

Seminář VSAKOVÁNÍ SRÁŽKOVÝCH A ODPADNÍCH VOD DO PŮDNÍCH VRSTEV, Ostrava, 30. 5. 2023



Problematika farmak a jejich metabolitů ve vypouštěných odpadních vodách na příkladu povodí VN Švihov

Datel J. V. a kol. , jvdatel@gmail.com

Výzkumný ústav vodního hospodářství T. G. Masaryka, v.v.i. www.vuv.cz

Projekt Voda pro Prahu

- Projekt řešený v rámci OP Praha – pól růstu se zabýval kvalitou surové vody všech 3 hlavních zdrojů pitné vody pro Prahu:
 - VN Švihov na řece Želivce 3100 L.s⁻¹
 - Vodárna Káraný na řece Jizeře 1500 L.s⁻¹
 - Vodárna Praha Podolí na řece Vltavě (záložní zdroj) 800 L.s⁻¹
- Rozsah analýz: zahájeno s 45 látkami, díky rozšiřující se nabídce laboratoře Povodí Vltavy jsme končili na 93 farmakách a jejich metabolitech.
- Projekt se také zabýval vlivem klimatických a hydrologických podmínek (srážkové, teplotní a hydrologické extrémny) na výskyt PPCP

Úvod k PPCP ve vodách

- Výskyt různých kontaminantů ve zdrojích pitné vody, včetně mikropolutantů
- PPCP – farmaka a jejich metabolity, hormony, antikoncepce, drogy a další chemikálie
- Výskyt ve velmi nízkých koncentracích obvykle v řádu ng.L⁻¹ až do 1 μg.L⁻¹). I
- Další zdroje vedle člověka: chov hospodářských zvířat, chov ryb, veterinární a nutriční prostředky
- Důležitý je výzkum jejich výskytu, chování a dopadů na zdraví člověka, protože dnes jde o všudypřítomné látky.
- V současné době nejsou pro většinu těchto látek známy zdravotní a legislativní limity. V různých zemích probíhají výzkumy na dané téma.
- Výzkum je umožněn a výrazně determinován prudkým rozvojem analytických metod.

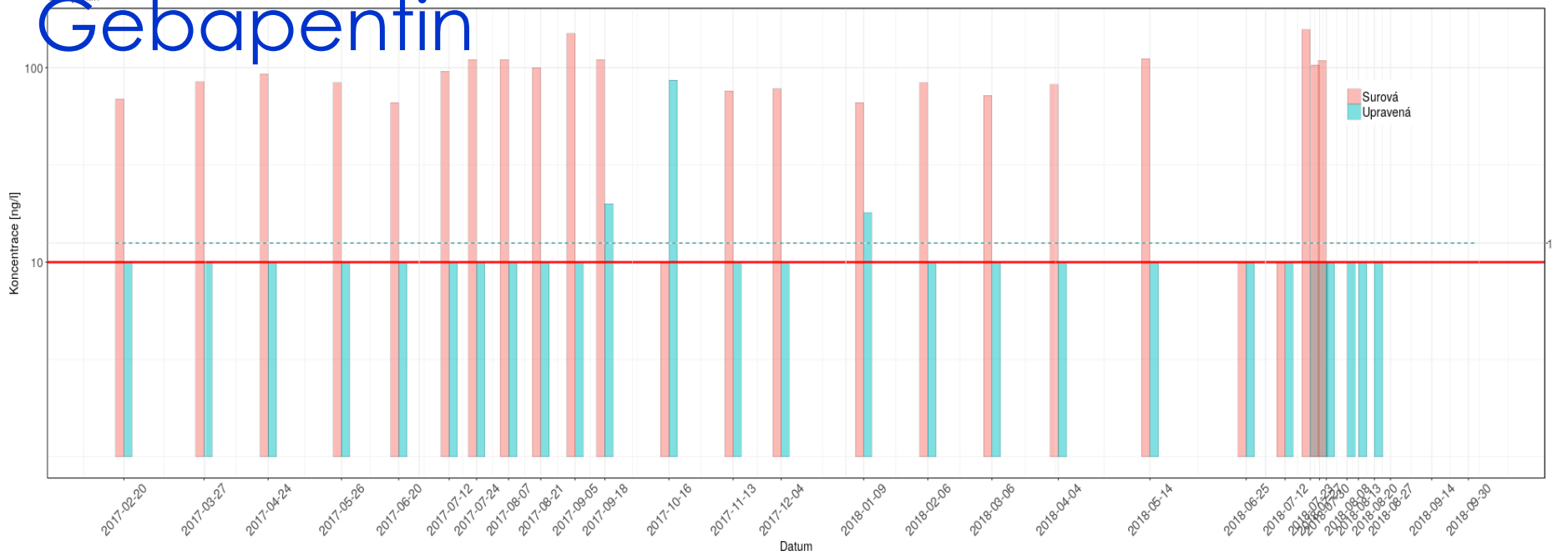
Vodní nádrž Švihov na Želivce

- Zdroje vody v nádrži:
 - Hlavní přítok řeky Želivky (2-3 tis. l/s)
 - Desítky malých toků vtékajících do nádrže (průtoky v jednotkách l/s, největší je Sedlický potok kolem 100 l/s)
 - Skryté odvodnění puklinové podzemní vody z okolního krystalinika
 - Povrchový stok z přívalových srážek, samotné srážky
- Voda povrchových toků obsahuje přečištěnou odpadní vodu z malých obcí, čištěnou jen v jednoduchých mechanicko-biologických ČOV, které neřeší látky typu PPCP
- Devět vybraných pilotních povodí, směsná surová voda, vyrobená pitná voda
- Vzorkována i mělká podzemní voda v obcích a dnové sedimenty nádrže v místech ústí malých toků

Farmaka v surové a pitné vodě

- V surové vodě nad mezí detekce aspoň v jednom případě se objevují: Diclofenac, Gebapentin, Chloramphenicol, Ibuprofen, Ibuprofen-2-hydroxy, Karbamazepin, Paraxanthine, Sacharin, Tramadol, Trimetoprin
- Ve vyrobené pitné vodě nad mezí detekce aspoň v jednom případě: Gebapentin, Ibuprofen
- Ve všech případech vždy pod 100 ng/l
- Směsná surová voda má lepší kvalitu než voda v jednotlivých přítocích do nádrže – pozitivní vliv procesů v nádrži (chemických, fyzikálních, biochemických), doby zdržení vody v nádrži (časově omezená stabilita mnoha farmak), i převažujícího původu vody v nádrži z přívalových srážek
- Ve vyrobené pitné vodě se farmaka objevují výjimečně, pouze ve dvou druzích z 93 sledovaných, a v nízkých koncentracích blízko meze detekce.

Gebapentin



Ibuprofen

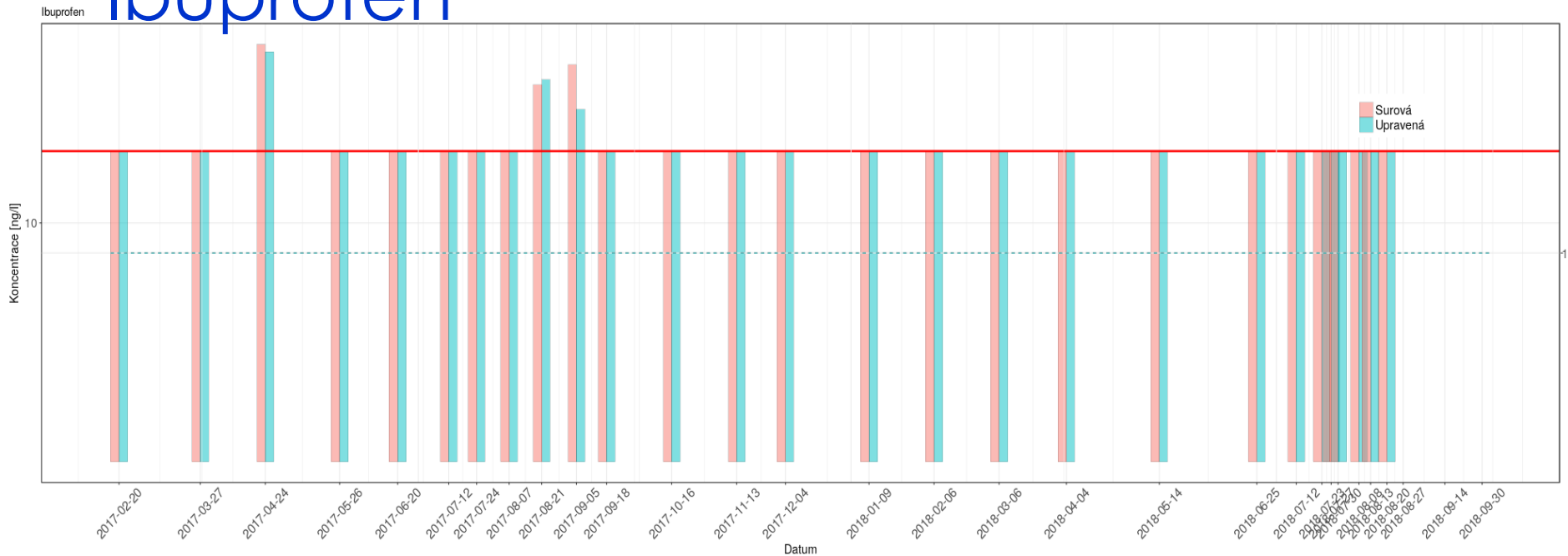
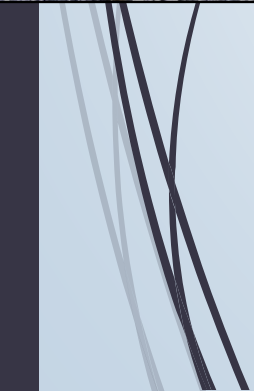
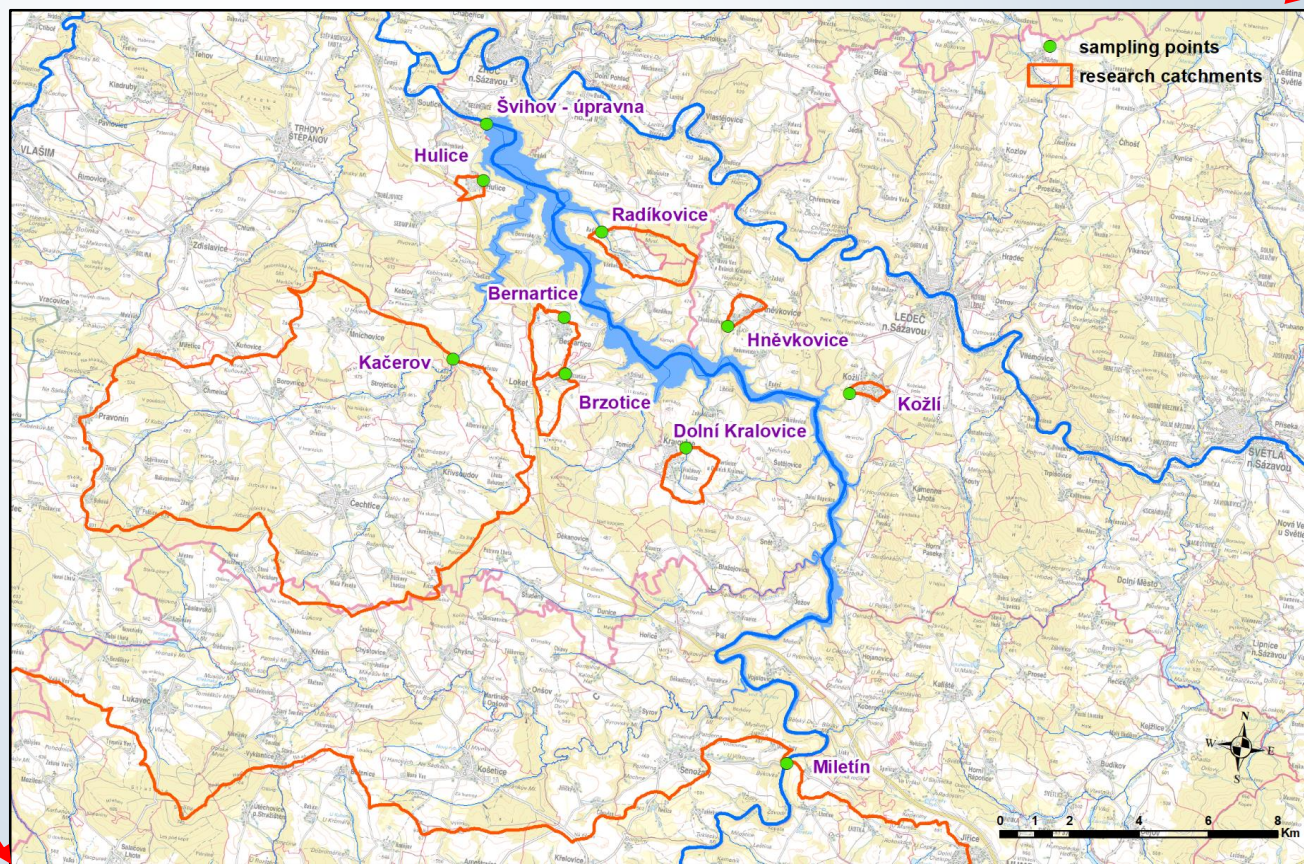
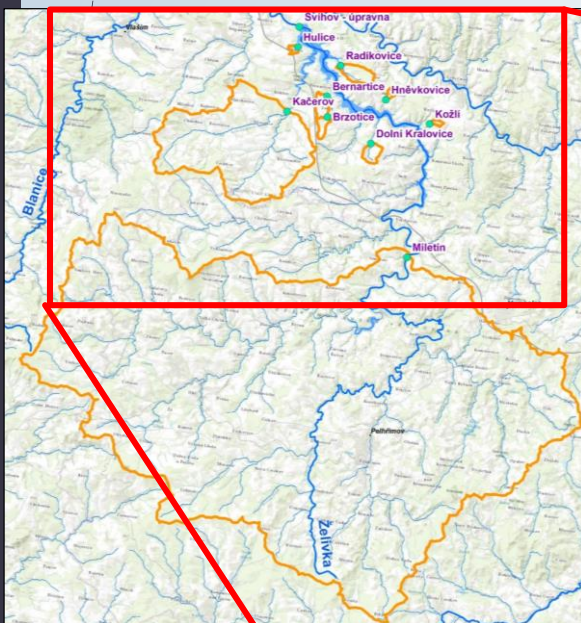


