

Filtrace odpadní vody přes vrstvu vermikompostu za účelem odstranění mikropolutantů

Pavel Švehla, Pavel Míchal, Kateřina Grambličková, Aleš Hanč, Alena Grasserová



Úvod

- ✓ *Městské odpadní vody zpravidla čištěny v mechanicko-biologických čistírnách odpadních vod*
- ✓ *Specifické přístupy k čištění průmyslových odpadních vod*
- ✓ *Běžně aplikované procesy ale zpravidla neschopny zajistit dostatečně efektivní odstranění mikropolutantů typu residuí léčiv a dalších látek*
- ✓ *Ty přitom vykazují negativní vliv na životní prostředí i na lidské zdraví již ve velmi nízkých koncentracích*
- ✓ *Proto se jeví jako nezbytné identifikovat efektivní postupy, které povedou k eliminaci mikropolutantů*
- ✓ *→ Výzkum v oblasti **aplikace vermikompostu jako filtračního materiálu pro zpracování odpadních vod za účelem odstranění mikropolutantů***

Základní hypotézy

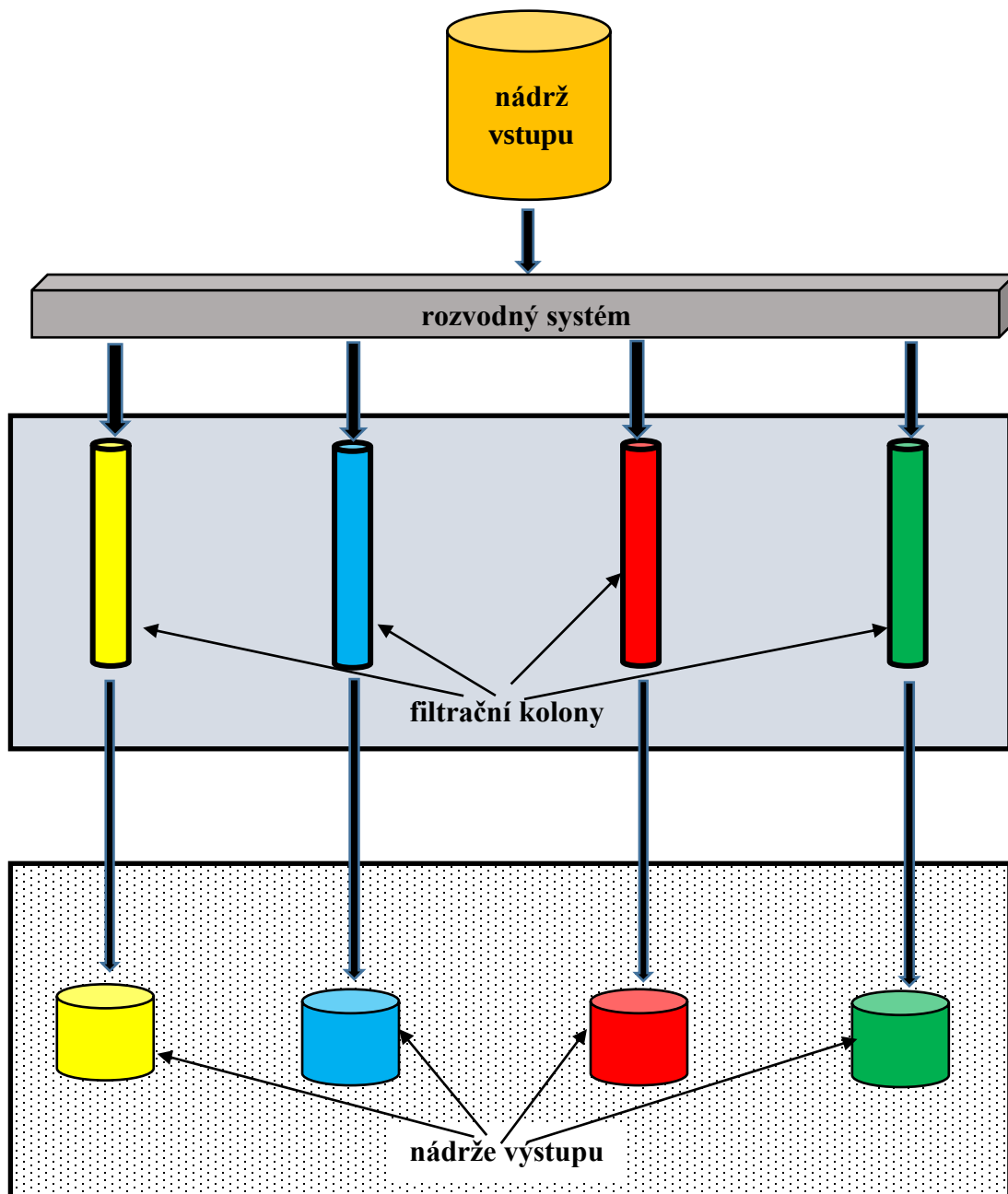
- ✓ *Vermikompost obsahuje pestrou škálu mikroorganismů schopných degradovat organické látky*
- ✓ *Při verмикompostování substrátu obsahujícího čistírenský kal navíc dochází k postupné kultivaci mikrobiální kultury schopné degradovat v něm obsažené mikropolutanty*
- ✓ *Žížaly vyskytující se ve vyprodukovaném verмикompostu jsou také adaptovány na vysoký obsah mikropolutantů*
- ✓ *Vyprodukovaný verмикompost bude vhodným materiálem pro sorpci řešených mikropolutantů*
- ✓ *Z těchto důvodů představuje filtrace odpadní vody přes vrstvu verмикompostu získaného zpracováním kalu **vhodné řešení pro odstranění mikropolutantů z odpadních vod***

