

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA ENVIRONMENTÁLNÍHO INŽENÝRSTVÍ
A OCHRANY PROSTŘEDÍ



**PROBLEMATIKA NAKLÁDÁNÍ S TEKUTÝMI
ODPADY ZE ZDRAVOTNICKÝCH ZAŘÍZENÍ
DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: MUDr. Magdalena Zimová, CSc.

Diplomantka: Bc. Eliška Dusílková

2011

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením MUDr. Magdaleny Zimové, CSc., a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 29. 4. 2011

Bc. Eliška Dusílková

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí diplomové práce MUDr. Magdaleně Zimové, CSc., za odborný dohled, podnětné připomínky a poskytnutí metodických rad při zpracování mé diplomové práce.

V Praze dne 29. 4. 2011

Bc. Eliška Dusílková

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá problematikou tekutých odpadů ze zdravotnických zařízení a shrnuje současné poznatky o nakládání s nimi. Jde o doposud neřešenou oblast nakládání s odpady ze zdravotnictví. Platná legislativa České republiky i Evropské unie neřeší nakládání s tekutými odpady ze zdravotnických zařízení, ale vztahuje se pouze na odpad pevný. Tím se do životního prostředí mimo veškerou pozornost dostává velké množství toxických látek s nebezpečnými vlastnostmi, jako je akutní toxicita, karcinogenita, mutagenita a infekčnost. Práce poukazuje na zvýšený výskyt léčiv ve vodách, a to nejen ve vodě povrchové a podzemní, ale i vodách pitných. Dále přináší informace o problematice antibiotické rezistence a o rizicích s ní spojených. Hlavní pozornost byla věnována právě antibiotikům, pro která byla vypočtena předpokládaná koncentrace v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení a stanovena předpokládaná koncentrace v povrchových vodách.

Klíčová slova: antibiotika, rezistence, odpadní vody, výskyt léčiv v životním prostředí

Abstract

This thesis deals with the issue of liquid waste from medical facilities and summarizes current knowledge about liquid waste management. It is a still unsolved area of waste from health care. Existing legislation in the Czech Republic and the European Union does not deal with the disposal of liquid wastes from medical facilities, but applies only to solid waste. This is the environment outside all the attention given a great amount of toxic substances with hazardous properties, such as acute toxicity, carcinogenicity, mutagenity, and infectivity. The thesis refers to the increased occurrence of pharmaceuticals in the water, and not just surface water and groundwater, as well as drinking water. In addition, provides information on the issue of antibiotic resistance and the risks associated with it. The main attention was devoted to the antibiotic, for which the anticipated concentrations in wastewater from two specific medical facilities was counted and provided the expected concentrations in surface waters.

Keywords: antibiotics, resistance, waste water, the occurrence of pharmaceuticals in the environment

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Úvod | 12 |
| 2. | Cíl diplomové práce | 13 |
| 3. | Literární rešerše | 14 |
| 3.1 | Odpad | 14 |
| 3.2 | Odpady ze zdravotnictví | 15 |
| 3.3 | Základní rizika spojená s nakládáním s odpady ze zdravotnických zařízení | 18 |
| 3.3.1 | Ostré infekční předměty a pracovní rizika | 18 |
| 3.3.2 | Rizika pro širokou veřejnost..... | 19 |
| 3.3.3 | Rizika pro životní prostředí | 19 |
| 3.4 | Tekuté odpady ze zdravotnických zařízení a jejich vliv na životní prostředí | 20 |
| 3.4.1 | Odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení | 20 |
| 3.4.2 | Distribuce léčiv do životního prostředí | 23 |
| 3.5 | Antibiotika..... | 25 |
| 3.5.1 | Antibiotická rezistence | 27 |
| 3.5.2 | Antibiotika využívaná ve veterinárním lékařství..... | 31 |
| 3.6 | Další skupiny nebezpečných látek odcházejících z nemocnic do prostředí v tekutých odpadech ze zdravotnictví | 33 |
| 3.6.1 | Cytostatika..... | 33 |
| 3.6.2 | Dezinfekční prostředky | 35 |
| 3.6.3 | Anestetika..... | 35 |
| 3.6.4 | Kovy | 36 |
| 3.6.5 | Halogenové organické sloučeniny (AOX) a kontrastní látky | 36 |
| 3.6.6 | Analgetika a nesteroidní protizánětlivá léčiva (NSAID) | 37 |
| 3.7 | Výskyt metabolitů léčiv v pitných vodách | 38 |
| 3.8 | Typy tekutých odpadů ve zdravotnických zařízeních | 40 |

