

C6890 Technologie a nástroje ochrany životního prostředí 2015/2016 *IV. Úprava a čištění vod*

Petr Šindler

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

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

Osnova

1. Přehled typů přírodního, komunálního a průmyslové znečištění vod
2. Technologie na úpravu vody
 - 1) Technologie na úpravu vody pro pitné účely
 - 2) Technologie na úpravu vody pro technologické účely
 - 3) Technologie na úpravu vody pro speciální účely
3. Technologie čistění vody
 - 1) Čistírny odpadních vod
 - 2) Čistírny průmyslových vod
 - 3) Malé čistírny odpadních vod
4. Kalové hospodářství, úprava a zneškodnění kalů
5. **Moderní trendy ve vodním hospodářství**

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (1)

Trend důsledkem

- změn klimatu
- růstu počtu obyvatel
- demografických změn

Možná opatření ke zmenšení hrozby

- udržení vody v krajině - hospodaření s dešťovými vodami
- spotřebitelé - snižování spotřeby vody
 - spotřebitelská kázeň, modernější spotřebiče
 - modernější výrobní technologie, recyklace
- provozovatelé
 - systém hospodaření s vodou - omezení ztrát vody
- alternativní zdroje
 - využití dešťových vod
 - recyklace "šedých" vod (vody ze sprch a koupelen), obsahující malé znečištění

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (2)

Hospodaření s dešťovými vodami

- odvodňování urbanizovaných území ovlivňováno velkým nárůstem zpevněných ploch nově zastavěných území
- nakládání s dešťovou vodou je řešeno na pozemku, kde vzniká
- v území stanoven specifický odtok (q) z nemovitosti, v Brně $q = 10 \text{ l/s/ha}$
- retenční objem dimenzován na 5-letý déšť
- způsoby řešení
 - zasakování - plošné, studny - ovlivněno propustností podloží
 - zpomalení odtoku - retenční nádrž a řízení odtoku škrcením
- retenční objem dimenzován na 5-letý déšť
- provoz decentralizovaných systémů odvodnění
 - nutnost údržby travních porostů
 - v případě kolmatace prostředí obnova vrstev

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (3)

System hospodaření s pitnou vodou

- přenos provozních veličin do centrálních dispečinků z objektů (vodojemy, čerpací stanice, významné uzly vodovodní sítě) a jejich vyhodnocování
 - trendy provozních údajů (výšky hladin, průtoky, tlaky) - rozdílnost v čase
 - noční průtoky
- preventivní monitoring prostřednictvím mobilních zařízení k odhalení skrytých úniků
 - automatické systémy sběru šumů - osazení, sběr dat, vyjmutí a vyhodnocení dat
 - operativní vyhledávání korelační technikou
 - plyn H₂
- preventivní monitoring spotřeby velkých odběratelů



5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (4)

Využití dešťových vod

- zachycení a akumulace části dešťových vod při vydatných srážkách = ochrana povodí před záplavami
- dešťová voda - zdroj měkké vody, výhodná:
 - pro praní = úspora pracích prášků,
 - pro zálivku = zahrada, pokojové rostliny,
 - pro WC a instalace = konec usazování vodního kamene
- Technologie
 - přívod dešťových vod a jejich filtrace.
 - zásobník dešťové vody s bezpečnostním přepadem
 - odběrné zařízení a zásobení spotřebičů vodou - domácí vodárna s automatickým tlakovým spínačem
 - systém pro doplňování vodou v období nedostatku dešťové vody

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (5)

Recyklace šedých vod (1)

- šedé vody - splaškové odpadní vody neobsahující fekálie a moč (umyvadla, pračky, vany, sprchy, dřezy)
- poměr mezi CHSK a BSK₅ zpravidla 4 : 1 - vyšší podíl obtížněji rozložitelných organických látek (u splašků obvykle okolo 2 : 1)
- pH šedých vod
 - praní -zásadité (pH = 9-10)
 - kuchyně, myčky - kyselější (pH = 5-7)
- teplota mezi 18 a 38 °C - používání TUV
- použití - pro splachování toalet, zalévání zahrady - mnohdy v kombinaci s dešťovou vodou
- u pasivních domů využití tepla šedých vod