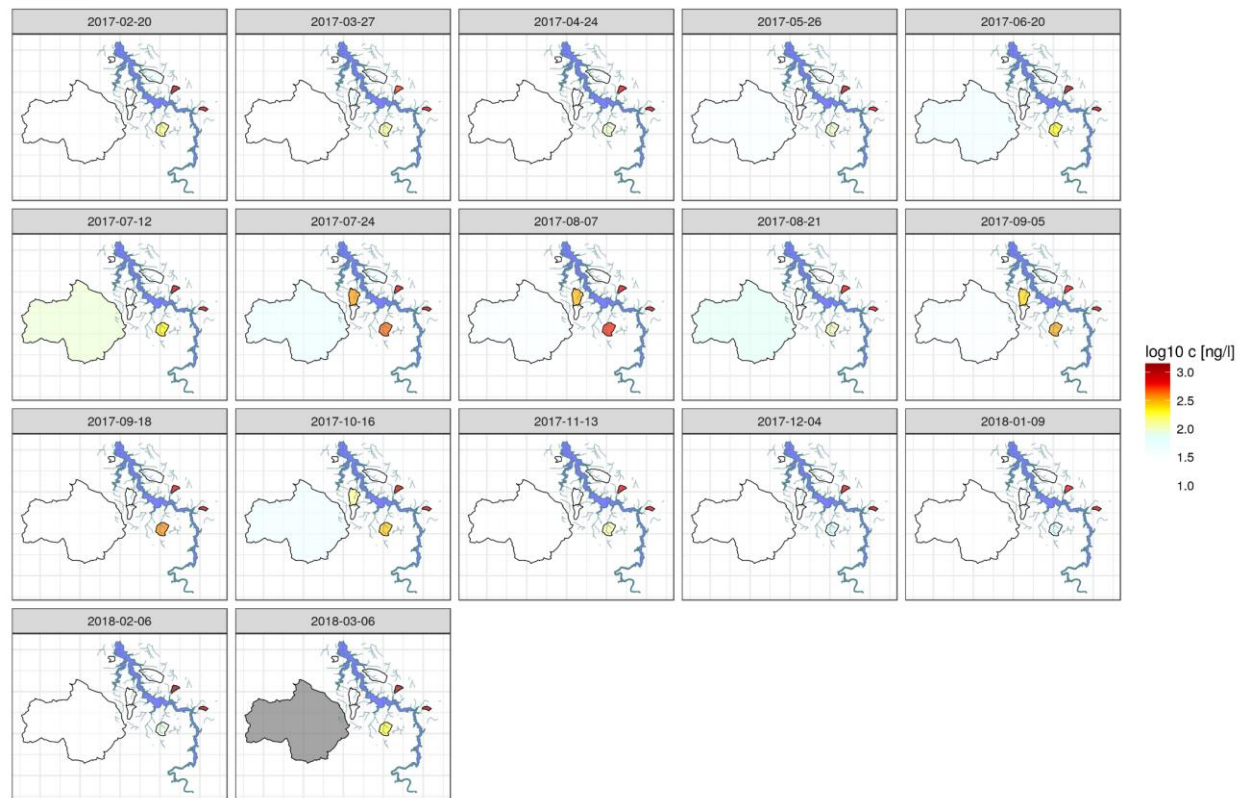
Foto měrných profilů na malých tocích



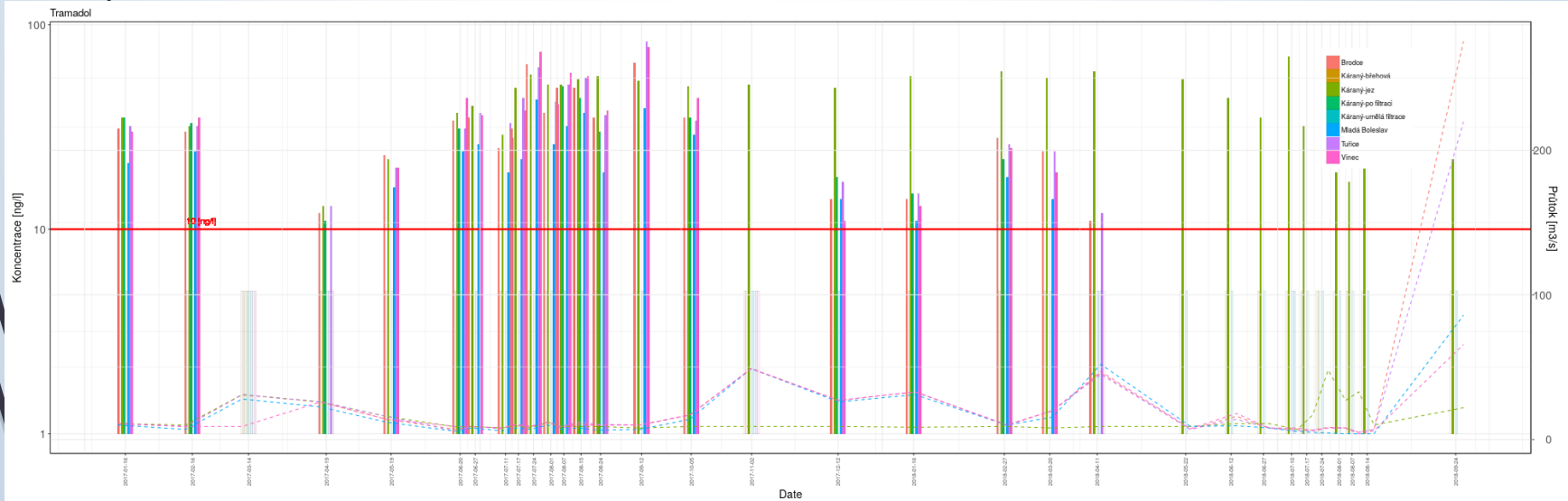
VN Švihov – 8 pilotních povodí a monitorované profily



