

L. Matoušová, M. Váňa, J. Hubáčková, J. Fuksa

Účinnost procesů úpravy vody na odstraňování farmak

Specifické polutanty - zdroje

- Z výroby – lze kontrolovat „řešit“
- Z finální spotřeby – součást odpadních vod, především splaškových

Přísun specifických polutantů do odpadních vod regulovat např.:

- obecným zákazem používání (PCB, Hg)
- zákazem nebo omezením „na lokální úrovni“
- kontrolou potravin

Pro léky a obecně farmaka to neplatí

Specifické polutanty - zdroje

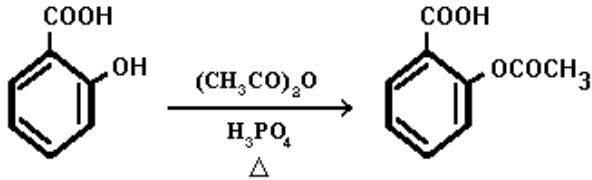
- Z výroby – lze kontrolovat „řešit“
- Z finální spotřeby – součást odpadních vod, především splaškových

Přísun specifických polutantů do odpadních vod regulovat např.:

- obecným zákazem používání (PCB, Hg)
- zákazem nebo omezením „na lokální úrovni“
- kontrolou potravin

Pro léky a obecně farmaka to neplatí

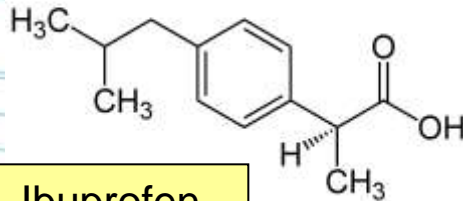
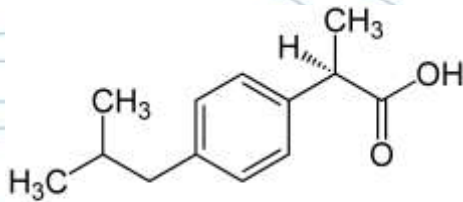
O jakých látkách se bavíme?