Způsoby úpravy

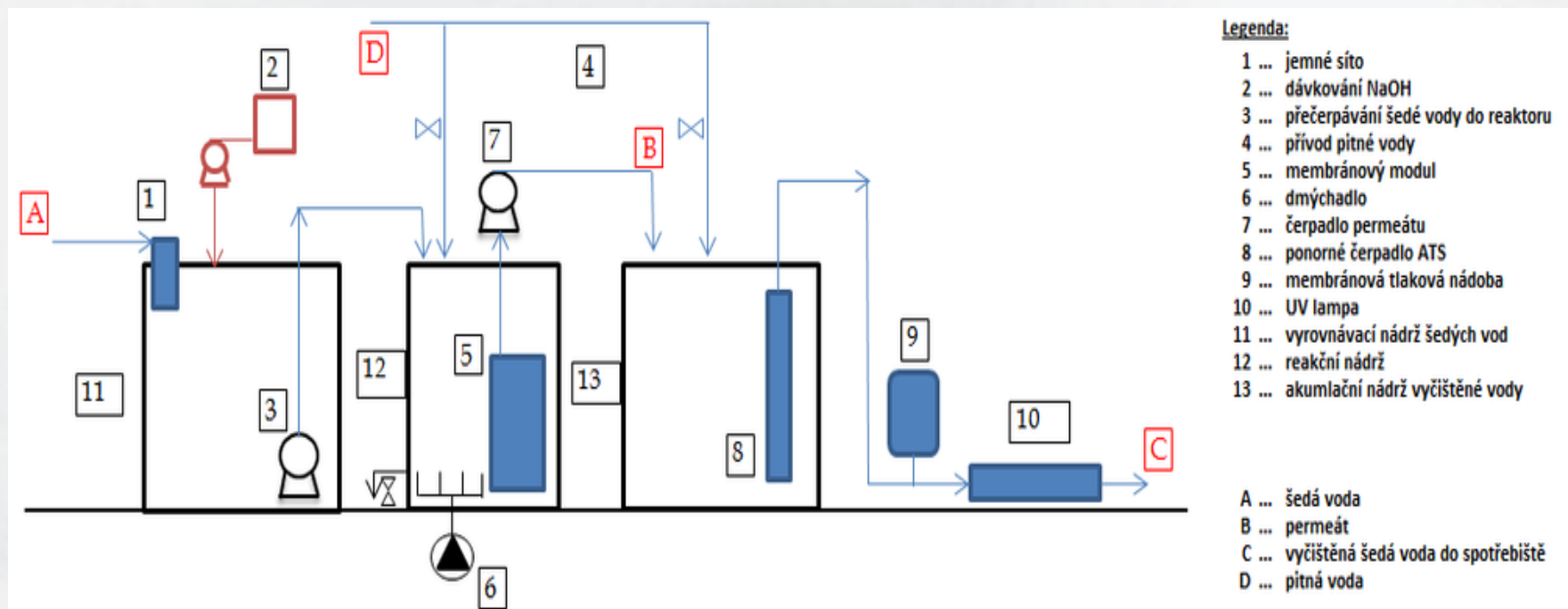
- usazování a filtrace na půdním filtru - menší objekty (chaty apod.)
- pro větší objekty standardem biologické čištění, separace nerozpuštěných látek a jejich hygienické zabezpečení - dnes biologický reaktor s membránovou separací

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Omezování dostupnosti vodních zdrojů (6)

Recyklace šedých vod (2)

Schéma technologie



5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Zátěže tzv. prioritními organickými látkami (1)

Mikropolutanty

- plošné zdroje - pesticidy (zemědělství, obyvatelstvo)
 - zátěž pro podzemní vody i povrchové vody
- bodové zdroje - odpadní voda
 - farmaka
 - parfémy
 - halucinogeny a jejich deriváty

Způsoby řešení

- pesticidy (zemědělství, obyvatelstvo) - monitoring a doplnění technologie úpravy vody
- ostatní mikropolutanty - dočišťování odpadních vod

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Zátěže tzv. prioritními organickými látkami (2)

Doplnění technologie úpravy vody

- snížení aplikačních dávek - je v podmínkách české zemědělské praxe možné?
- odstranění pesticidů z vody pomocí technologických opatření na ÚV
 - filtrace na GAU (granulované aktivním uhlí) - účinnost vyšší jak 60 %
 - ozonizace - látky pouze rozkládá
 - ultrafiltrace - odstraňování částic velikosti 0,005 - 0,1 mikrometrů. Ve vodě zůstávají vápník, hořčík, sodík a další prvky nezbytné pro lidský organismus

příkladem v ČR aplikace na ÚV Březová (Vodakva Karlovy Vary)