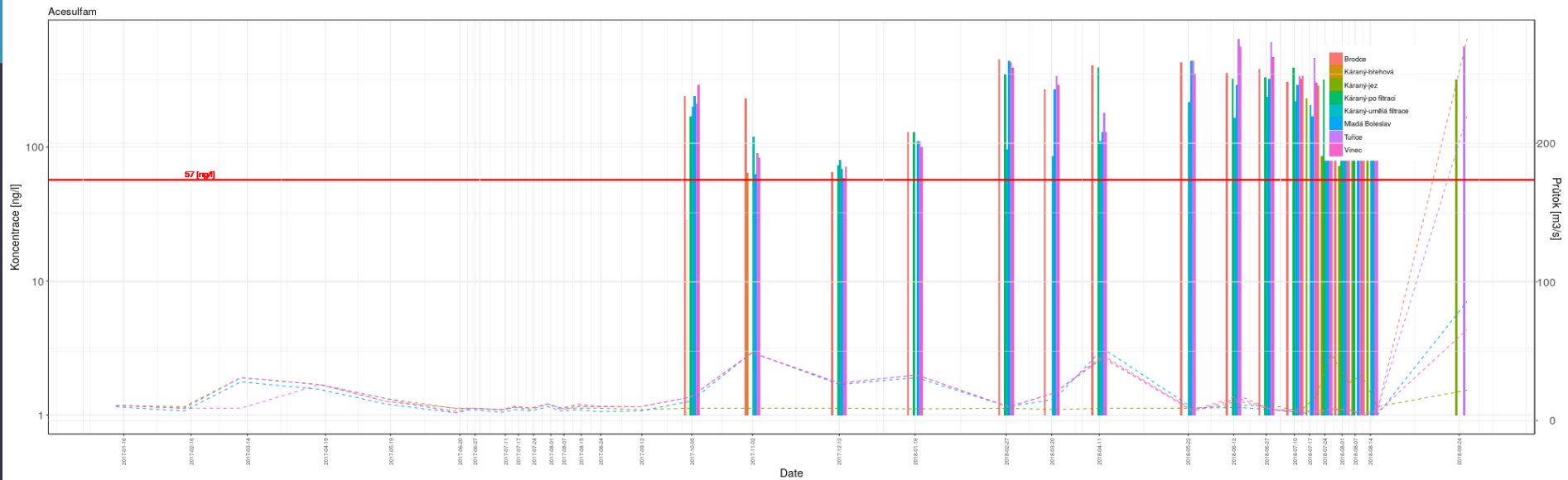
Tramadol



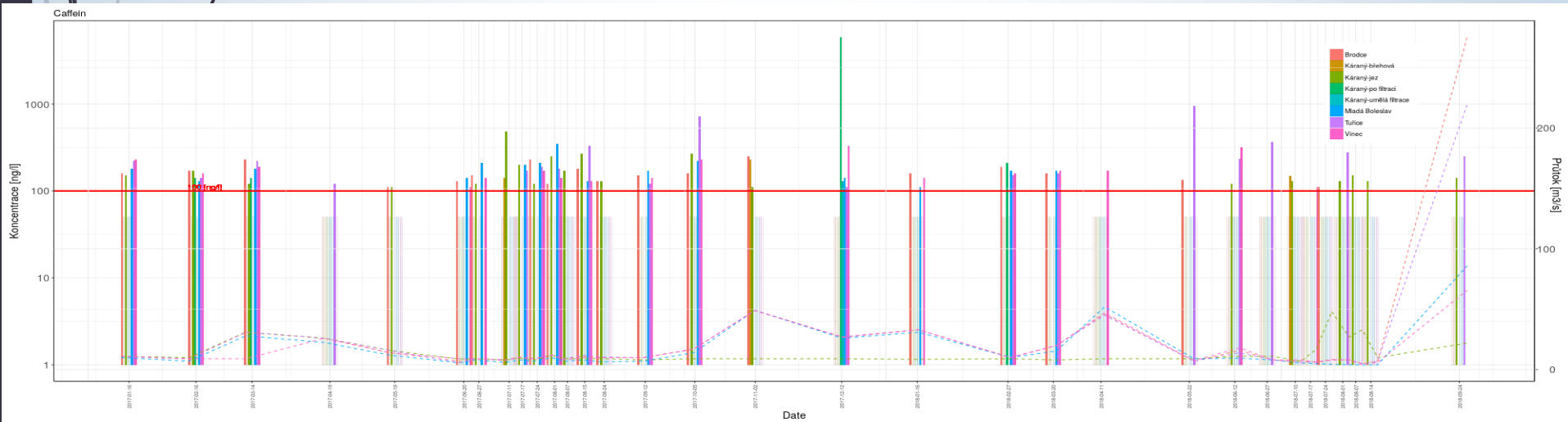
Tramadol



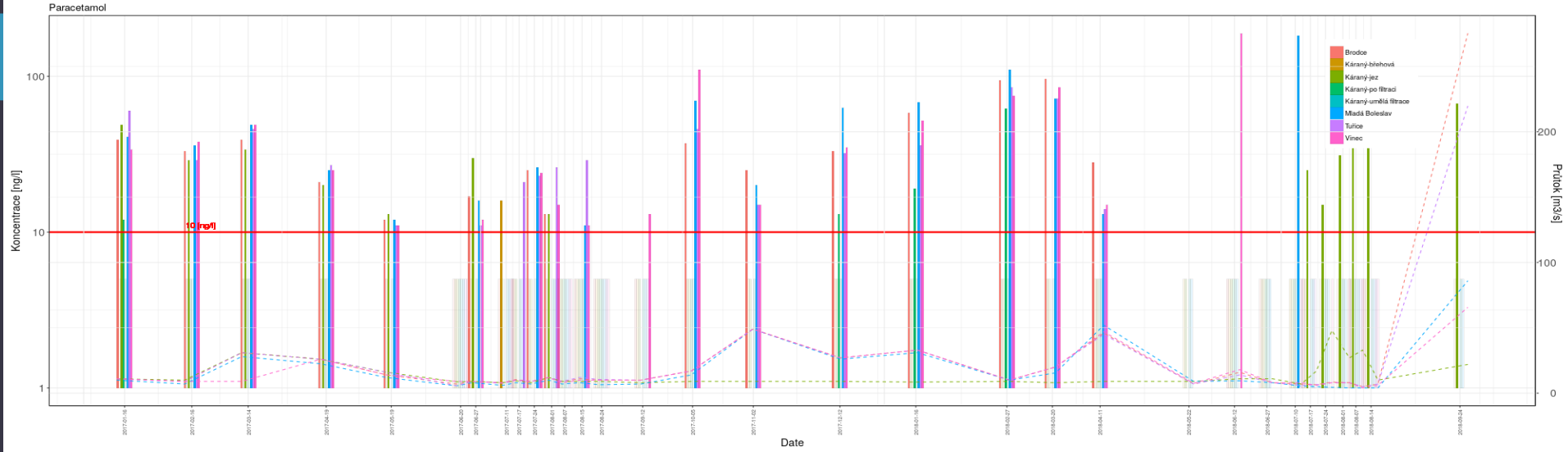
Accesulfam



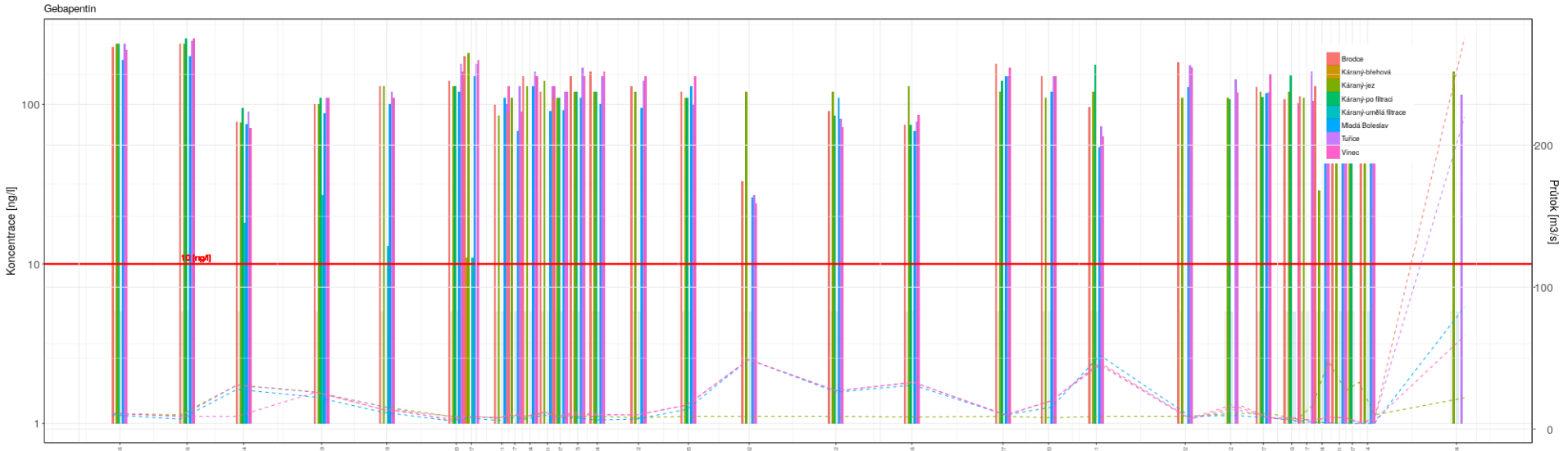
Kofein



Paracetamol

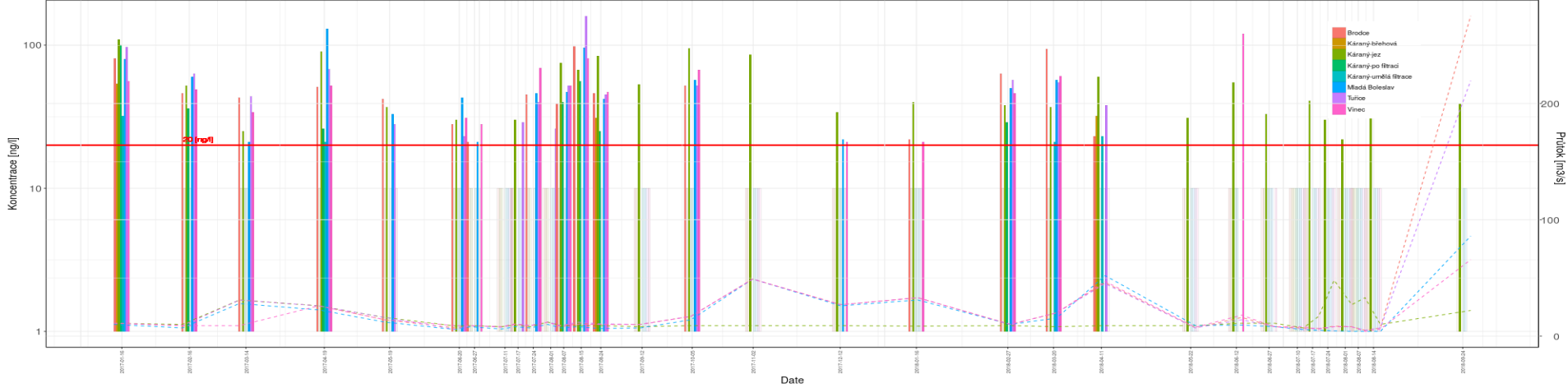


Gabapentin

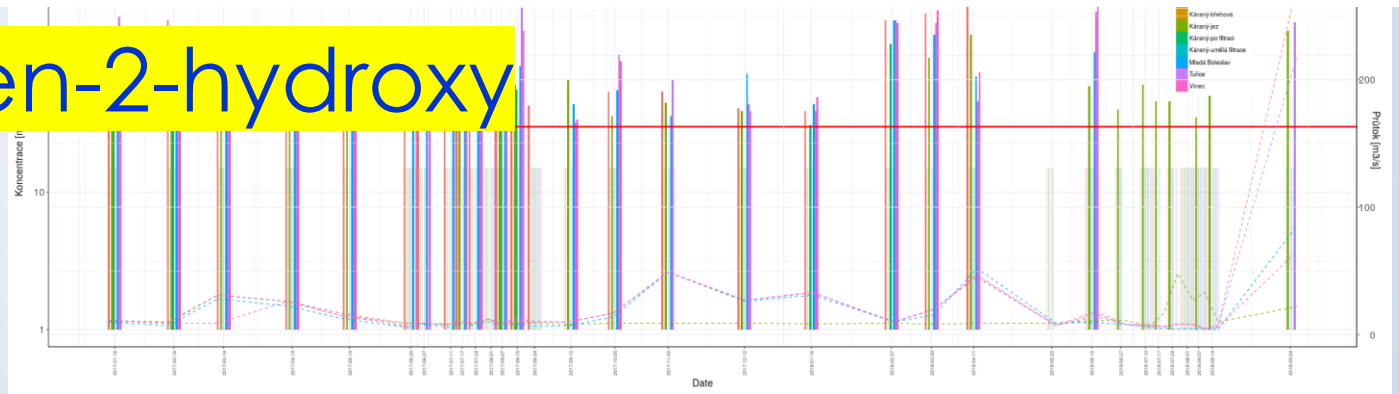


Ibuprofe

Ibuprofen

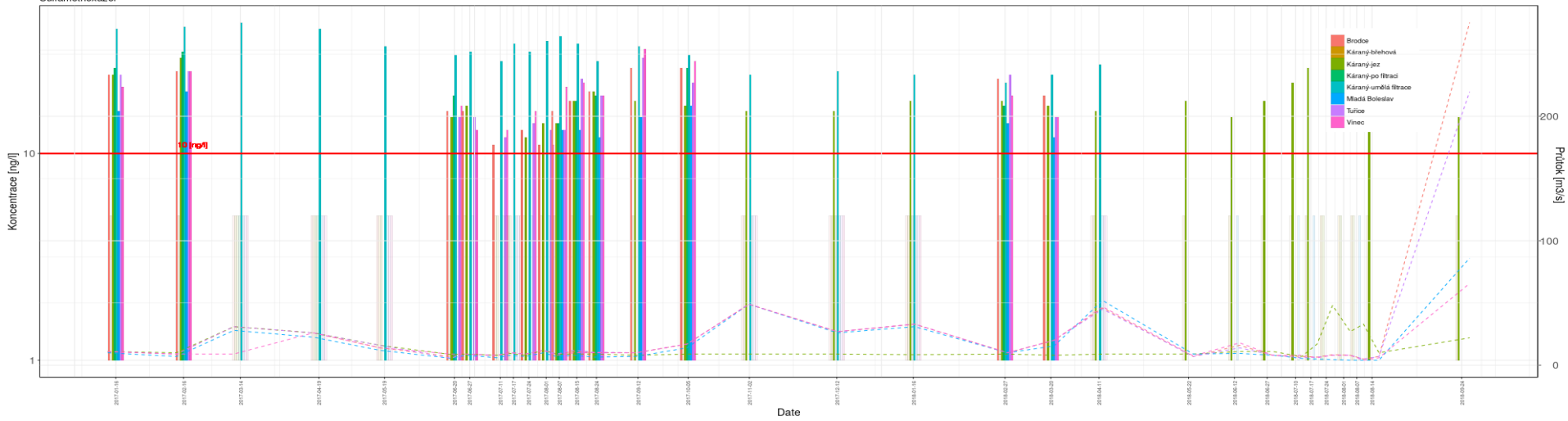


Ibuprofen-2-hydroxy



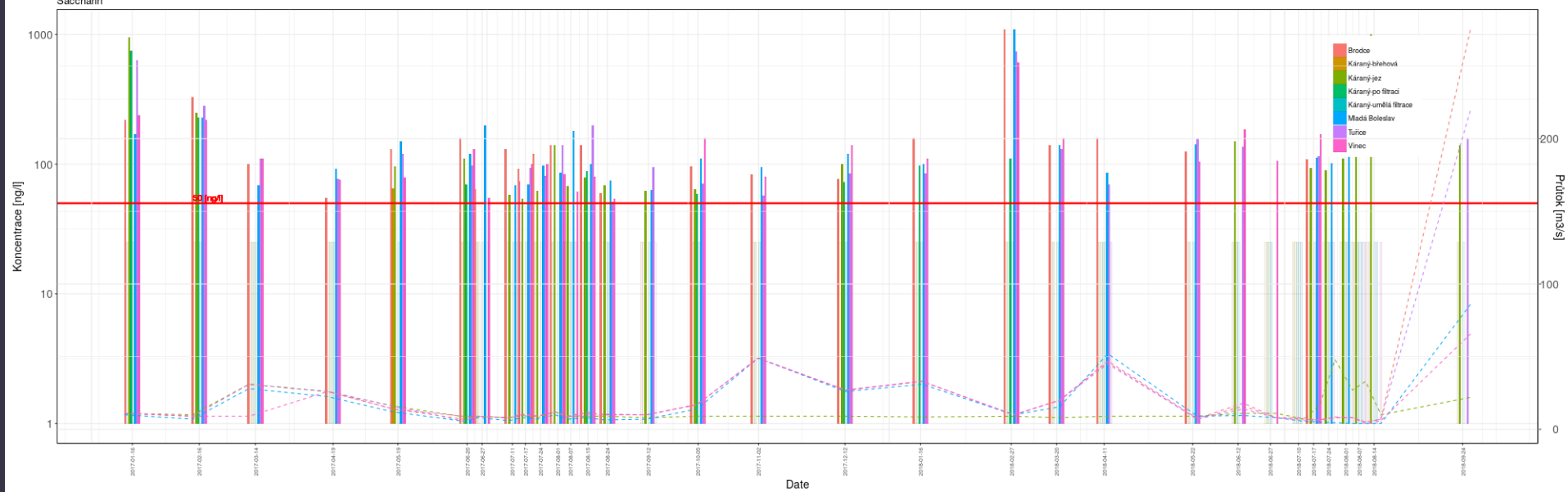
Sacharin

Sulfamethoxazol



Sulfamethoxazol

Saccharin



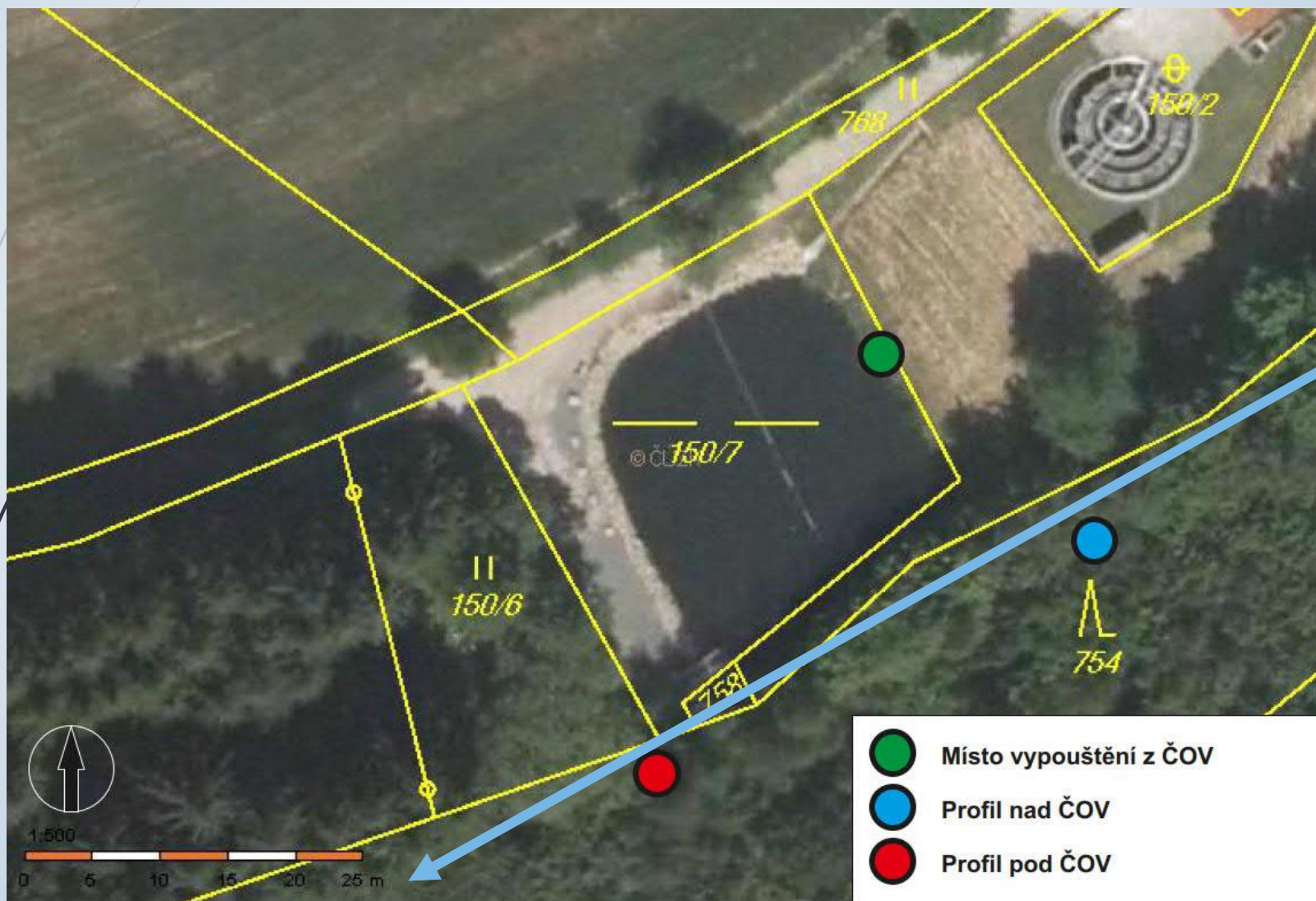
Nejčastěji se objevující látky ve vodě přítoků do nádrže nad mezí detekce

16 častěji se vyskytujících látek z 93 sledovaných

- Acesulfam
- Caffein