Cíle výzkumu

- ✓ *Získat nástroj umožňující posoudit účinnost odstranění mikropolutantů a vliv dílčích procesů při filtraci probíhající za daných podmínek*
- ✓ *Inspirovat se tzv. vermifiltrací*
- ✓ *Posoudit odstranitelnost vybraných mikropolutantů v testovaném systému*

Metodika testů

- ✓ Čtyři identické filtrační kolony (R1, R2, R3 a R4) provozovány po dobu 138 dnů
- ✓ Každá kolona je tvořena dvěma odnímatelnými moduly tvořícími od sebe navzájem oddělitelné vrstvy
- ✓ Spodní modul slouží k mechanické filtraci, resp. k minimalizaci úniku částic vermikompostu, - anorganický materiál (štěrk, písek...)
- ✓ Horní modul slouží k samotné filtraci přes vrstvu vermikompostu (odstranění mikropolutantů sorpcí, mikrobiálním rozkladem, v důsledku vlastní aktivity žížal)
- ✓ Jednotlivými kolonami může procházet reálná odpadní voda či syntetický roztok řešených mikropolutantů
- ✓ V rámci našeho pokusu aplikován syntetický roztok obsahující bisphenol A, karbamazepin, diklofenak, hydrochlorothiazid, sulfapyridin a triklosan v koncentraci $10 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ a ibuprofen v koncentraci $50 \mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$.