- variantní studie doplnění technologie na pískovou filtrací
- pilotní ultrafiltrační jednotka s výkonem 1 l/s
- návštěva obdobných zařízení v Německu, Lucembursku a Francii - SUEZ Environnement
- projednání záměru a postupu s vodoprávním orgánem
- realizační projekt pro plnou kapacitu úpravny - 320 l/s
- domácí filtry naplněné „aktivním uhlím“ - pouze doplňkové nesystémové opatření

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Zátěže tzv. prioritními organickými látkami (3)

Dočišťování odpadních vod (1)

- Pilotní projekt pro odstranění vybraného znečištění
 - průmyslovými látkami (bisfenol A, nonylfenol a oktylfenol a jejich metabolity) - minimální míra odstranění 99 %
 - pesticidy (atrazin a jeho metabolity a další) - minimální míra odstranění 99 %
 - léčivky (17 α -ethinylestradiol, 17 β -estradiol a jejich metabolity, diclofenac, karbamazepin a naproxen) minimální míra odstranění 99 %
 - mikrobiální znečištění (fekální koliformní bakterie, enterokoky a Escherichia coli) na 200 KTJ/100 ml.
- Testované technologie
 - Mikrosíta a UV záření
 - Ultrafiltrace
 - Sonolýza ozonu - kombinace akustické kavitace (ultrazvuk) s ozonizací

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Zátěže tzv. prioritními organickými látkami (4)

Dočišťování odpadních vod (2)

- Cíle Pilotního projektu
 - porovnat ekonomická, environmentální a provozní hlediska - důraz na snížení provozních nákladů
 - vytvoření souboru postupů a provozních zkušeností využitelných při rozhodování o volbě technologie
 - zapojení odborné veřejnosti z oblasti vodního hospodářství, analytické a environmentální chemie - šíření výsledků projektu, sdílení a výměna zkušeností a příkladů nejlepší praxe
 - zapojení laické veřejnosti - zvýšení povědomí nezbytnosti ochrany prostředí před negativními vlivy vnosu zbytkového znečištění do vodních toků a o možnostech eliminace tohoto znečištění

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Zátěže tzv. prioritními organickými látkami (5)

Dočišťování odpadních vod (3)

- postup realizace Pilotního projektu
 - metodika odběru vzorků odpadních vod a metodika stanovení koncentrací u vybraných prioritních látek
 - návrh a konstrukce pilotních jednotek
 - umístění pilotních jednotek na čistírně odpadních vod Brno - Modřice
 - sledování a měření spotřeby elektrické energie a dalších nezbytných vstupů (např. spotřeba kyslíku a chemikálií)
 - odebírání a analýza vzorků odpadních vod
 - vyhodnocení a porovnání z ekonomického, environmentálního a provozního hlediska
 - vytvoření souboru postupů k výběru vhodných technologií

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (1)

Dezinfekce pitné vody - elektrolyza in-line

- výroba dezinfekčního prostředku přímo v upravované vodě podle potřeby z přirozeně rozpuštěných chloridových iontů

Výsledky systematického výzkumu

- elektrolyzéry s elektrodami ze směsných oxidů produkují čistý chlor
- tvorba vedlejších produktů dezinfekce (THM) se neliší od dezinfekce prostředky na bázi chloru
- nevyskytují se chloritany a chloristany
- desinfekční účinnost téměř identická s čistým chlornanem
- nebyly zjištěny žádné toxikologické efekty
- problémy s tvorbou účinné látky při regeneraci elektrod

Pro zavedení do praxe - nutné testovat ve zkušebním provozu 1 - 3 roky (D)

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (2)

Distribuce PV bez chemické dezinfekce

Důvody pro zavedení

- vedlejší produkty hygienického zabezpečení
- stížnosti obyvatel na obsah chloru v dodávané PV