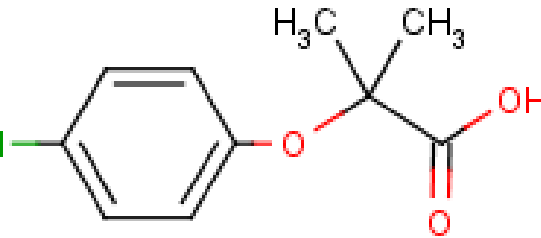
Salicylic acid
o-hydroxybenzoic acid

aspirin
acetylsalicylic acid
o-acetoxybenzoic acid

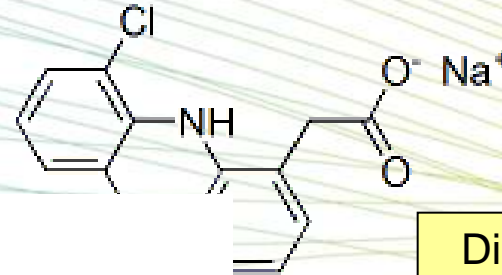
Kys. salicylová



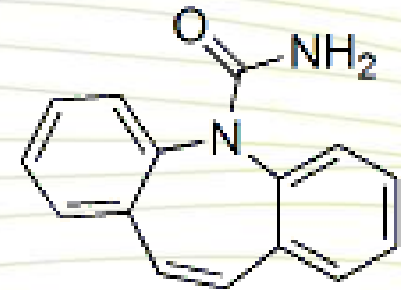
Ibuprofen



Kys klofibrová / Mecoprop



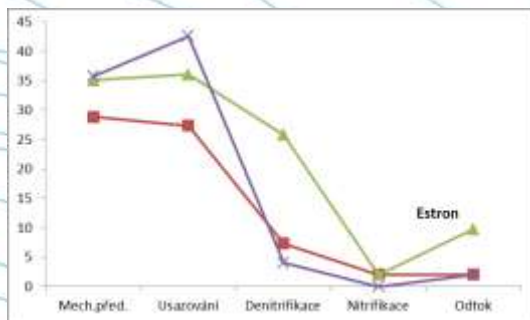
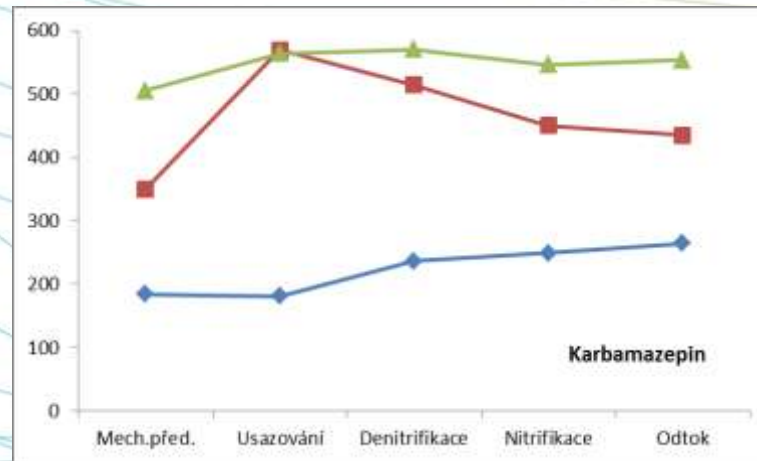
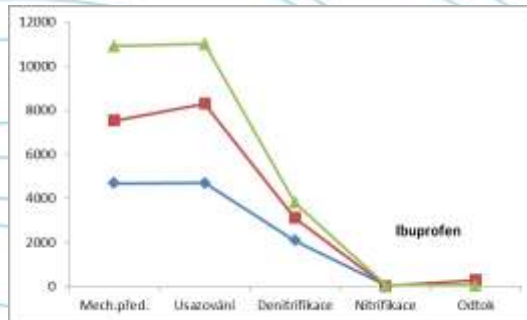
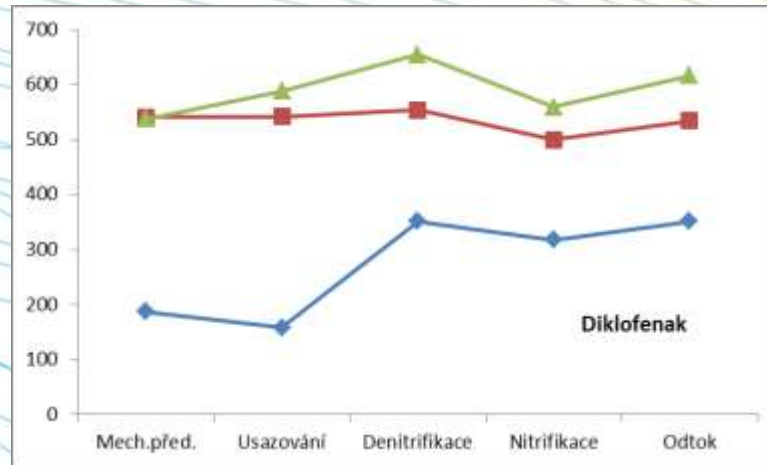
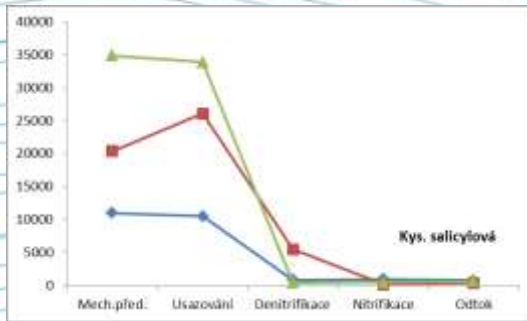
Diklofenak