použitá aparatura

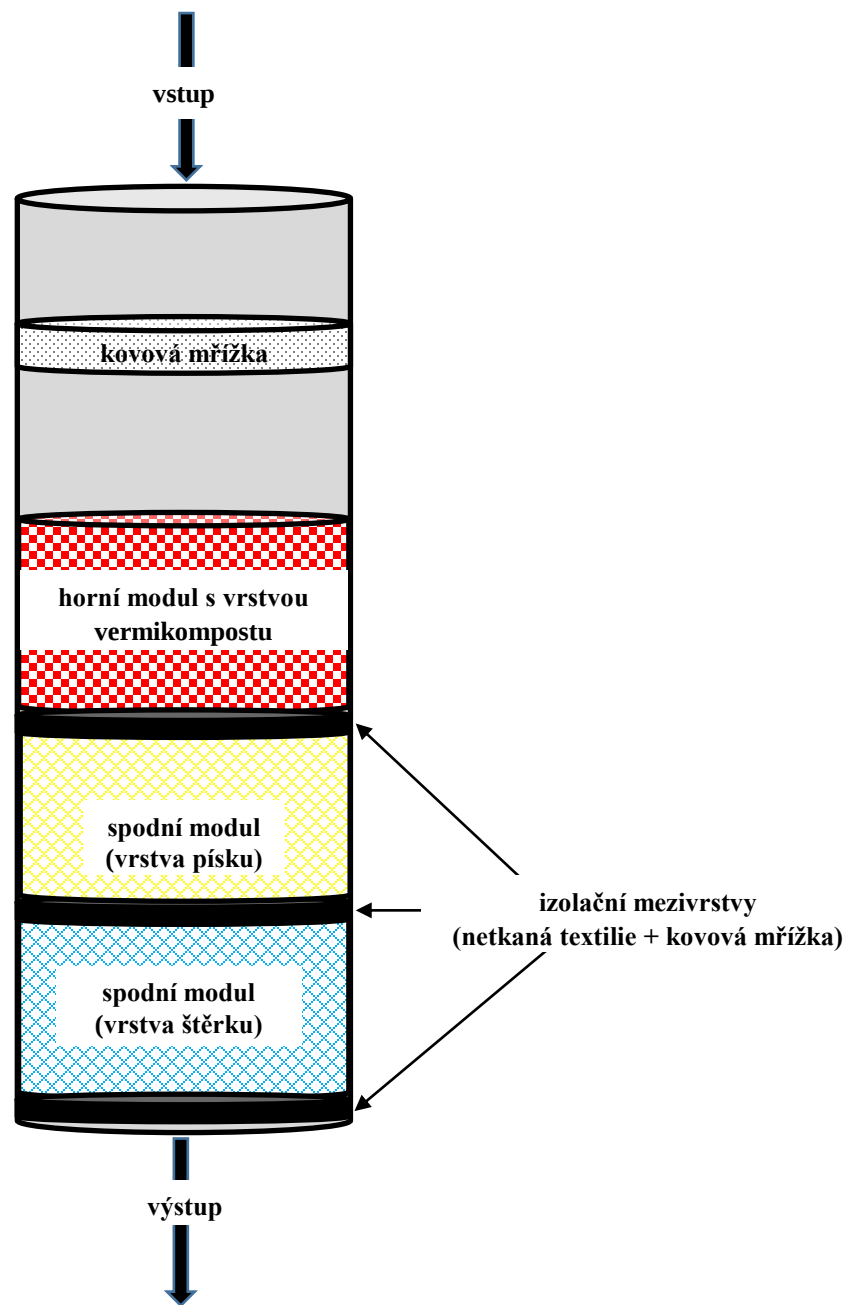


schéma použitých kolon

Uspořádání kolon

- ✓ *Použit vermikompost získaný vermikompostováním směsi kalu se slámou v poměru 1 : 4 (poměr sušiny obou substrátů).*
- ✓ *Vermikompost aplikován v množství 1 kg vlhké hmoty*
- ✓ *Průtok zpracovávaného roztoku každou kolonou nastaven na 3 120 ml/den*
- ✓ *R1 – bez vrstvy vermikompostu; posuzování míry odstranění v anorganické vrstvě*
- ✓ *R2 – použít vermikompost sterilizovaný v autoklávu; posuzování míry odstranění fyzikálně-chemickými procesy probíhajícími ve vrstvě vermikompostu*
- ✓ *R3 – nesterilizovaný vermikompost zbavený veškerých žížal včetně kokonů; posuzování míry odstranění v důsledku mikrobiální aktivity*
- ✓ *R4 – nesterilizovaný vermikompost včetně žížal (184 kusů, resp. 22,6 g biomasy).*