Postup zavedení

- riziková analýza - identifikace míst možné kontaminace na základě prohlídky objektů a výsledků laboratorních rozborů
- návrh technických opatření na jednotlivých částech vodovodního systému - zdroje, vodojemy, čerpací stanice, vodovodní síť
- realizace technických opatření
 - opravy izolací akumuláčních prostor - (hydroizolace, tepelné izolace)
 - opravy vzduchových filtrů na odvětrání objektů
 - pravidelný úklid vnitřních prostor
 - úpravy pracovních postupů - poruchy na sítí, čištění VDJ, výměny čerpadel
 - školení vlastních zaměstnanců i dodavatelských firem
- pravidelné rozборы dodávané PV ve vybraných místech
- reference - SV Mladá Boleslav (cca 60 tis. zásobovaných obyvatel)

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (3)

Bezpečnost distribučních systémů

- možnost napadení systémů zásobování vodou
 - teroristické organizace
 - duševně narušený jedinec
- dnes běžné systémy zabezpečení objektů se signalizací neoprávněného vstupu
- rozvoj systémů monitoringu územně rozlehlých distribučních systémů
 - systém čidel pro detekování anomálií v kvalitě vody
 - přenos veličin na pracoviště centrálního dispečinku
 - vyhodnocovací SW
 - interní předpisy pro řešení mimořádných situací
 - napojení na pult centrální ochrany PČR
 - zapojení do krizového řízení Kraje

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (4)

Voda - zdroj energie

- tepelná čerpadla na vodovodní sítí
- využití hydroenergetického potenciálu vodovodní sítě
 - dnes se využívá instalací turbín zejména na velkých přivaděčích
 - malé turbíny na vodovodní sítí
 - výzkum ve Výzkumném ústavu vodních staveb
 - dosud existují jen hrubé odhady ziskatelného energetického potenciálu
 - časově rozdílné odběry vody - nitné stroje s konstantně vysokým stupněm účinnosti ve velkém rozsahu průtoků
 - realizace v oblasti malých výkonů může být ekonomicky velmi citlivá - výzkum

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (5)

Oddílné systémy odvádění odpadních vod

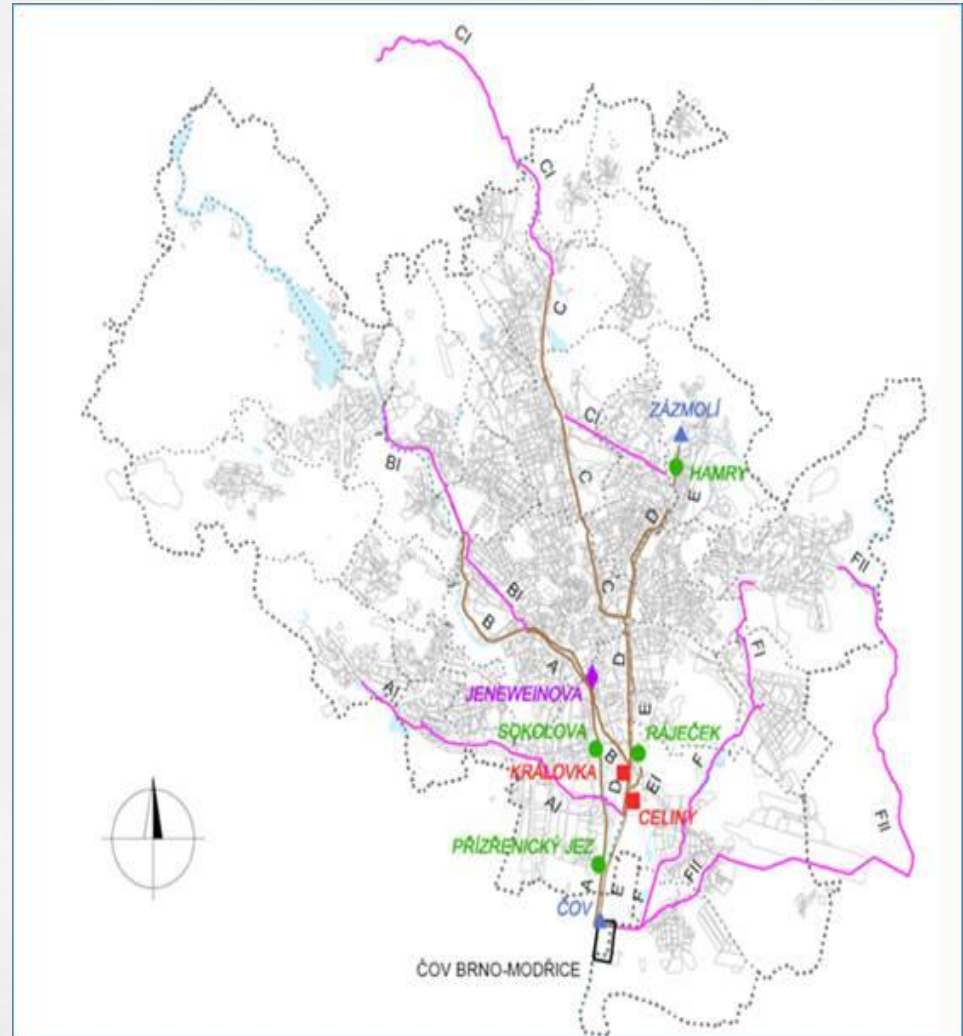
- oddělené odvádění splaškových vod a dešťových vod - zejména v nově budovaných lokalitách, ve stávající zástavbě obtížné dokonalé rozdělení obou vod
- řešení nezakládá nároky na zvětšování profilu jednotné kanalizace pod odvodňovanou lokalitou
- dešťová kanalizace
 - zaústění do místní vodoteče
 - zasakování
- splašková kanalizace zaústěna do jednotné kanalizace nebo vedena systémem oddílné kanalizace až na ČOV - více zahuštěné odpadní vody k čištění
- splašková kanalizace vyžaduje zvýšené nároky na čištění

