

Ekotoxicita odpadních vod ze zdravotnických zařízení

GABRIELA JÍROVÁ, MARTINA WITTLEROVÁ, MAGDALENA ZIMOVÁ,
ALENA GARBACZEWSKÁ, FILIP KOTAL

Cíl studie



8 nemocnic



odpadní voda



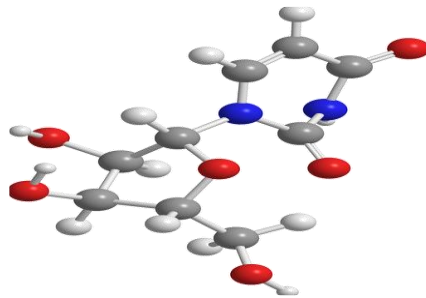
ekotoxikologie



biologické testy

- rozšíření znalostí o ekotoxicitě odpadních vod ze zdravotnických zařízení v České republice
- studie byla zahájena roku 2018, nyní rozšířená o 3 další nemocniční zařízení
- srovnání kvality odpadních vod v různém období
- biologické testy poskytují informace o kvalitě odpadních vod a jejich vlivu na ekosystémy životního prostředí a lidské zdraví

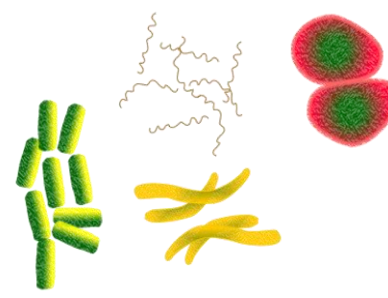
Odpadní voda z nemocnic



chemikálie



farmaceutika



mikrobiologické
patogeny



radioaktivní
látky

- jakost odpadních vod z nemocnic je podobná odpadním vodám z domácností, avšak součástí nemocniční odpadní vody mohou být různé potenciálně nebezpečné látky
- velká část látek prochází čistírnami odpadních vod přímo do vodního zdroje
- konvenčními metodami čištění v čistírnách odpadních vod (ČOV) se většina těchto látek neodstraní

Legislativa



- **Norma ČSN 75 6406 (1996) odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení**
- uvedená zařízení by měli zajistit:
 - a. co nejnižší produkci odpadních vod před vypouštěním do kanalizace pro veřejnou potřebu
 - b. co nejnižší množství nebezpečných a sledovaných látek, případně dalších rizikových polutantů a biologických činitelů.
- norma se nyní připravuje k novelizaci
- mezi ukazatele kvality budou nově patřit i ekotoxikologické parametry
- zelené řasy, korýš *Daphnia magna* a bakterie *Vibrio fisheri*

Plán vzorkování

- 8 jednodenních odběrů
- H1, H2 a H4 byly odebrány dvakrát
- vzorky byly odebírány v průběhu maximálního průtoku odpadní vody
- **Druh vzorku:** nemocniční odpadní vody předčištěné v ČOV a dezinfikované chlornanem sodným nebo plynným chlórem
- **Místo odběru:** na odtoku z ČOV



Charakteristika nemocnic

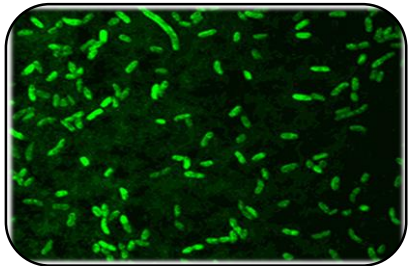
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Typ nemocnice	Fakultní	Všeobecná	Onkologická	Všeobecná	Fakultní	Fakultní	Všeobecná	Všeobecná
Počet lůžek	2 189	996	245	476	1 375	1600	423	1 447
Průtok (m³/d)	50-100	51	124	10	25	100-120	40	360
Dezinfekční proces	NaClO	NaClO	NaClO	Cl ₂	Cl ₂	NaClO	nechloruje	Cl ₂
ČOV	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická	Mechanicko-biologická
Odtok	Městská kanalizace	Městská kanalizace	Recipient	Městská kanalizace	Městská kanalizace	Městská kanalizace	Městská kanalizace	Městská kanalizace