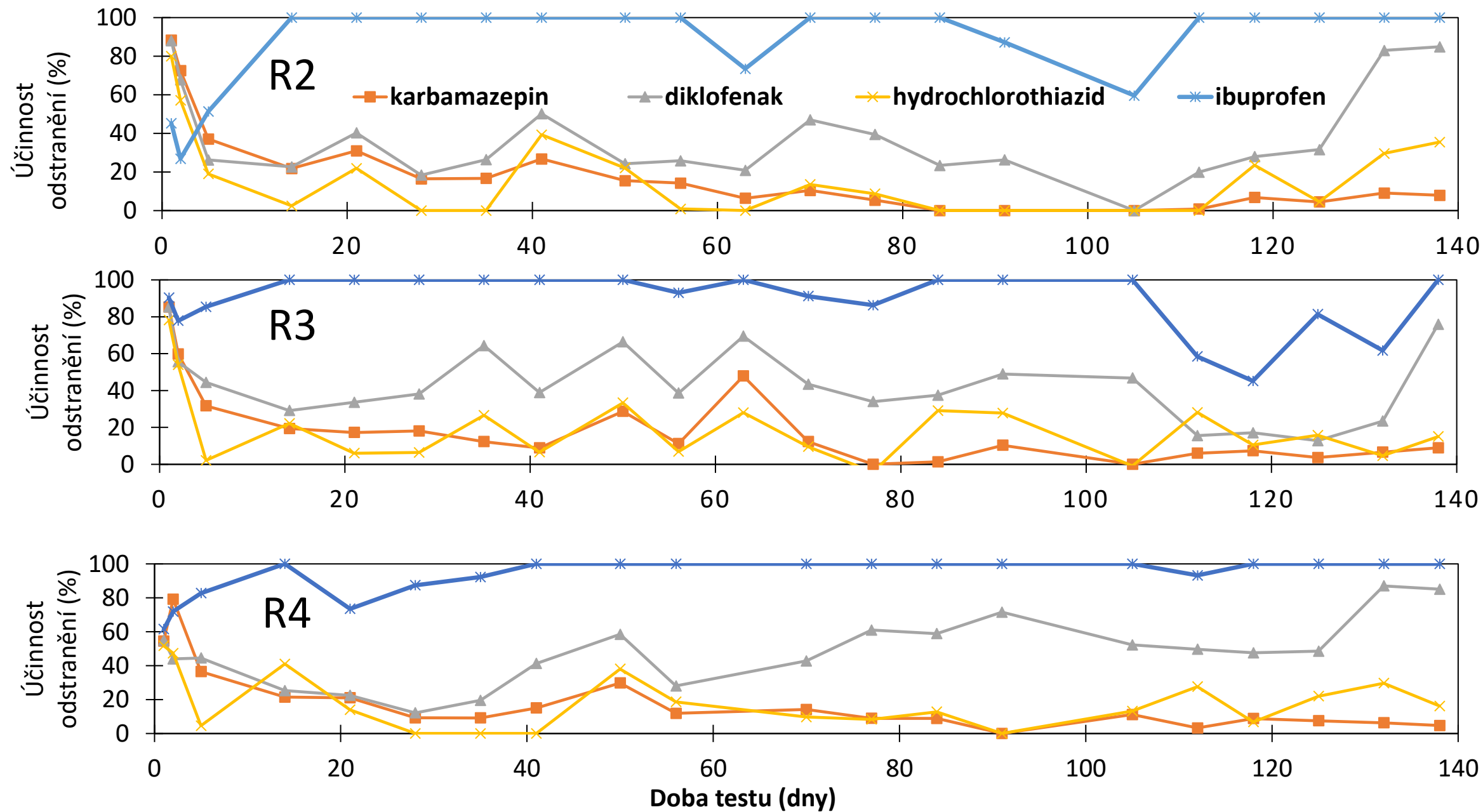
Použitá aparatura – reálné uspořádání



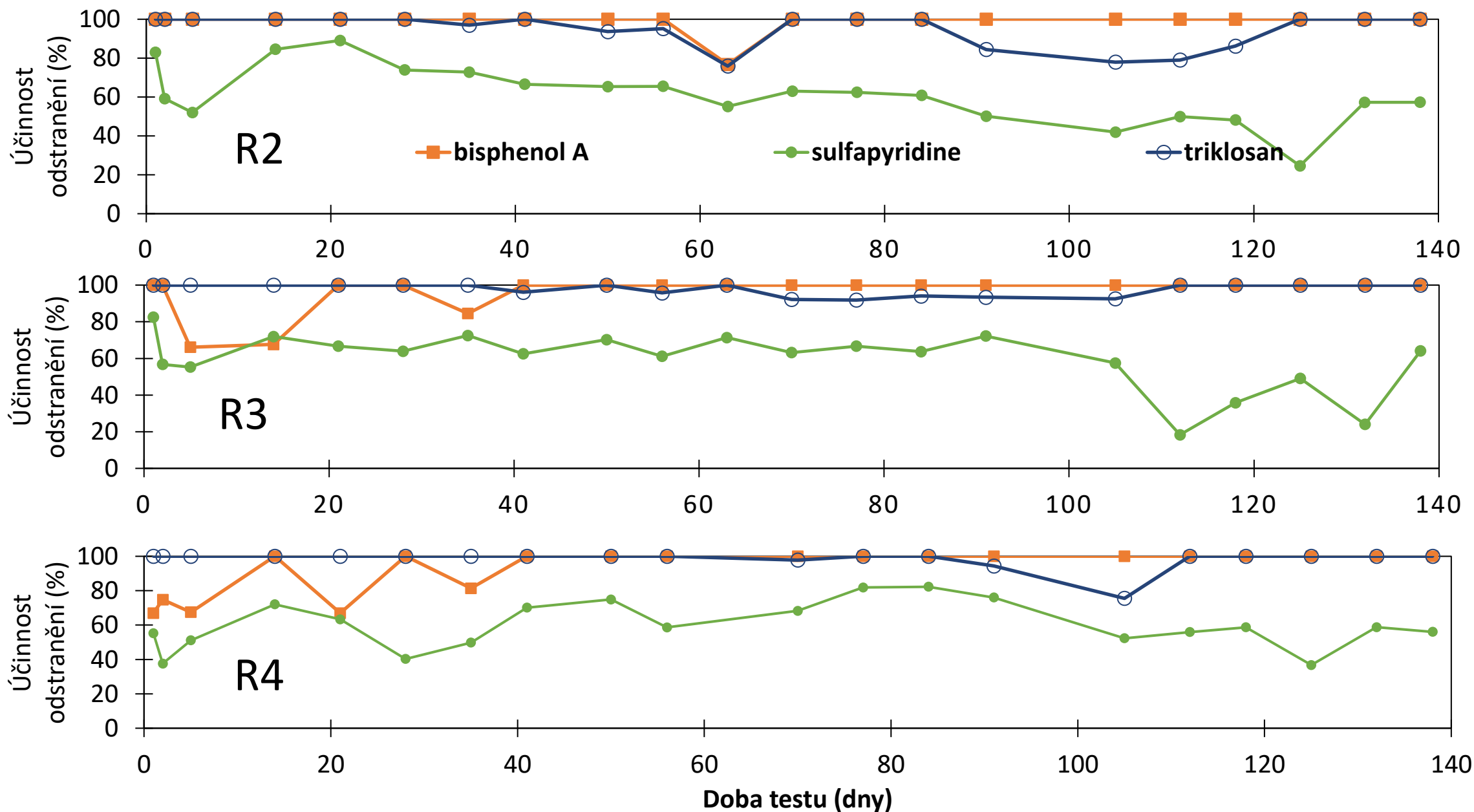
Postup hodnocení výsledků experimentu

- ✓ *Definován formou přihlášky užitného vzoru a patentu; předmětem připravované certifikované metodiky*
- ✓ *Celková účinnost určena mírou odstranění v R4*
- ✓ *Podíl procesů probíhajících v anorganické vrstvě na eliminaci mikropolutantů určen odstraněním v R1: $E_{\text{anorg}} = (c_0 - c_1)/c_0 \cdot 100 \%$*
- ✓ *Podíl fyzikálně-chemických procesů ve vrstvě vermikompostu vyhodnocen s využitím R2: $E_{\text{F-CH}} = (c_0 - c_2)/c_0 \cdot 100\% - E_{\text{anorg}}$*
- ✓ *Podíl mikrobiálního rozkladu je posuzována s využitím R3: $E_{\text{mikrobia}} = (c_0 - c_3)/c_0 \cdot 100\% - E_{\text{F-CH}} - E_{\text{anorg}}$*
- ✓ *Podíl vlastní aktivity žížal je posuzován s využitím R4: $E_{\text{žížaly}} = (c_0 - c_4)/c_0 \cdot 100\% - E_{\text{mikrobia}} - E_{\text{F-CH}} - E_{\text{anorg}}$*

Vybrané výsledky



Vybrané výsledky



Vybrané výsledky

Průměrná celková účinnost odstranění vybraných sledovaných látek za celé období experimentu v procentech

karbamazepin	diklofenak	hydrochlorothiazid	ibuprofen
18,9 ± 23,1	47,7 ± 20,1	19,3 ± 19,5	93,1 ± 11,7