- Clarythromycin
- Diclofenac
- Gabapentin
- Ibuprofen
- Ibuprofen-2-hydroxy
- Ibuprofen-carboxy
- Karbamazepin
- Oxypurinol
- Paracetamol
- Paraxanthine
- Saccharin
- Sulfamethoxazol
- Telmisartan
- Tramadol

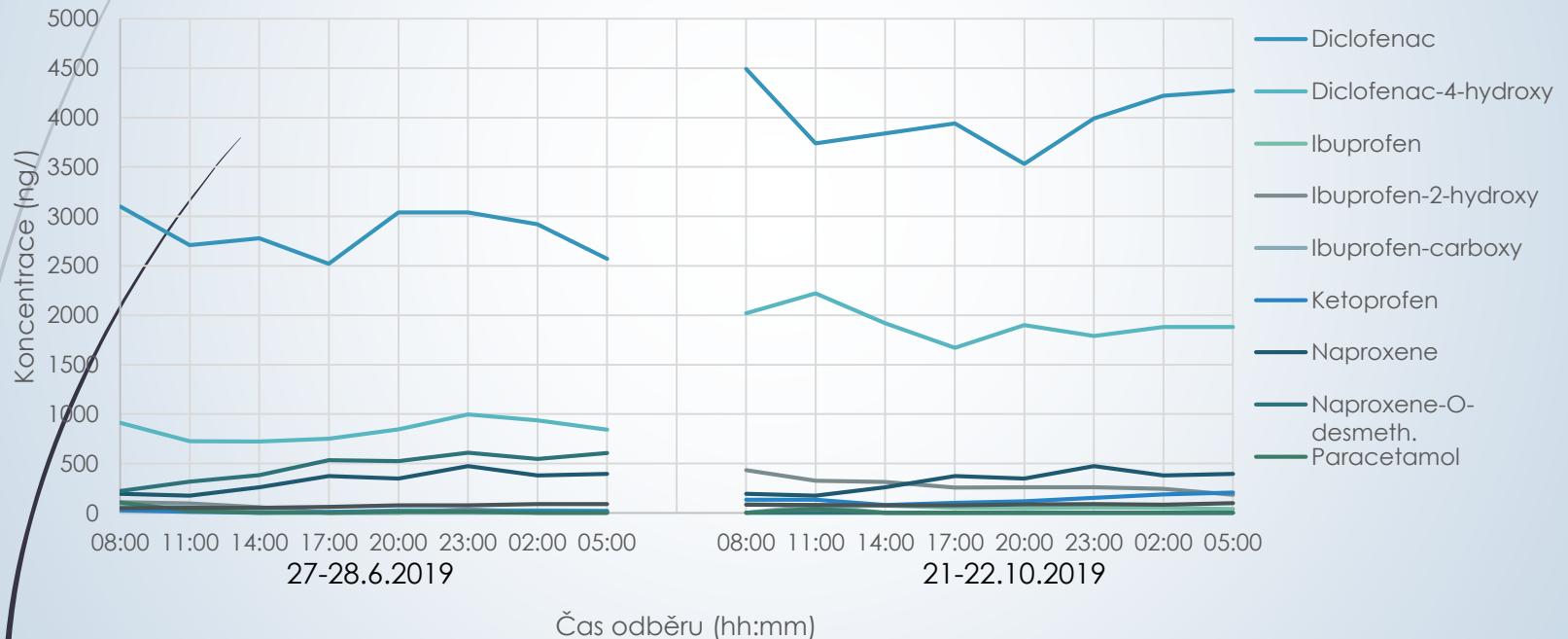
Významně častěji jsou vyšší koncentrace zjišťovány v povodích Hněvkovice, Kožlí, Kralovice a Bernartice – důvody jsou zatím neznámy.

Situace vzorkovacích míst Hněvkovice ČOV



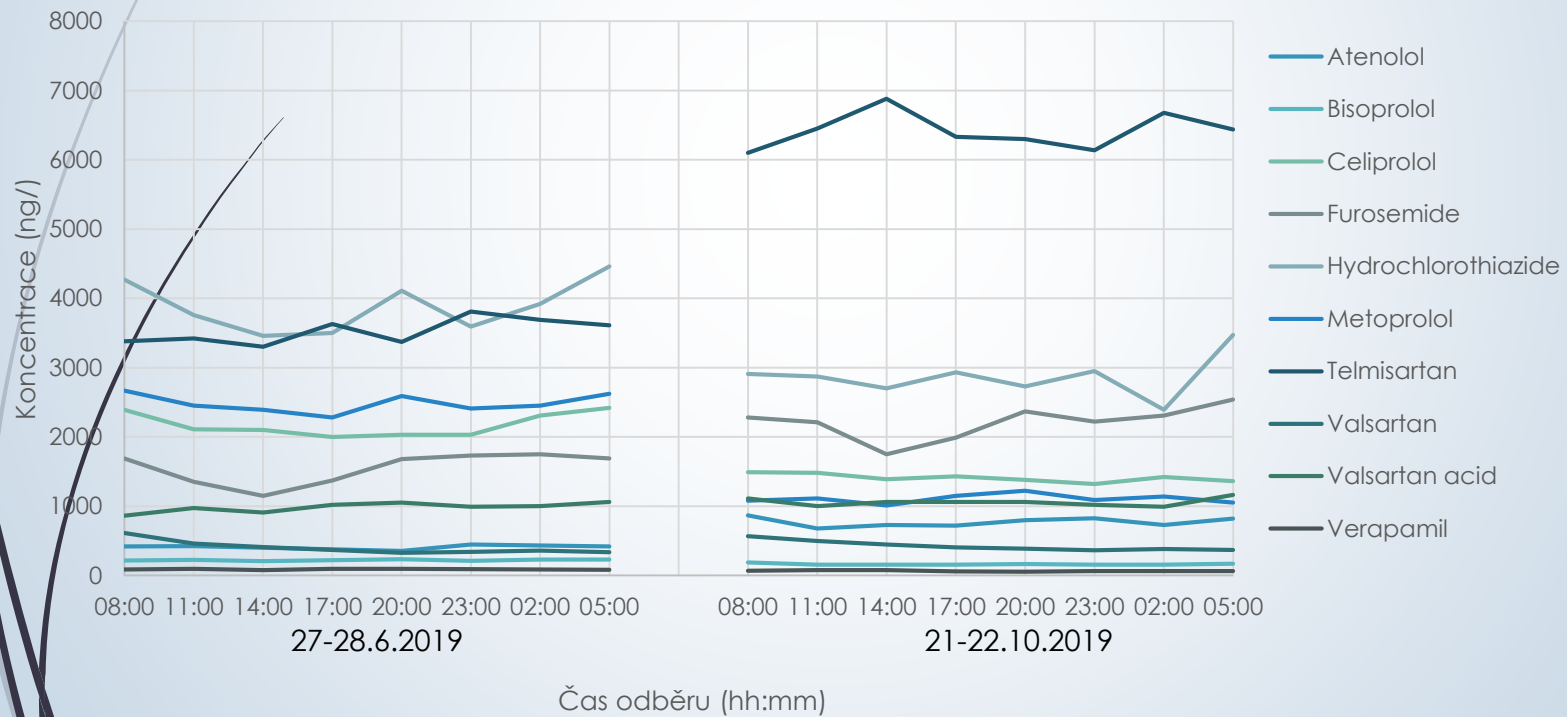
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

NSAID (nesteroidní protizánětlivé léky)



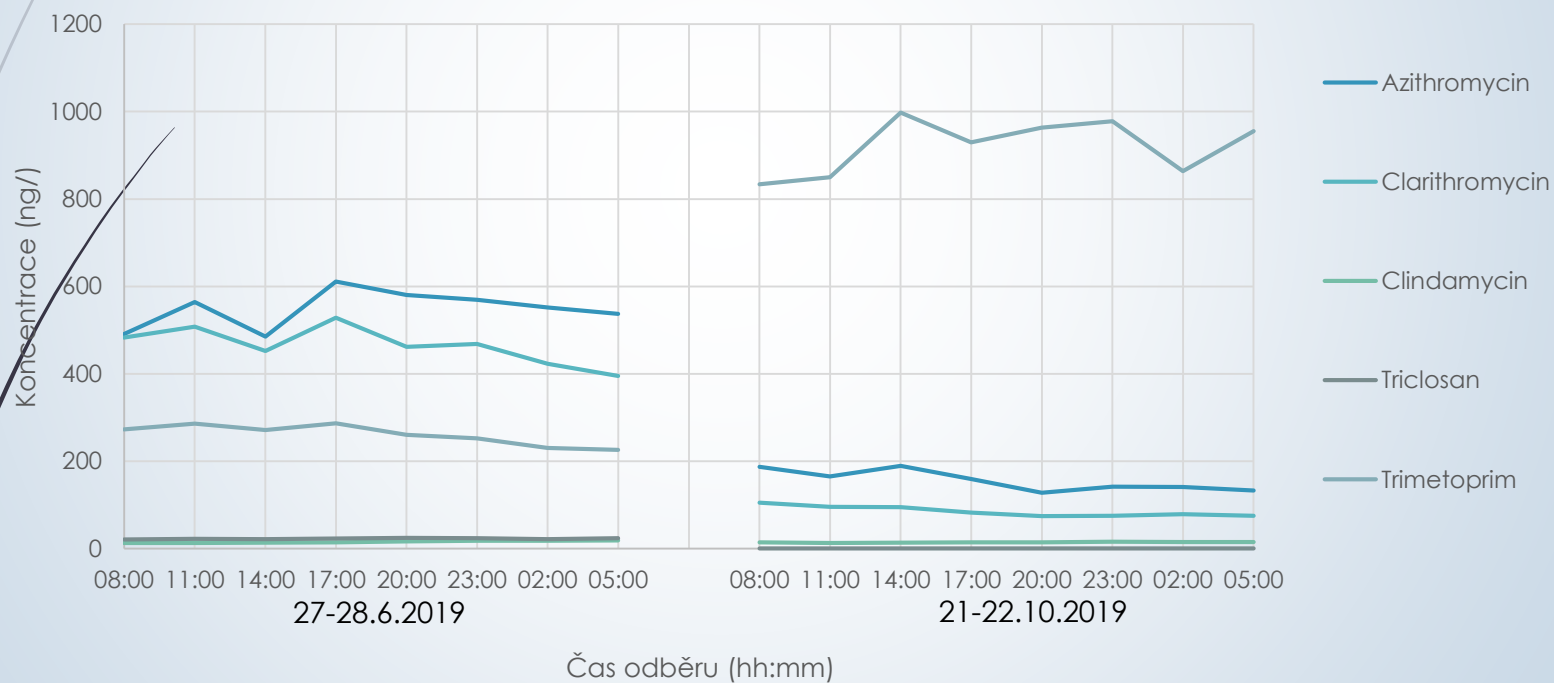
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Léky na vysoký krevní tlak