Fyzikálně-chemické ukazatele

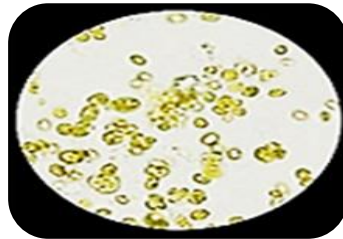
Parametr	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8
Teplota °C	12.0	12.5	13.0	9.5	6,0	15.0	6.0	20.0
pH	7.79	7.33	7.88	7.59	7,81	4.91	7.60	6.54
Konduktivita $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$	1 157	876	979	898	23 800	1 104	1 298	1 440
Rozpuštěné látky $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	629	606	707	442	1 970	797	743	861
Volný chlor $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	0.91	0.14	0.20	0.05	0,14	0.09	0.0	0.06
Celkový chlor $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	>6.0	1.02	0.42	0.05	2,09	2.22	0.05	0.08
Celkový orga.uhlík $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	27.20	16.80	N	30.40	N	18.00	17.50	136.40
CHSK _{MN} $\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$	15.40	10.20	N	22.70	N	22.40	12.20	71.40

Zvolené biologické zkoušky toxicity OV

- Ekotoxikologické testy byly provedeny pomocí 3 organismů



Zkouška na
luminiscenčních
bakteriích *Vibrio fischeri*
(ČSN EN ISO 11348-2)



Zkouška inhibice růstu
sladkovodních řas
Desmodesmus
subspicatus (ČSN EN
ISO 8692)



Zkouška inhibice
pohyblivosti *Daphnia*
magna (ČSN EN ISO
6341)

Ekotoxikologické testování

Podstatou ekotoxikologických testů je kontakt zkoušené látky nebo jejího vodného výluhu s organismem a vyhodnocení toxického působení této látky na daný organismus.

Vyjadřuje se pomocí :EC₅₀

Čím je hodnota EC₅₀ nižší, tím vyvolává hodnocená látka negativní účinek při nižší koncentraci

Výpočet TU (toxická jednotka):

- čím vyšší je hodnota TU tím je vyšší toxický efekt
- zařazení do výsledné tabulky je podle nejvíce citlivého organismu

$$TU = \frac{1}{EC50[\%]} \cdot 100$$

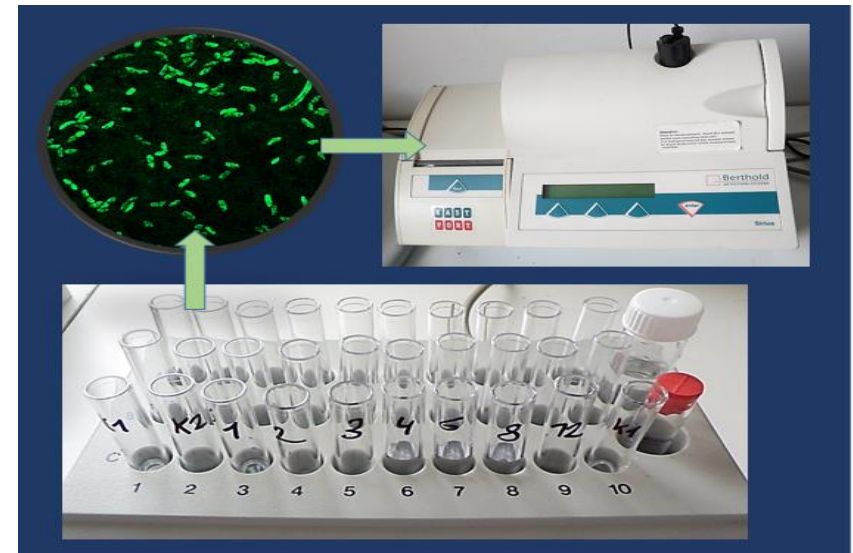
Jednotka TU

Vzorky byly klasifikovány do pěti tříd na základě nejvyšší hodnoty TU, kterou ukázal jeden z použitých organismů

TU (Toxic Unit)		Toxicity
$< 0,4$	Třída I	Netoxická
$0,4 < TU < 1$	Třída II	Málo toxická
$1 < TU < 10$	Třída III	Toxická
$10 < TU < 100$	Třída IV	Silně toxická
$TU > 100$	Třída V	Extrémně toxická