Karbamazepin

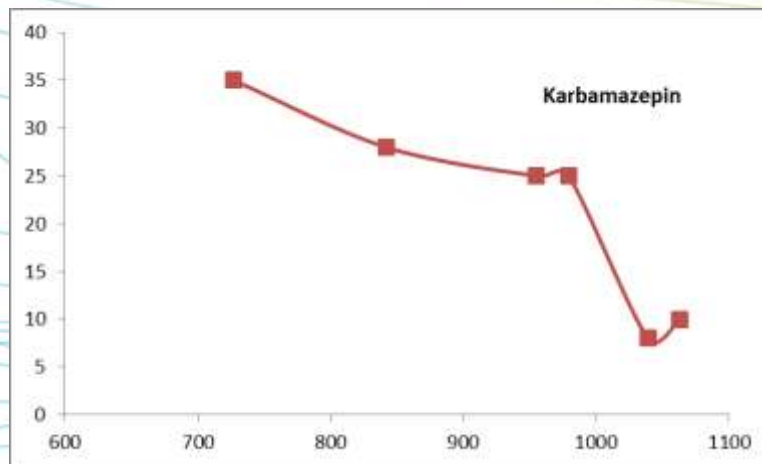
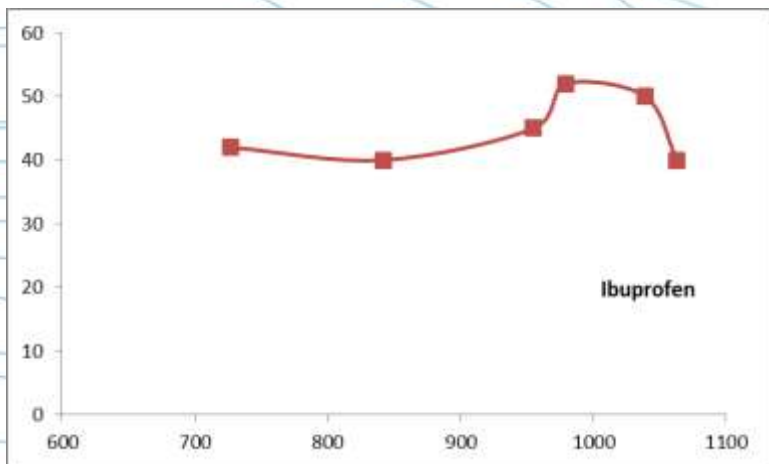
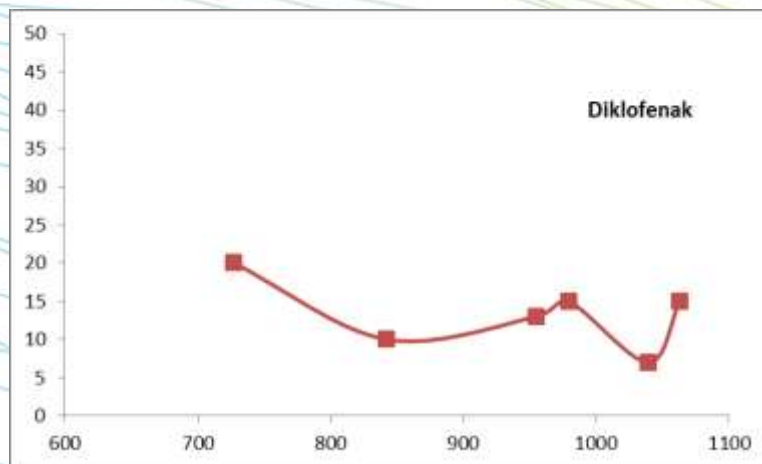
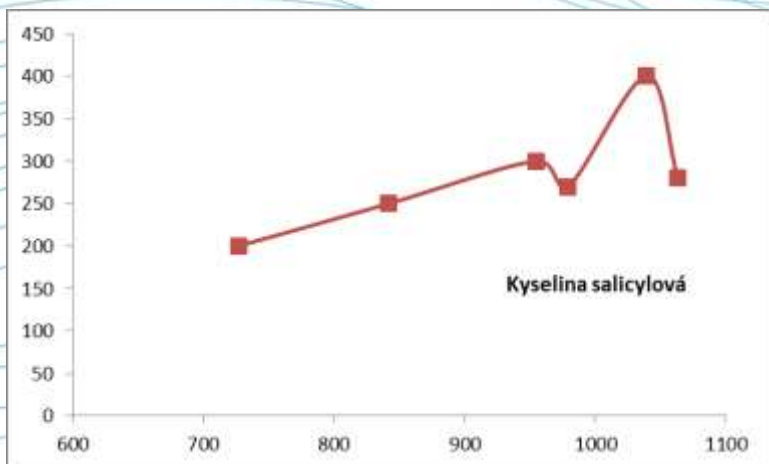
Důležitý poznatek: Farmaka jsou látky podobné z hlediska použití, **NE** z hlediska vlastností!!!

Odstraňování farmak na ČOV



Labe – podélný profil

Klážterská Lhota – Hřensko /Schmilka, podle Řkm



Návrat k loňské přednášce RNDr. Fuksy, CSc.

