoranthenu, benzo(k) fluoranthenu, benzo(a) pyrenu, benzo(ghi) perylenu, fenantrenu, fluoranthenu, chrysenu, indeo(1,2,3-cd)pyrenu, naftalenu a pyrenu)	10

Mikrobiologická kritéria pro upravený kal pro aplikaci na zemědělské půdě (Vyhláška č. 437/2016 Sb.)

indikátorový mikroorganismus	jednotky	počet zkoušených vzorků při každé kontrole výstupu	limitní hodnota (nález/KTJ*)
Salmonella spp.	nález v 50g	5	negativní
Escherichia coli nebo enterokoky	KTJ* v 1 gramu	5	< 10 <sup>3</sup>
		1	< 5.10 <sup>3</sup>

- V roce 2017 Ministerstvo zemědělství vydalo vyhlášku č. 237/2017 Sb., kterou se mění vyhláška Ministerstva zemědělství č. 474/2000 Sb. Tato vyhláška přinesla zpřísnění mikrobiologických požadavků na organická hnojiva a substráty, při jejichž výrobě byly použity odpady z čistíren odpadních vod ve shodě s vyhláškou č. 437/2016 Sb.
- Bohužel kompostárny mají zásadní problémy s plněním těchto ukazatelů. Aktuálně proto probíhá novelizace označovaná jako Vyhl.č.131/XX, která omezí množství čistírenských kalů aplikovatelných při výrobě kompostů.
- Pro správný kompostovací proces s příslušným náběhem tepelné fáze, je potřeba k odpadům z čistíren odpadních vod přidat i určitý podíl standardní biomasy (listí, tráva, štěpka).
  - Podíl odpadů z čistíren odpadních vod v surovinové skladbě konečné šarže hnojiva při výrobě organických hnojiv a substrátů (kompostů) se stanoví na maximálně 40 % hmoty.
  - Úprava limitů (zvýšení) některých rizikových prvků (As, Cr, Pb) tak, aby odpovídaly zkušenostem z praxe a také limitům stanoveným v novém nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) 2019/1009 ze dne 5. června 2019, kterým se stanoví pravidla pro dodávání hnojivých výrobků EU na trh.

## Kompostování kalů v ČR

Kraj	počet kompostáren	kapacita projektovaná	kapacita využitá	%
Hlavní město Praha	1	1000	141	14,1
Středočeský	89	594 145	342 981	57,73
Jihočeský	59	147 433	74 617	50,61
Plzeňský	33	162 137	66 379	40,94
Karlovarský	11	66 000	70 104	106,22
Ústecký	22	330 292	139 177	42,14
Liberecký	7	32 900	33 091	100,58
Královehradecký	36	127 275	80 861	63,53
Pardubický	46	154 986	87 880	56,7
Olomoucký	56	158 259	102 977	65,07
Moravskoslezský	47	343 274	119 044	34,68
Jihomoravský	30	238 283	150 997	63,37
Zlínský	26	111 062	48 404	43,58
Kraj Vysočina	66	148 178	50 461	34,05
celkem	529	2 615 224	1 367 114	52,28



Průměrná data energetické bilance čistírenských kalů:

sušina (%)	27,98425
výhřevnost (MJ/kg)	1,68845
výhřevnost sušiny (MJ/kg suš.)	11,784
výhřevnost organické sušiny (MJ/kg org. suš. )	20,864
organická sušina (%)	55,33
Spalné teplo v org. sušině (MJ/kg org. suš. )	24,055

Termické zpracování čistírenských kalů je dobrým příkladem cirkulární neboli oběhové ekonomie se snahou o minimalizaci vzniku odpadů podporovanou EU. Vysušený kal z komunálních čistíren odpadních vod má výhřevnost 8–12 MJ/kg sušiny. Kal svými vlastnostmi připomíná v mnoha ohledech hnědé uhlí.

S ohledem na množství sušiny kalu produkované na území ČR (190 000 t/rok), lze realizovat energetické využití ve formě spoluspalování. Budovat samostatné spalovny pouze pro kal je ekonomicky nevýhodné.

## Zemědělství

- Na zemědělskou půdu aplikovat pouze velmi kvalitní upravené čistírenské kaly, produkty získané z využití kalů nebo mix (blend) produktů kvalitou odpovídající nařízení EU o hnojivech.
- Likvidace mikropolutantů je klíčová pro výběr vhodných technologií. Je důležité, aby aplikací kalů nebo produktů z kalů, nedocházelo ke snížení kvality podzemní nebo povrchové vody a zvýšení zdravotních rizik.

## Energetika

- Podporovat rozšíření technologií Sludge – to – Energy, neboť v současných cenách má využitelný energetický obsah sušiny kalu vyšší hodnotu (jedná se o obnovitelný zdroj energie), než je hodnota využitelného fosforu.
- Preferovat technologie s nízkou spotřebou energie a nízkou uhlíkovou stopou.

## Legislativa

- Probíhající revize směrnice EU ke kalům zásadně ovlivní další vývoj, výše uvedené body již reagují na očekávané změny .

## Další

- Pokračovat ve vývoji nových technologií pro budoucí nakládání s kaly, protože budoucnost bude vyžadovat různá řešení a alternativy k aplikacím kalu přímo na zemědělskou půdu.
- Zahrnout iniciativy k udržitelnějšímu nakládání s kalem jako základ rizikové analýzy, mimo aplikací na zemědělskou půdu (přímé nebo nepřímé), zahrnout ověřená inovativní řešení s náležitou pozorností na širokou škálu užitečných látek, které mohou být z kalů získány.

## Sdružení oboru vodovodů a kanalizací ČR, z.s. (SOVAK ČR)

### Sídlo a korespondenční adresa:

Novotného lávka 5  
110 00 Praha 1

### Kancelář:

Křižovnické náměstí 2  
110 00 Praha 1  
Tel.: +420 221 082 207  
e-mail: [sovak@sovak.cz](mailto:sovak@sovak.cz)  
web: [www.sovak.cz](http://www.sovak.cz)

*SOVAK ČR je spolkem sdružujícím právnické a fyzické osoby, činné v oboru vodovodů a kanalizací pro veřejnou potřebu a sdružuje subjekty, jejichž hlavním předmětem činnosti je zajišťování zásobování vodou nebo odvádění a čištění či jiné zneškodňování odpadních vod, a to jak z hlediska provozování a spravování, tak z hlediska vlastnictví, rozvoje a výstavby. V současné době má SOVAK ČR 113 řádných členů a 122 členů přidružených. Řádní členové SOVAK ČR v České republice zásobují kvalitní pitnou vodou přes 9 mil. obyvatel, odvádějí odpadní vody pro téměř 8 mil. obyvatel a přes 98 % těchto odpadních vod čistí.*

# Nakládání s čistírenskými kaly z pohledu národní a evropské legislativy

Ing. Ondřej Beneš, Ph.D., MBA, LL.M.

Ing. Filip Wanner, Ph.D.

NOVÉ METODY A POSTUPY  
PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV

Memoriál Ing. Jakuba S. Čecha, CSc.

13. – 14. 4. 2021

On-line webinář

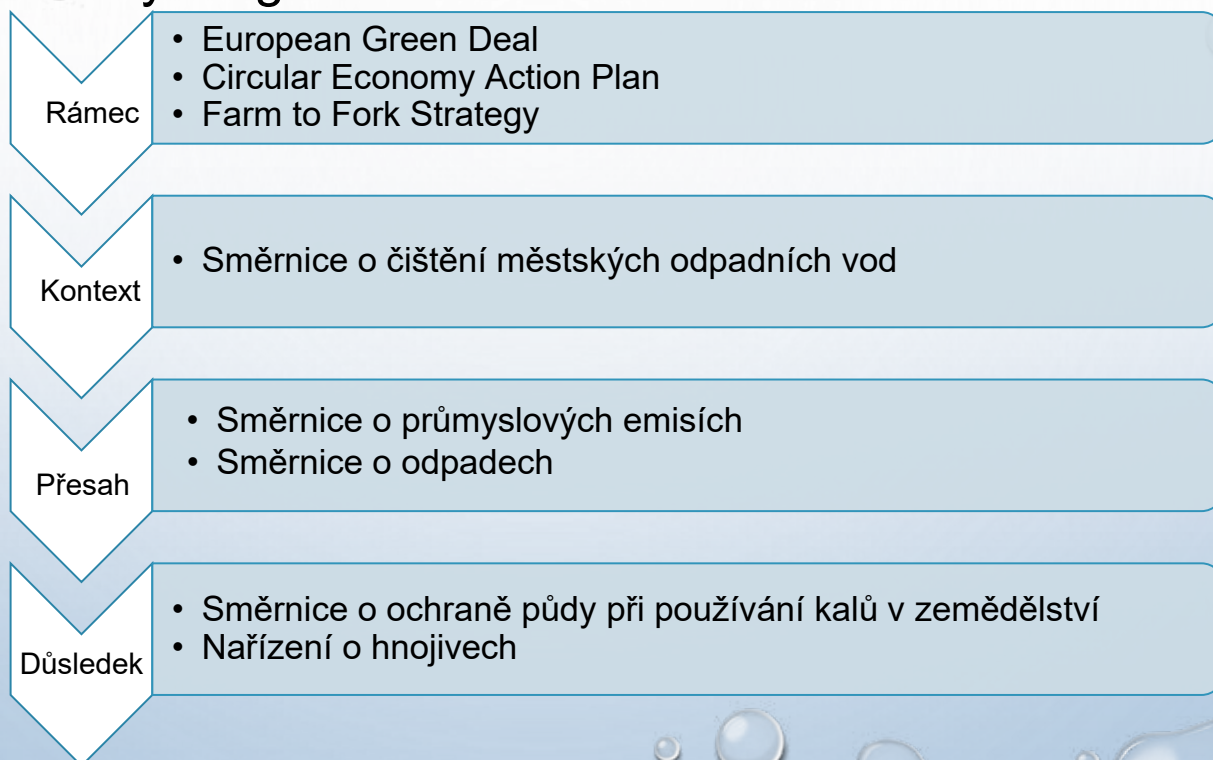
25  
let

## LEGISLATIVA EU a ČR

### Principy SUBSIDIARITY a PROPORCIONALITY

- Čl. 5 odst. 3 Smlouvy o Evropské unii a Protokol (č. 2) o používání zásad subsidiarity a proporcionality. Životní prostředí patří do působnosti sdílené pravomoci s uplatněním principu subsidiarity, který vylučuje zásah EU, pokud otázku mohou účinně řešit členské státy na místní úrovni. Podle zásady proporcionality nemůže EU v oblasti životního prostředí upravovat nic, co není *nezbytné* pro dosažení cílů Smluvy EU (obecný cíl čl. 3 „Zlepšování kvality ŽP“).
- Rozhodčího pro akceptovatelnost legislativy EU z výše uvedených principů hrají u nových předpisů parlamenty členských zemí (ex ante – přímo EP v 8 týdnech od vydání aktu - již 3 „**žluté karty**“) i ex post státy firmy a občané (nepřímo, soudní cestou – ESD - desítky rozhodnutí o neplatnosti či nevykonatelnosti sekundární legislativy EU). Z toho důvodu EK jako legislativní „motor“ využívá široce předběžných konzultací (zapojení SOVAK/CzWA/EurEau), které umožní formulovat odůvodnění návrhů tak, aby se akty vyhnuly možnosti napadnutí/zrušení.
- Čistírenské kaly regulovány dostatečně samostatnou, byt letitou směrnicí. Tlak veřejnosti i EP znamená nutnost revize směrnice, ale **doposud EU nic nového nenařizuje!** Citovaná transpozice směrnic EU do nového ZOO (termín 5.7.2020 nesplněn), se netýká kalů.

## Kaly - legislativa EU - Směrnice o kalech



## Kaly - Revize směrnice o čistírenských kalech

- EK zahájila Q3 2020 proces veřejné konzultace k revizi směrnice 86/278/EHS. Přestože jsou kaly z městských ČOV vyjmuty z obecné působnosti odpadové legislativy vzhledem k specifice původu a cennosti jako zdroje surovin (C,N,P, mikronutrienty), tak je zjevné, že jsou zároveň i předmětem dopadu nových typů znečištění.
  - i. Východiskem je **zachování možnosti ukládání kalů na zemědělskou půdu** v případě dostatečné kvality a úpravy.
  - ii. Zavedení **nových technologií využití čistírenských kalů** s cílem zajištění principů oběhového hospodářství.
  - iii. **Rozšíření limitů pro těžké kovy a další polutanty** na základě vědeckých studií a hodnocení dopadu na lidské zdraví.
  - iv. Provedeno i vyhodnocení, kdy členské země EU uplatňují zásadně odlišné přístupy ke konečnému využití (viz přednáška Ing. Žák).
  - v. Přísná aplikace principu kontroly u zdroje – přesah do revize **Industrial Emissions Directive**.



# Kaly - Revize směrnice o čistírenských kalech – stanoviska

- Postupně odeslána i zveřejněna stanoviska EurEau i SOVAK – hlavní body:
  - Stávající směrnice dostatečně chrání životní prostředí před efektem užití kalů
  - Problematické vyjmutí čistírenských kalů a jejich produktů z nařízení o hnojivých materiálech 2019/1009
  - Přispěje revize opravdu k plnění cílů oběhového hospodářství či je lepší *status quo*?
  - Adaptace na změnu klimatu – nutnost zachování přímé cesty do půdy
  - V případě jiného užití – nutnost pokládat za energii z obnovitelných zdrojů
  - Nutnost vždy kalkulovat finanční a energ. dopady změny nakládání s kaly



Stanovisko SOVAK pro členy v rámci konzultace k dispozici na stránkách [www.sovak.cz](http://www.sovak.cz).

## Kaly – produkty a úprava nařízení 2019/1009/EU

### 21.2.2021 Zveřejnění STRUBIAS kritérií

#### Pouze pro vysrážené fosfátové soli

3. Regardless of the input material applied, the precipitated phosphate salt shall contain:
- a) a minimum  $P_2O_5$  content of 16% of the dry matter content<sup>6</sup>;
  - b) a maximum organic carbon content of 3% of the dry matter content<sup>7</sup>;
  - c) no more than 3 g/kg dry matter of macroscopic impurities above 2 mm in any of the following forms: organic matter, glass, stones, metal and plastics;
  - d) no more than 5 g/kg dry matter of the sum of the macroscopic impurities referred to in point (c).
  - e) no presence of *Salmonella* spp. in a sample containing 25 g fresh mass; and
  - f) no presence of *Escherichia coli* or *Enterococcaceae* in a concentration of more than 1 000 CFU/g fresh mass.

Precipitated phosphate salts derived from materials listed under point **d)** of paragraph 1 shall have:

- g) no more than 6 mg/kg dry matter of PAH<sub>16</sub><sup>8</sup>;
- h) no presence of *Clostridium perfringens* in a concentration of more than 100 CFU/g fresh mass; and
- i) no presence of *Ascaris* sp. eggs in a sample containing 25 g fresh mass.

**Odpadní voda a  
čistírenský kal**

# Kaly – produkty a úprava nařízení 2019/1009/EU

## Nikoliv pro produkty termické oxidace (pyrolýzy) z č. kalů

- 850 °C po dobu 2 s či 1 100 °C po dobu 0,2 s

### 4. The thermal oxidation materials shall have:

- no more than 6 mg/kg dry matter of PAH<sub>16</sub><sup>9</sup>, and
- no more than 20 ng WHO toxicity equivalents/kg dry matter of PCDD/F<sup>10</sup>.

### 6. Thermal oxidation materials & derivatives incorporated into the EU fertilising product shall:

- a) contain no more than 3% Cl<sup>-</sup> on a dry matter basis, only applicable when Cl<sup>-</sup> is an unintentional constituent coming from the input material(s);
- b) contain no more than 400 mg kg<sup>-1</sup> dry matter of total chromium (Cr), if derived from materials listed under point g), h) or j) of paragraph 1;
- c) contain no more than 2 mg kg<sup>-1</sup> dry matter of thallium (Tl), if derived from materials listed under point g), h), i) or j) of paragraph 1; and
- d) contain no more than 600 mg kg<sup>-1</sup> dry matter of vanadium (V), if derived from materials listed under point h) or j) of paragraph 1.

## Kaly - jak je na tom náš Čecháček?

### Máme rádi studie

- Studie SOVAK ČR „Nakládání s čistírenskými kaly v ČR“ 5/2019 (46 respondentů, 170 tis. tun kalu/r)
- Studie MŽP (EY) ke kalům z ČOV jako podklad pro tvorbu priorit dotačních projektů 5/2020 (navázání na studii ECO trend z roku 2015)

### Obecné závěry

- Potřeba financování v řádech miliard Kč
- Shoda na nutnosti řešit kalové koncovky pro oblasti s malou sorpční kapacitou v zemědělství, končícím využitím rekultivace či problematickou kvalitou
- Dotační podpora OPŽP 2013+/2021+ OPIK/OP TAK zahrnuje i podporu projektů, základní (25 % z CUN) a zvýšenou (až 60 % z CUN) pro komplexní projekty
- Je nutné podpořit podmínky materiálové transformace kalů a produktů z nich – viz nový zákon o odpadech a nová prováděcí vyhláška





# Kaly - legislativní odpověď – aktuální řešení



STANDARD

- Nejčastěji příprava a realizace **sušení kalů** (K. Vary, Přerov, Šumperk, M. Boleslav, Náchod, Tachov, Benešov, Cheb, Zlín, Olomouc, Zdechovice) s návaznou likvidací termálně (spoluspalování teplárny, cementárny, spalovny odpadu) či jinak



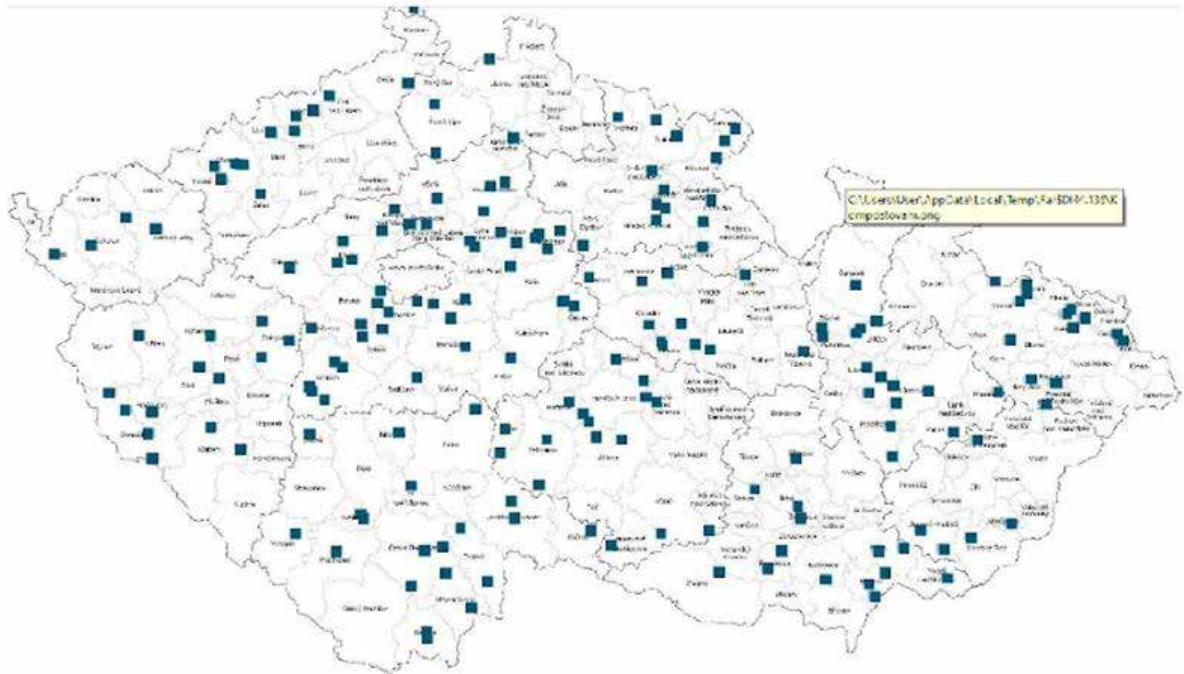
- Alternativa v provozu - **předsušení a pyrolýza** (Trutnov) – ekonomika provozu závislá na možnosti materiálového využití, menší ČOV.
- Místní alternativa v přípravě - **výroba a spalování směsných paliv** (s biosložkou z místní produkce - Písek). Zůstává závislé na místní dostupnosti materiálů, logistice, monitoring spalin!
- **Standardní hygienizace** (termofilní stabilizace Plzeň, Praha, H. Králové)/ hygienizace alternativními metodami (VAS). Zachování cesty kompostování či přímo zemědělství.