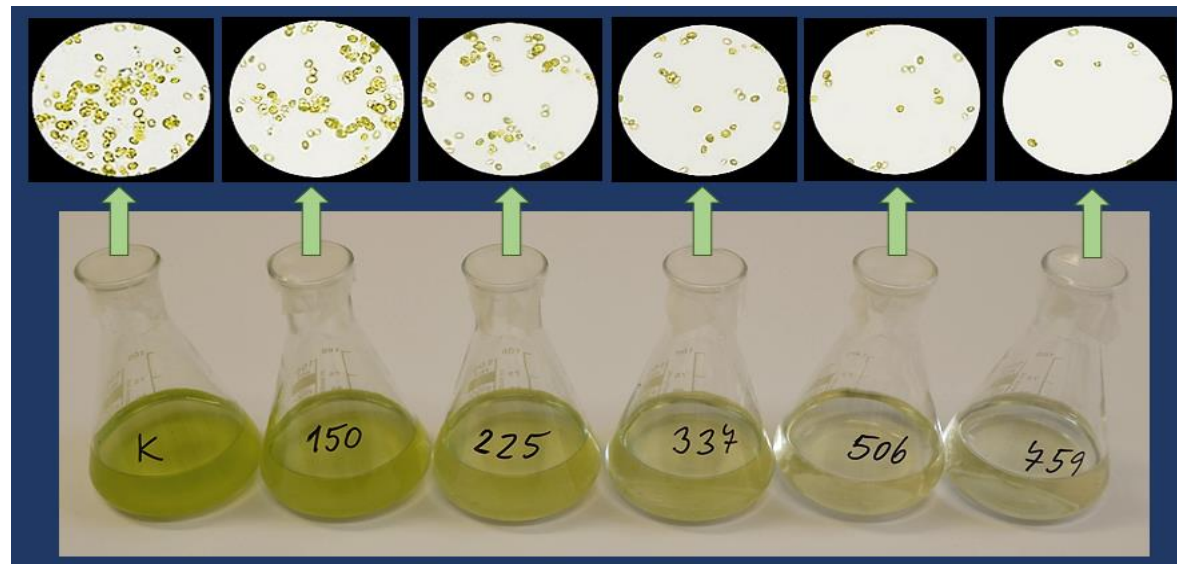
Zkouška na luminiscenčních
bakteriích *Vibrio fischeri* (ČSN EN
ISO 11348-2)

- stanovení inhibičního účinku vzorků vod na světelnou emisi mořské bakterie *Vibrio fischeri*
- měří se snížení luminiscence v koncentrační řadě testované látky ve vztahu ke kontrolním vzorkům
- odečet luminiscence je prováděn po 15min. a 30min.
- výsledkem je koncentrace dané látky, která způsobí 50% inhibici luminiscence



Zkouška inhibice růstu
sladkovodních řas *Desmodesmus
subspicatus* (ČSN EN ISO 8692)

- stanovení koncentrace zkoušené látky (EC₅₀), která způsobuje 50% inhibici specifické rychlosti růstu vzhledem ke kontrolním vzorkům
- test probíhá 72 hodin za konstantních podmínek (osvětlení, teplota...)
- pro počítání buněk se používá mikroskop s počítačí komůrkou
- určení EC₅₀



Zkouška inhibice pohyblivosti *Daphnia magna* (ČSN EN ISO 6341)

- vodní korýš *Daphnia magna* Straus
- zkouška je založena na určení koncentrace testované látky, která za 24h nebo 48h imobilizuje 50% jedinců
- $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ a denní fotoperioda 16h
- na konci testu se spočítají pohybliví jedinci
- určení 24h EC_{50} nebo 48h EC_{50}



Výsledky 2018 - 2019

Organizmus	H1		H2		H3		H4		H5		H6		H7		H8	
	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU	EC ₅₀	TU
Desmodesmus subspicatus	33,7	2,97	N	0	N	0	78,4	1,28	N	0	N	0	N	0	7,02	14,2
Vibrio fisheri 15 min	25,2	3,97	84,7	1,18	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	12,5	7,99
Vibrio fisheri 30 min	25,8	3,88	98,0	1,02	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	13,1	7,60
Daphnia magna 24 h	52,1	1,92	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	119	0,84
Daphnia magna 48 h	28,8	3,47	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	N	0	59,4	1,68
Třída toxicity	III toxická		III toxická		I netoxická		III toxická		I netoxická		I netoxická		I netoxická		IV silně toxická	

Variabilita ekotoxicity v čase

Organizmus	H1		H2		H4	
	2018 TU	2019 TU	2018 TU	2019 TU	2018 TU	2019 TU
Desmodesmus subspicatus	3,95	2,97	0	0	2,83	1,28
Vibrio fischeri 15 min	2,35	3,97	0	1,18	2,32	0
Vibrio fischeri 30 min	3,46	3,88	0	1,02	2,42	0
Daphnia magna 24 h	1,48	1,92	0	0	2,54	0
Daphnia magna 48 h	1,63	3,47	0	0	4,12	0
Třída toxicity	III toxická	III toxická	I netoxická	III toxická	III toxická	III toxická