| | | |
|-------|--|----|
| 3.8.1 | Infuzní roztoky | 40 |
| 3.8.2 | Rezidua léčiv | 40 |
| 3.8.3 | Tělesné tekutiny | 41 |
| 3.8.4 | Tělesné tekutiny obsahující rezidua farmaceutik..... | 41 |
| 3.8.5 | Rezidua chemikálií | 42 |
| 4. | Metodika..... | 43 |
| 4.1 | Spotřeba léčiv v České republice v roce 2010 | 43 |
| 4.2 | Výběr indikátoru..... | 43 |
| 4.3 | Celková spotřeba antibiotik v České republice v roce 2010 | 43 |
| 4.4 | Spotřeba antibiotik v nemocnicích v roce 2010..... | 43 |
| 4.5 | Spotřeba antibiotik v domácnostech v roce 2010..... | 44 |
| 4.6 | Předpokládaná environmentální koncentrace v odpadních vodách z nemocnic a porovnání výsledků se studií provedenou v Německu..... | 44 |
| 5. | Výsledky | 47 |
| 5.1 | Spotřeba léčiv v České republice v roce 2010 | 47 |
| 5.2 | Celková spotřeba antibiotik v České republice v roce 2010 | 47 |
| 5.3 | Spotřeba antibiotik v nemocnicích v roce 2010..... | 50 |
| 5.4 | Spotřeba antibiotik v domácnostech v roce 2010..... | 50 |
| 5.5 | Výpočet předpokládané koncentrace v odpadních vodách z nemocnic | 50 |
| 6. | Diskuze..... | 60 |
| 7. | Závěr | 62 |
| 8. | Přehled literatury a použitých zdrojů | 64 |
| 9. | Seznam tabulek..... | 69 |
| 10. | Seznam obrázků..... | 69 |
| 11. | Přílohy | 71 |
| 11.1 | Příloha č. 1 - Katalog odpadů | 71 |
| 11.2 | Příloha č. 2 – Skupina 18 01 Katalogu odpadů | 73 |

| | | |
|------|--|----|
| 11.3 | Příloha č. 3 – Definice nebezpečných vlastností odpadů a kritéria hodnocení nebezpečných vlastností odpadů uvedených v příloze 1 vyhlášky 376/2001 Sb..... | 75 |
| 11.4 | Příloha č. 4 – Příloha č. 2 k zákonu č. 254/2001 Sb., písmeno B..... | 81 |
| 11.5 | Příloha č. 5 – Přehled vydaných antibiotik lékárnami v nemocnici A lůžkovým oddělením v roce 2010..... | 82 |
| 11.6 | Příloha č. 6 - Přehled vydaných antibiotik lékárnami v nemocnici B lůžkovým oddělením v roce 2010..... | 84 |

Seznam použitých zkratk

| | |
|------------------------|--|
| AOX | Halogenové organické sloučeniny |
| AR | Antibiotická rezistence |
| ATC skupina | Anatomicko-terapeuticko-chemická skupina |
| BSK₅ | Pětidenní biochemická spotřeba kyslíku |
| CDC | Centre for Disease Controls and Prevention |
| ČOV | Čistírna odpadních vod |
| ČSN | Česká technická norma |
| ČSÚ | Český statistický úřad |
| DNA | Deoxyribonukleová kyselina |
| ES | Evropská společenství |
| EU | Evropská unie |
| FAO | Organizace OSN pro výživu a zemědělství |
| HIV | Virus lidské imunodeficiency |
| CHSK | Chemická spotřeba kyslíku |
| IARC | Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny |
| KNAPPE | Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Products in Environmental Waters |
| MIC | Minimální inhibiční koncentrace |
| MZ | Ministerstvo zemědělství |
| MŽP | Ministerstvo životního prostředí |
| NIAID | National Institute for Allergy and Infectious Diseases |
| NL | Nerozpuštěné látky |

| | |
|-----------------------|--|
| NOEC | Koncentrace bez pozorovaného účinku |
| NSAID | Nesteroidní protizánětlivá léčiva |
| OIE | Světová organizace pro zdraví zvířat |
| PEC | Předpokládaná environmentální koncentrace |
| PhACT databáze | Databáze ekotoxikologických účinků léčiv |
| PNEC | Předpokládaná koncentrace bez účinku |
| RAS | Rozpuštěné anorganické soli |
| REACH | Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek |
| SÚKL | Státní ústav pro kontrolu léčiv |
| ÚZIS | Ústav zdravotnických informací a statistiky |
| VTEI | Vodohospodářské technicko-ekonomické informace |
| WHO | Světová zdravotnická organizace |