Průměrný podíl dílčích procesů na odstranění sledovaných mikropolutantů vyjádřený v procentech

	karbamazepin	diklofenak	hydrochlorothiazid	ibuprofen
Aktivita žížal	0	8,3	0	4,3
Mikrobiální aktivita	1,4	13,6	11,7	1,4
Fyzikálně-chemické procesy v organické vrstvě	93,3	78,1	88,3	94,2
Procesy v anorganické vrstvě	5,3	0	0	0

Limity navrženého postupu – potřeba „brát v potaz“

- ✓ Potenciální **vliv sterilizace** na **intenzitu fyzikálně-chemických procesů** – nelze vyloučit zvýšení intenzity F-CH procesů v důsledku provedení sterilizace – účelné sterilizaci zkoušet různými procesy (autokláv, O_3 , UV, Cl_2 ...); zároveň **efekt sterilizace časově omezený**
- ✓ Postupné **změny v osídlení** kolon mikroorganismy a žížalami – možnost zlepšení/zhoršení funkce v průběhu testu; důležitou otázkou je, jak dlouho test provádět (reálný provoz bude patrně dlouhodobý)
- ✓ Vliv **způsobu a intenzity dávkování** zpracovávané vody – dostupnost kyslíku v případě kontinuálního/semikontinuálního dávkování; potenciální „přetížení“ při vysokém průtoku – nutno identifikovat v každém konkrétním případě optimální zatížení systému.
- ✓ **Variabilita** vlastností použitého **vermikompostu** – zásadní aspekt, to, že to funguje/nefunguje v určitých podmínkách rozhodně neznamena, že to platí obecně...

Limity navrženého postupu – potřeba „brát v potaz“

- ✓ **Rizika** spojená s realizací testů s **reálnou odpadní vodou** – narušení kyslíkového režimu, zanášení, obrovská variabilita daná proměnlivostí složení odpadních vod
- ✓ Možnost postupného **vyčerpání kapacity** systému z pohledu odstranění jednotlivých mikropolutantů
- ✓ Možnost souběhu různých dílčích procesů – problém zejména z hlediska **určení míry vlivu dílčích procesů při vysoké účinnosti**
- ✓ Riziko **sorpce** sledovaných látek **na použité aparatuře** (v našem případě zejména sulfapyridin a triklosan)

Závěry

- ✓ Byl **navržen postup hodnocení** efektivity filtrace odpadní vody přes vrstvu vermikompostu z pohledu odstranění mikropolutantů
- ✓ S jeho využitím možno **hodnotit aplikovatelnost v konkrétních podmínkách** (daná OV, daný vermikompost, parametry procesu)
- ✓ Je **zapotřebí** tento postup dále **optimalizovat**
- ✓ **Výsledky** získané navrženým postupem jsou **ovlivněny celou řadou faktorů**, které je při činění závěrů **potřeba respektovat/zohledňovat**
- ✓ Navržený postup byl využit k **posouzení míry odstranění vybraných mikropolutantů**

Závěry (II)

- ✓ V rámci tohoto posouzení bylo zjištěno, **že** (podobně jako v případě klasické ČOV) **se míra efektivity** odstranění jednotlivých látek **výrazně liší**
- ✓ Řešená **metoda se** zatím **nejeví jako universální** cesta k odstranění pestré škály mikropolutantů, která by byla výrazně efektivnější než standardní ČOV
- ✓ Reálněji se (v odůvodněných případech) jeví možnost její **aplikace jako předčištění** za účelem odstranění **konkrétního mikropolutantu**

Závěry (III)

- ✓ Jako **nejvýznamnější** se z hlediska odstranění sledovaných látek jeví **fyzikálně-chemické procesy** probíhající ve vrstvě vermikompostu
- ✓ Na základě místních podmínek tedy **potřeba zvážit, či je účelné systém provozovat s ohledem na nároky mikroorganismů a žížal** – dostupnost O_2 ; vliv aktivity žížal na únik materiálu tvořícího filtrační vrstvu...
- ✓ Je zde však **velký prostor pro optimalizaci** podmínek ve filtrační vrstvě
- ✓ Z výše nastíněných důvodů **není možno výsledky zobecňovat/přeceňovat**

Děkujeme za pozornost 😊