Shrnutí a cíle

- na základě vyhodnocení dle klasifikačního systému jsou 4 vzorky netoxické, tři jsou toxické a jeden silně toxický
- jedna nemocnice se během roku posunula do vyšší třídy toxicity
- kvalita nemocniční odpadní vody může v čase měnit
- návrh testovací strategie pro stanovení toxicity odpadních vod ze zdravotnických zařízení pomocí **souboru biologických testů**

Shrnutí a cíle

- na základě našich výsledků lze doporučit rozsáhlejší výzkum toxicity odpadních vod ze zdravotnických zařízení včetně návrhu na odstranění nedostatků procesů jejich čištění s cílem snížit vypouštění toxických chemických látek do kanalizační sítě a životního prostředí.
- získaná data a informace nabídnout jako možné podklady pro vypracování metodických pokynů, dozor a opatření v oblasti sledování ekotoxicity odpadních vod.

Toxicity of wastewater from health care facilities assessed by different bioassays

Gabriela JÍROVÁ^{1,2}, Alena VLKOVÁ^{1,3}, Martina WITTLEROVÁ², Markéta DVOŘÁKOVÁ^{3,5},
Lucie KAŠPAROVÁ², Jan CHRZ^{3,4}, Kristina KEJLOVÁ³, Zdeňka WITTLINGEROVÁ¹,
Magdaléna ZIMOVÁ^{1,2}, Barbora HOŠÍKOVÁ⁴, Jana JIRAVOVÁ⁴, Hana KOLÁŘOVÁ⁴

¹ Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague, Kamýcká 129, Praha - Suchdol, 165 00, Czech Republic

² National Institute of Public Health, Centre of Health and Environment, Šrobárova 48, Praha 10, 100 42, Czech Republic

³ National Institute of Public Health, Centre of Toxicology and Health Safety, Šrobárova 48, Praha 10, 100 42, Czech Republic

⁴ Faculty of Medicine and Dentistry, Palacký University, Hněvotínská 3, Olomouc, 775 15, Czech Republic

⁵ Charles University in Prague, Third Faculty of Medicine, Ruská 87, Praha 10, 100 00, Czech Republic

Correspondence to: Gabriela Jírová, M.Sc.
Faculty of Environmental Sciences, Czech University of Life Sciences Prague,
Kamýcká 129, Praha - Suchdol, 165 00, Czech Republic.
TEL: + 420 267082564; E-MAIL: jirovag@fzp.czu.cz

Submitted: 2018-20-06 *Accepted:* 2018-17-09 *Published online:* 2018-00-00

Key words: wastewater; health care facilities; wastewater toxicity; ecotoxicity; genotoxicity; reprotoxicity; bioassays

Neuroendocrinol Lett 2018; 39():101-113 PMID: ----- NEL390 18AXX © 2018 Neuroendocrinology Letters • www.nel.edu

Abstract

OBJECTIVES: The purpose of this study was to determine toxicity of wastewater from hospitals in the Czech Republic using traditional and alternative toxicological methods. The pilot study comprised weekly dynamics of sewage ecotoxicity of treated wastewater from one hospital in two different seasons. A detailed investigation of wastewater ecotoxicity, genotoxicity and reprotoxicity followed in five different hospitals.

METHODS: The seven following bioassays were used in this study: algal growth inhibition test (ISO 8692), *Vibrio fischeri* test (ISO 11348-2), *Daphnia magna* acute toxicity test (ISO 6341), *Allium cepa* assay, Ames test (OECD TG 471), Comet assay and YES/YAS assay.

RESULTS: The wastewater ecotoxicity during one week showed no differences in separate working days, however, higher toxicity values were recorded in May compared to November. In the following study, samples from two of the five hospitals were classified as toxic, the others as non toxic. Genotoxicity has not been confirmed in any sample. In several cases, wastewater samples exhibited agonist

Děkuji za pozornost

gabriela.jirova@szu.cz

Státní zdravotní ústav

Centrum zdraví a životního prostředí
Laboratoř hygieny půdy a odpadů

Šrobárova 48, 100 42 Praha 10

Tel: +420267082564