## Kaly – vzor case study - solární sušení ČOV Beroun

Lokalita / Varianta	Popis záměru	sub - varianty	produkce kalu na ČOV		produkce odvodněných kalů			potřebná plocha Solar	možná plocha Solar	možnost	rozdíl
			sušina t/rok	sušina t/rok	sušina t/rok	procento sušiny %	odvodněný kal t/rok	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	množství solárně sušeného kalu t/rok	
<b>ČOV Beroun</b>											
1	solární sušení pouze pro ČOV Beroun max. využití plochy bez změny technologie		800	400	1 200	18,75	6 400	5 985	2 880	3 080	-3 320
2	přechod zpracování kalů od aerobní stabilizace na systém s hydrolyzou přebytečného kalu, mezofilní anaerobní stabilizací, kogenerací, odvodněním a solárním sušením		581	400	828	23,00	3 599	3 176	2 880	3 290	-309
3	pyrolýza sušeného kalu (var. 1) k podpoře sušení				1 200						
<b>ČOV Hořovice</b>											
4	solární sušení pouze pro ČOV Hořovice		200	80	280	20,00	1 400	1 242	2 880	1 400	0
5A	solární sušení na ČOV Hořovice pro sušení/dosušení kalu z Berouna pro variantu Beroun bez přechodu na anaerobii (stávající stav, tj. nedostatek místa na prostě solární sušení kalu na ČOV Beroun)	var.4 + var.1 (dosušení z Berouna)	200	80	280	13,12	4 720	4 244	4 320	4 800	80
5B		var.4 + var.2 (dosušení z Berouna)	200	80	280	20,54	1 709	1 503	2 880	3 200	1 491
6	přechod zpracování kalů od aerobní stabilizace na systém s hydrolyzou přebytečného kalu, mezofilní anaerobní stabilizací, kogenerací, odvodněním a solárním sušením		200	80	280						
7	pyrolýza sušeného kalu (var. 5A) k podpoře sušení				1 060						

# Kaly - umístění kompostáren

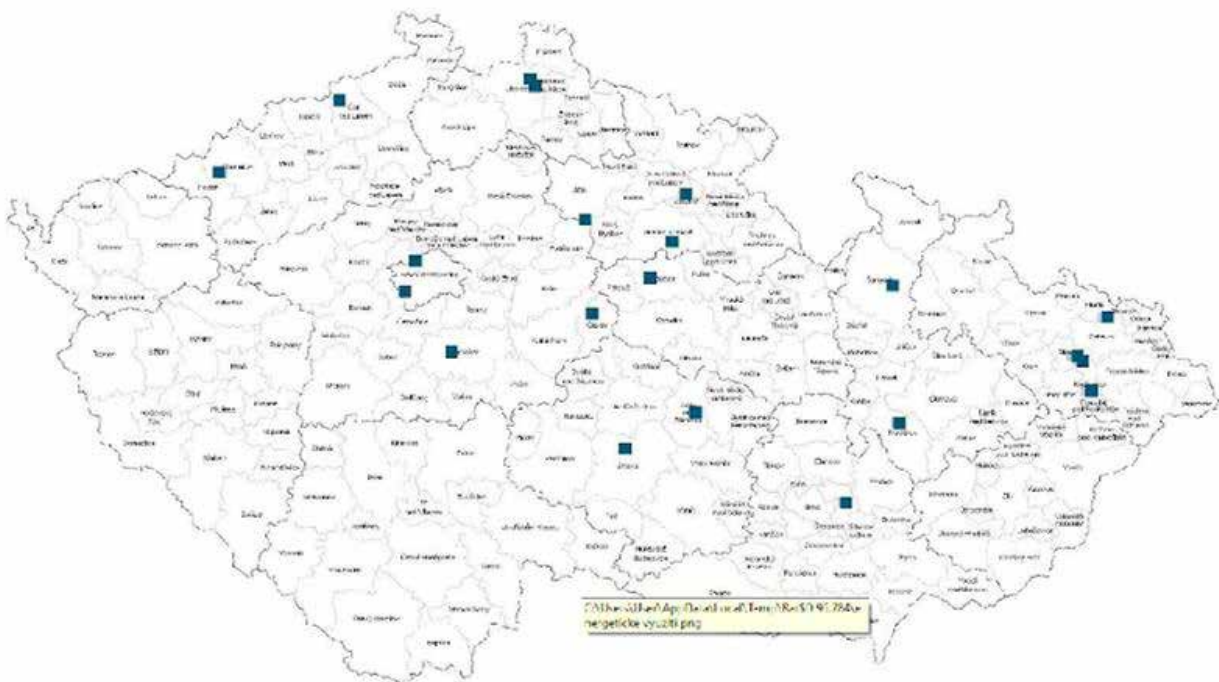
Obrázek 19: Rozmístění zařízení pro nakládání s kaly v rámci ČR- kompostování odpadu



Zdroj: databáze ISOH

# Kaly - umístění zařízení pro energ. využití

Obrázek 22: Rozmístění zařízení pro nakládání s kaly v rámci ČR - energetické využití



Zdroj: databáze ISOH



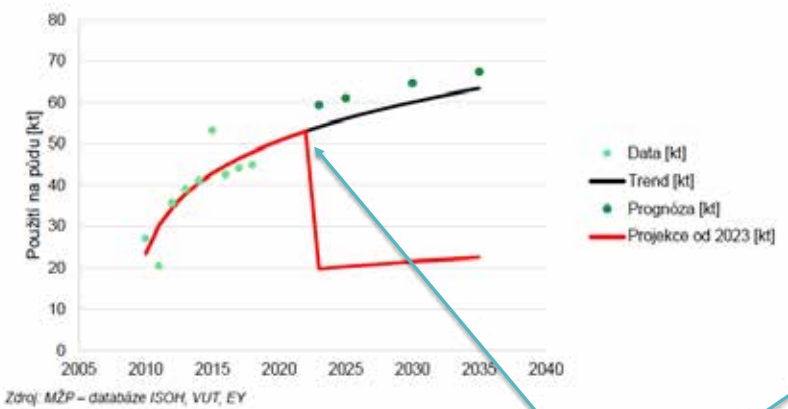
# Kaly - umístění spaloven

Obrázek 23: Rozmístění zařízení pro nakládání s kaly v rámci ČR - spalování



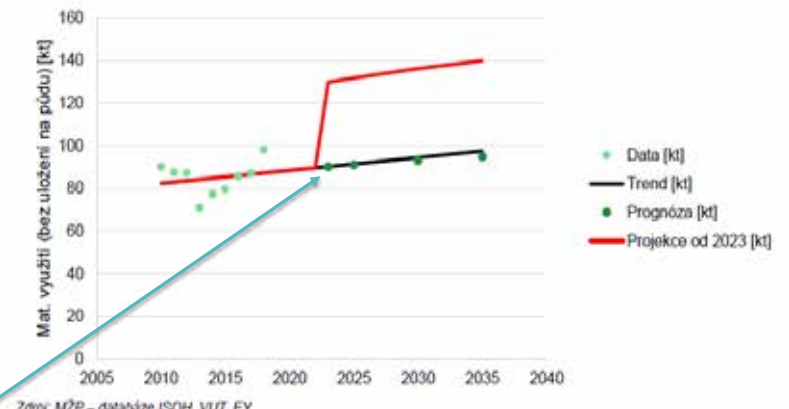
## Kaly - prognóza vývoje po roce 2023 vs. připravenost

Graf 23: Prognóza materiálového využití odpadu 19 08 05 použitím na půdu do roku 2035 na úrovni ČR s vlivem změny legislativy v roce 2023



Zdroj: MŽP – databáze ISOH, VUT, EY

Graf 24: Prognóza materiálového využití odpadu 19 08 05 bez použití na půdu do roku 2035 na úrovni ČR s vlivem změny legislativy v roce 2023



Zdroj: MŽP – databáze ISOH, VUT, EY

Odložená účinnost vyhlášky č. 437/2015 Sb.

- Studie počítají s rychlým odchodem od použití na půdu. Ovšem proběhlá ověření technologií (zejména u termofilní anaerobní stabilizace jako v Plzni a Praze) a doplnění technologie stabilizace kalu i zachování možnosti kompostování znamenají **menší dopad**.

## Kaly - doporučené kroky

- Analýzy, nezaměřené na dodávku konkrétní technologie odhalují často problémy s kvalitou jiné než mikrobiologické – nejčastěji těžké kovy/PAU. Potom cesta do zemědělství/ kompostu slepá. Nutné **opatření na snížení rizikových látek v kalech** z ČOV (monitoring v kanalizační soustavě, snížení u zdroje, opatření na ČOV, případně při dalším zpracování kalů, ukončení provozu zařízení pro likvidaci odpadů na kanalizační síti a jejich realizace ve vysoké kvalitě přímo na ČOV).
- V případě dobré matrice kalu je nejjednodušší cestou **dovybavení stávající technologie** stabilizace a hygienizace kalů z ČOV např. termofilní anaerobní stabilizací či hygienizací čistým kyslíkem.
- Při hodnocení alternativ vždy vhodné **posoudit doplnění technologiemi pro zvýšení kapacity kal. hospodářství a sušiny** produkovaných kalů (termická hydrolýza). Možnost zvýšení kapacity stávajícího kalového hospodářství pro příjem kalů z jiných ČOV. Ekonomicky výhodná verze TH (na přebytečný aktivovaný kal) **ale není zárukou hygienizace!**

## Kaly - legislativní odpověď – co dále?

- **Přechod odpad-výrobek:** budovaná zařízení (sušárna, pyrolyzér, jiné zařízení) může produkovat výrobek. Nutno postupovat v rámci povolení KÚ dle § 9 ZOO čl. (2) „Odpad, který byl předmětem některého ze způsobů využití (příloha č. 5 – Způsoby využití odpadu a úpravy a skladování odpadu před jeho využitím) .... přestane být odpadem v okamžiku stanoveném v povolení krajského úřadu podle § 10 odst. 1, pokud splní požadavky tohoto povolení, splnění těchto požadavků je ověřeno způsobem stanoveným v povolení a byla pro něj zpracována průvodní dokumentace, jejíž náležitosti stanoví ministerstvo a Ministerstvo průmyslu a obchodu vyhláškou“. zkušenost (např. Veolia Energie) s přípravou a certifikací procesu vč. návazné koncovky energ. využitím.
- **Vlastní produkce TAP:** před 2 roky MŽP vydalo první návrhy vyhlášky k TAP – pro kaly z ČOV a produkty s jejich využitím nespílitelná kritéria. Snaha prosadit samostatnou úpravu přímo v novém ZOO a poté i prováděcí vyhlášce k ZOO – bezúspěšná. Kritéria pro kaly z ČOV (vstup/kontrola procesu/výstup) budou proto diskutována v rámci přípravy samostatné vyhlášky MŽP, která stanoví podmínky pro vedlejší produkty nebo pro konec odpadu (role SOVAK ČR/HK ČR). Produkt TAP





# Kaly – ZOO a prováděcí předpisy

## Nový zákon o odpadech č. 541/2020 Sb.

- Zachování platnost přechodných ustanovení pro akceptaci upravených kalů kat. II do konce 2022.
- Nová povinnost označování dle § 67 odst. 2 konkrétní ČOV původu – obtížné v případě svozových ČOV a v případě využití zařízení na úpravu odpadů technicky nemožné 😊, leč formálně lze splnit).
- Vyloučení nebezpečných vlastností kalů jako podmínka pro standardní přepravu mimo SEPNO.

## ZOO a prováděcí předpisy - nejsou tu jenom kaly!

- Nový zákon o odpadech č. 541/2020 Sb. a vyhl. č. 8/2021 (katalog odpadů) vč. připravené prováděcí [vyhlášky o podrobnostech nakládání s odpady](#) k ZOO, která slučuje ostatní prováděcí vyhlášky ovlivňuje i jiné typy odpadů!
- Metodický pokyn MŽP 23.12.2020 – „**Pokud subjekty postupují podle dosavadních prováděcích předpisů (do doby účinnosti nových), je postup v souladu se ZOO**“
- Nárůst poplatků za ukládání odpadu na skládku (800 Kč/t v roce 2021 a postupný další nárůst až na 1850 Kč/t v roce 2029). Nutnost splnit požadavky na uložení (shrabky, písky – často neplní parametr výhřevnost 6,5 MJ/kg). Nutná reakce úpravou těchto odpadů či kategorizací mezi vybrané technologické odpady a jejich společnému využití s jinými materiály (materiálová transformace). Ceníkové ceny za spalování 19 08 01 (Praha/Brno/Liberec/Plzeň 1200-5000 Kč/t).
- Odpady z lapáků písku 190 80 02 – zahrnuty mezi technologické odpady (§74) – možnost využívat (odděleně) na skládce.

## ZOO a prováděcí předpisy - nejsou tu jenom kaly!

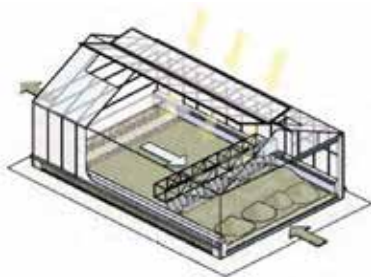
- **Evidence a přeprava kalů – §26** - při překroční měsíční frekvence předání kalů nutnost „papírové“ evidence. Evidence v roce 2021 dle staré vyhl. č. 383/2001 Sb.
- **Skladování bez povolení** – příloha 4, odstavec 12 zákona 541/2020 Sb. - Sklad odpadů, které vznikly při činnosti jeho provozovatele. Maximální okamžitá kapacita zařízení smí být nejvýše 100 t.
- **Základní popis odpadu** (vč. vzorků a zkoušek) – nutné aktualizovat až k 1.1.2022 (např. výhřevnost – viz výše).
- Ohlašování přepravy - týká pouze neupravených kalů – ty jsou podle z.č. 541/2020 Sb. považovány **za ostatní odpad**. Ohlašování v rámci systému SEPNO a musí být řádně označeny (stejně jako upravené kaly). Systém SEPNO na ohlašování neupravených kalů není připraven, v současné době nelze zadávat.

## ZOO a prováděcí předpisy - nejsou tu jenom kaly!

- Předávání odpadů k likvidaci – **odpovědnost zůstává na producentovi** až do doby předání do zařízení pro nakládání s odpady (§ 13 odst. 1e)! Nutno reflektovat smluvně.
- 19 08 09 – **tuky** (návrh prováděcí vyhlášky k ZOO - nakládání s odpady, jejichž zpracování podléhá souhlasu veterinární správy). Pokud využití tuků uvedeno v rozhodnutí KÚ, tak se bere za schválené.
- Návrh prováděcí vyhlášky k ZOO – podíl kalů do kompostáren (max. 8 % v sušině z celkové zakládky).
- Zasypávání po opravách VaK – opět do konce 2021 možno postupovat dle vyhl. č. 294/2005 Sb., poté již dle nové úpravy.



# Materiálová transformace čistírenských kalů na registrované hnojivo



## úvod

## Limitní hodnoty polutantů v ČK

- zásadní pro nejrůznější způsoby odstranění / využití ČK
- pro koncept výroby hnojiva podstatné limity, ne však druh legislativy

## Aktuální legislativa

- v textu článku překlep (v. 473/2016 Sb. vs. v. 437/2016 Sb.) ...z r. 2020
- v. 437/2016 Sb. a 341/2008 Sb. aktuálně neplatné, platný §67 Kaly, z. 541/2020 Sb.
- platná Vyhláška Mze o stanovení požadavků na hnojiva 474/2000 Sb., limituje produkty z ČK, ne vstupní ČK
- otázka = budoucí postup odstraňování / využití ČK v ČR

## Výroba registrovaného granulovaného hnojiva

- alternativa k ostatním metodám

Varianty řešení nakládání s čistírenskými kaly – OSTATNÍ - studie

Specifikace volby Ostatní	Počet odpovědí
Solární sušárna	2
Externí sušárna	11
Nízkoteplotní sušení a spalování	1
Sušení a monospalování	2
Sušení a monospalování kalu na ČOV nebo sušením kalu na ČOV a odvoz do budoucí regionální spalovny	1
Sušení a peletizace - výroba hnojiva	5
Spalování	1
Spoluspalování	1
Stanice energetického využití kalu a biomasy	1
Předávání do kompostárny přes další subjekt	16
Aplikace na zemědělskou půdu, technologie má ověřenou účinnost hygienizace	8
Autotermní termofilní aerobní stabilizační proces	1
Automatická hygienizace vápnem	1
Studie dopadů legislativních změn v oblasti likvidace čistírenských kalů	1
Technologie nevybrána	1

Varianty řešení nakládání s čistírenskými kaly studie SOVAK

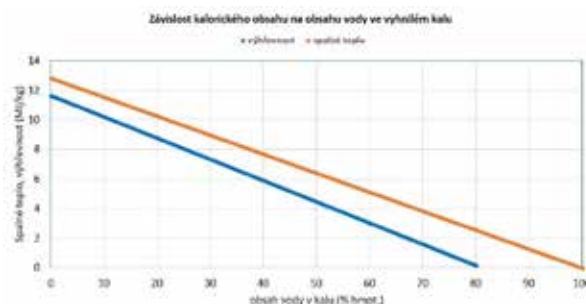
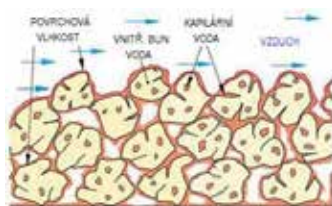
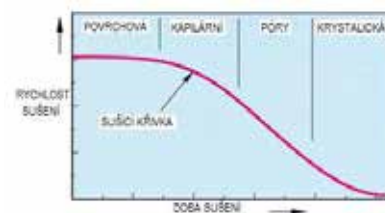
Připravované řešení kalů	Počet odpovědí
Kompostování	69
Pasterizace	2
Nízkoteplotní sušení	20
Vysokoteplotní sušení	1
Sušení a pyrolýza	5
Monospalování	4
Vápnění	3
Aerobní stabilizace	3
Převoz na jinou ČOV	110
Převoz na bioplynovou stanici	2
Výroba kompostu	0
Výroba rekultivační směsi	6
Ostatní	85

(O. Beneš, Smart kalové hospodářství, Kalový den, 4.12.2019 Praha)

sušení kalu

Technologické a ekonomické důvody

- možnost hygienizace
- redukce množství kalu / plochy
- nezbytné pro energetické / jiné využití
- využití kalu (5x vyšší výhřevnost, symbióza s en. využ.)
- skladování, doprava
- nezbytnost pro plnění kalový vyhlášek v DE a AT (recyklace P)

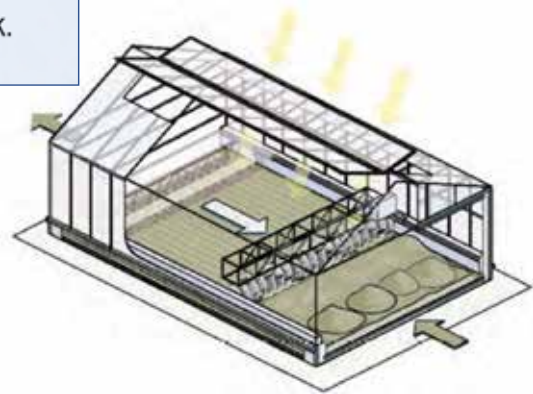


## sušení kalu

**Média pro solární sušení (obvykle komun. kal suš. 16 – 35 %)**

Omezená vhodnost: - průmyslové kaly, papírenské kaly  
- digestát z potr. BP stanic  
- smetky ze silnic apod.  
- těstovité kaly s vys. podílem OL

Nevhodné: - prasečí (jiná) kejda, drůbeží trus  
- kaly s velkým obs. tuk, chemicky srážené k.  
- kaly s vysokým ob. TK, kaly z ÚV



5/15

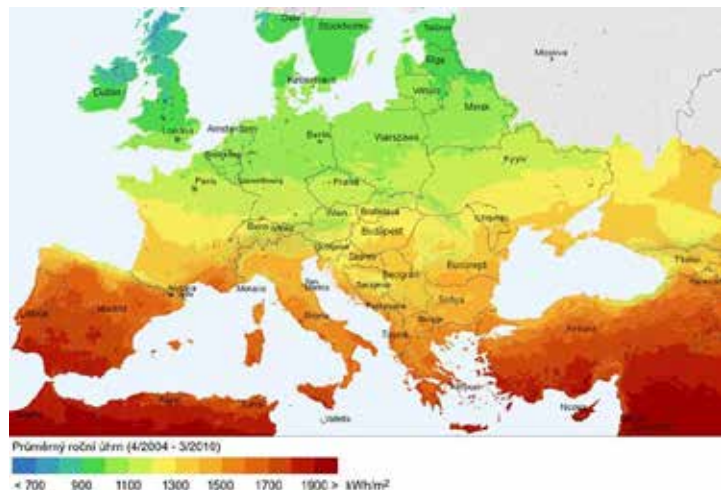
## solární sušení kalu

### Solární sušárny kalu

- úhrn slunečního záření > odpar



- ČR 945 – 1 104 kWh/m<sup>2</sup>/r



### Pozor:

- pouze sušení = bez hygienizace (volitelná termická)
- vznik anaerobních podmínek
- nutná důkladně rovná dráha pro prohrabávač

6/15



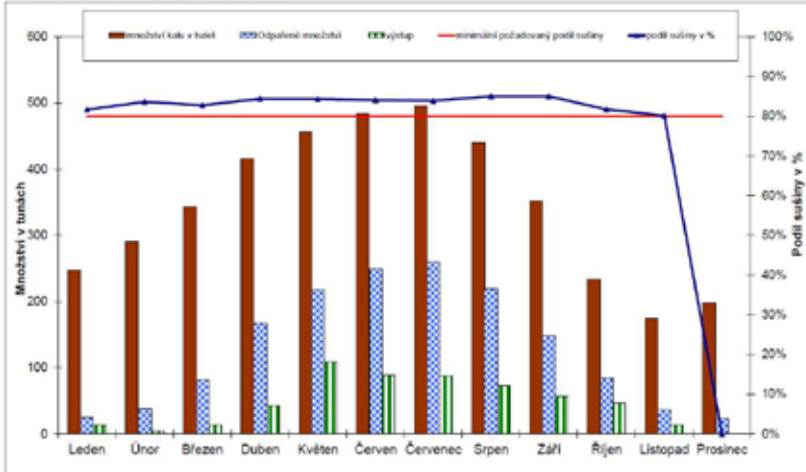




# solární sušení kalu

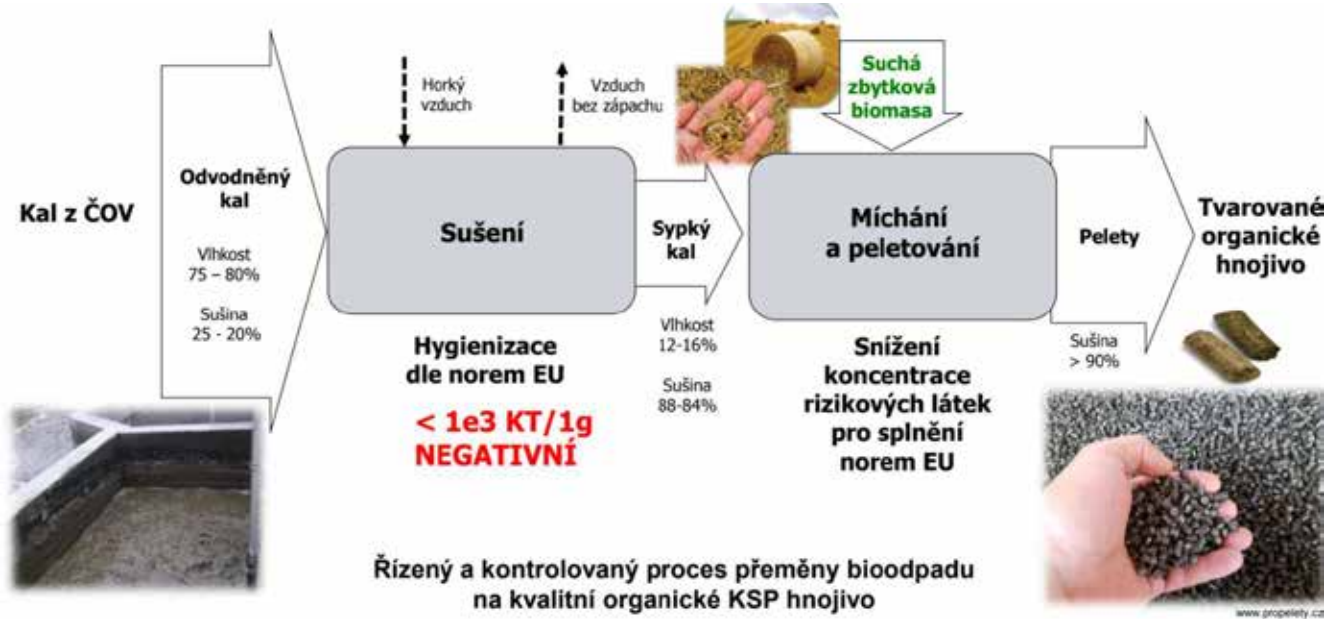


Obrázek 5: BILANCE KALU V SUŠÍČI HALE



9/15

# výroba hnojiva KSP



www.propelety.cz

10/15

## výroba hnojiva KSP

VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA  
TECHNICKÉ STAVEBNÍ  
V BRNĚ

AdMaS  
Oblastní odborný ústav  
pro zemědělskou výrobu

ProPelety

beaver.cz

VODÁRENSKÁ  
AKČOVÁ SPOLUČNOST, s.r.o.



11/15

## výroba hnojiva KSP

VYSOKÉ UČENÍ FAKULTA  
TECHNICKÉ STAVEBNÍ  
V BRNĚ

AdMaS  
Oblastní odborný ústav  
pro zemědělskou výrobu

ProPelety

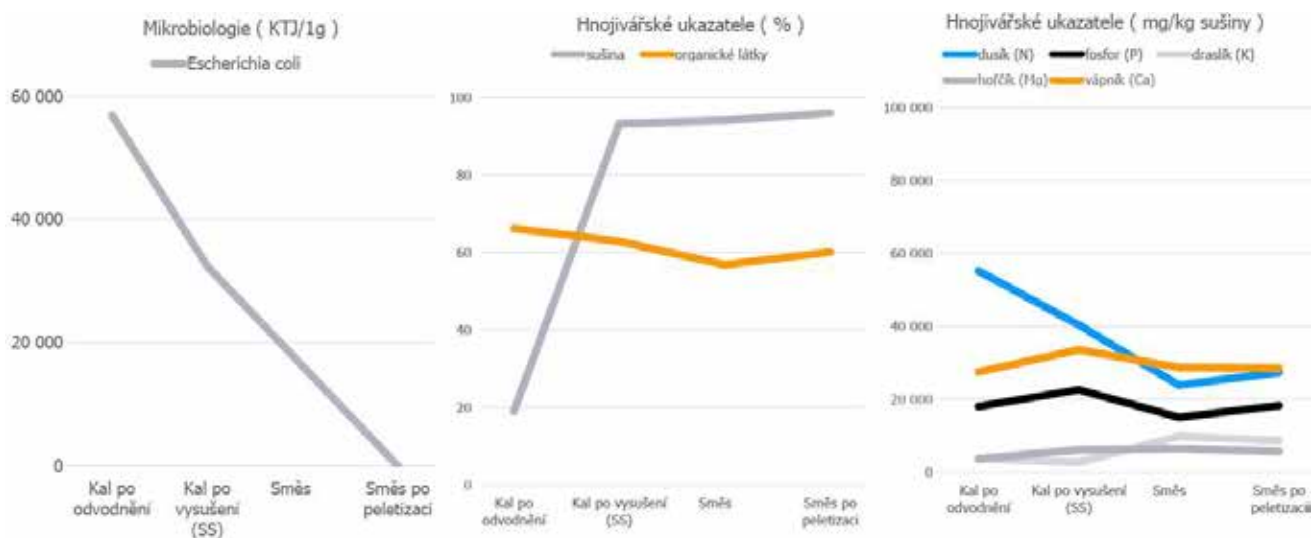
beaver.cz

VODÁRENSKÁ  
AKČOVÁ SPOLUČNOST, s.r.o.