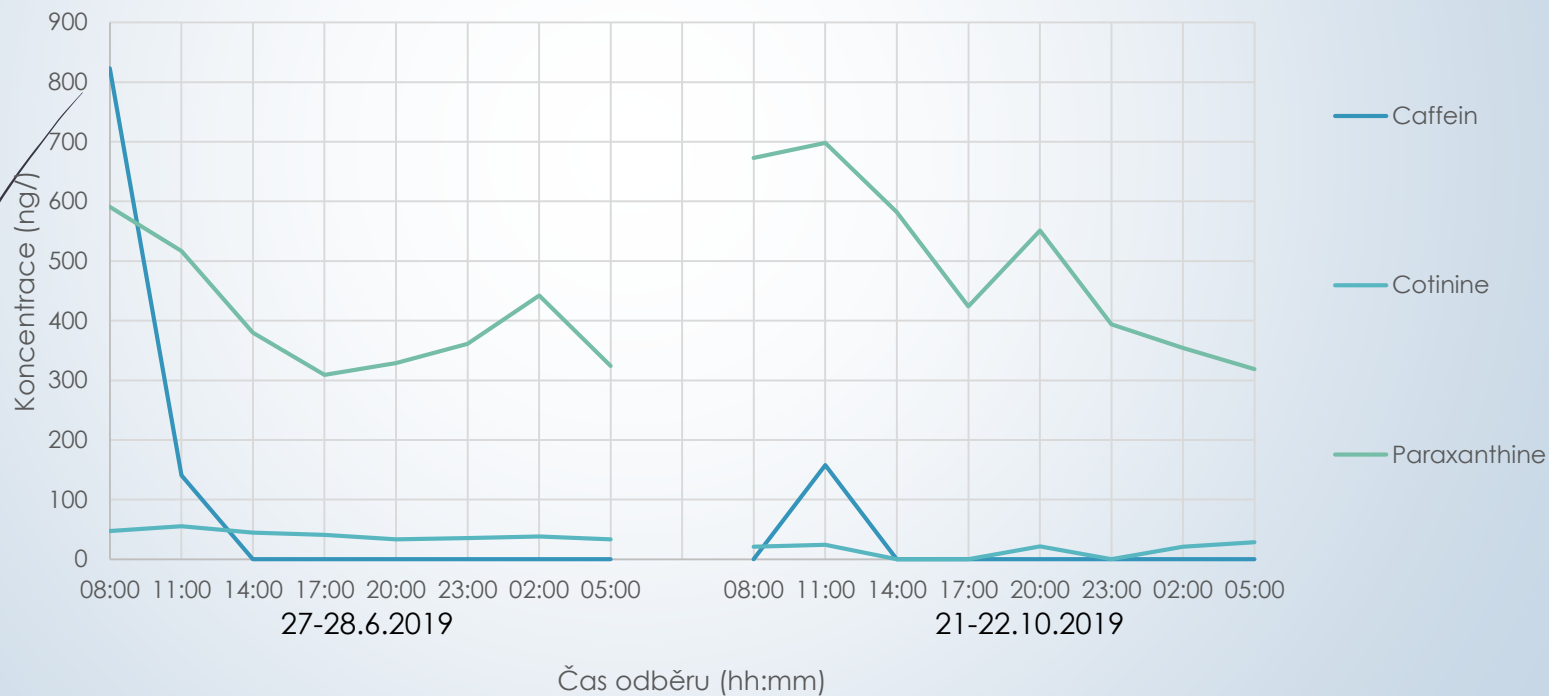
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Antibiotika



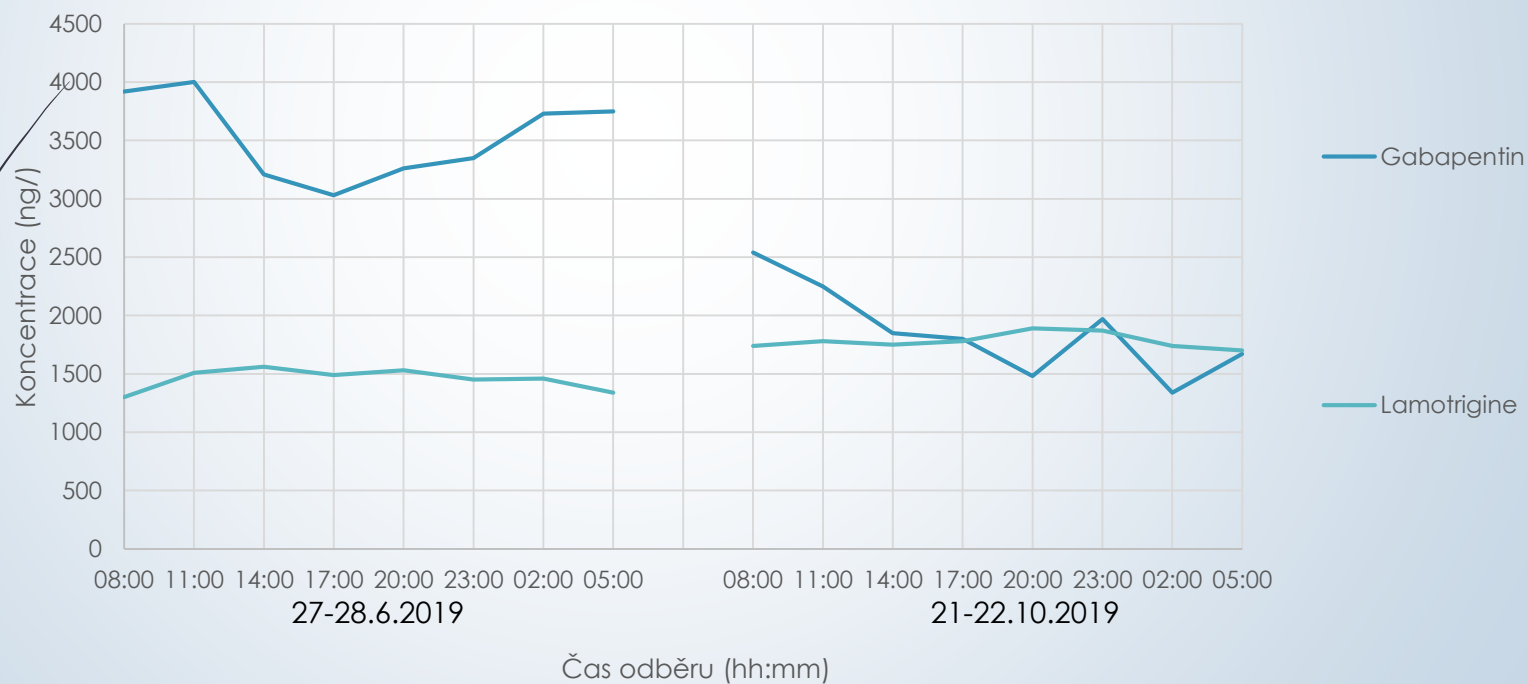
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Stimulanty



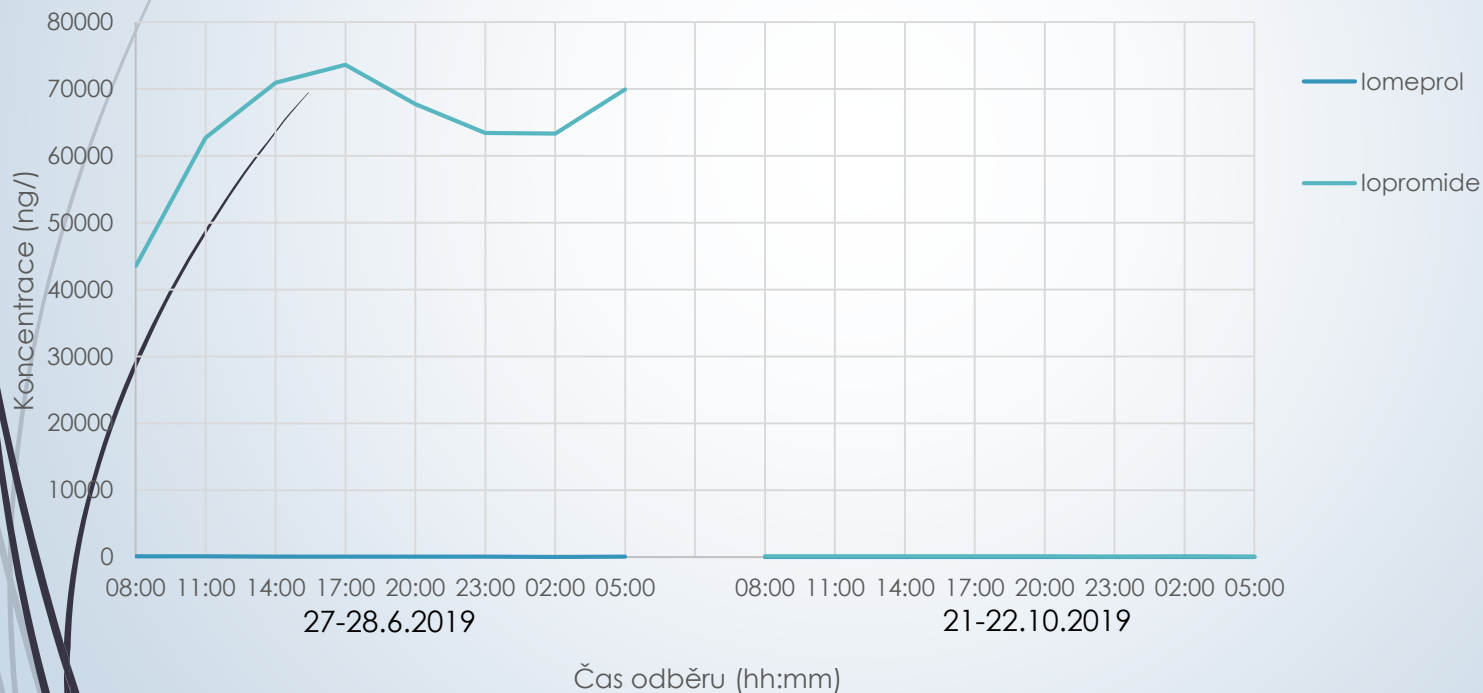
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Lék na epilepsii



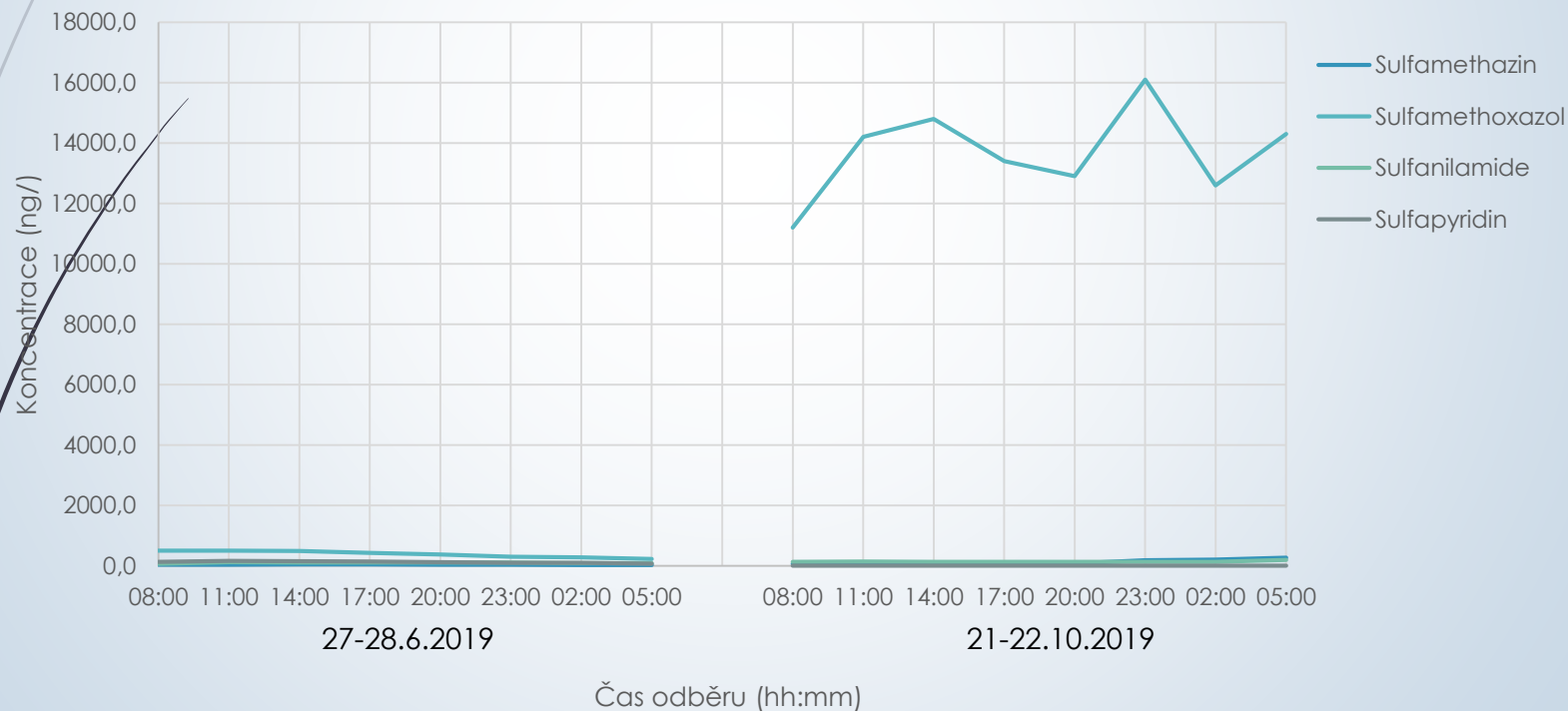
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Rentgendiagnostické látky