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (6)

Real Time Control (1)

- systém retenčních nádrží na stokové síti k zachycení dešťových vod
- řízení odtokových poměrů ve stokové síti
 - minimalizace vlivu stokové sítě na vodní toky
 - optimalizace zatížení ČOV - zploštění špičkových průtoků



5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (7)

Real Time Control (2)

Podmínky řízení

- moderní řídicí systém - přenos potřebných dat a provozních veličin na kanalizační dispečink a řízené objekty on-line
- odborně zdatný personál dispečerského pracoviště
- aktuální informace o dešťových událostech
 - systém srážkoměrů
 - využití dat z hydrometeorologických radarů
- možnost predikce průtoků ve vazbě na průběh dešťové události - -
stanovení dotokových časů k jednotlivým objektům stokové sítě
 - jednoduchý mapový podklad času dotoku pro jednotlivé kmenové stoky
 - matematické modelování chování stokové sítě - MIKE Urban
- důkladná údržba celého systému k udržení provozuschopnosti

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (8)

Energetická soběstačnost ČOV

Cílem maximálně pokrýt veškerou spotřebu elektrické energie na ČOV

Způsoby

- recyklace energie obsažené v kalech
 - intenzivním srážením organického materiálu z přitékající odpadní vody
 - dezintegrace kalu - lyzátovací zahušťovací odstředivky
 - termofilní anaerobní stabilizace kalu
 - zdokonalení míchání anaerobních fermentorů
 - využití veškeré produkce bioplynu na kogeneracích
- tepelná čerpadla
- solární energie

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (9)

Mobilní aplikace

- rozvoj využití SW v terénu s masovějším rozšířením tabletů a rychlého mobilního internetu
- příklady mobilních aplikací v BVK, a.s.
 - odběru vzorků pitných a odpadních vod - databáze odběrných míst, protokoly o odběru vzorků, interface s GIS a LABSYS
 - čištění stokové sítě - plán čištění, lokalizace čištěné trasy pomocí GPS, interface s GIS a SW pro údržbu
 - provádění údržbových operací na objektech - plán údržby, dokumentování provedené údržby - interface se SW pro údržbu

5 Moderní trendy ve vodním hospodářství

Technologické trendy (10)

Smart metering - instalace dálkově odečítaných měřidel

- odečítání měřidla
 - on-line přenosem
 - jednotlivá měřidla
 - v přenosových sítích
 - v odečtových intervalech - radiový přenos - pochůzka či průjezd vozidlem
- výhody
 - odběratelé nejsou rušeni odečtem měřidla
 - informace odběratelům o mimořádných stavech
 - snížení fyzické pracnosti odečtů
 - kontrola trendů odběrů - odhalování „černých“ odběrů
- nevýhody
 - vyšší cena měřidel