12/15





13/15

## Chemické a fyzikální vlastnosti

Vlastnost	Vzorek
Obsah vody v % max	10,0
Spalitelné látky v % min/max	50/55
Celkový dusík jako N v % min/max	2,2/2,9
Celkový fosfor jako P v % min/max	1,3/1,5
Celkový draslík jako K v % min/max	0,4/0,5
Celkový vápník jako Ca v % min/max	3,6/4,0
Hodnota pH min/max	8,0/10,0
Celkový hořčík jako Mg v % min/max	0,3/0,4

Obsažený dusík má převážně organickou formu. Jedná se o dusík pomalu se uvolňující

14/15

závěr



Sušení kalů je nezbytné pro jeho následné efektivní zpracování ve smyslu materiálového, nebo energetického využití.

Sušený kal je vhodnou surovinou pro produkci granulovaného hnojiva.

## Děkuji za pozornost!

Ing. Jan Ševčík, Ph.D., MBA  
VUT v Brně, centrum AdMaS  
Purkyňova 139  
Brno  
[js@beaver.cz](mailto:js@beaver.cz)  
tel. +420 723 254 976

15/15



# Mikrobiální rezistence a viry v odpadních vodách

Ing. Filip Wanner, Ph.D.

**NOVÉ METODY A POSTUPY  
PŘI PROVOZOVÁNÍ ČOV**

Memoriál Ing. Jakuba S. Čecha, CSc.

**13. – 14. 4. 2021**

On-line webinář

**25  
let**

## Legislativa

**NV č. 401/2015 Sb. – Příloha č. 3**

Ukazatel	Jednotka	Přípustné znečištění pro účely § 31, § 34 a § 35 vodního zákona	Přípustné znečištění - maximum
Escherichia coli	KTJ/100 ml	900	2500
intestinální (střevní) enterokoky	KTJ/100 ml	1000 <sup>13 B) 4)</sup> 330 <sup>C) 5)</sup>	2000
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	KTJ/100 ml	2000	4000

## Legislativa

### Vyhláška č. 428/2001 Sb. – Příloha č. 13

Ukazatel	Jednotka	A1	A2	A3
Escherichia coli	KTJ/100 ml	50	5000	50000
intestinální (střevní) enterokoky	KTJ/100 ml	20	1000	10000
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	KTJ/100 ml	20	2000	20000
mikroskopický obraz	Jedinci/ml	50	3000/500	10000/1000

## Legislativa

### Vyhláška č. 238/2011 Sb. o stanovení hygienických požadavků na koupaliště – Příloha č. 1

Ukazatel	Jednotka	Výborná jakost	Dobrá jakost	Přijatelná jakost
Escherichia coli	KTJ/100 ml	500	1000	900
intestinální (střevní) enterokoky	KTJ/100 ml	200	400	330

Výborná a dobrá jakost – 95. percentil  
Přijatelná jakost – 90 percentil

## Mikrobiologické ukazatele na odtoku z ČOV

Bodový vzorek – středně velká ČOV – vyčištěná odpadní voda

Ukazatel	Jednotka	
Escherichia coli	KTJ/100 ml	8 000
intestinální (střevní) enterokoky	KTJ/100 ml	31 000
termotolerantní (fekální) koliformní bakterie	KTJ/100 ml	52 000

**Vysoká variabilita mikrobiálního znečištění na přítoku i odtoku z ČOV**

## Výskyt virů na ČOV

### Výsledky projektu SOVAK ČR – viry „přenosné“ vodou

1. odběr						2. odběr					
Vz.č.	NoV GI	NoV GII	HAV	HEV	AdV	Vz.č.	NoV GI	NoV GII	HAV	HEV	AdV
1	-	-	-	-	+	29	-	-	-	-	+
2	-	-	-	-	+	30	-	-	-	-	+
3	-	-	-	-	+	31	-	-	-	-	+
4	-	-	-	-	+	32	-	-	-	-	+
5	-	-	-	-	+	33	+	+	-	-	+
6	-	-	-	-	+	34	-	-	-	-	+
7	+	+	-	-	+	35	-	-	-	-	-
8	+	+	-	-	+	36	-	-	-	-	-
9	-	-	-	-	+	37	-	-	-	-	+
10	-	-	-	-	+	38	-	-	-	-	+
11	-	-	-	-	+	39	-	-	-	-	+
12	-	+	-	-	+	40	-	-	-	-	+
13	+	+	-	-	+	41	-	-	-	-	+
14	-	+	-	-	+	42	-	-	-	-	+
15	+	+	-	-	+	43	-	+	-	-	+
16	+	-	-	-	+	44	-	+	-	-	+
17	-	-	-	-	+	45	-	-	-	-	+
18	-	-	-	-	+	46	-	-	-	-	+
19	+	+	-	-	+	47	+	+	-	-	+
20	-	-	-	-	+	48	-	-	-	-	-
21	-	-	-	-	+	49	-	-	-	-	+
22	-	-	-	-	+	50	-	-	-	-	+
23	-	-	-	-	+	51	-	-	-	-	+
24	-	-	-	-	+	52	-	-	-	-	+
25	-	-	-	-	+	53	-	-	-	-	+
26	-	-	-	-	+	54	-	-	-	-	+
27	-	-	-	-	+	55	-	-	-	-	+
28	-	-	-	-	+	56	-	-	-	-	+

- negativní  
+ pozitivní výsledek  
NoV - noroviry  
HAV - virus hepatitidy A  
HEV - virus hepatitidy E  
AdV - adenoviry,  
rodinný řikálního  
močůvku



20

Zdroj: P. Vašíčková, Konference SOVAK ČR Provoz vodovodů a kanalizací, 5. 11. 2020

## Výskyt virů na odtoku z ČOV

### Výsledky projektu SOVAK ČR – SARS-CoV-2

1. odběr		2. odběr		1. odběr		2. odběr	
Vz.č.	SARS-CoV-2	Vz.č.	SARS-CoV-2	Vz.č.	SARS-CoV-2	Vz.č.	SARS-CoV-2
1	-	29	-	16	-	44	-
2	-	30	+	17	-	45	-
3	-	31	+	18	-	46	-
4	-	32	-	19	-	47	-
5	+	33	-	20	+	48	-
6	-	34	+	21	-	49	-
7	-	35	-	22	-	50	-
8	-	36	-	23	-	51	-
9	-	37	-	24	-	52	-
10	-	38	-	25	-	53	-
11	-	39	-	26	-	54	+
12	+	40	-	27	-	55	+
13	-	41	-	28	-	56	-
14	-	42	-				
15	-	43	-				

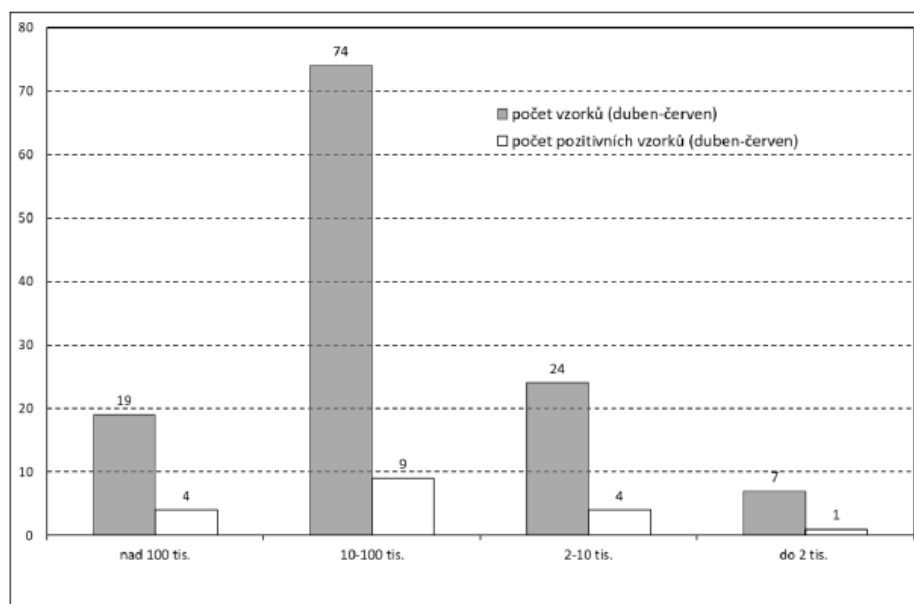
1. odběr 14-4, 15-4 nebo 20-4, 2020; 2. odběr 4-5, 5-5 nebo 6-5;  
- negativní, + pozitivní výsledky



19

Zdroj: P. Vašíčková, Konference SOVAK ČR Provoz vodovodů a kanalizací, 5. 11. 2020

## Výskyt virů na odtoku z ČOV



Obr. 1: Počty vzorků s detekovanou SARS-CoV-2 RNA v kategoriích ČOV podle počtu EO

Zdroj: H. Mlejnková a kol. Konference Vodárenská Biologie, 10. 2. 2021



## Doporučení evropské komise

- Zavedení monitoringu odpadních vod na nátoku ČOV
- 150 000 EO
- 2 vzorky týdně
- 24-hodinový vzorek
- 1. 10. 2021
  
- [https://ec.europa.eu/environment/pdf/water/recommendation\\_covid19\\_monitoring\\_wastewaters.pdf](https://ec.europa.eu/environment/pdf/water/recommendation_covid19_monitoring_wastewaters.pdf)

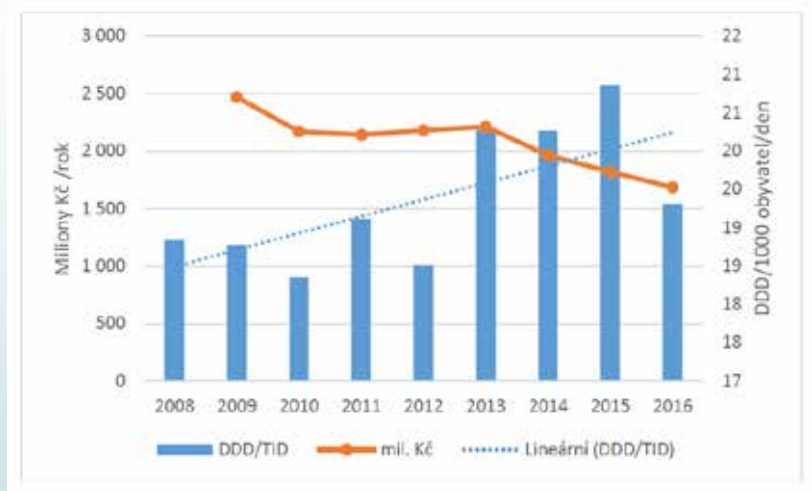
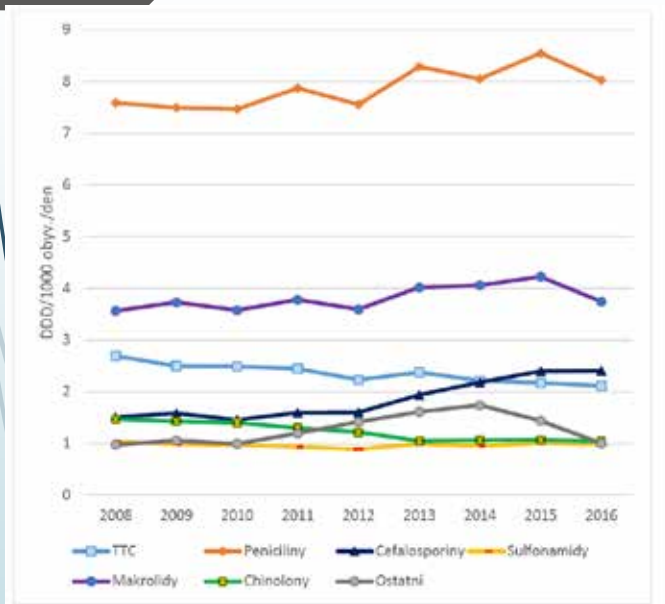
## Problematika antibiotické rezistence

- Schopnost získávat rezistenci na látky limitující růst měly bakterie vždy
- Tato schopnost byla studována zejména u patogenních mikroorganismů v souvislosti s masovou aplikací „přírodních“ i syntetických antibiotik
- Schopnost přenosu genu rezistence
- Problém biologických systémů čištění odpadních vod:
  - Složení odpadních vod
  - Vysoké koncentrace bakterií

# Antimikrobiální činidla

- Antibiotika
- Antimykotika
- Potenciálně toxické kovy
  - Arsen, Kadmium, Chrom, Měď, Olovo, Rtuť, Nikl, Zinek
- Biocidy
  - Fenoly (Triclosan), Aldehydy, Peroxidy (peroxid vodíku), Biguanidy, Kvarterní amoniové sloučeniny
- Různé

## Spotřeba antibiotik v ČR

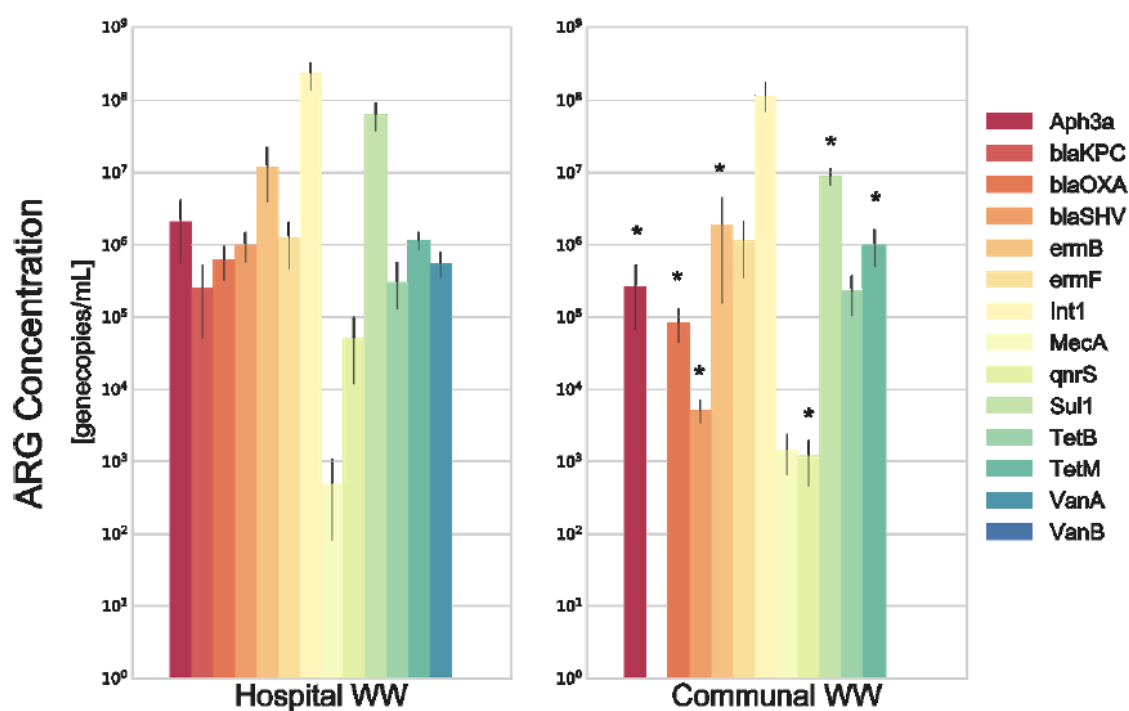


Zdroj: SUKL

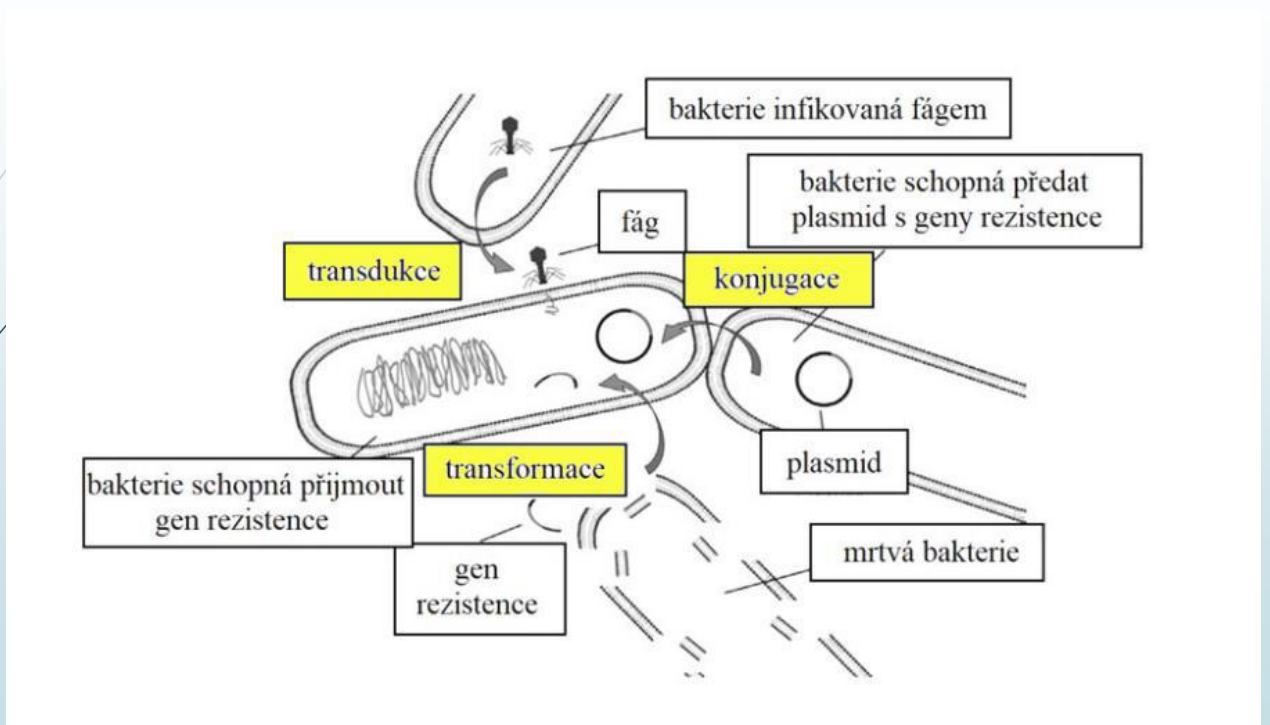
# Rezistence

- ▶ ARB - Bakterie rezistentní k antibiotikům
- ▶ ARG - Geny antibiotické rezistence
- ▶ Na ČOV jsou odstraňovány ARB ve stejné míře jako původní bakterie bez patrné známky selekce během čištění odpadních vod
- ▶ ARG jsou běžně detekovány na odtoku z řady evropských ČOV
- ▶ Vyšší míra E. Coli rezistentní na ATB Cefalosporin na odtoku z ČOV než na přítoku
- ▶ Vyšší míra Enterokoky na ATB Vancomycin v odpadních vodách z nemocnic

## Kopie genů rezistence na antibiotika v OV

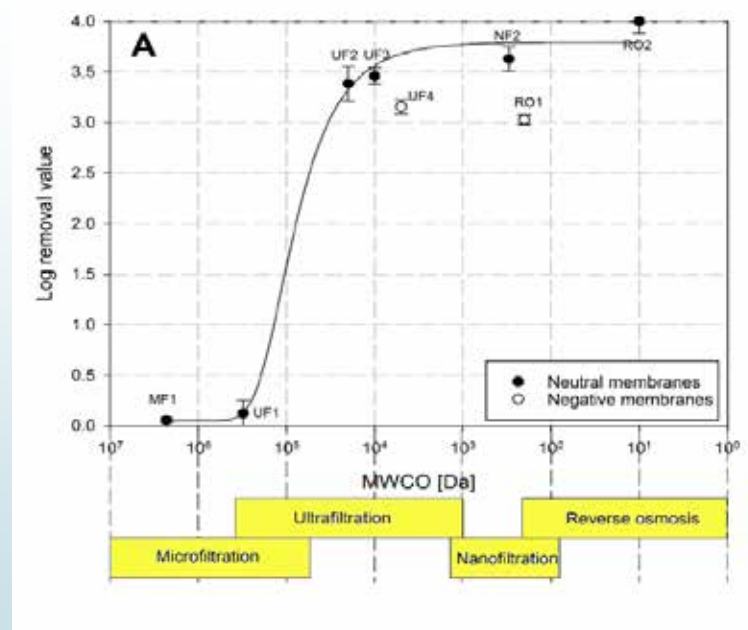


## Možnosti transferu genu rezistence



## Odstranění mikrobiologického znečištění

1. Separace
  - Písková filtrace
  - Filtrace přes GAU
  - Membránová filtrace
2. Fyzická inaktivace
  - ÚV záření
3. Pokročilé oxidační procesy
  - Ozonizace
  - $\text{H}_2\text{O}_2$
  - $\text{TiO}_2$
4. Chemická desinfekce



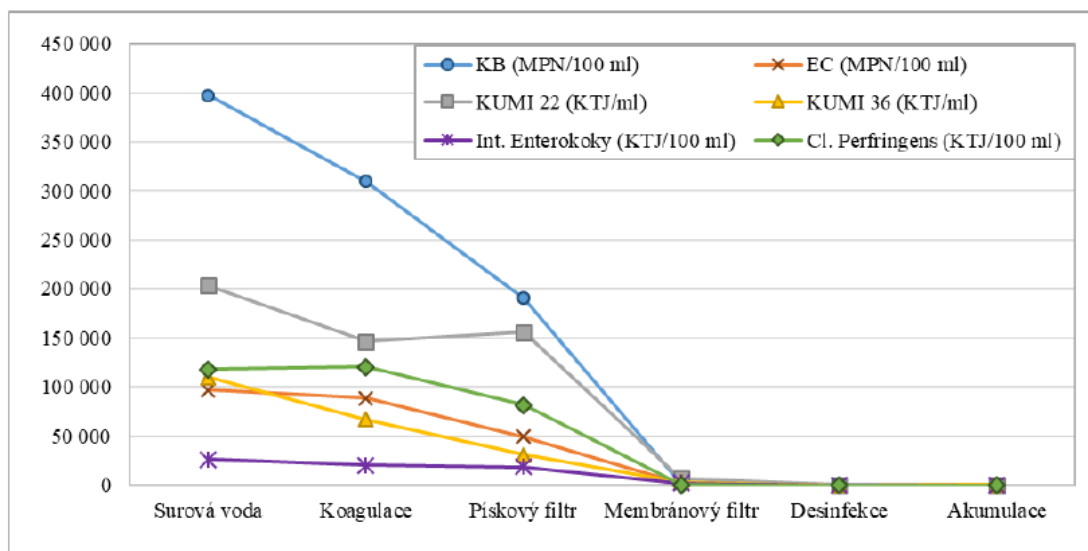


## Odstranění mikrobiologického znečištění

		Nátok na jednotku	AOP (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> /UV)	Sorpee GAU	Výstup - akumulace
Koliformní bakterie [KTJ/100 ml]	Minimum	300	0	0	0
	Maximum	3 100	0	330	20
	Medián	690	0	63	2
	Průměr	1 000	0	130	5
Temnotolerantní koliformní bakterie [KTJ/100 ml]	Minimum	250	0	0	0
	Maximum	2 400	0	51	2
	Medián	1 100	0	1	0
	Průměr	1 200	0	11	0
<i>Escherichia coli</i> [KTJ/100 ml]	Minimum	50	0	0	0
	Maximum	630	0	5	0
	Medián	120	0	0	0
	Průměr	200	0	2	0
Intestinální enterokoky [KTJ/100 ml]	Minimum	11	0	0	0
	Maximum	37	0	0	6
	Medián	21	0	0	0
	Průměr	23	0	0	1
<i>Clostridium perfringens</i> [KTJ/100 ml]	Minimum	0	0	0	0
	Maximum	38	0	0	0
	Medián	7	0	0	0
	Průměr	13	0	0	0
Počty kolonií při 22 °C [KTJ/l ml]	Minimum	730	38	4 100	1 300
	Maximum	35 000	91	38 000	36 000
	Medián	1 500	65	19 000	3 100