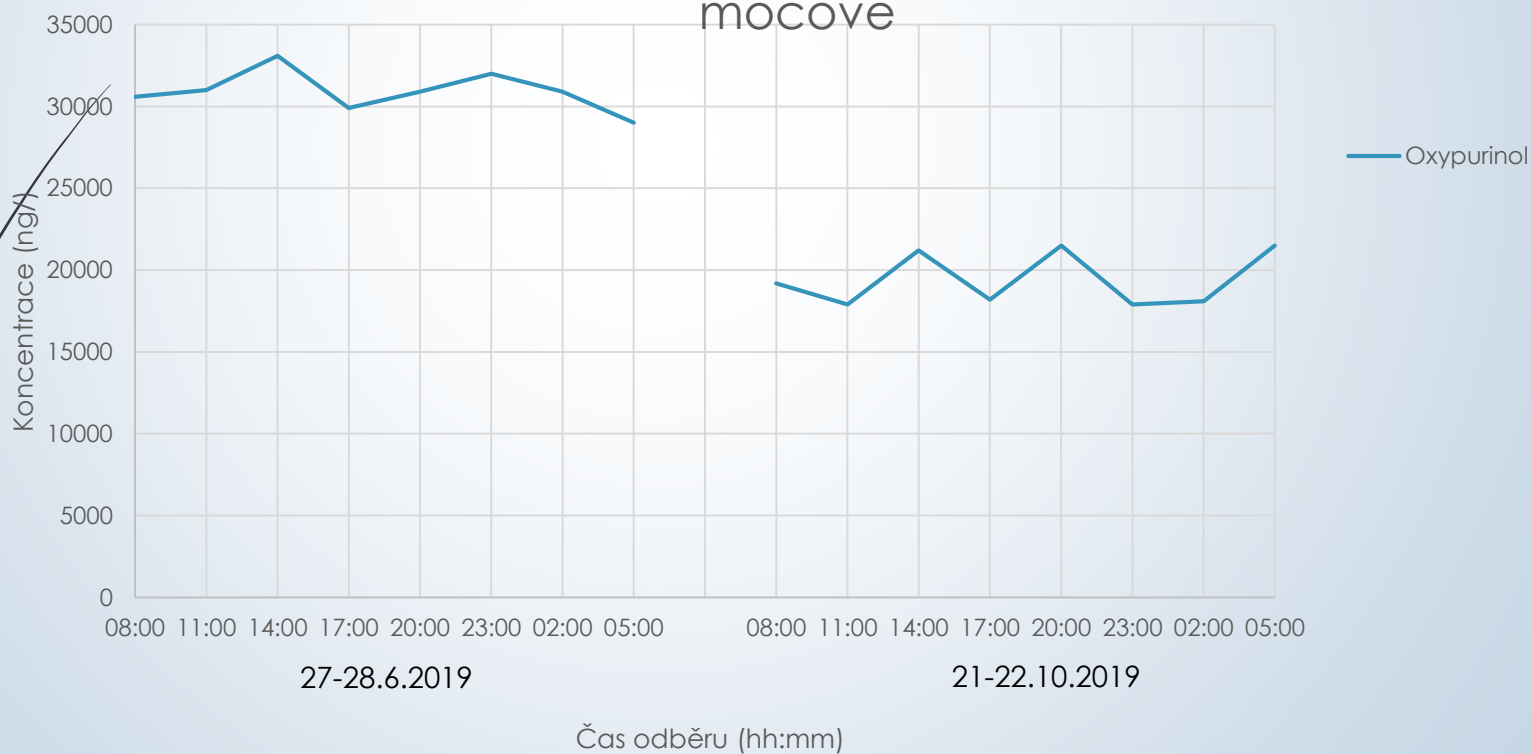
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Sulfonamidy (antibiotika)



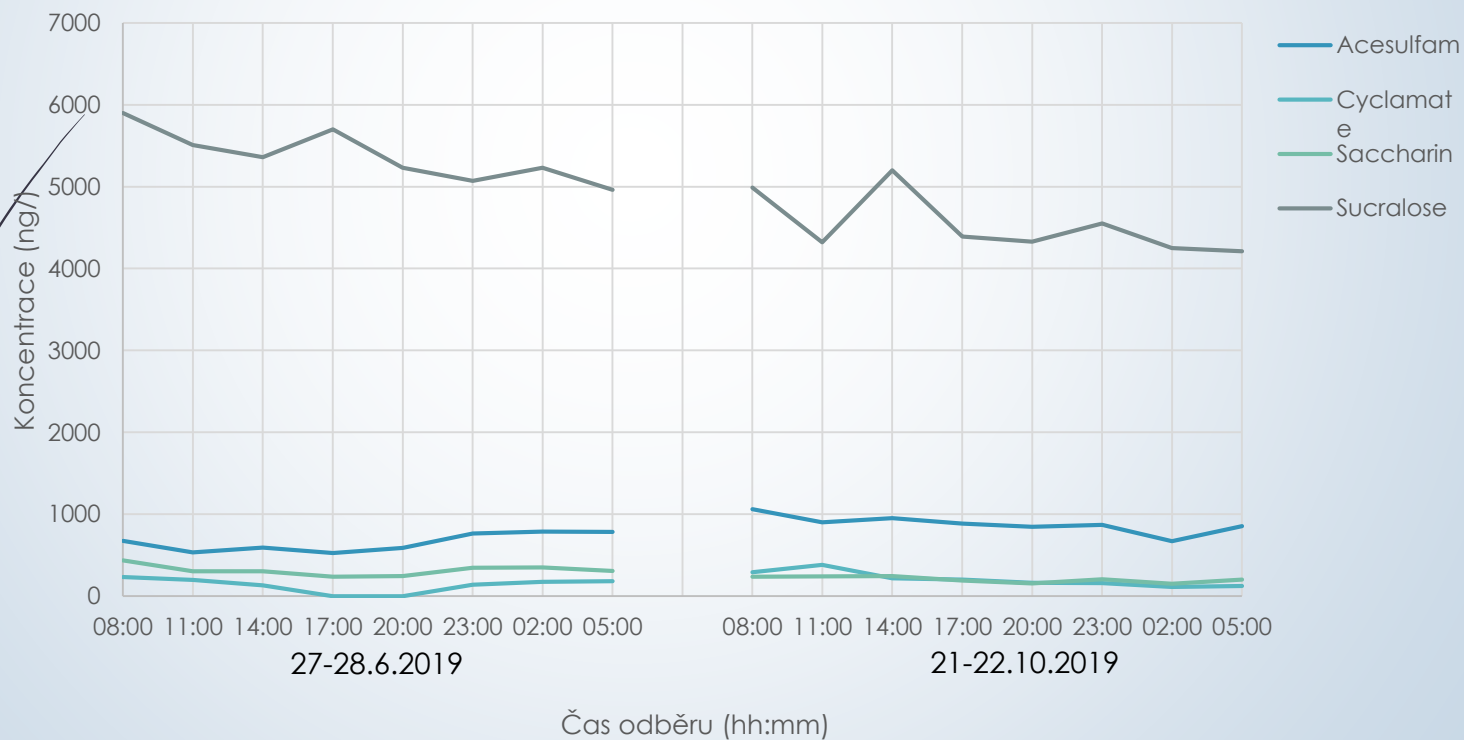
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Lék při patologicky zvýšené koncentraci kyseliny močové



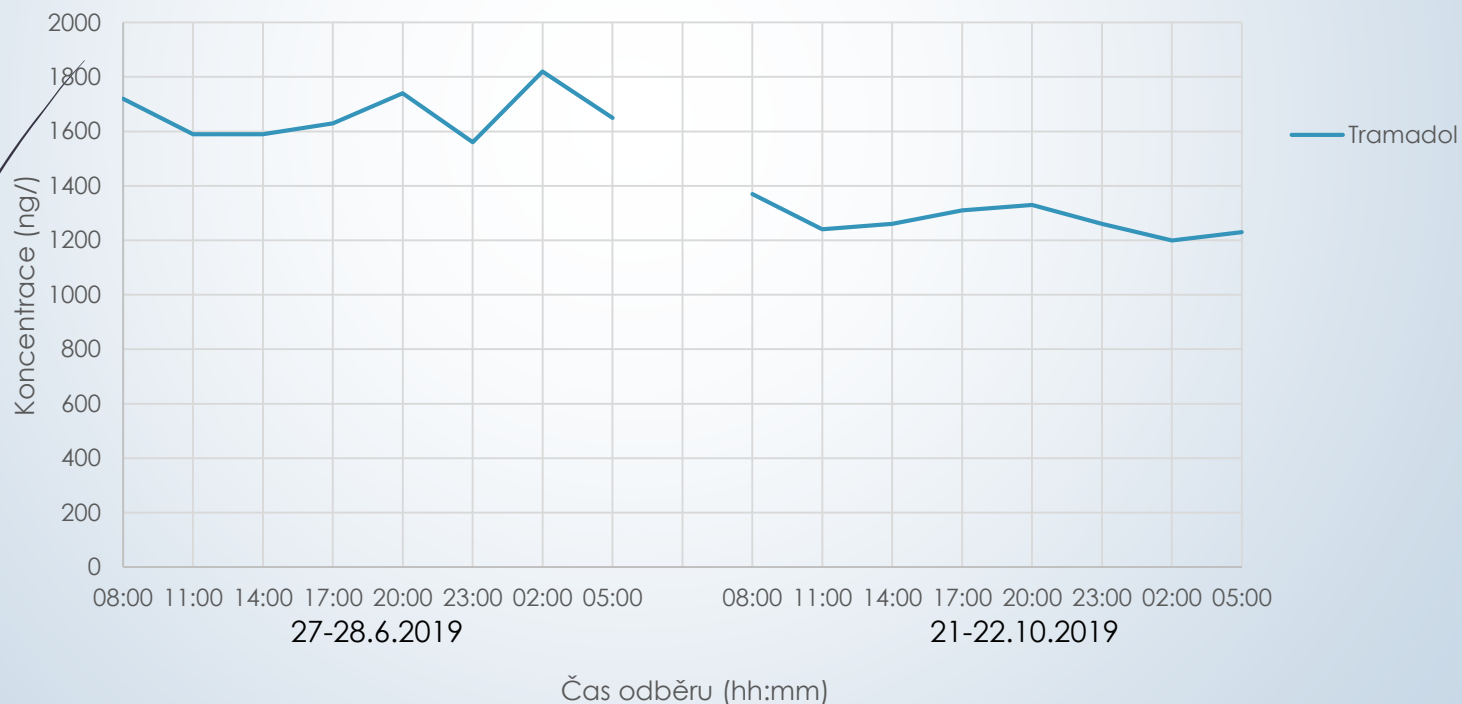
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Sladidla