Otázka: Mohou se farmaka objevit v surové vodě?

Odpověď: Ano, už to bylo prokázáno, i když studií není zatím příliš mnoho.

Otázka: Mohou se dostat do upravené vody?

Odpověď: Ano.

Jaké látky byly v podzemních vodách nalezeny?

1. **Analgetika** (diklofenak, ibuprofen, ketoprofen, phenazon, propyphenazon a metabolit kyseliny salicylové).
2. **Antibiotika** (trimethoprim, sulfadiazin, sulfadimidin, sulfamethoxazol, sulfamethazin, ronidazol, dapson, anhydroerythromycin, roxithromycin a ciprofloxacin).
3. **Regulátory krevních tuků** (fenofibrát, gemfibrozil, kyselina klofibrová).

Jaké látky byly v podzemních vodách nalezeny?

1. **Analgetika** (diklofenak, ibuprofen, ketoprofen, phenazon, propyphenazon a metabolit kyseliny salicylové).
2. **Antibiotika** (trimethoprim, sulfadiazin, sulfadimidin, sulfamethoxazol, sulfamethazin, ronidazol, dapson, anhydroerythromycin, roxithromycin a ciprofloxacin).
3. **Regulátory krevních tuků** (fenofibrát, gemfibrozil, kyselina klofibrová).

Na čem závisí účinnost odstraňování farmak?

1. kvalitě surové vody,
2. typu jednotlivých procesních stupňů úpravy a jejich provozních podmínkách,
3. na fyzikálně chemických vlastnostech odstraňovaných látek.

Mohou odstranit farmaka z vody konvenční způsoby úpravy vody?

Koagulace, flokulace, usazování, filtrace.

Literatura říká: ne v dostatečné míře.

Která část úpravy může „odstraňovat“ farmaka?

Dezinfekce („oxidační procesy“)!!!

- chlorem
- oxidem chloričitým
- **ozonem**

Která dezinfekční činidla odstraňují jaké látky?

Chlor

účinně eliminovány:

sloučeniny obsahující primární nebo sekundární funkční aminové skupiny (např. diklofenak, sulfamethoxazol, trimethoprim) a fenolové skupiny (estron, 17β -estradiol a 17α -ethynylestradiol)

neúčinné:

ibuprofen a kontrastní látku iopromid

Která dezinfekční činidla odstraňují jaké látky?

Oxid chloričitý (silnější oxidační činidlo než volný chlor)

účinně eliminovány:

sulfamethazin, estron, 17β -estradiol, 17α -ethynylestradiol, roxithromycin, erythromycin, diklofenak

neúčinné:

kofein, kyselina klofibrová, gemfibrozil, ketoprofen, naproxen a iopromid

Která dezinfekční činidla odstraňují jaké látky?

Ozon (silné oxidační činidlo)

účinně eliminovány:

mnoho farmaceutických látek (např. sulfamethoxazol, roxithromycin, diklofenak a naproxen) a steroidů (estron, 17β -estradiol, 17α -ethynylestradiol), které mohou být oxidovány z více než 90% již při dávkách ozonu 2 mg/l. Kontrastní látky (iopromid) jsou při ozonizaci oxidovány jen částečně.

Ultrafialové záření

při obvyklých dávkách při hygienickém zabezpečení pitné vody ($5-30 \text{ mJ/cm}^2$) není pro odstraňování farmaceutických látek účinné.

Obecné nebezpečí oxidačních procesů

vzniká nebezpečí transformace farmaceutických látek na produkty (např. chlorované deriváty), které mohou být toxičtější než původní látky nebo se mohou v distribučním systému transformovat zpět na původní látky.

Co adsorpce na aktivním uhlí?

účinně odstraňuje velké množství organických polutantů, s výjimkou některých velmi polárních látek jako jsou např. jodované kontrastní látky nebo některá antibiotika (sulfamethoxazol)

V případě použití ozonizace se vždy zařazuje adsorpce na aktivním uhlí.

Mikrofiltrace a ultrafiltrace (filtrace za nízkého tlaku)

nejsou k odstraňování farmaceutických látek vhodné

1. velká velikost pórů,
2. některé hydrofobní látky se mohou adsorbovat na povrch mikro- nebo ultramembrán, docházet ke krátkodobému snížení koncentrace látky ve vodě.