Zdroj: V. Kužel et. al. Konference Vodárenská Biologie, 10. 2. 2021

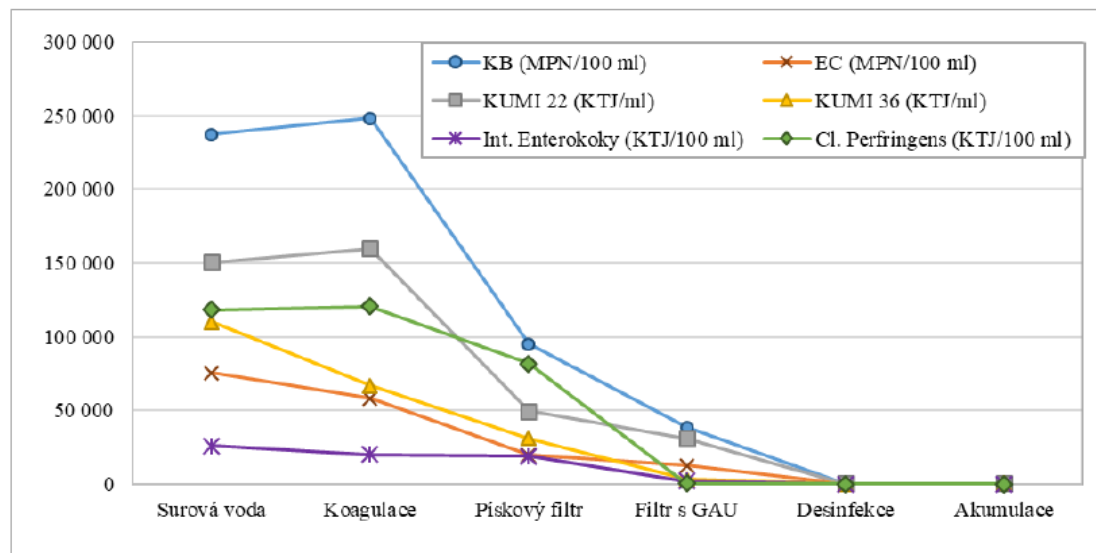
## Odstranění mikrobiologického znečištění



Obr. 2: Koagulace, písková filtrace, membránová filtrace; průměrné hodnoty mikrobiologických parametrů

Zdroj: E. Vobecká et. al. Konference Vodárenská Biologie, 10. 2. 2021

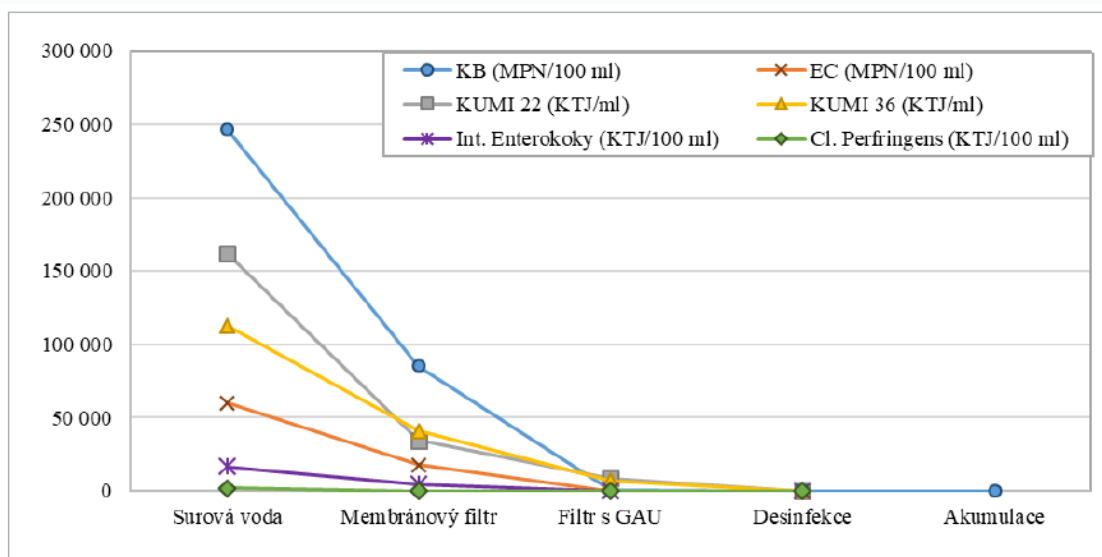
## Odstranění mikrobiologického znečištění



Obr. 3: Koagulace, písková filtrace, filtrace přes GAU; průměrné hodnoty mikrobiologických parametrů

Zdroj: E. Vobecká et. al. Konference Vodárenská Biologie, 10. 2. 2021

## Odstranění mikrobiologického znečištění



Obr. 4: Membránová filtrace, filtrace přes GAU; průměrné hodnoty mikrobiologických parametrů

Zdroj: E. Vobecká et. al. Konference Vodárenská Biologie, 10. 2. 2021

## Závěr

- Roste význam mikrobiologického znečištění na ČOV
- Monitoring odpadních vod jako indikátor možné epidemie
- Další stupně čištění a hygienické zabezpečí odpadních vod
- Úroveň čištění odvislé od ročního období, hydrologických poměrů v recipientech či dalšího využití vyčištěných odpadních vod

# ČOV Horažďovice – anabáze obnovy čištění škrobárenských odpadních vod



**Autor:** ČEVAK a.s. - Ing. Jiří Lipold, Ing. Jiří Stara; aqua4you s.r.o. - Dr. Ing. Libor Novák

**Datum:** 14.4.2021, webinář: Nové metody a postupy při provozování ČOV



## Skokový nárůst složitosti povolovacích procesů



### Vstup do stejné řeky po čtvrtstoletí





## Skokový nárůst složitosti povolovacích procesů

### Povolení čištění škrobářenských odpadních vod na městské ČOV:

- ❑ V roce **1993** identická vodoprávní úloha zabrala pouhých **několik týdnů**.
- ❑ Povolení obnovy čištění škrobářenských vod znamenalo nesmírně komplikovaný proces s celou řadou nečekaných dějových zvrátů trvajících od poloviny roku **2017 do léta 2019**.



## Škrobárna Horažďovice

**1906**

„První jihozápadočeská továrna na škrob“

**1948**

znárodnění podniku

**1968**

zprovozněna výroba dextransu

**1986**

zprovoznění nové škrobárny, další rozšíření výroby

**1994**

vstup švédského partnera,  
založení **Lyckeby Amylex, a.s.**

v kampani zpracováno **cca 100.000 tun brambor**



## Likvidace škrobárenských vod

- ❑ **1971 – 1992** vody likvidovány velkoplošnou závlahou
- ❑ k dispozici pozemky o celkové ploše 1166 ha (ve své době největší v ČR), využívané z 25 – 50 %



**Negativní dopad na životní prostředí**

5

## Řešení z počátku devadesátých let

- ❑ Naléhavou situací brzdící rozvoj města i škrobárny se rozhodlo na konci roku **1992** řešit zastupitelstvo města Horažďovice výstavbou soustavné kanalizace a čistírny odpadních vod **společné pro město i pro průmyslový podnik.**
- ❑ Jako řešení byla zvolena varianta, která počítala s **využitím** dlouhodobě odstavených objektů škrobárny - **čtyř otevřených plavicích žlabů** a část technologických zařízení určených k zpracování a uskladnění škrobárenských kalů.



## Časový průběh přípravy a realizace

- ❑ **prosinec 1992** - Město Horažďovice se rozhoduje **zahájit přípravu** stavby Kanalizace a ČOV Horažďovice
- ❑ 28.5.1993 - Stavební úřad MěÚ Horažďovice vydává územní rozhodnutí.
- ❑ **23.7.1993** - Referát životního prostředí Okresního úřadu Klatovy **vydává povolení** k vypouštění odpadních vod z navržené ČOV pro 22.400 ekvivalentních obyvatel do řeky Otavy.
- ❑ prosinec 1993 - Dokončení stavby první etapy zahrnující polovinu mechanicko-biologické ČOV, včetně hlavní čerpací stanice odpadních vod a první část kmenové kanalizační stoky.
- ❑ červenec 1994 - Dokončení druhé etapy stavby obsahující zbylou polovinu čistírny a položení kanalizačních sběračů.

7

## ČOV Horažďovice z let 1993-1994



- ❑ Mezi rozhodnutím města vybudovat ČOV s kanalizací a stavebním povolením uplynulo **pouhých 7 měsíců**
- ❑ Dokončení celé stavby následovalo 12 měsíců po povolení.

8



## ČOV Horažďovice z let 1993-1994



- ❑ **čištění škrobářenských vod 1994-2008**



9

## ČOV Horažďovice z let 1993-1994



- ❑ V době podzimních škrobářenských kampaní v letech 1994 až 2008 byly škrobářenské odpadní vody čištěny na městské ČOV.
- ❑ Množství: desítky tisíc metrů krychlových vod v kampani.
- ❑ Zatížení: na úrovni dvou desítek tisíc ekvivalentních obyvatel.

10



## Změna po 15 letech září 2009: návrat škrobárny k závlahám



- ❑ Z ekonomických důvodů byly škrobárnou vody z rafinace škrobu a plavení brambor zaregistrovány jako kapalné hnojivo pod obchodním názvem Fugát Lyckeby.
- ❑ Aplikace hnojiva pomocí mobilního zavlažovacího zařízení na ploše cca 300 ha v množství max. 800 m<sup>3</sup>/d.
- ❑ V rámci schvalovacího procesu konstatovalo **Ministerstvo životního prostředí ČR**, že **záměr** užití škrobárenských vod jako hnojivých závlah v Horažďovicích **nepodléhá posouzení z hlediska vlivů na životní prostředí (EIA)**.



11

## Škrobárna Horažďovice – investice 2016-2019 (cca 200 mil. Kč)



## Záměr obnovy napojení škrobárny na městskou ČOV



- ❑ Významné technologické změny a inovační investice ve výši dvou set milionů korun v rámci dotačně podpořené akce **„Spolupráce na zlepšování využití hlízové šťávy pro výrobu krmiv“** vedly vedení škrobárny v roce 2017 k rozhodnutí usilovat o obnovu čištění škrobárenských odpadních vod na městské ČOV.
- ❑ Započal tak velmi komplikovaný administrativní proces.



## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobárenských vod na městské ČOV



### Získaná zkušenost po čtvrtstoletí:

Více než desetinásobné prodloužení doby projednávání povolení

1993 – 2 měsíce



2017-2019 – 22 měsíců



## březen 2017 : návrh škrobárny k navrácení čištění škrobárenských vod na městské ČOV



červenec 2017	podání žádosti na Povodí Vltavy
22.9.2017	podání žádosti na krajský vodoprávní úřad
24.7.2019	vydání povolení k vypouštění odpadních vod

15

## Co se v období 1993-2017 změnilo?



- Rozšiřování legislativy chvályhodných úmyslů.
- Zvýšení opatrnosti úřadů, projevující se zvýšením požadavků na předložení rozmanitých dokumentů typu posudků, průzkumů, studií, projektů, potvrzení, povolení, rozhodnutí atd.
- Tvorba takovýchto masivních **papírových hradeb**, tak přirozeně provází leckterý investiční záměr.





## Lokální právo



- ❑ Za středověku bylo běžné, že co město, to jiné právo. Někdy se vtírá pocit, že tato tradice je u nás stále živá.
- ❑ Co je možné na úřadě ve městě A, je nemyslitelné ve městě B



Wahres Schaubild der allzeit getrewen königlichen Berg-Stadt Suderitz in Sachsen, wie selbige eigentlich von Südergang her anzusehen / durch Joannem Willenberg Anno



## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- ❑ Na Odbor životního prostředí Krajského úřadu Plzeňského kraje dne **22.9.2017** podána žádost o povolení k nakládání s vodami dle § 8 odst. 1 písm. c) vodního zákona, k vypouštění odpadních vod z čistírny odpadních vod o velikosti zatížení nad 10 000 EO do vod povrchových.
- ❑ V průběhu podzimu 2017 a začátku roku 2018 byla ze strany Odboru životního prostředí Městského úřadu Horažďovice vznesena široká paleta rozmanitých požadavků, zejména s odkazem na **zákon č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí.**





## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- ❑ Požadováno **biologické hodnocení řeky** Otavy autorizovanou osobou



- ❑ Požadována EIA
- ❑ Výrazné zpřísnění nároků na kvalitu vyčištěných vod oproti r. 2008
- ❑ V řízení 2x podání odvolání proti rozhodnutí Odboru životního prostředí MÚ Horažďovice
- ❑ Vydání desítek stanovisek různých úřadů (městský úřad, krajský úřad, ministerstvo, správce vodního toku...)

19

## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



### Paradox:

- ❑ Z ryze praktického pohledu ochrany životního prostředí by se laikovi mohlo zdát, že čištění škrobářenských vod na ČOV je zjevně **šetrnější** k životnímu prostředí, než aplikace hnojivé závlahy na okolních zemědělských pozemcích.
- ❑ Při projednávání však tento argument neplatil.



závlaha

čov



## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- ❑ Po žadatelově dvojnásobném úspěšném odvolání vydal dne **3.7.2018** Odbor životního prostředí Městského úřadu Horažďovice sdělení, že **k záměru nelze vydat ani kladné ani záporné závazné stanovisko**.
- ❑ Následně všemi dotčenými institucemi bylo akceptováno zajištění, namísto biologického hodnocení, vyhotovení screeningu s využitím rešerše všech dostupných vědeckých a průzkumných podkladů hodnotících významný krajinný prvek – řeku Otavu.
- ❑ Po opakované projednávání a připomínkování tohoto odborného screeningu, následovalo vydání závazného stanoviska Odboru životního prostředí Městského úřadu Horažďovice dne **26.6.2019**.
- ❑ Mezi sdělením, že nelze vydat ani kladné ani záporné závazné stanovisko a vydáním tohoto stanoviska tak uplynul bez týdne **rok**.

21

## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



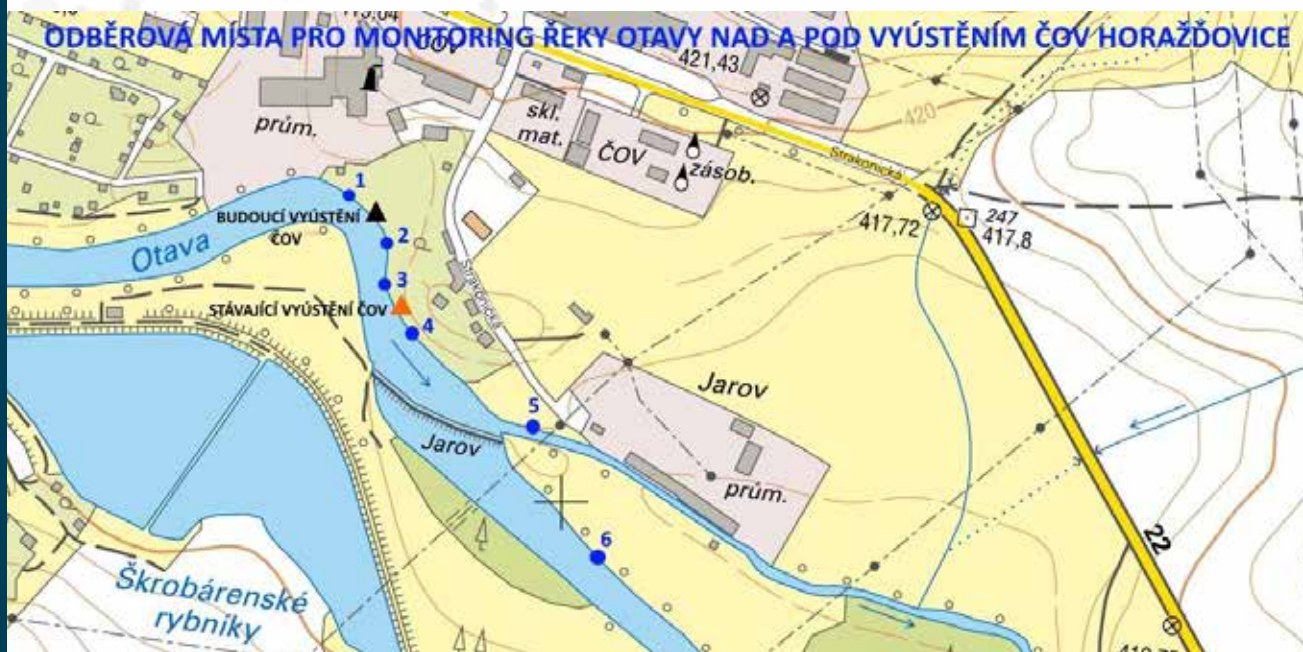
- ❑ Celá anabáze, včetně četných vedlejších spletých zápletek, dospěla ke svému cíli dne **24.7.2019**, kdy vydal Odbor životního prostředí Krajského úřadu Plzeňského kraje povolení k nakládání s vodami.
- ❑ Pro dobu škrobářenské kampaně (září – prosinec) byly citovaným povolením určeny tyto limity na odtoku z ČOV:

ukazatel	„p“ (mg/l)	„m“ (mg/l)	účinnost (%)	celoroční bilance (t/rok)
CHSK <sub>Cr</sub>	-	-	80	81,0
BSK <sub>5</sub>	14,0	20,0	-	9,1
NL	25,0	50,0	-	14,2
	průměr	„m“ (mg/l)	účinnost (%)	
N <sub>celk</sub>	-	-	70,0	17,0
P <sub>celk</sub>	2,0	5,0	-	1,6

## Nesnadné povolení obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- Dále rozhodnutí určilo povinnost zajištění vzorkování a laboratorních analýz v řece Otavě na řadě míst nad i pod vyústěním kanalizace a **algologický monitoring**.



## Investice do obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- Aby toto čištění odpadních vod bylo technologicky možné, bylo nutné souběžně s administrativním procesem zvládnout realizaci investic do obnovy dvou jižních biologických žlabů v hodnotě téměř 30 mil. Kč a úprav kalového hospodářství ČOV ve výši 15 mil. Kč. Vedle toho škrobárna investovala desítky milionů korun do technologie předčištění škrobářenských odpadních vod ve svém areálu.





## Investice do obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



léto 2018	realizace 1. etapy – obnova 2 aktivačních žlabů
jaro 2019	realizace 2. etapy – kalové hospodářství
září 2019	zahájena kampaň s nátokem vod na ČOV

25

## Investice do obnovy čištění škrobářenských vod na městské ČOV



- ❑ Převážnou většinu potřebných investic zajistila škrobárna na základě řady smluvních ujednání s městem Horažďovice. Město pak vložilo prostředky do úprav kalového hospodářství, zejména do obnovy zařízení na lisování kalu, neboť původní sítopásový kalolis pocházel již z roku 1994.





## Celoroční výsledky na odtoku ČOV za roky 2019 a 2020



Ukazatel	2019: Odtok – průměr za kalendářní rok (mg/l)	2019: Odtok – vypouštěné znečištění (t/rok)	2020: Odtok – průměr za kalendářní rok (mg/l)	2020: Odtok – vypouštěné znečištění (t/rok)
BSK <sub>5</sub>	4,4	1,63	3,4	1,55
CHSK <sub>Cr</sub>	29,4	10,93	27,7	12,67
NL	9,1	3,40	6,8	3,11
N-NH <sub>4</sub>	1,2	0,44	2,0	0,91
N <sub>celk.</sub>	14,5	5,40	12,9	5,88
P <sub>celk.</sub>	1,1	0,40	0,8	0,39

- ❑ Veškeré limity dané vodoprávním rozhodnutím ČOV Horažďovice v letech 2019 a 2020 splnila.

27

## Data o nátoku škrobárenských vod na ČOV po dobu kampaní od září do prosince 2019 a 2020



- ❑ Objem škrobárenských odpadních vod **2019**: 54 280 m<sup>3</sup>
- ❑ Průměrné zatížení po dobu kampaně: 10 tis. EO dle CHSK<sub>Cr</sub>
- ❑ Maximální zaznamenané denní zatížení: 25 tis. EO dle CHSK<sub>Cr</sub>
- ❑ Objem škrobárenských odpadních vod **2020**: 87 398 m<sup>3</sup>
- ❑ Průměrné zatížení po dobu kampaně: 13 tis. EO dle CHSK<sub>Cr</sub>
- ❑ Maximální zaznamenané denní zatížení: 25 tis. EO dle CHSK<sub>Cr</sub>



## Závěr

- ❑ S odstupem čtvrtstoletí jsme plnili přesně tutéž administrativně-vodoprávní úlohu s výsledkem: Co v roce 1993 trvalo necelé **dva měsíce**, to v letech 2017 až 2019 zabralo téměř **dva roky**.
- ❑ Zjevně se nejedná o náhodu. Jen je tím názorně ilustrováno současné obecné zpomalení až zamrznutí administrativních povolovacích procesů v naší zemi.
- ❑ Administrativní pružnost, tak zjevná v devadesátých letech, byla někdy na přelomu tisíciletí nahrazena zatuhnutím procesů, paradoxně ruku v ruce s postupující digitalizací státní správy. Je proto nesmírně tristní, pokud se probíráme rozhodnutími napsanými před třemi desítkami let na psacích strojích za užití průklepového papíru, která vznikala v porovnání s dneškem tempem přímo bleskovým.



**1 : 0**



29

**Děkuji za pozornost**

# Provozně – ekonomické řízení dávkování chemikálií s využitím moderních prostředků (na příkladu ČOV Blansko)

Ing. Jiří Kašparec, Ing. Milan Lindovský, PhD.  
VAE CONTROLS, s.r.o.

Ing. Pavel Mikulášek, Martin Eyer  
Vodárenská akciová společnost, a.s.