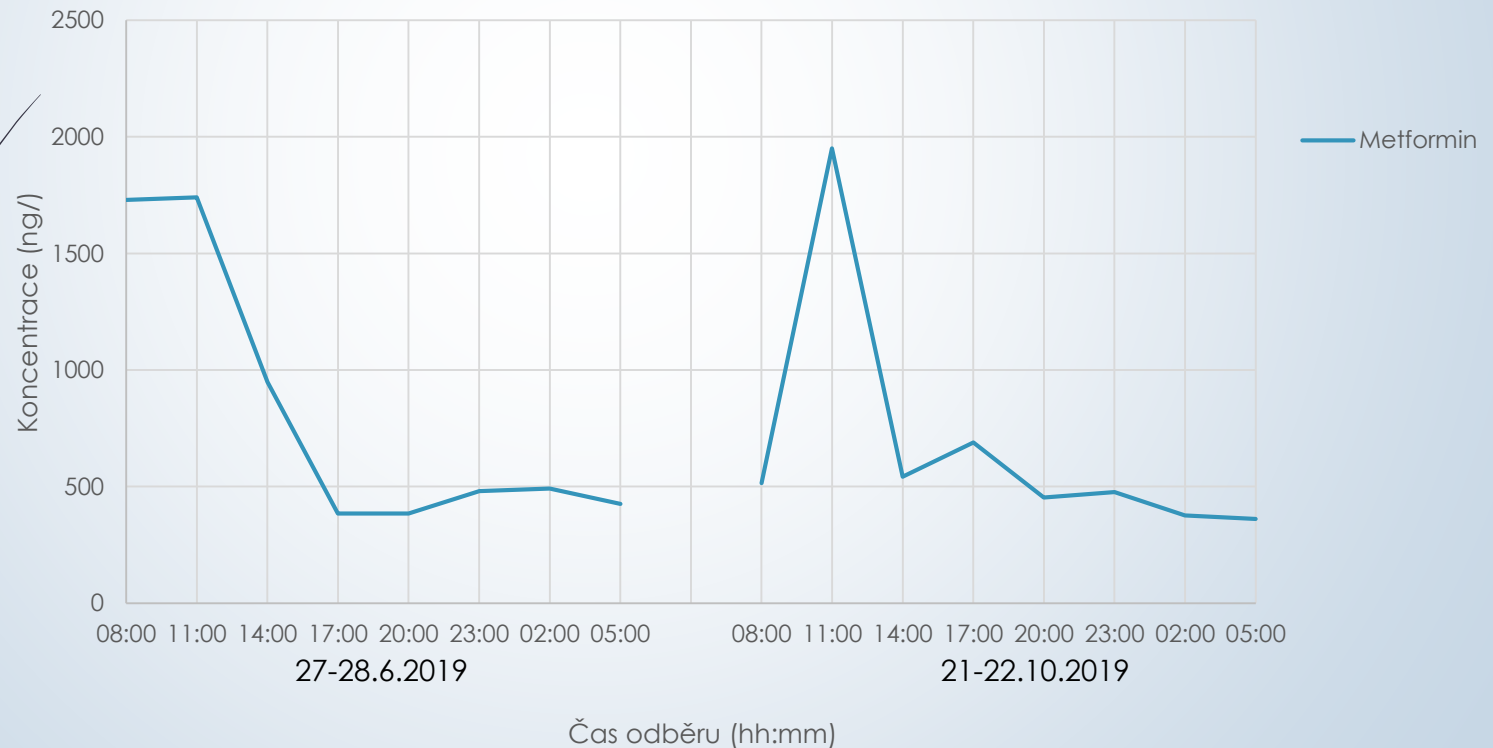
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Opioidum



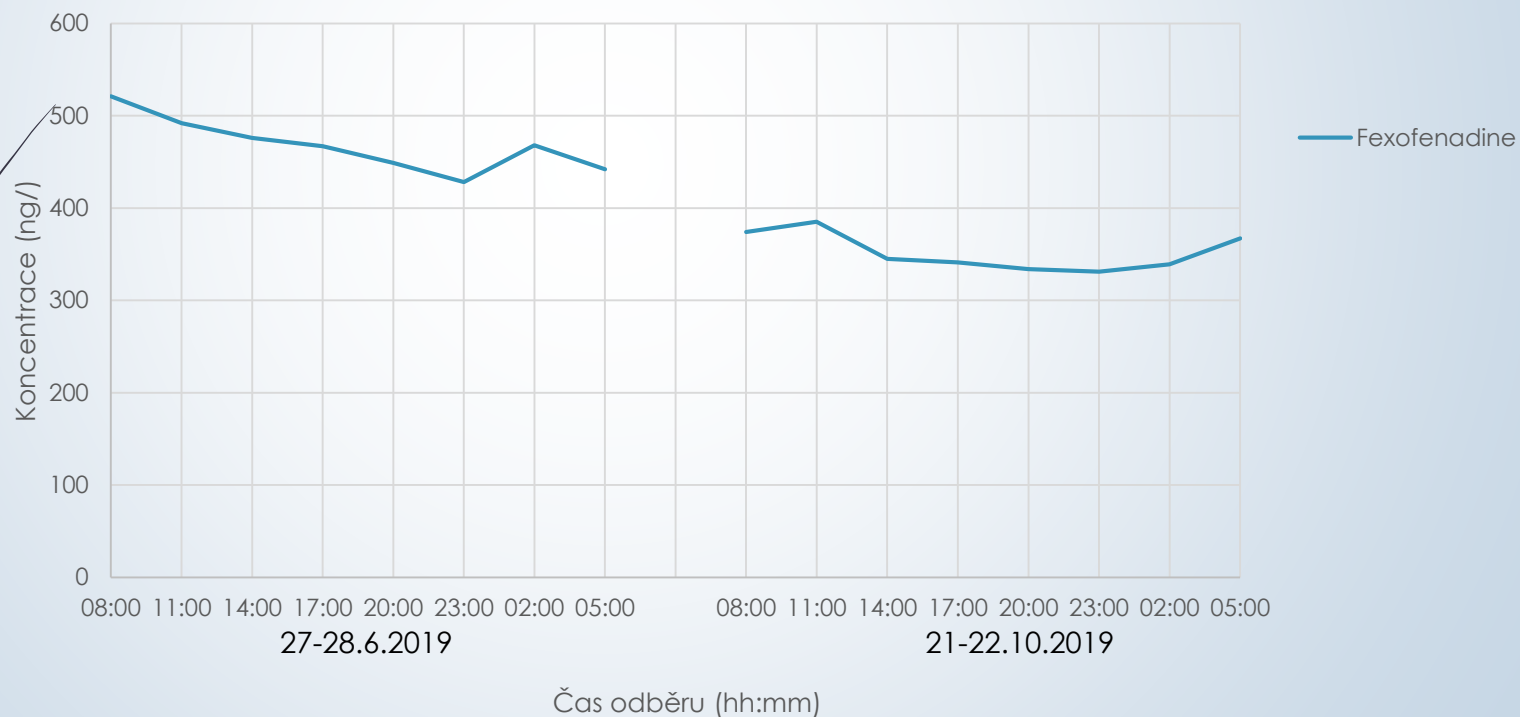
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Antidiabetikum



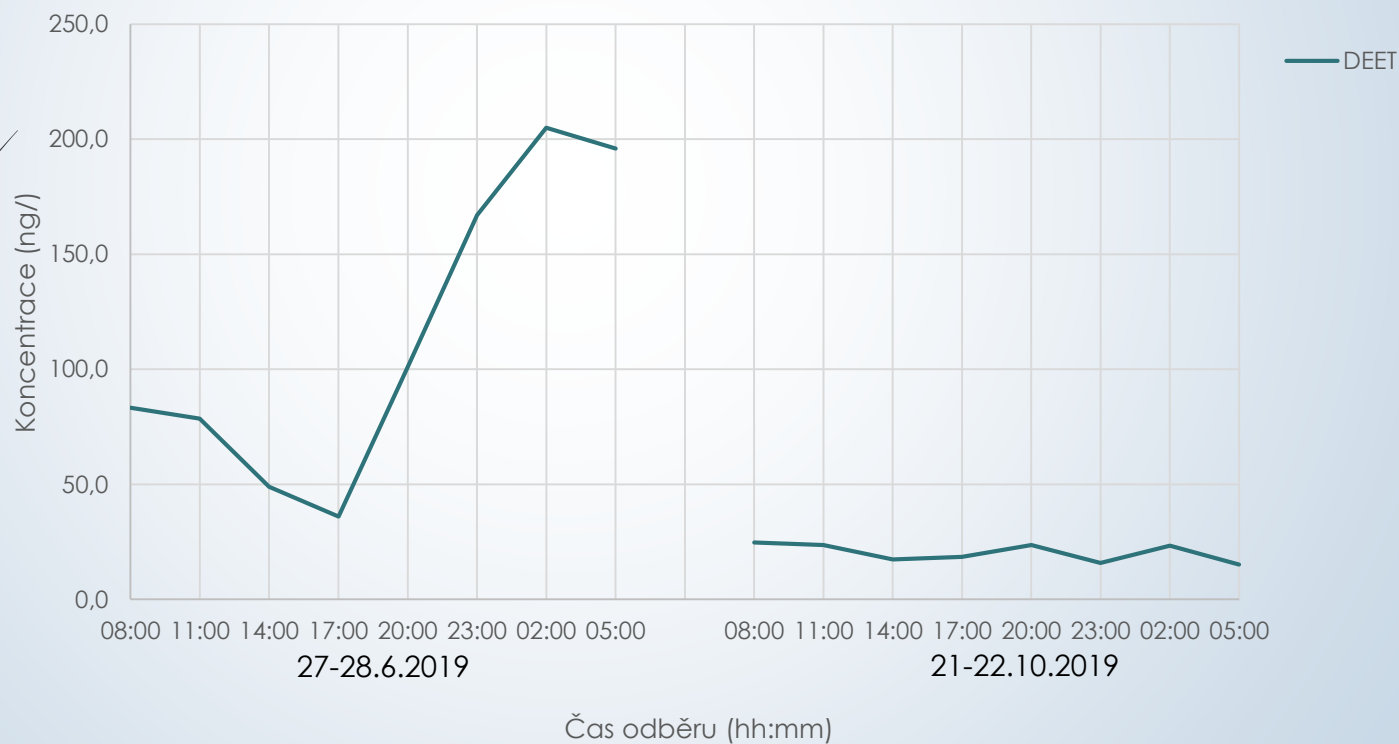
24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Lék proti alergii