Reversní osmóza a nanofiltrace

mnohem účinnější, dochází k odstraňování širokého spektra farmak na principu fyzikální separace.

Problematické je použití těchto technologií pro látky s nízkou molekulovou hmotností (např. acetaminofen).

Jaká je situace v ČR?

pro zásobování vodou se používají podzemní a povrchové zdroje vody, a to v poměru cca 45 : 55 % (hodnoceno podle celkového odebraného množství vody).

Kategorie podle vyhlášky MZe č. 428/2001 Sb., ve znění vyhlášky č. 146/2004 Sb.	Povrchové zdroje (%)	Podzemní zdroje (%)
jednoduchá fyzikální úprava a dezinfekce, například rychlá filtrace a dezinfekce, popř. prostá písková filtrace, chemické odkyselení nebo mechanické odkyselení či odstranění plynných složek provzdušováním	7,4	76,5
běžná fyzikální úprava, chemická úprava a dezinfekce, koagulační filtrace, infiltrace, pomalá biologická filtrace, flokulace, usazování, filtrace, dezinfekce (konečné chlorování), jednostupňové či dvoustupňové odželezňování a odmanganování.	54,1	11,6
intenzivní fyzikální a chemická úprava, rozšířená úprava a dezinfekce, např. chlorování do bodu zlomu, koagulace, flokulace, usazování, filtrace, adsorpce (aktivní uhlí), dezinfekce (ozon, konečné chlorování). Kombinace fyzikálně-chemické a mikrobiologické a biologické úpravy	38,5	11,9

2. kategorie - většina našich velkých úpraven např. Želivka, Hradiště, Meziboří, Bedřichov, Podhradí, Plav, Březová Karlovy Vary, Mostiště aj. - jen částečně odstraňují farmaceutické látky.

3. kategorie - např. úpravny Plzeň Homolka, Hosov, Vír, Švařec aj.

Jaké látky byly nalezeny v pitných vodách?

identifikováno 17 farmaceutických přípravků 5 jejich transformačních produktů v koncentracích 1,4 až 1250 ng/l

Evropa

- analgetika
- antikonvulziva (Německo, Francie, Finsko)
- kyselina klofibrová až 270 ng/l (Německo)

Spojené státy americké

- kofein
- analgetika
- antikonvulziva
- kontrastní látky
- regulátory tuku
- antibiotika a jejich metabolity
- metabolity nikotinu
- látky regulující hypertenzi

Jaké látky byly nalezeny v pitných vodách?

Spojené státy americké - další látky, které byly již identifikovány nebo se jejich přítomnost předpokládá:

- syntetické vůně,
- některé složky plastů,
- polycyklické aromatické uhlovodíky,
- rostlinné steroly,
- insekticidy,
- některé degradační produkty neionogenních surfaktantů,
- fixativa používaná při výrobě mýdel a přípravků pro osobní hygienu,
- zpomalovače hoření.

Jaké látky byly nalezeny v pitných vodách?

Česká republika:

- **nikdo to nesleduje (pokud víme),**
- poloha ČR - většina řek u nás pramení,
 - vodárenské nádrže na horních tocích, velké objemy, velké doby zdržení,
- odběry z povrchových zdrojů – horní toky
- zasakování z řek – horní toky.

Závěry

Vliv stopových koncentrací farmaceutických látek v pitné vodě na lidské zdraví je předmětem současných výzkumů.

- nebylo prokázáno že by stopové koncentrace farmaceutických látek v pitné vodě negativně ovlivňovaly zdraví člověka,
- přítomnost ve zdrojích podzemních i povrchových je zřejmá
- K potvrzení (vyvrácení) vlivu kontaminace pitné vody na lidské zdraví při dlouhodobé expozici, je třeba zavést mj. i systematický monitoring surových i pitných vod,
- není možné nebezpečí kontaminace pitné vody farmaceutickými přípravky podceňovat.

Při současném vývoji spotřeby léků nelze jejich přísun do vodního prostředí zastavit a je třeba hledat a vyvíjet postupy, kterými se při výrobě pitné vody budou farmaka odstraňovat.

L. Matoušová, M. Váňa, J. Hubáčková, J. Fuksa

Účinnost procesů úpravy vody na odstraňování farmak