Webový seminář „Nové metody a postupy při provozování ČOV“

Moravská Třebová / Ostrava

13. – 14. dubna 2021

[www.vaecontrols.cz](http://www.vaecontrols.cz) | [info@vaecontrols.cz](mailto:info@vaecontrols.cz)

**BEST** in TECHNOLOGY  
VCL GROUP, a.s.



## Základní informace o ČOV Blansko

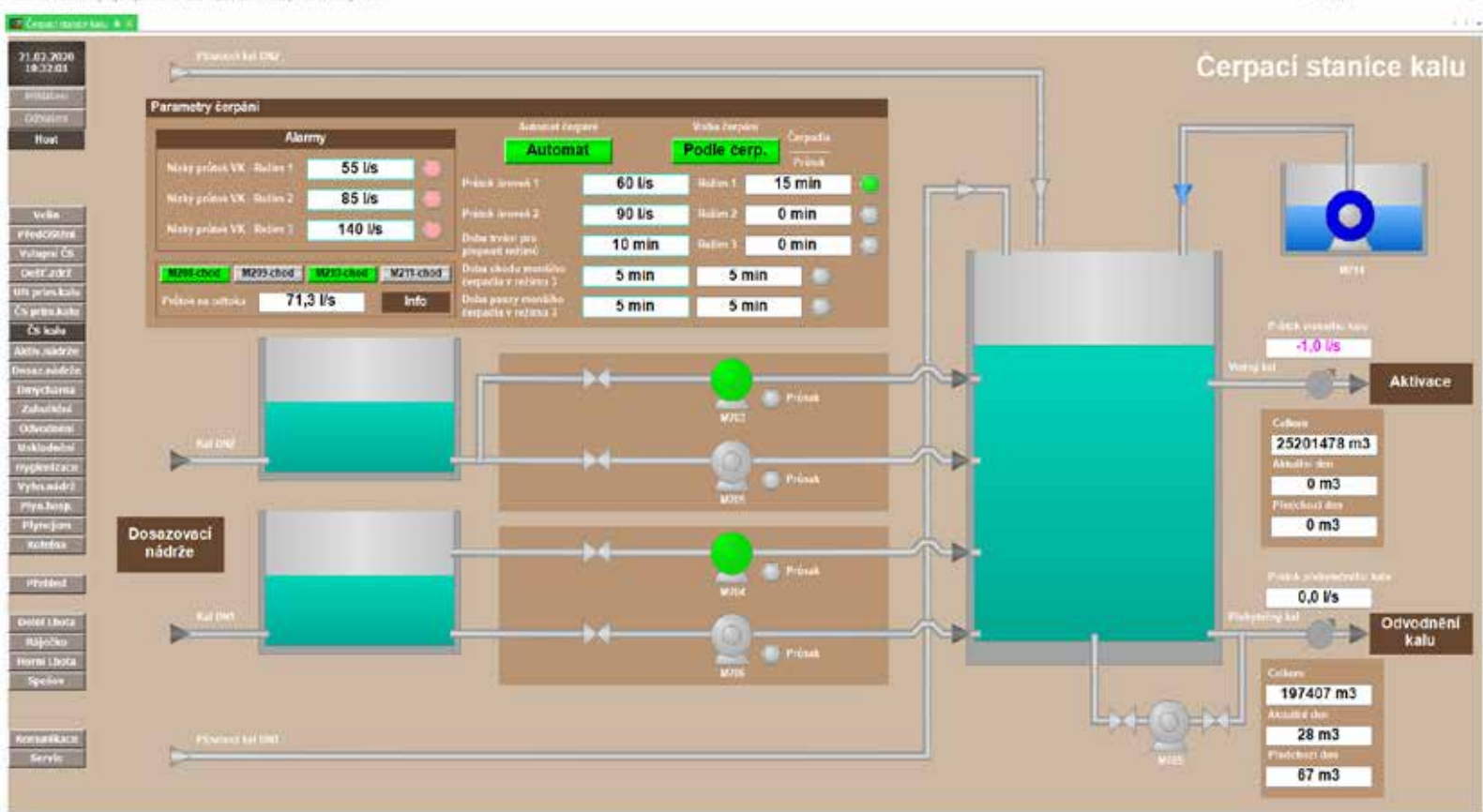
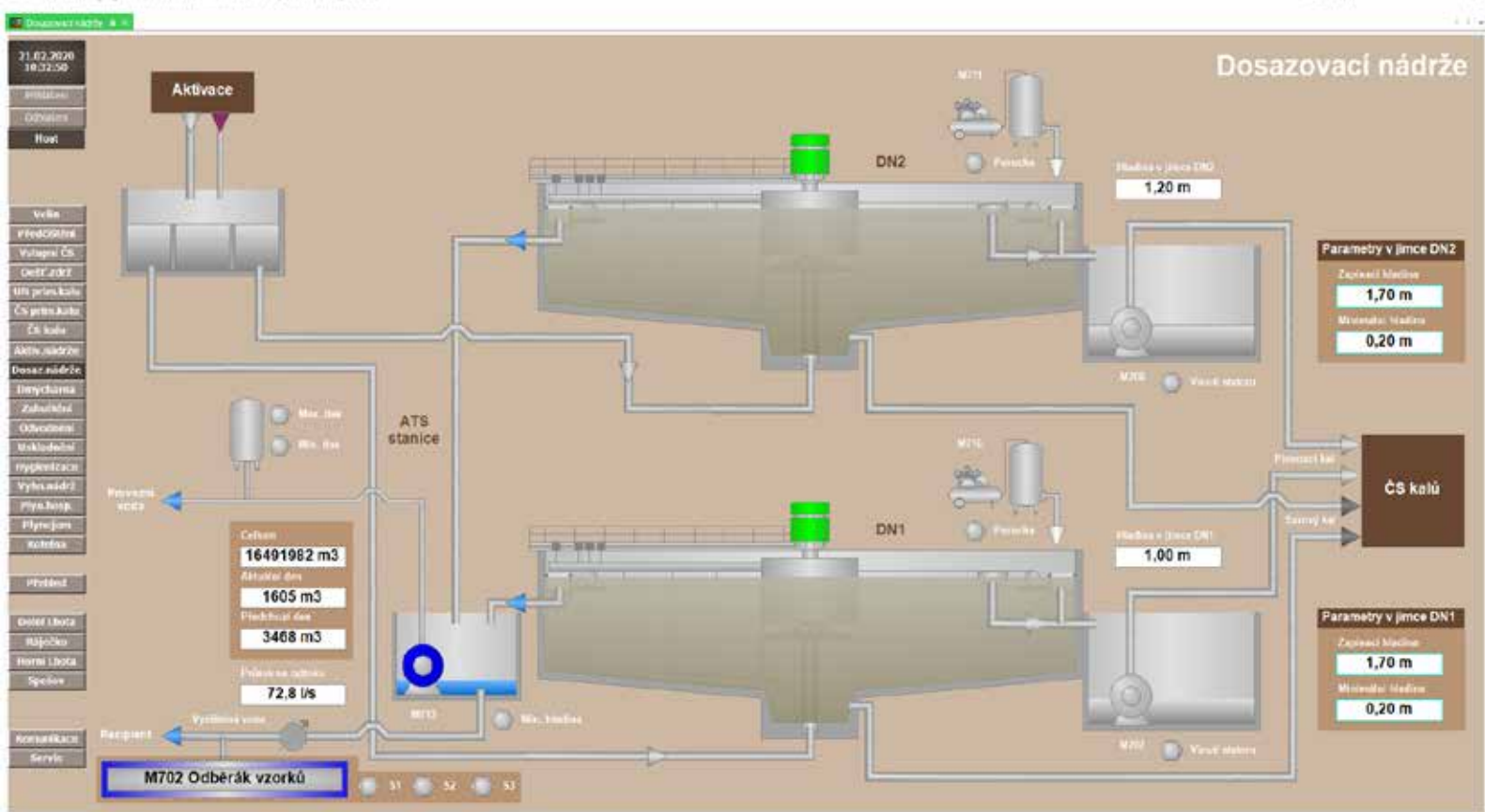


- | Mechanicko – biologická ČOV v provozu již téměř 60 let.
- | Poslední rozsáhlá intenzifikace ukončena v r. 2008.
- | Nutnost přečerpávání všech odpadních vod z jednotné kanalizace na vzdálenost 600 m s převýšením 35 m.
- | Kapacita 23 500 EO.
- | 1 x primární sedimentace, 4 x aktivace, 2 x dosazovací nádrž, chemické srážení fosforu, vyhnívací nádrž, hygienizace, zahuštění, odvodnění kalu, plynové hospodářství.
- | Recipient – řeka Svitava.
- | Procesní řízení – programovatelný automat PLC.
- | Operátorské řízení – SCADA SCX6. Zajišťuje sběr veškerých technologických dat, zpracování, reporting, přenos vybraných údajů na centrální dispečink, parametrizace, možnost ručního řízení.

[www.vaecontrols.cz](http://www.vaecontrols.cz) | [info@vaecontrols.cz](mailto:info@vaecontrols.cz)











## Modernizace dmýchárny



[www.vaecontrols.cz](http://www.vaecontrols.cz) | [info@vaecontrols.cz](mailto:info@vaecontrols.cz)

### Před modernizací

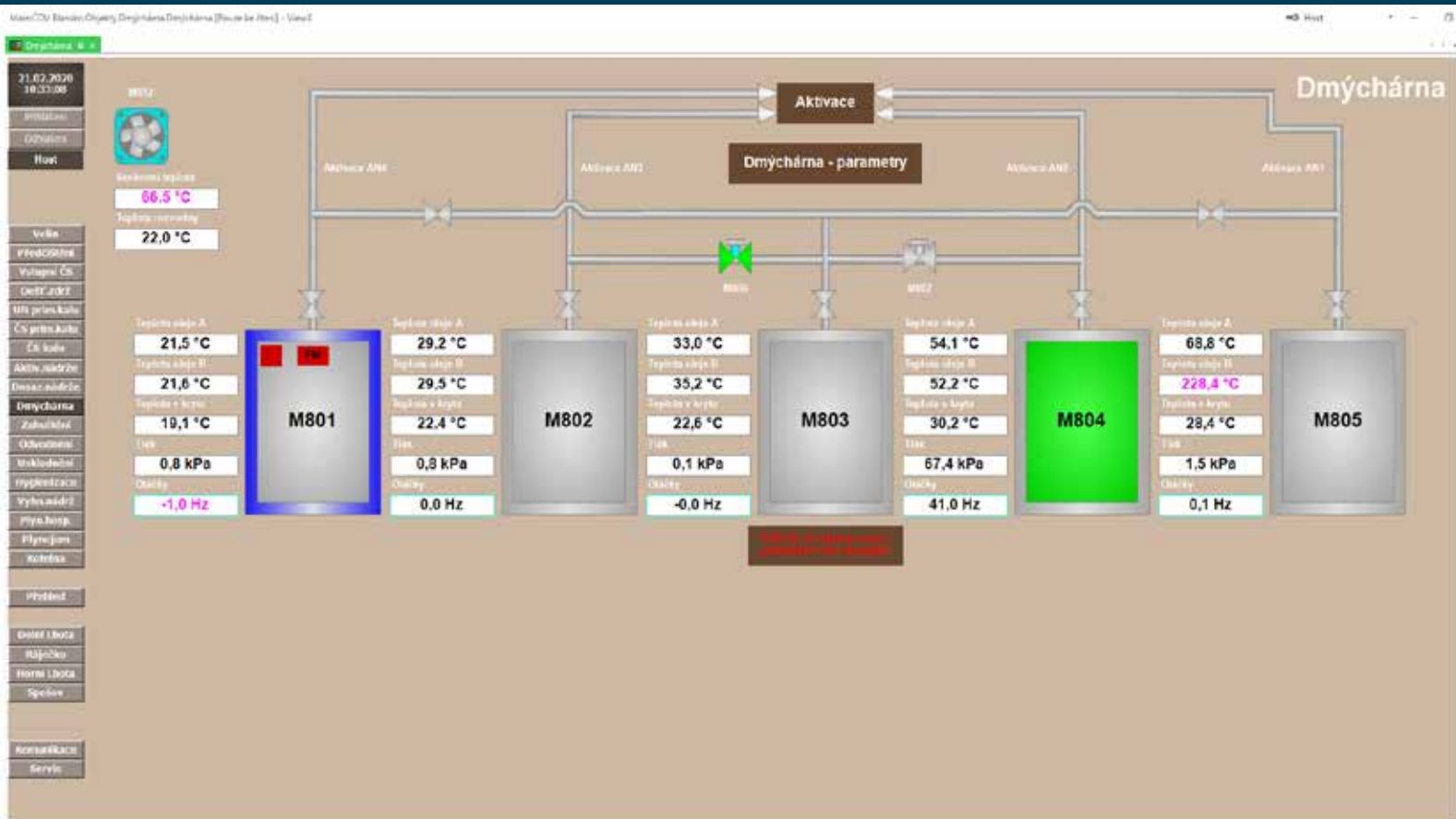
- | Výtlač všech dmychadel do společného potrubí.
- | Rozdělování vzduchu do nádrží systémem klapek.
- | Řízení jen podle kyslíkových sond v AN1 a AN3.
- | Důsledek – nerovnoměrná distribuce vzduchu, chod dmychadel až do doby dosažení vypínací hodnoty O<sub>2</sub> v AN1 a AN3.

### Po modernizaci

- | Samostatné dmychadlo pro každou AN + 1 společné záložní.
- | Nitrifikace / denitrifikace řízena časově.
- | Chod dmychadel řízen spínací a vypínací hodnotou O<sub>2</sub> pro každou nádrž zvlášť.

### Zhodnocení

- | Stablnější hodnoty dusíku, roční průměr 5 – 8 mg/l
- | Zkrácení chodu dmychadel o cca 20-25% - přímá úspora ve velkých desítkách tisíc Kč ročně, prodloužení serv. intervalů, delší životnost.



## Modernizace dávkování srážedla fosforu



- | Hlavní důvod - časté překračování limitů (nekázeň na stokové síti).
- | Osazení on-line měření fosforečnanů na odtoku ČOV s intervalem 15 minut.
- | Řízení dávkovacího čerpadla síranu železitého za aktivaci (spínání při 1,0 mg/l, vypínání při 0,8 mg/l).
- | Výsledná koncentrace fosforečnanů na odtoku cca 1 – 1,3 mg/l.
- | Při překročení 1,5 mg/l – alarm operátorovi a zvýšení dávky.
- | Při překročení 1,8 mg/l – hlášení na IŽP a pátrání po původci znečištění.
- | Původní dávky síranu železitého 11 – 15 l/h, nyní 6 – 8 l/h.
- | Pokles roční spotřeby z cca 120 t na 81,5 t (2020) – úspora cca 150 tis. Kč / rok a úspora na poplatcích.









**BEST** in TECHNOLOGY  
VCL GROUP, a.s.



## Zhodnocení

- | Obě nedávné úpravy na ČOV Blansko přinesly kýžené efekty: zlepšení provozních parametrů, zvýšení účinnosti čištění a snížení provozních nákladů.
- | Předpokladem úspěšné realizace a vyhodnocení efektivity investice je vhodně navržený a správně implementovaný řídicí a dohledový systém.
- | Potvrzení dlouhodobých zkušeností s využíváním progresivních prostředků pro řízení technologických celků a neakceptování tzv. „low-cost“ řešení.

### Doporučení do budoucna

- | Měření spotřeby el. energie dmychadel.
- | Zajištění vyšší kybernetické bezpečnosti ČOV.





!!! DĚKUJEME VÁM ZA POZORNOST !!!

Ing. Jiří Kašparec, Ing. Milan Lindovský, PhD.  
VAE CONTROLS, s.r.o.

Ing. Pavel Mikulášek, Martin Eyer  
Vodárenská akciová společnost, a.s.



# Rekonstrukce nebo zrušení ČOV, aneb když se do ceny započítají i budoucí odpisy a provozní náklady



**Autor:** Michal Žahour, Roman Badin  
**Datum:** 14.4.2021



Nové metody a postupy při provozování ČOV, Moravská Třebová

## Úvod



- Zrušení okresních úřadů
- Plán rozvoje vodovodů a kanalizací územního celku
- poplatný lokálním zájmům bez koncepce
- 2018 - v ČR celkem 3166 ČOV a 6932 vlastníků VAK
  
- V mnoha případech by však stačilo jednoduché porovnání nákladů na provoz a reprodukci majetku k tomu, aby se místo obnovy malých ČOV začalo uvažovat o převedení odpadní vody na ČOV s větší nebo navýšenou kapacitou.



# Plán rozvoje vodovodů a kanalizací

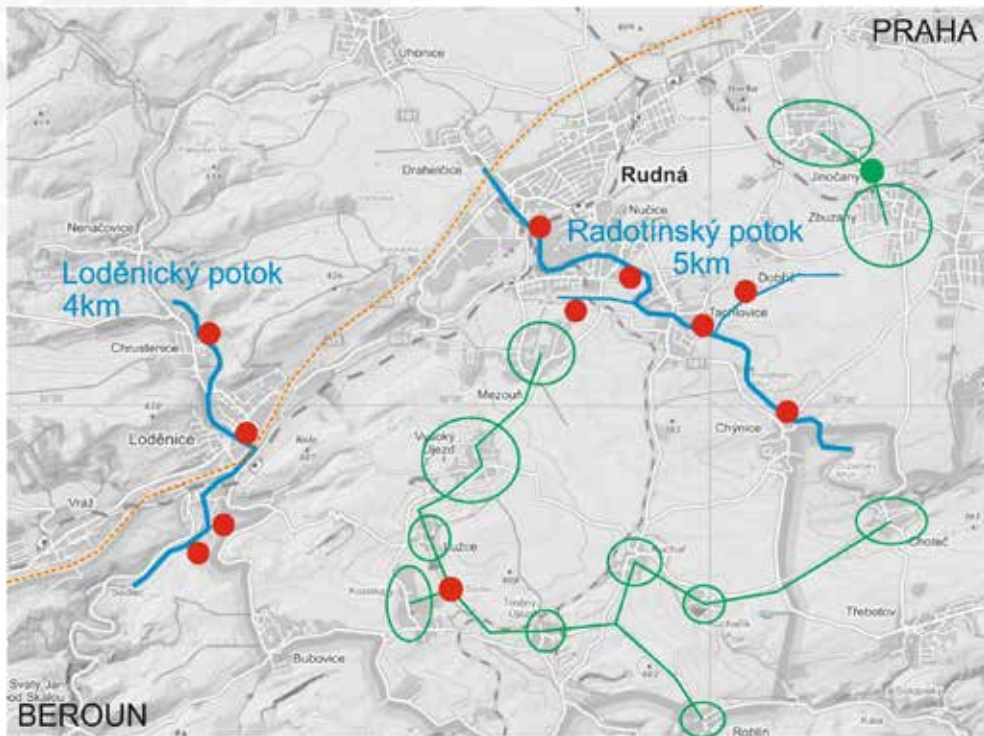
- Tzv. PRVKÚK je dokument zpracováváný na základě ustanovení § 29 odst. 1 písmeno c) zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích
- Jeho zpracování a následné schválení v samostatné působnosti zajišťuje příslušný kraj ČR.
- Tyto plány zahrnují koncepci zásobování pitnou vodou a likvidaci odpadních vod na území daného kraje.
- **Plán musí být hospodárný a musí obsahovat technicky nejvhodnější řešení** a vazby k plánu rozvoje pro území sousedících krajů.

3

## PRVKÚK v praxi

- Příslušný krajský úřad vybere projekční firmu, která PRVKÚK zpracuje.
- Teprve před vlastním schválením krajský úřad zašílá návrh zpracovaného Plánu k připomínkám (provozovatelé/vlastníci, správci povodí, obce, aj.).
- Z přípravy PRVKÚK pro Středočeský kraj pak máme zkušenost, že finální podoba vznikala na základě připomínek a rozhodnutí jednotlivých obcí – rozpad koncepce.
- Za dobu platnosti – desítky nekoncepčních změn

4



Odstrašujícími případy mohou být Radotínský a Loděnický potok, kdy na 10 kilometrech dochází k vypouštění z 10 obecních čistíren.

Navíc další čistírna v obci Ptice se nachází přímo v jeho pramenní části a vlastní čistírnu bude mít i obec Úhonice ležící hned vedle obce Ptice.

5

## Ideální stav

- Změnit pořadí zpracování PRVKÚK, tj. nejprve oslovit účastníky a až poté vypracovat návrh.
- Jednotlivé koncepční materiály by měly být na sebe navázány.
- Např. Plán hlavních povodí ČR a z nich vycházející Plány dílčích povodí by měly být podkladem k zpracování dalších koncepčních materiálů, jako jsou územní plány obcí a PRVKÚKy.

6

## Příklad obce Komárov

- Na začátku byla dosluhující mechanicko-biologická ČOV pro obec Komárov, na kterou jsou odváděny kromě splaškových vod také průmyslové odpadní vody z výrobního závodu Buzuluk.
- Stáří ČOV je 50 let.
- Odpadní vody z obce Komárov jsou na ČOV přiváděny převážně jednotnou kanalizací.

7



8







- Mezi roky 2015/2016 byly zvažovány dvě zcela odlišné varianty.
- Varianta č.1 – Intenzifikace stávající ČOV
  - Zahrnuje výstavbu kompletně nové mechanicko-biologické ČOV o kapacitě 3000 EO
- Varianta č. 2 – převedení odpadních vod do kanalizace města Hořovice
- Byla oslovena spol. Vodohospodářský podnik, a.s., která zpracovala studii technologického posouzení převedení odpadních vod na ČOV Hořovice vč. porovnání s rekonstrukcí ČOV.

11

## Co přinesla studie?

- Navržena byla čerpací stanice odpadních vod situovaná v areálu ČOV Komárov a výtlač napojený do kanalizačního systému města Hořovice.
- Návrh ČS
  - Původní návrh zahrnoval mechanické předčištění přiváděných odpadních vod na sklopných česlích, odlehčení dešťových průtoků nad kapacitu ČS do akumulace o objemu 13 m<sup>3</sup> a vlastní čerpací stanice se dvěma čerpadly o výkonu max. 16 l/s.
- Návrh výtlačku
  - Byly zpracovány celkem 3 možné trasy



## Co přinesla studie?

- Závěry:
  - Nižší investiční náklady
  - Nižší provozní náklady (obsluha, vzorkování, kalové hospodářství, ...)
  - Nižší náklady v kalkulaci stočného
  - Nižší náklady na budoucí obnovu
  - Jednodušší a spolehlivější provozování
  - Vyšší účinnost čištění
    - Limity z malých ČOV vs. limity na ČOV Hořovice

13

## Porovnání účinnosti čištění

Limity dle BAT (mg/l) Kategorie ČOV	BSK5 „p“/“m“	CHSKCr „p“/“m“	NL „p“/“m“	N-NH4 prům./“m“	Ncelk prům./“m“	Pcelk prům./“m“
2001 – 10 000 EO	18/25	70/120	20/30	8/15	-	2/5
10 001– 100 000 EO	14/20	60/100	18/25	-	14/25	1,5/3

Reálné prům. odtokové koncentrace mg/l	BSK5	CHSKCr	NL	N-NH4	Ncelk	Pcelk
ČOV Hořovice	3,4	29,9	4,7	0,6	8,3	0,7
ČOV cca 3000 EO	3,1-3,4	33,7-38	4,7-7,8	1,0-1,5	13-15	1,2-1,3

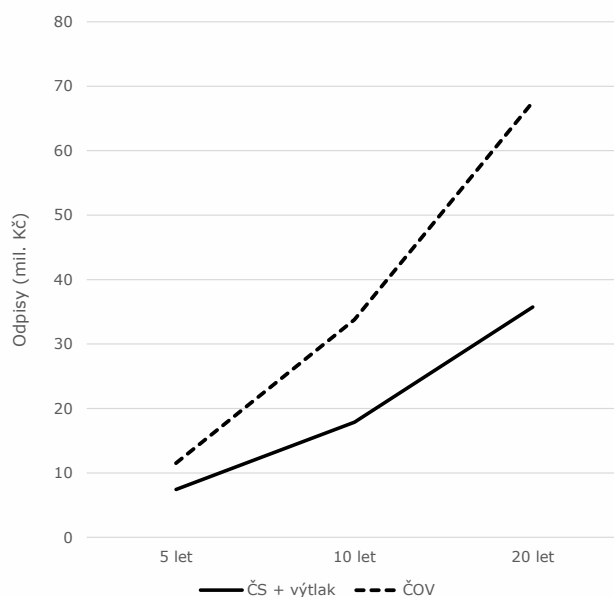
14

# Porovnání investice a odpisů

	investice (mil. Kč)	doba odpisu (roky)	roční odpis (mil. Kč)	náklad (Kč/m <sup>3</sup> )
<b>ČS + výtlač</b>				
stavba	26	30	0,9	
technologie	3	10	0,3	
MAR	0,8	5	0,2	
celkem	29,8		1,3	
náklad na 1 m <sup>3</sup>				6,0
<b>ČOV</b>				
stavba	20,9	30	0,7	
technologie	10,8	10	1,1	
MAR	1,3	5	0,3	
celkem	33		2,0	
náklad na 1 m <sup>3</sup>				9,2

15

- Ačkoliv je původní investice téměř srovnatelná (30 vs. 33 mil. Kč), varianta převodu odpadních vod na jinou ČOV se následně do kalkulace stočného projeví příznivěji díky většímu podílu déle odepisované stavby.
- Pokud by se měly náklady na odpisy obou variant vyrovnat, musela by rekonstrukce ČOV Komárov dosáhnout maximálně 18 mil. Kč, což je vzhledem ke stávajícímu stavu ČOV a potřebné konečné kapacitě nereálné.