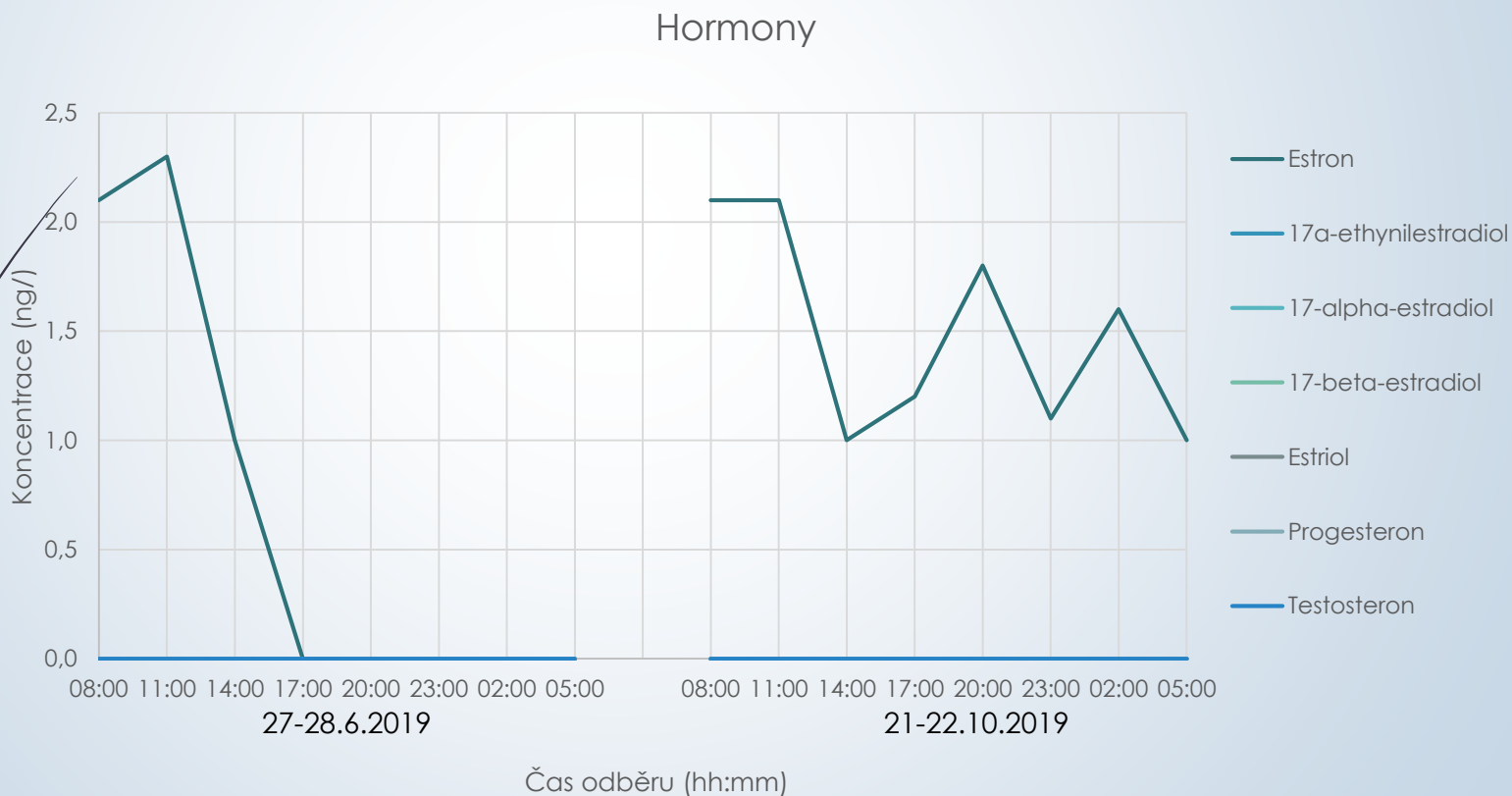


24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

Repelent

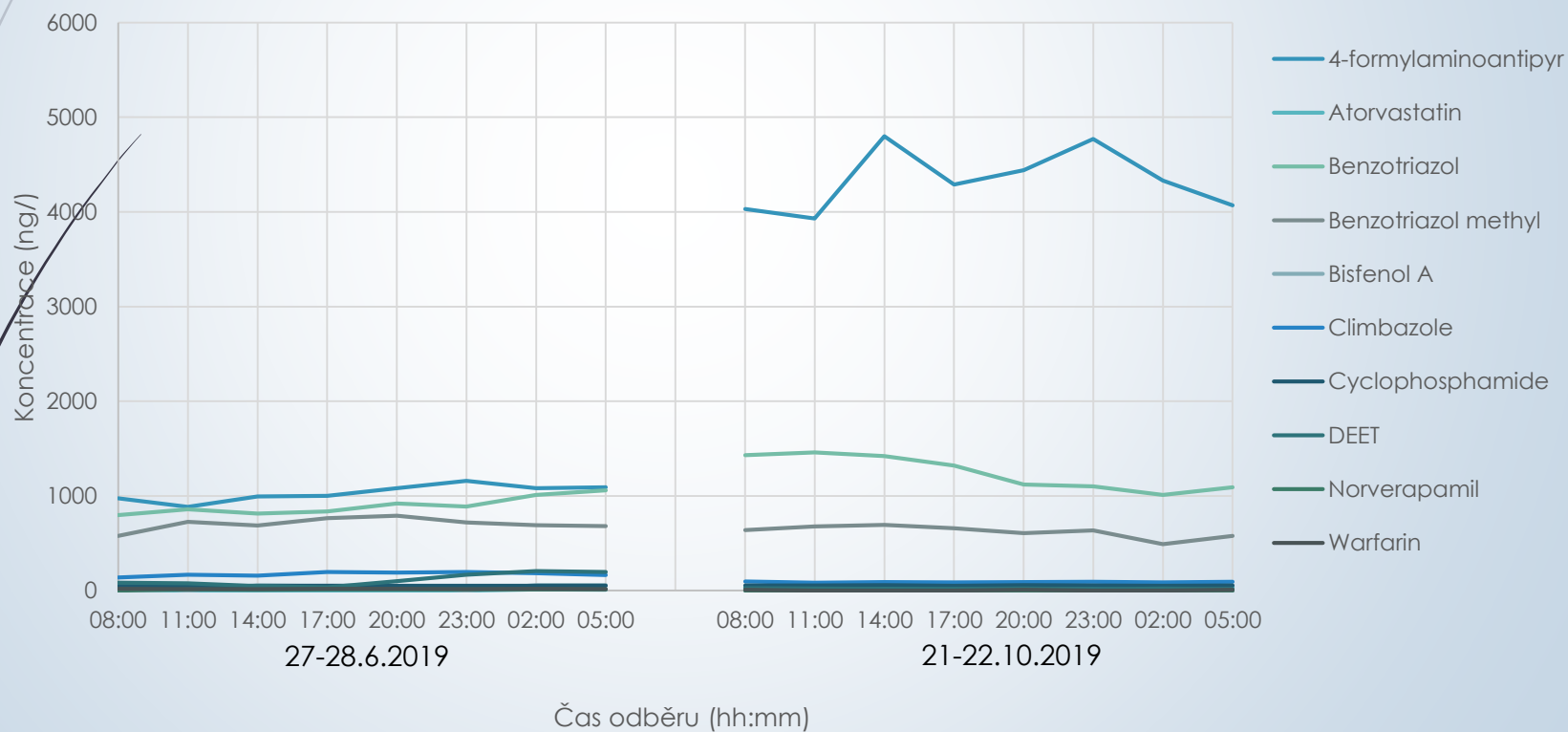


24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

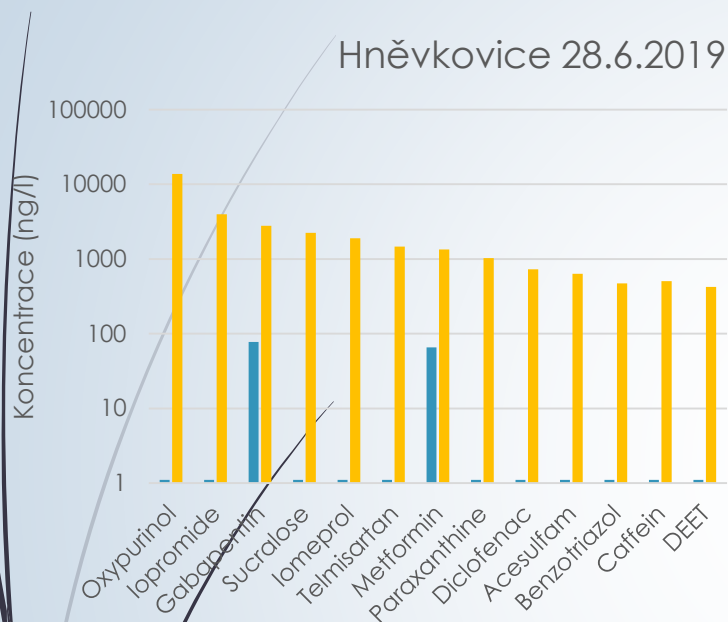


24-hodinové vzorkování odpadních vod Hněvkovice červen a říjen 2019

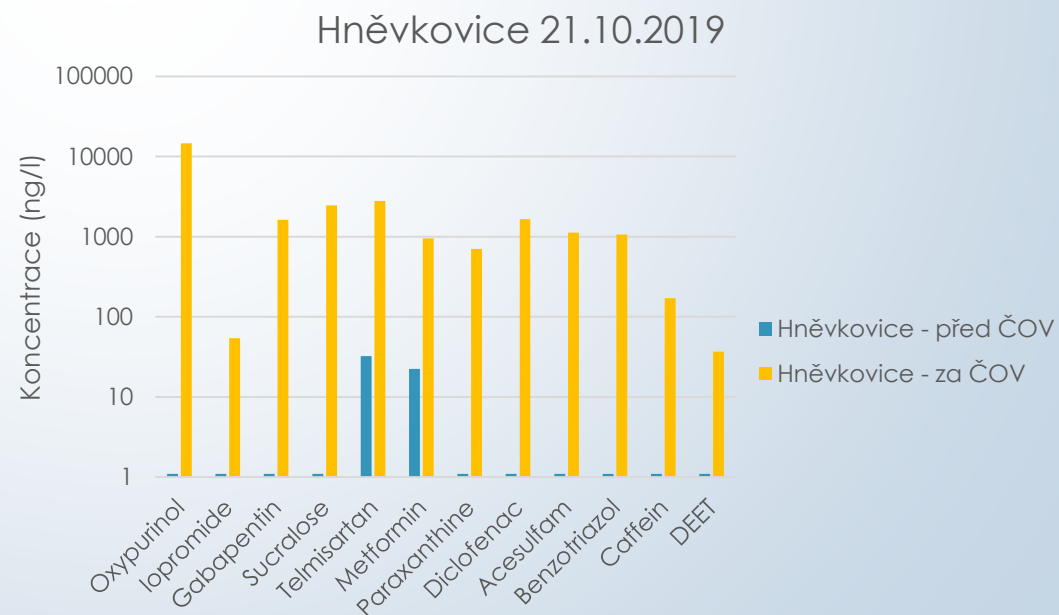
Ostatní Farmaka



Hněvkovický potok před a za ČOV

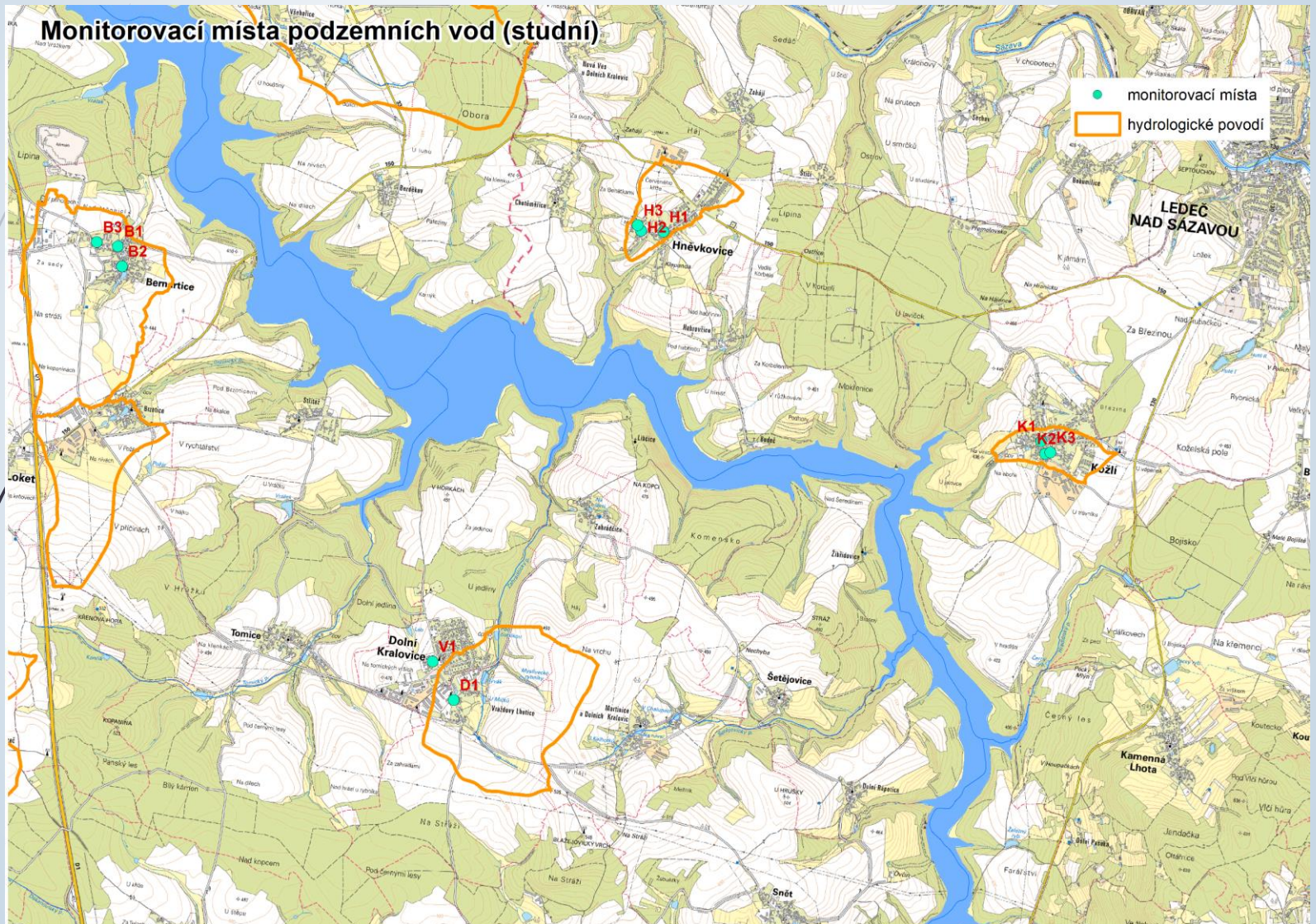


■ Hněvkovice - před ČOV
■ Hněvkovice - za ČOV



■ Hněvkovice - před ČOV
■ Hněvkovice - za ČOV

Vzorkování podzemní vody - studny



Výsledky analýz podzemní vody

Nad mezí detekce zjištěny látky:

- Kožlí 7 látek (bisfenol A, karbamazepine, gabapentine, paraxanthine, accesulfam, progesteron, estron)
- Hněvkovice 5 látek (bisfenol A, gabapentine, accesulfam, progesteron, estron)
- Bernartice 2 látky (accesulfam, estron)
- Dolní Kralovice 4 látky (bisfenol A, progesteron, 17-alpha-estradiol, 17-beta-estradiol)
- ❑ Celkově jsou zjištěné koncentrace nízké (většinou do 100 ng/l), většinou nižší než u povrchových vodotečí, překvapilo nás ale, že farmaka vůbec v podzemní vodě byly zjištěny (původ pravděpodobně v divokém zasakování odpadních vod).
- ❑ Nejvyšší koncentrace zjištěny u accesulfamu (B3 1490 ng/l, K1 1410 ng/l, K2 540 ng/l)
- ❑ Nejznečištěnější vodu má studna K1 v Kožlí (celkem 6 farmak a navíc i vyšší koncentrace)
- ❑ Odlišnost vyskytujících se látek ve srovnání s povrchovými vodami může souviset s odlišnou stálostí látek v oxidačních (povrchová voda) a anoxických (podzemní voda) podmínkách.

Dílčí závěry (a otázky)

- Časová a i prostorová rozdílnost výskytu
- Rozdílnost v rychlosti rozpadu (tvorby metabolitů)
- Rozdílnost v afinitě k adsorpci na pevné fázi
- Rozdílnost v toxikologii a v akumulaci v živých organismech
- Rozdílnost v prozkoumanosti chování i toxicity jednotlivých látek
- Rozdílné meze detekce a nejistoty stanovení, a jejich časová proměnnost
- Zavádění nových a nových látek do analytické praxe po celém světě – zásadní změna i během krátké doby dvou let řešení úkolu.

Děkuji za pozornost.