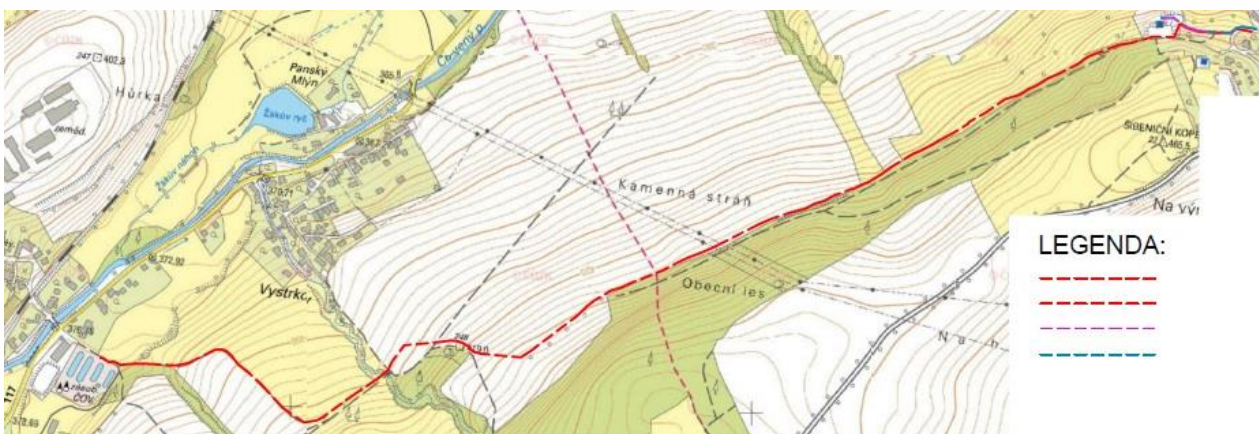


16

- Vlastník ČOV Komárov, VAK Beroun, se proto rozhodl pro zrušení ČOV a převádění odpadní vody do kanalizačního systému města Hořovice zakončené mechanicko-biologickou ČOV o kapacitě cca 16 000EO.

17

- Po projednání s vlastníky pozemků musela být trasa upravena tak, aby vedla pouze po obecních pozemcích
- Výtlačk z areálu ČOV do místa napojení je dlouhý 2806 m a překonává výškový rozdíl 65 m.

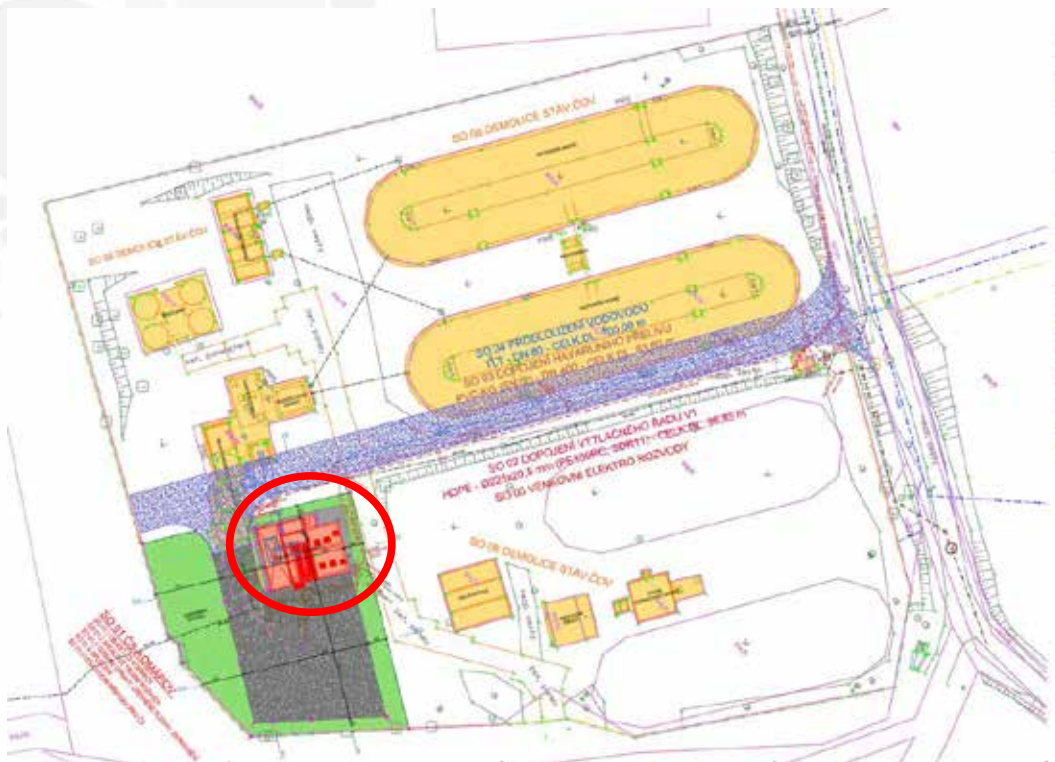


18



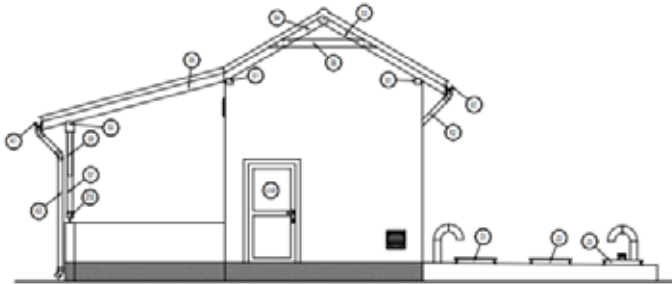
- Vzhledem k jednotnému charakteru kanalizační sítě v obci Komárov je nutné před ČS odlehčení balastních vod.
- Na základě požadavku Povodí Vltavy byl stanoven ředící poměr 1:6 a bylo nutné upravit jak výkon čerpadel, tak i dimenzi výtlaku.
- Výtlačné potrubí PE 100RC, SDR 11 - Ø 225x20,5 mm
- Objekt ČS zahrnuje dvojici čerpadel 1. stupně (1+1) a dvojici čerpadel 2. stupně (1+1), všechna o výkonu 24 l/s.
- Součástí ČS je i akumulční jímka o objemu 45 m<sup>3</sup>, která zajistí akumulaci po dobu cca 4 hodin.

19

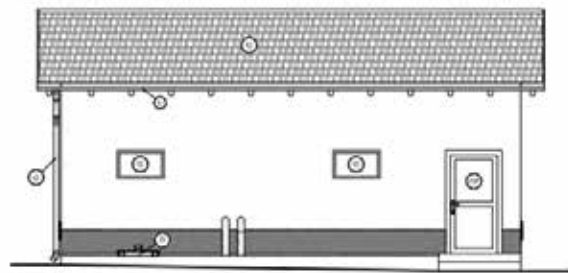


20

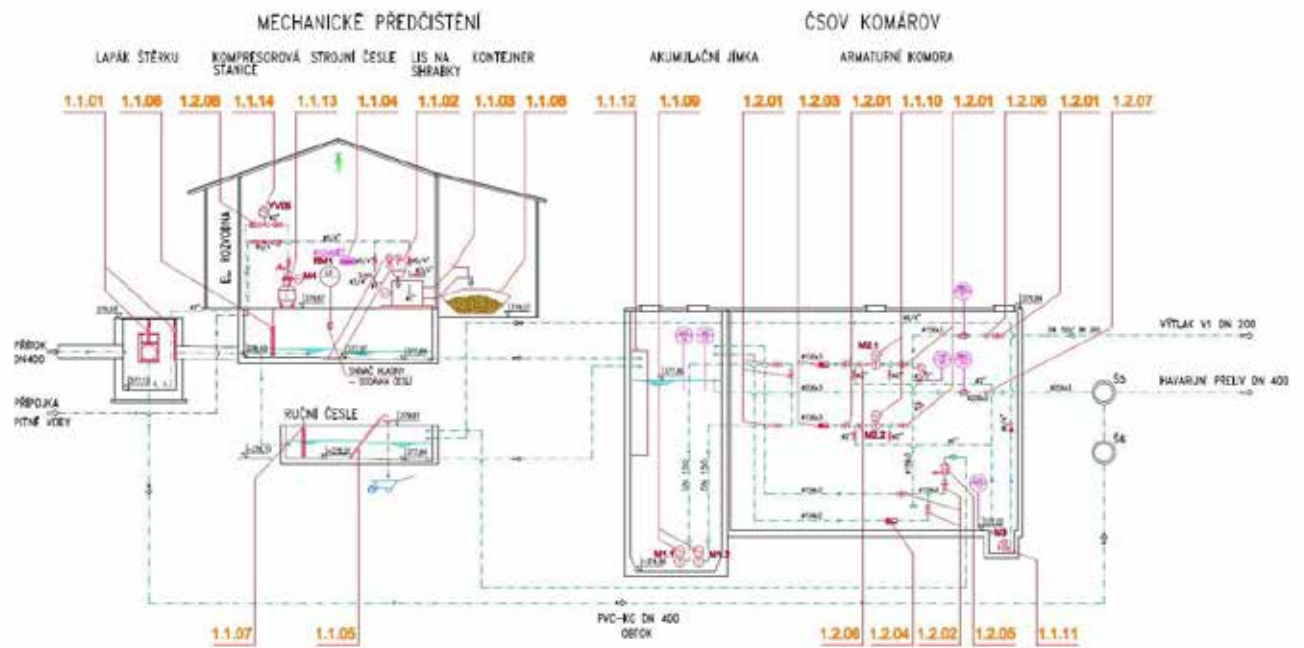
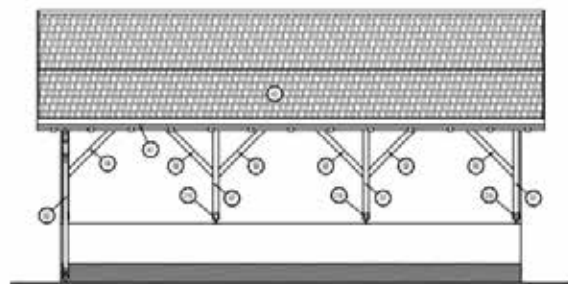
POHLED JIHOVÝCHOONÍ



POHLED SEVEROVÝCHOONÍ



POHLED JIHOZÁPADNÍ



## Závěr

- Na řadě míst v ČR byly vybudovány malé ČOV (s kapacitou menší než 1000 EO), přičemž nebylo bráno v potaz možné odkanalizování více obcí na jednu větší ČOV. Již kolem desátého roku provozování ČOV vzniká potřeba zásadní obnovy zejména technologického zařízení. To je vhodná doba pro úvahy o koncepčnějším řešení.
- Příklad Komárova je možné brát jako ukázkou možné nápravy mnohdy nekonceptního stavu likvidace odpadních vod na území České republiky. Již v současné době se ve VAK Beroun připravuje další projekt na zrušení malé **ČOV Podluhy**, kdy bude obec odkanalizována také na ČOV Hořovice. Ze zpracované studie proveditelnosti vyplývá, že investiční náklady budou cca o 1/3 nižší než v případě celkové rekonstrukce dosluhující ČOV. Dalším projektem je zrušení **ČOV Zdice** a převedení OV do Berouna.
- Příspěvek ukazuje, že před rozhodnutím o prosté obnově vodohospodářského majetku je vhodné vzít do úvahy i jiné možnosti řešení. Pokud do rozhodovacího procesu zařadíme výpočet nejen investičních, ale i budoucích provozních nákladů včetně odpisů – obnovy majetku, mohou i na první pohled nákladnější řešení být z dlouhodobého pohledu výhodnější.

23



Děkuji Vám za pozornost

24

# Hydraulický a látkový vliv srážkových vod na ČOV

Vladimír Habr  
Robert Hrich

Obchodní jméno: Brněnské vodárny a kanalizace, a.s.

Sídlo společnosti: Pisárecká 555/1a, 603 00 Brno

## Obsah prezentace

### Stoková síť

- Vývoj městského odvodnění
- Odkanalizování města Brna
- Monitoring městského odvodnění
- Výstupy monitoringu - bilance vod, průběhy znečištění

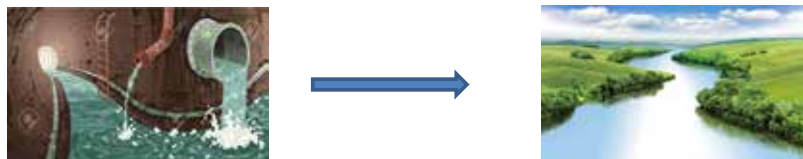
### Kanalizační dispečink

### Čistírna odpadních vod

- Základní údaje
- Vliv dešťových vod



**Historie** – co nejrychleji odvést vodu mimo urbanizované území:



**Současnost** – vztah kanalizace, čistírny odpadních vod a vodních toků:



**Budoucnost** – pokročilé technologie, hospodaření se srážkovými vodami (HSV), řízení procesů v reálném čase (RTC)



## Odkanalizování města Brna

### Brno:

katastr: 230 km<sup>2</sup>  
urbanizovaná část: 30 % (69 km<sup>2</sup>)  
cca 400 tis. obyvatel

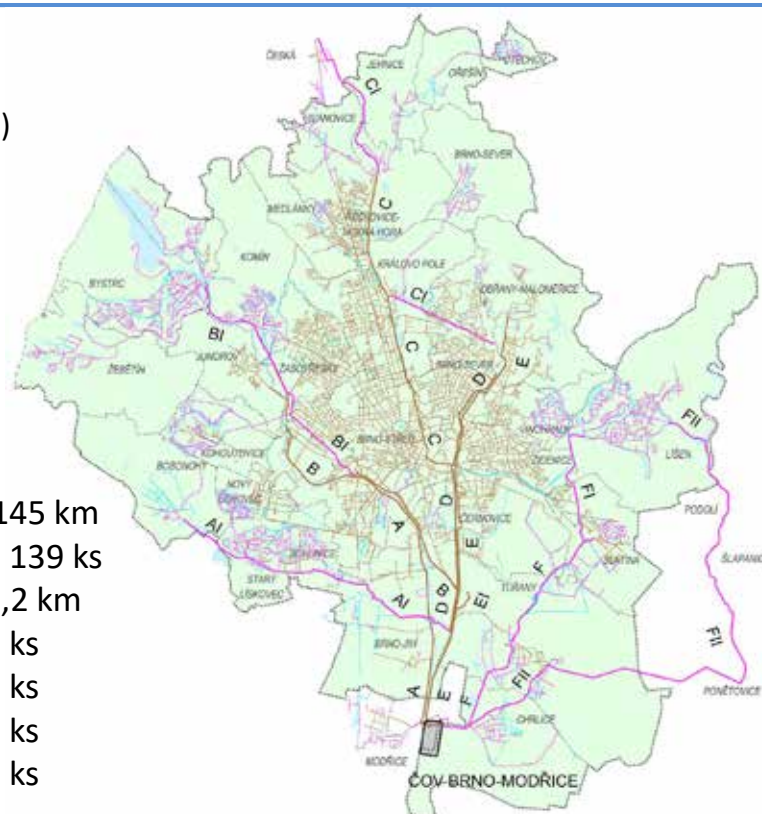
### Vodní toky:

Svratka a Svitava  
36 drobných vodních toků

### Čistírna odpadních vod

#### Kanalizace:

délka:	1 145 km
kanalizační přípojky:	58 139 ks
kmenové stoky	99,2 km
odlehčovací komory:	82 ks
retenční nádrže:	20 ks
čerpací stanice:	23 ks
shybky:	25 ks

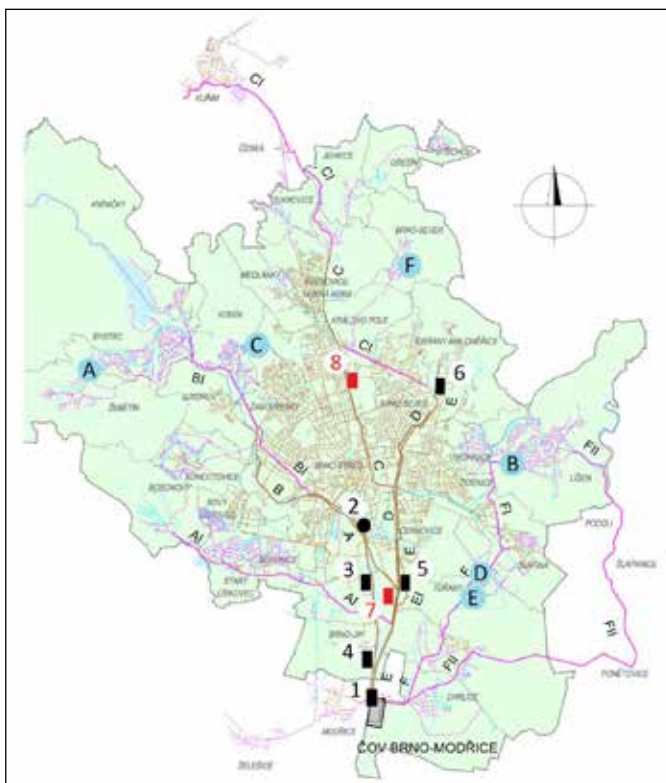


## Provozovaná kanalizace:

- 1 145 km - délka kanalizace pro veřejnou potřebu
- 625 km oddílné soustavy
  - 283 km dešťové
  - 342 km splaškové
- 520 km jednotné soustavy

## Retenční nádrže

č.	název	objem m <sup>3</sup>	cena mil. Kč.
1	ČOV Brno - Modřice	10 500	60
2	Jeneweinova	8 600	504
3	Sokolova	5 500	115
4	Přízřenický jez	5 000	124
5	Ráječek	2 000	158
6	Hamry	800	48
7	Královka – DKB II	22 500	748
8	Červený mlýn – DKB II	26 000	957
		32 400	1 009
		80 900	2 714



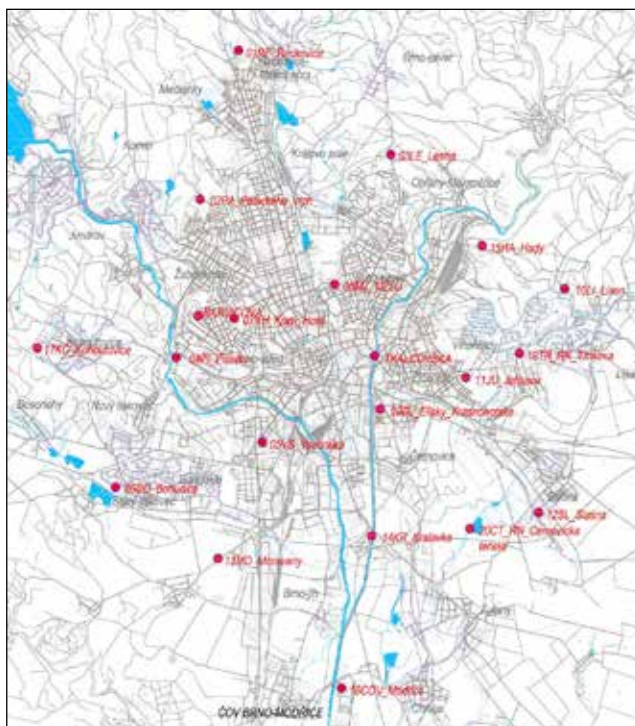
## Monitoring městského odvodnění

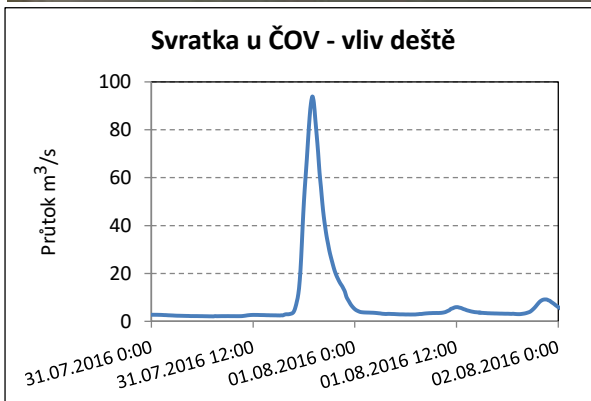
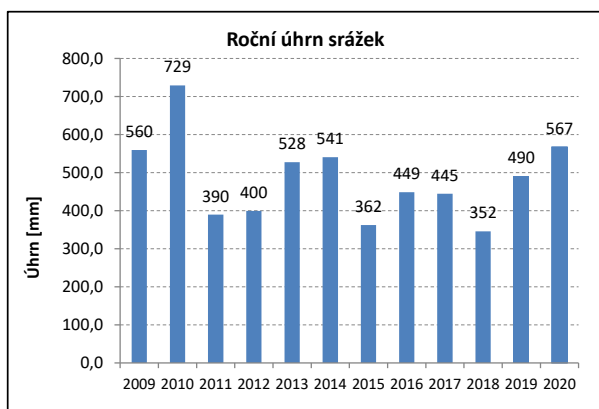
### Zajišťuje úsek kanalizačního dispečinku:

- Plošný monitoring srážek od roku 2003 (dnes v rozsahu 23 srážkoměrů)
- Monitoring látkového zatížení ČOV
- Měření hladin a průtoků na významných objektech stokové sítě prostřednictvím 182 senzorů

### Cíl monitoringu srážek:

- Tvorba historické řady – podklad pro matematické modelování, bilance
- Podrobná data pro analýzy zaměřené na srážkové úhrny, extremitu dešťů a související trendy





Parametry deště pro návrh kanalizace – dvouletý dešť:		
Doba trvání:	min	60
Úhrn:	mm	20,3

60 min	Trupl						
doba opakování	jednoletá	dvouletá	pětiletá	desetiletá	dvacetiletá	padesátiletá	stoletá
Úhrn (mm)	15,8	20,3	26,6	31,5	37,8	41,7	48,6

Reálně naměřené deště			
srážkoměr	datum	úhrn za 60 min	doba opakování
Štýřice	31.7.2016	33,6	desetiletá
Černovice	31.7.2016	24,0	pětiletá
Řečkovice	7.6.2019	53,0	> stoletá
Palackého vrch	7.6.2019	41,2	padesátiletá
Kohoutovice	20.6.2019	20,4	dvouletá
Hády	23.6.2019	20,9	dvouletá

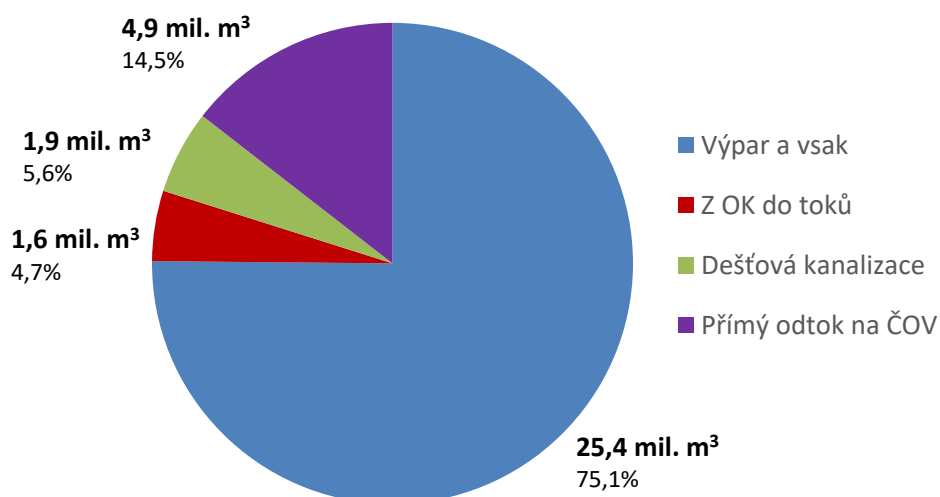
## Brno – základní hydrologická bilance pro 2019:

- Úhrn srážek: 490,2 mm/rok
- Objem srážek nad urbanizovaným Brnem: 33,8 mil. m<sup>3</sup>

Krajina:

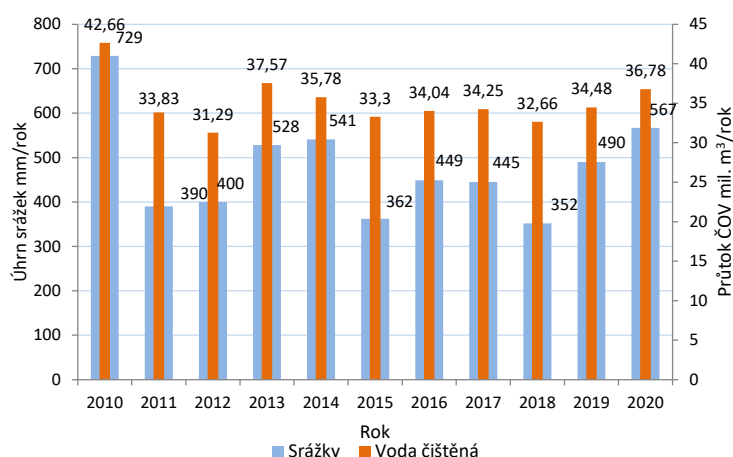


Město:

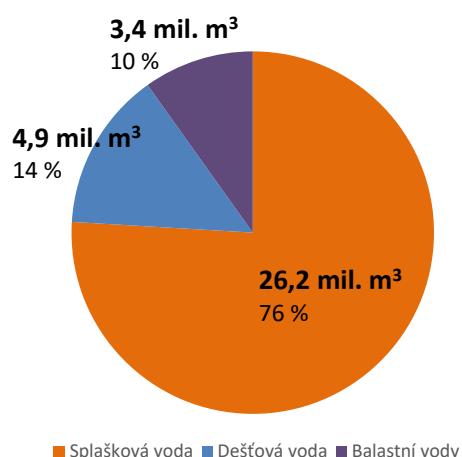


# Bilance vod – ČOV Brno - Modřice

## Závislost průtoku vody ČOV na ročním úhrnu srážek:



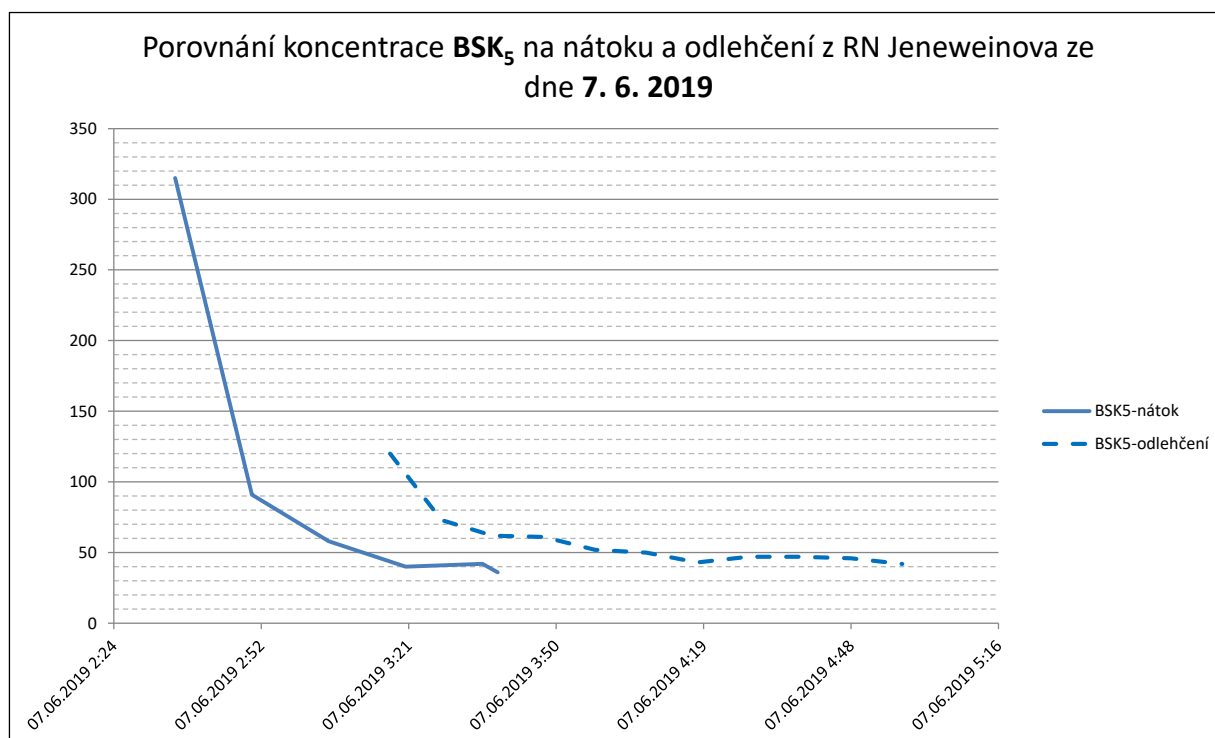
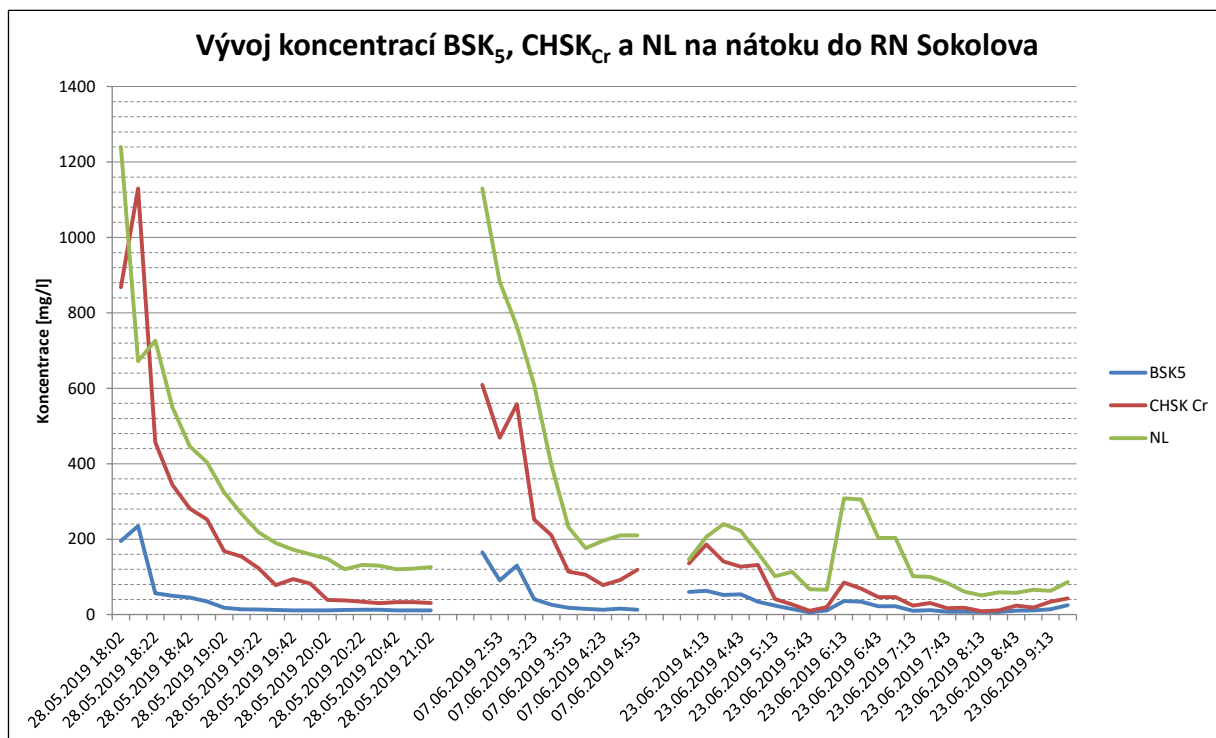
## Podíly vod pro rok 2019:



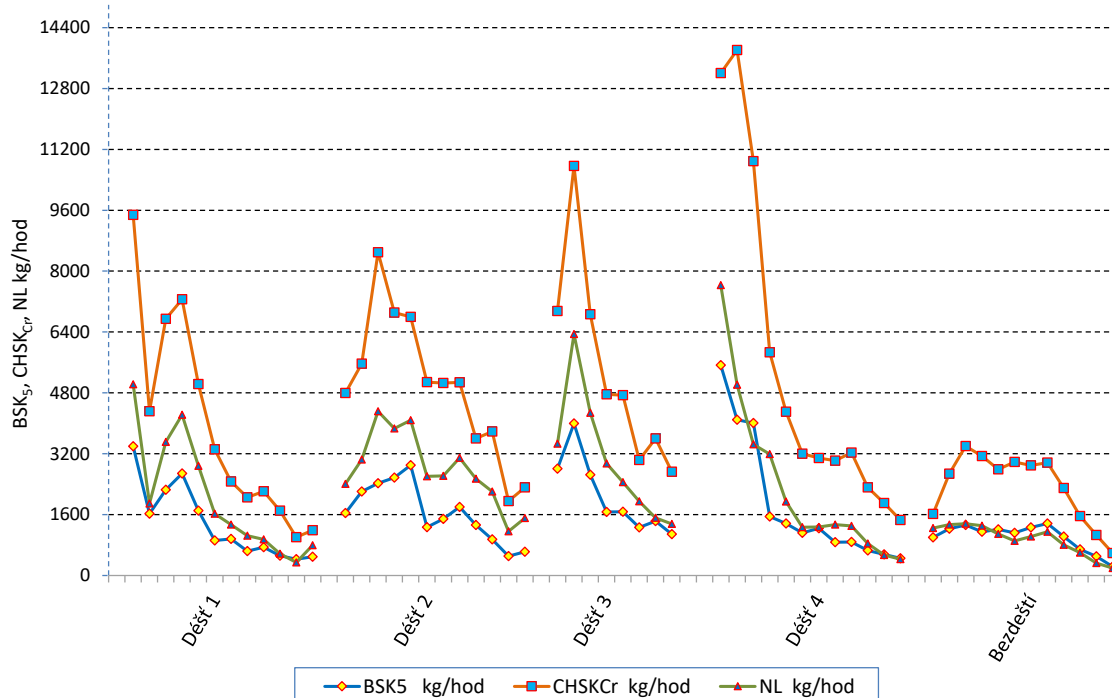
### Komentář:

¼ vod, které dotečou na ČOV nejsou vody splaškové a cílem by mělo být tento podíl snižovat (HSV + obnova sítě)





Hmotnostní toky polutantů v nátoku na ČOV Brno-Modřice  
srovnání dešťových událostí a bezdeští



## Vliv akumulace na stokové síti na zatížení ČOV

### Přítok na ČOV Brno – Modřice

Ukazatel	Jednotky	ČOV Brno – Modřice					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
$Q_{\text{čov}}$	tis. m <sup>3</sup> /rok	33 132	34 042	34 268	32 657	34 484	36 783
Dešťový přítok na ČOV	tis. m <sup>3</sup> /rok			4 500		4 900	5 600
Srážky	mm/rok	355	453	442	347	490	564
Akumulace OV na síti	tis. m <sup>3</sup> /rok	547	642	810	672	1 380	1 521
Odlehčené OV (na síti)	tis. m <sup>3</sup> /rok	994	1 333	1 141	849	1 632	1 467

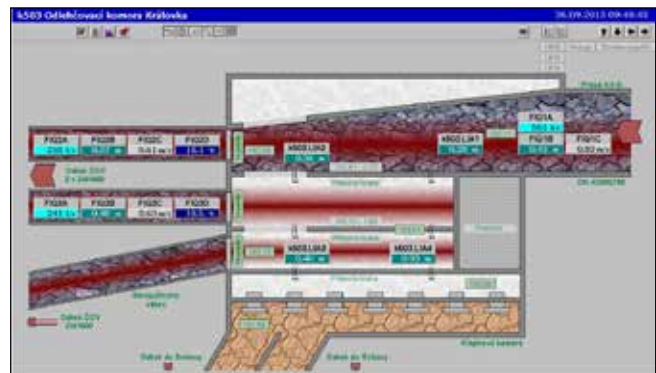
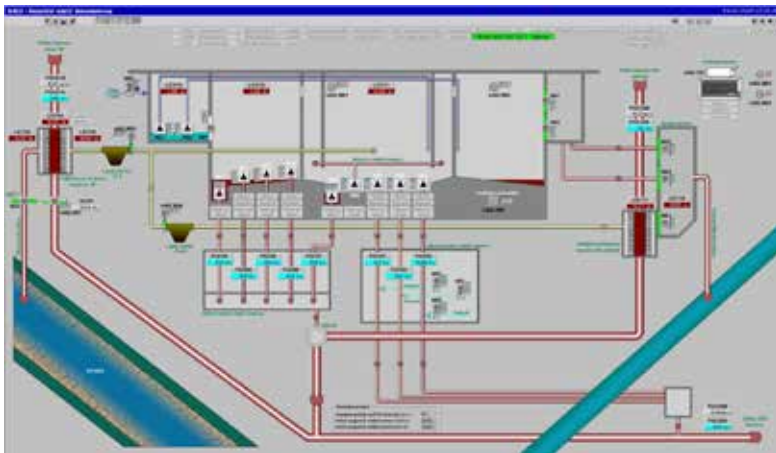
### Zachycené znečištění v akumulacích na stokové síti:

Ukazatel	BSK <sub>5</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL	NNH <sub>4</sub>	N <sub>celk</sub>	P <sub>celk</sub>
	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok	t/rok
Zachycené znečištění 2019	127,5	430,7	380,2	7,8	16,1	3,7
Zachycené znečištění 2020	162,3	524,4	440,0	7,8	17,0	3,7

### Přepočítání na denní zatížení – akumulované dešťové vody v RN a trubní retenci:

Ukazatel	Jednotky	BSK <sub>5</sub>	CHSK <sub>Cr</sub>	NL	NNH <sub>4</sub>	N <sub>celk</sub>	P <sub>celk</sub>
Průměrné hodnoty nátoků na ČOV	t/den	29,5	69,4	30,9	4,5	5,9	0,8
Odpovídající počet dnů	den	4,9	6,9	13,3	1,7	2,8	5,0

## Dispečink kanalizační sítě

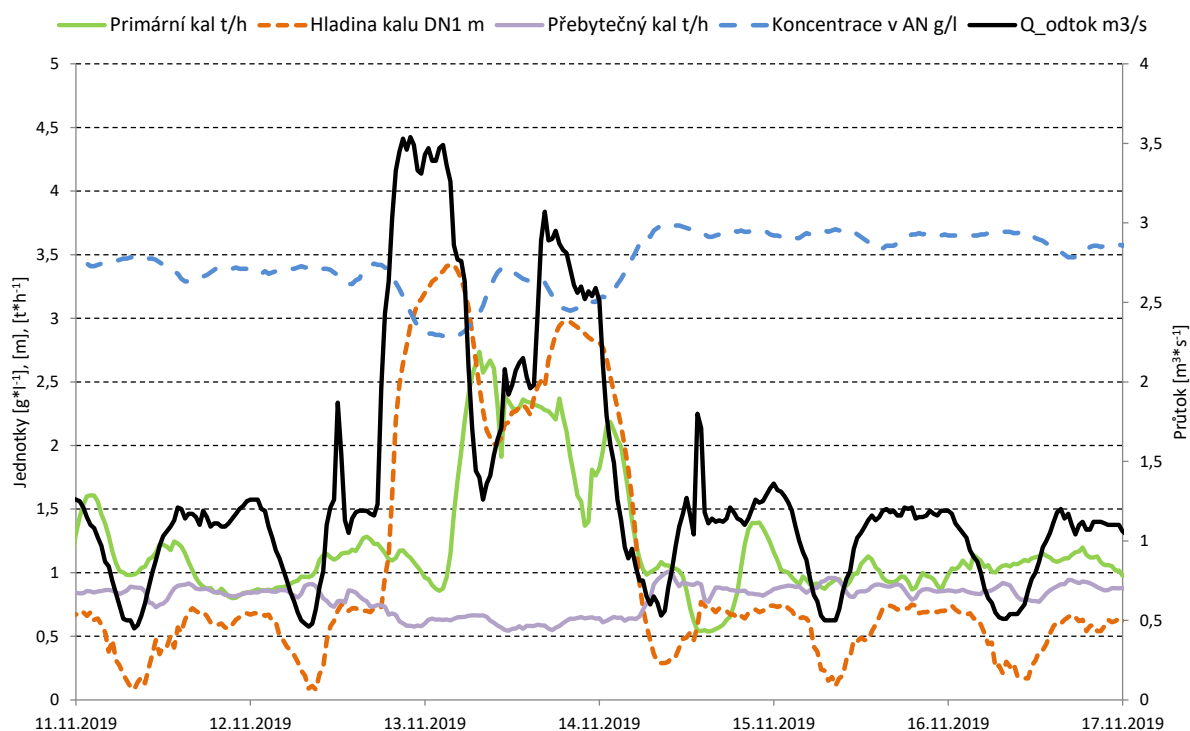


## Čistírna odpadních vod

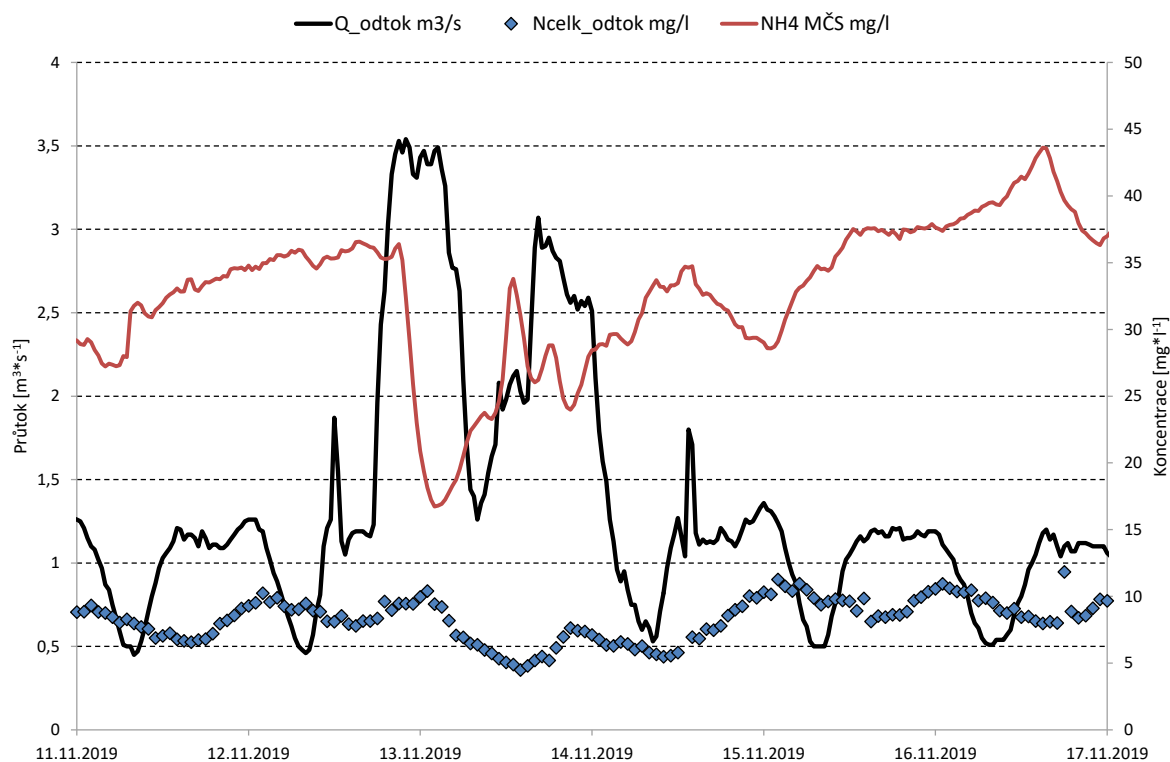


Provozní ukazatele 2020	hodnota	jednotky
<b>Množství čištěných vod</b>		
2020 celkem	<b>36 783</b>	tis. m <sup>3</sup> /rok
denní průměr	101,5	tis. m <sup>3</sup> /den
<b>Účinnost čištění (dosažená/předepsaná)</b>		
BSK <sub>5</sub>	98,8/95	%
CHSK <sub>Cr</sub>	96,2/85	%
Nerozpuštěné látky	97,5	%
N <sub>celk</sub>	85,9/75	%
P <sub>celk</sub>	90,8/85	%
<b>Kalové a plynové hospodářství</b>		
produkce kalu celkem	20 420	t/rok
množství odvodněného kalu (sušina 22.4%)	15 182	t/rok
množství sušeného kalu (sušina 93.7%)	5 238	t/rok
produkce kalového plynu	4876	tis. m <sup>3</sup> /rok
<b>Energetika</b>		
spotřeba elektrické energie celkem	16 760	MWh/rok
vlastní výroba elektrické energie	6 738	MWh/rok
vlastní výroba tepelné energie	57 333	GJ/rok

## Vliv dešťových vod na ČOV



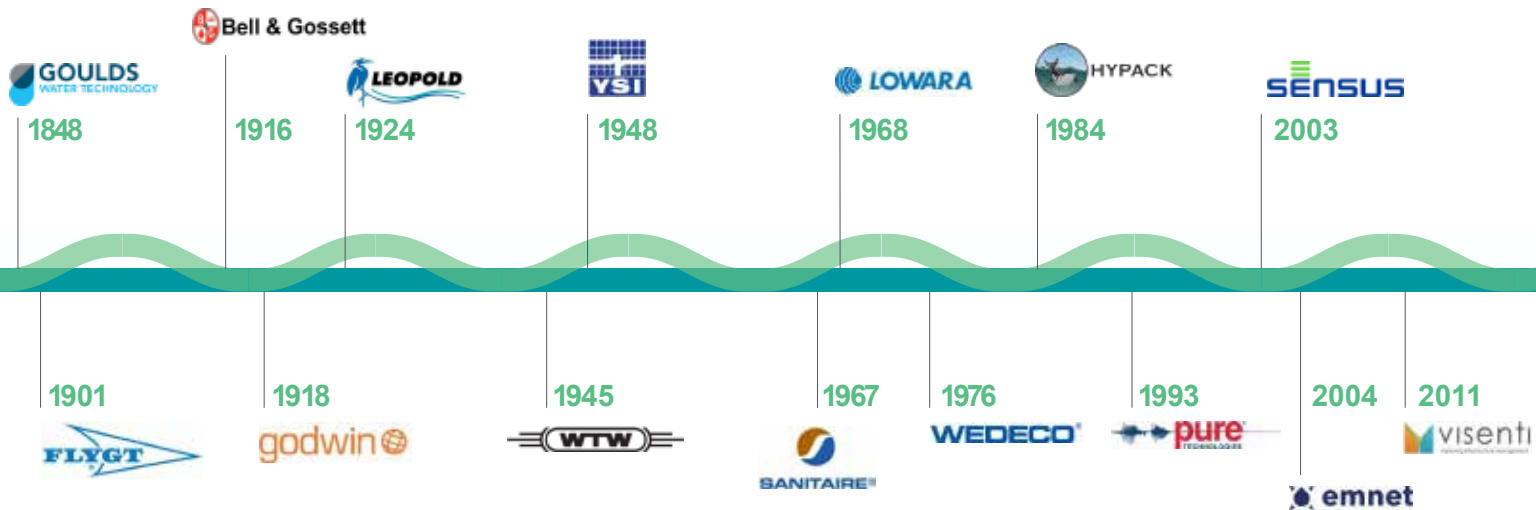




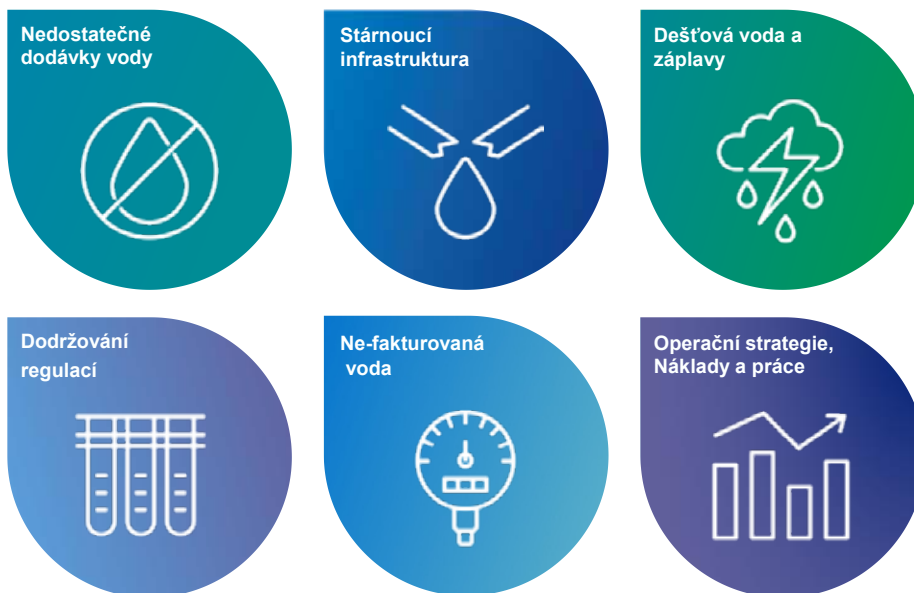
Děkuji za pozornost

# Optimalizace provozních nákladů v oblasti čištění odpadních vod

Xylem spojuje ty neprogresivnější značky v oboru



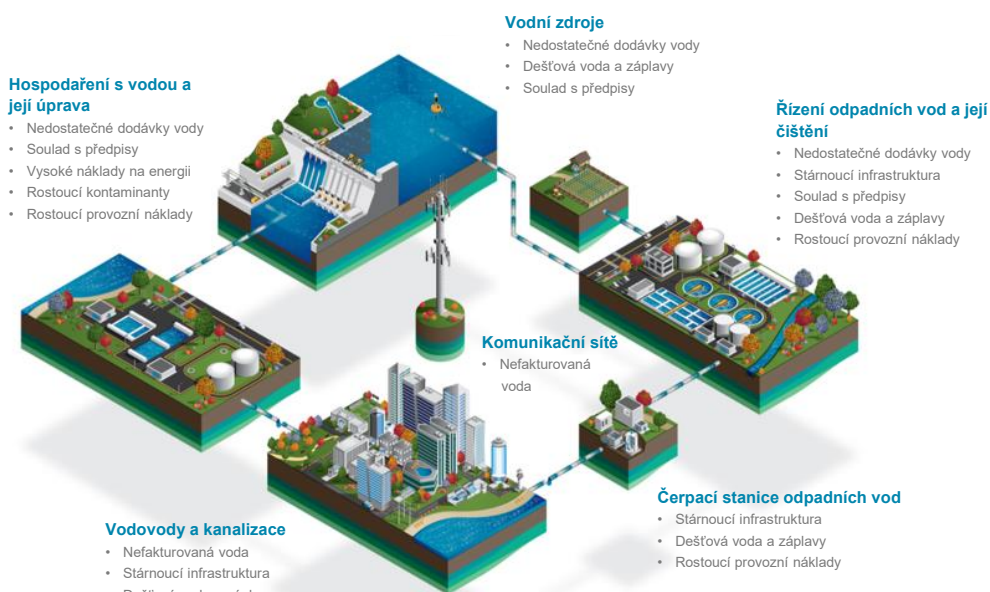
# Rozpoznání hlavních výzev



3

xylem  
Let's Solve Water

# Jaké jsou vaše výzvy?



4

xylem  
Let's Solve Water





Výzva

# Operační strategie, Náklady a práce

xylem  
Let's Solve Water

5

## Výzva – kde jsou vysoké provozní náklady



Ceny energií a  
účinnost systémů



- Příležitost snížit provozní výdaje za elektrickou energii

Náklady na lidskou  
práci



- Vzrůstající mzdové náklady a nedostatek pracovních sil

Datové přetížení



- Příliš mnoho dat, nedostatek přehledu a reakce

xylem  
Let's Solve Water

6

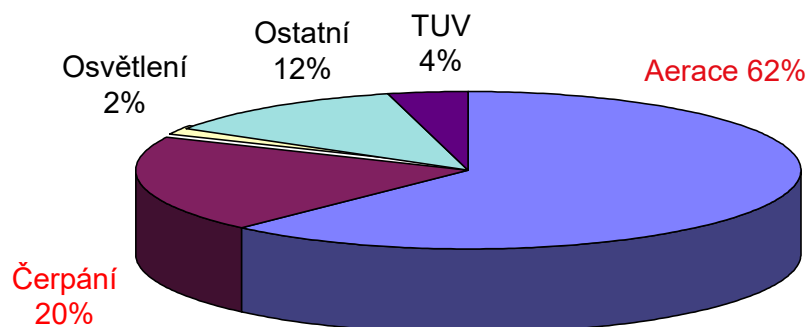


## Jaké je rozložení nákladů na elektrickou energii při čišťení odpadních vod?



Aerace spotřebuje 55 – 65% z celkové spotřeby elektrické energie čistírny odpadních vod.

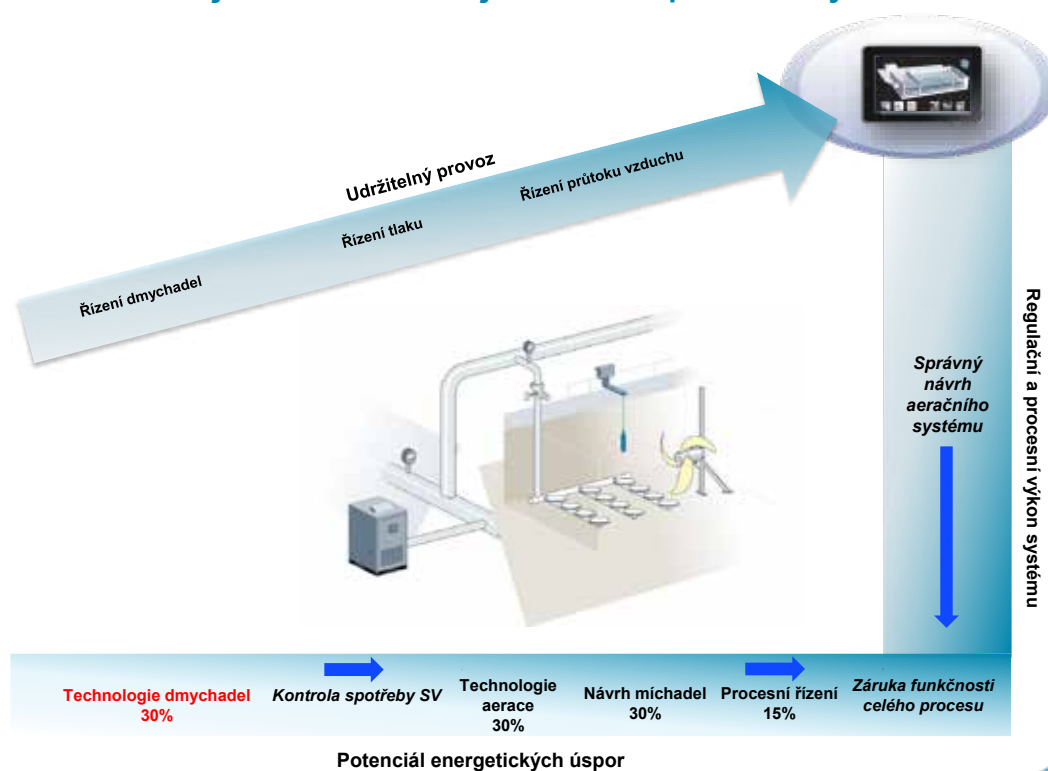
Čerpání spotřebuje 18 – 22% z celkové spotřeby elektrické energie čistírny odpadních vod.



xylem  
Let's Solve Water

7

## Aeraci je třeba řešit jako komplexní systém

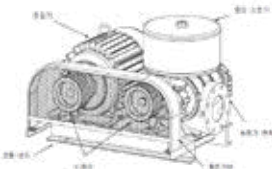



xylem  
Let's Solve Water

8



## Technologie dmychadel: objemová vs. rychlostní

Technologie	PD ( 75hp)	TLX-C060 ( 50hp)
náhled		
Výkon motoru	55kw	37kw
Výkonnost	35m <sup>3</sup> /min	35m <sup>3</sup> /min
Tlak na výstupní armatuře	0.6bar(g)	0.6bar(g)
Princip	Objemový	Rychlostní
Přenos výkonu	V-řemen, Převodovka	Přímý náhon
Hluk (@1m)	95~110 dB	Méně než 75dB
Vibrace	vysoké	Nízké - žádné

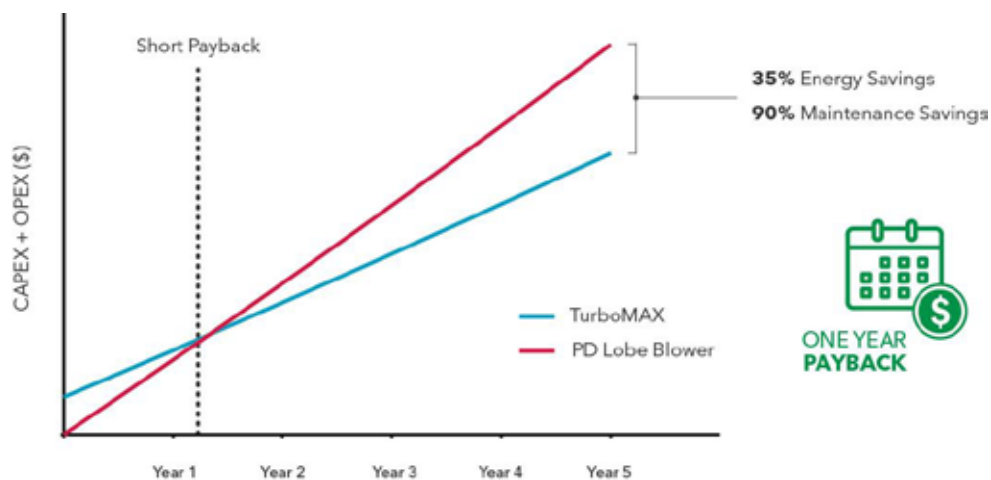
9

xylem  
Let's Solve Water

## Technologie dmychadel: propočítejte svou investici



Vždy je důležité vzít v úvahu CAPEX i OPEX



10

xylem  
Let's Solve Water

## Technologie dmychadel: instalace v Maďarsku



Instalace:

- 14. března 2017 - vyměněny dvě objemová dmychadla za **dvě turbo dmychadla TurboMAX 75** (56kW)



Stará dmychadla

Cíl projektu:

- zvýšení efektivity vynaložených nákladů pomocí nové technologie
- snížení nákladů údržby



Nová technologie



Nová instalace

xylem  
Let's Solve Water

11

## Instalace v Maďarsku: návratnost investice

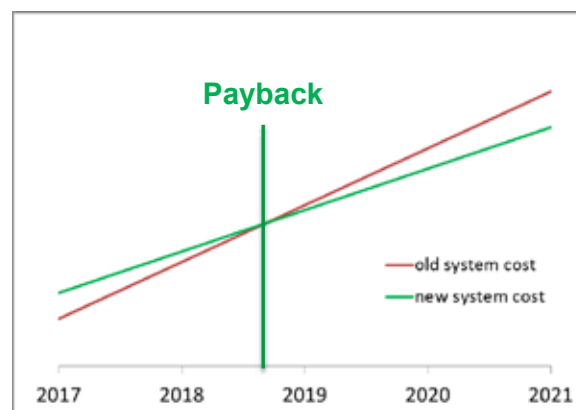


**Energetická úspora:**  
27% (↘ 461 268kWh)

**Uspořené náklady:**  
27,2 % (36 449 EUR)

**Náklady údržby:**  
160 EUR/rok/dmychadlo  
Žádné výměny řemenů nebo oleje

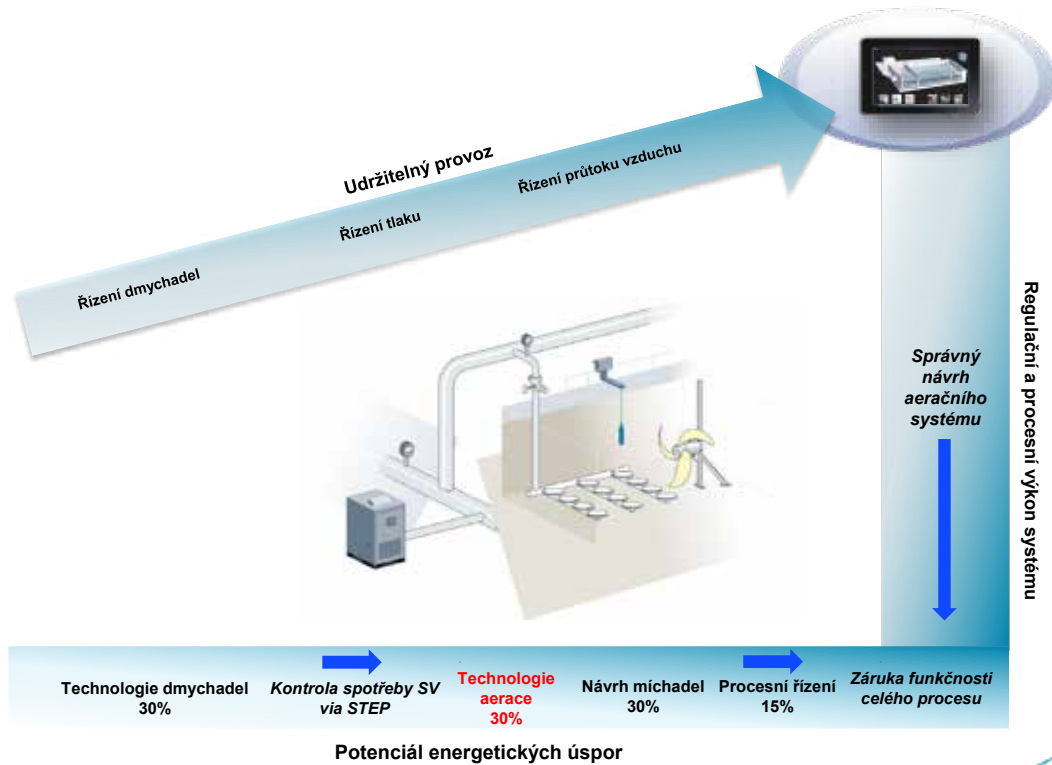
**Návratnost:**  
Před rokem 2019 (<2 roky)



xylem  
Let's Solve Water

12

## Aeraci je třeba řešit jako komplexní systém



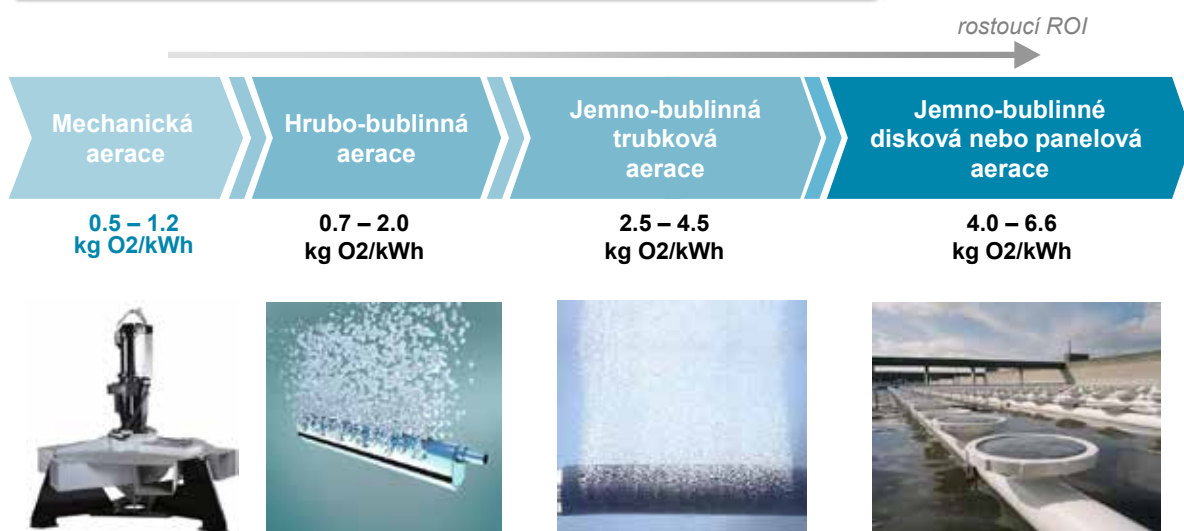
13

xylem  
Let's Solve Water

## Jemno-bublinné provzdušňování: úspora energie



Výběr správné aerační technologie



14

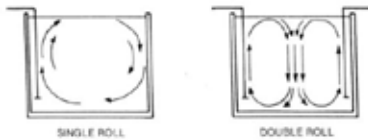
xylem  
Let's Solve Water



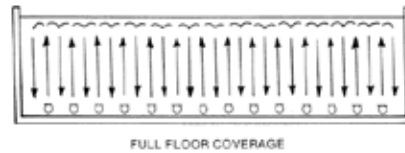
## Jemno-bublinná aerace: v provozu



Hrubo-bublinné provzdušnění



Jemno-bublinné provzdušnění

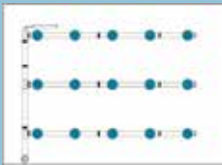
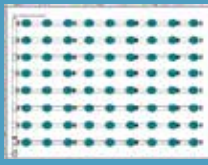
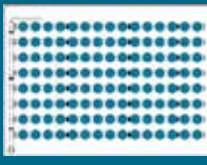


15

xylem  
Let's Solve Water

## Optimalizace účinnosti transferu kyslíku hustotou difusérů



	Nízko-nákladová instalace	Středně nákladná instalace	Nákladná instalace
Požadavek na kyslík	1000 kg/h	1000 kg/h	1000 kg/h
Pokrytí difuséry	10 %	15 %	20 %
Účinnost přestupu kyslíku [SOTE]	32 %	34.5 %	37 %
Požadované množství S.V.	10300 Nm <sup>3</sup> /h	9600 Nm <sup>3</sup> /h	9000 Nm <sup>3</sup> /h
			

16

xylem  
Let's Solve Water

# Energetická účinnost jemno-bublinného systému



Velká část dodávaného kyslíku se přenese do vody



+

Nízké tlakové ztráty mezi dmychadlem a provzdušňovacím systémem



→

Velké množství kyslíku přeneseného do vody na kWh energie



17

xylem  
Let's Solve Water

## Instalace v USA: Columbus, WI



- **Typ čistírny:** Běžný aktivovaný kal
- **Velikost čistírny:** ~5000 m<sup>3</sup>/den
- **Rozložení:** Tři (3) paralelní nádrže
- **SOR:** 250 to 400 kg/h O<sub>2</sub>



	Stávající	Nové
<b>Provzdušňovací systém</b>	Wyss Tube Diffusers	Sanitaire Gold Series
<b>Dmychadla</b>	Positive displacement (125 HP)	Positive displacement (75 HP)
<b>Řízení</b>	Constant Speed	Variable Frequency Drive
	Stávající	Nové
<b>Náklady na galon vyčištěné odpadní vody</b>	0.0346 US Cents	0.0241 US Cents

18

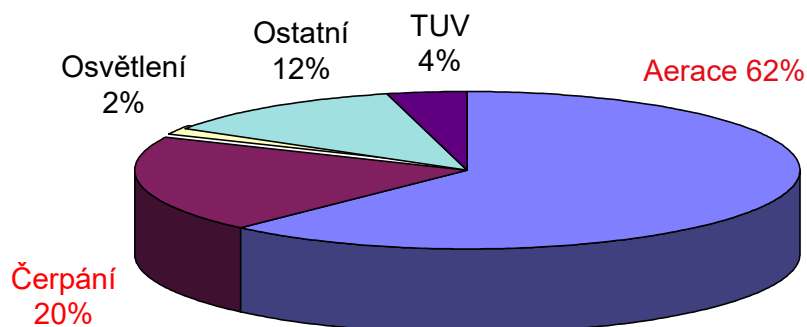
xylem  
Let's Solve Water

## Jaké je rozložení nákladů na elektrickou energii při čišťení odpadních vod?



Aerace spotřebuje 55 – 65% z celkové spotřeby elektrické energie čistírny odpadních vod.

Čerpání spotřebuje 18 – 22% z celkové spotřeby elektrické energie čistírny odpadních vod.



19

xylem  
Let's Solve Water

## Moderní čerpadlo pro odpadní vody

### Concertor®

Nejinteligentnější čerpadlo odpadních vod, jaký jsme kdy vyrobili

Zmenšení těla čerpadla oproti běžným čerpadlům **50%**

Úspora ele. energie proti běžným čerpadlům **70%**

Snížení počtu náhradních dílů **80%**



20

xylem  
Let's Solve Water

## Moderní čerpadlo pro odpadní vody: instalace v ČR



Brodek u Přerova čerpací stanice odpadních vod

Jednotná stoková síť, ČOV, čerpací stanice odpadních  
Kapacita ČOV Brodek 2008 EO  
Čerpací stanice výtlakem přímo na česle ČOV

Při dešťové události docházelo k hydraulickému přetěžování kapacity ČOV  
Čerpadla Flygt NP3102.106,  $Q=12$  l/s,  $P=3,1$  kW

Rok 2017 celkem 38 poruch na čerpadle (ucpáním)



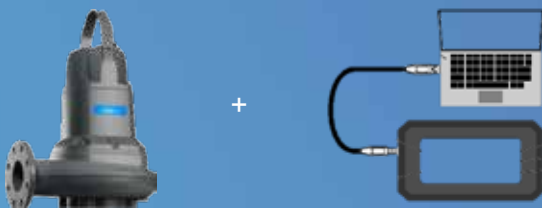
21

xylem  
Let's Solve Water

## Moderní čerpadlo pro odpadní vody: instalace v ČR



11/2017 zprovozněno inteligentní čerpadlo (CONCERTOR řada N) NP 6020.180,  
 $P_{max} = 5,5$  kW,  $Q_{max} = 12$  l/s



Konfigurace  $P = 2,5$  kW,  $Q = 7$  l/s  
Funkce samočištění čerpadla

Za rok 2017 náklady na čištění ucpaného čerpadla 137 080,- Kč  
Za rok 2018 náklady na čištění 0,- Kč  
Úspora energie je z 3,1 na 2,5 kW  
Možnosti nastavování parametrů



22

xylem  
Let's Solve Water



# Moderní čerpadlo pro odpadní vody: instalace v ČR



Možnost čtení z inteligentní hlavy čerpadla

čtení hodnot čerpadla typu N pomocí převodníku a příslušného SW

počet samočištění inteligentního čerpadla (od spuštění): 465  
počet neúspěšných čištění čerpadla: 5

celková spotřeba elektrické energie od spuštění čerpadla: 17,8750 MWh  
celková doba provozních motohodin: 6140:40 HH:mm

```
Brněnský čerpadlo 2.020.1.2214 - Poznamenny blok
Soubor Úpravy Formát Zobrazení nápověda
1/23/2020 7:57:54 AM

Product information
Serial number: 6020.180-177.0023
Drive I/O version: 2.02
Drive motor control version: 2.02
Drive PLC version: 2.218

Product monitoring
Pump cleanings: 465
Number of failed cleaning attempts: 5
Current: 5.7 A
DC bus voltage: 552 V
Running: On
State: External control
Heat sink temp: 11 °C
I/O CPU temperature: 16 °C
Total energy: 17.8750 MWh
Total run time: 6140:41 HH:mm
Total starts: 26750

Power monitoring
Maximum power: 5.85 kW
Set power: 2.75 kW
Maximum speed: 3600.0 rpm
Output power: 2.70 kW
Output speed: 1782.00 rpm

Alarm monitoring
Sum alarm: Off
Leakage alarm: Alarm inactive
Overtemperature: Alarm inactive
Cleaning failed: Alarm inactive
Communication loss: Alarm inactive
Clog detected: Alarm inactive
Leakage alarm configuration: Halt pump
```



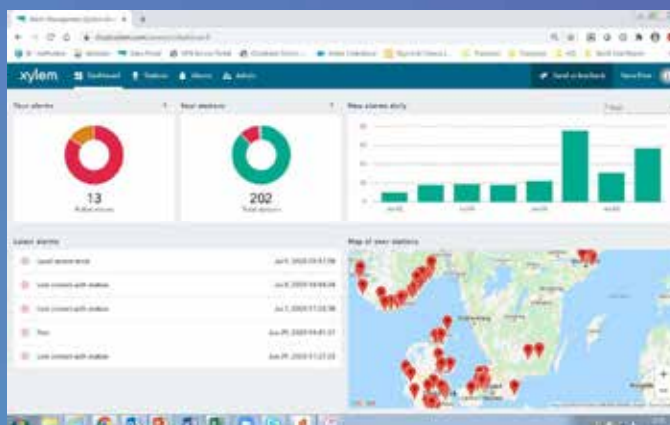
# Moderní čerpadlo pro odpadní vody: instalace v ČR



## Smart Monitoring AVENSOR - TotalCare Cloud

Link to website

<https://www.xylem.com/en-us/avensor/>





We have the opportunity  
of a lifetime.

# Let's Solve Water

Hlavní partneři

Generální partner semináře

Hlavní partneři



Odborní partneři



Mediální partneři