1. Úvod

Dle Evropské unie představuje odpad ze zdravotnických zařízení prioritní tok nebezpečného odpadu. V České republice se problematika nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení obecně řídí nejen zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění, ale také platnou legislativou EU. V tomto směru je problematika dobře prozkoumána i zpracována a nakládání s odpadem ze zdravotnických zařízení je dostatečně legislativně ošetřeno. Toto všechno se ale týká pouze pevného odpadu. Pozornosti uniká tekutý odpad ze zdravotnických zařízení, který nejen že není řešen legislativně, ale v současné době je tato problematika velkou neznámou, přitom rizika s ním spojená jsou velká. Odvádění odpadních vod ze zdravotnických zařízení je sice řešeno normou ČSN 75 6406 o odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení, ale tato norma řeší pouze infekčnost odváděných odpadů. V tekutém odpadu ze zdravotnických zařízení je obsaženo velké množství toxických látek, které jsou v minimálním množství a nekontrolovaně se dostávají do prostředí. Jedná se především o antibiotika, cytostatika, anestetika, těžké kovy, analgetika a nesteroidní protizánětlivá léčiva.

V současnosti je velmi diskutovaným tématem problematika výskytu léčiv v pitných vodách, kdy ze zahraničních studií je zřejmé, že některé druhy léčiv byly skutečně nalezeny v pitných vodách. V České republice není zatím problém zmapován, první výzkum, zaměřený na tuto problematiku probíhá právě v tomto období.

Aktuálním a vážným problémem současné společnosti je antibakteriální rezistence, hrozba, která se týká každého. Bakterie způsobující často životu nebezpečné infekce se stávají rezistentní vůči antibiotikům, nejvíce využívaným lékům k jejich léčbě. Na tento naléhavý problém se dokonce zaměřil Světový sen zdraví 2011 pořádaný Světovou zdravotnickou organizací.

2. Cíl diplomové práce

Diplomová práce se soustředí na problematiku nakládání s tekutými odpady ze zdravotnických zařízení. Tekuté odpady ze zdravotnictví představují neřešenou oblast, která může znamenat velká rizika pro životní prostředí a zdraví člověka. Nosným tématem je stanovení koncentrace antibiotik v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení a následně zjištění poměru předpokládané environmentální koncentrace a předpokládané koncentrace bez účinku v povrchových vodách v roce 2010.

Cílem předkládané práce je:

- shrnutí současných poznatků o nakládání s tekutými odpady ze zdravotnických zařízení,
- identifikace toxických látek, které se tekutými odpady dostávají do životního prostředí,
- distribuce vybraných toxických látek a jejich metabolitů do životního prostředí včetně výpočtu jejich koncentrace v odpadních vodách a porovnání vypočtených koncentrací s modelovou studií
- analýza odstraňování tekutých odpadů ze zdravotnických zařízení

3. Literární rešerše

3.1 Odpad

Odpadem se, dle legislativy České republiky, jak je uvedeno v § 3 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, v platném znění rozumí každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu. Zákon o odpadech zpracovává příslušné předpisy Evropských společenství a upravuje pravidla pro předcházení vzniku odpadů a pro nakládání s nimi při dodržování ochrany životního prostředí, ochrany lidského zdraví a trvale udržitelného rozvoje, práva a povinnosti osob v odpadovém hospodářství a působnost orgánů veřejné správy v odpadovém hospodářství.

Základní směrnicí, dle které se řídí nakládání s odpady v celé Evropské unii (EU) je Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 z 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic (2008/98/ES). Dle článku 13 této směrnice musí všechny státy přijmout opatření nezbytná k zajištění nakládání s odpady způsobem, který neohrožuje lidské zdraví a nepoškozuje životní prostředí a to zejména:

- neohrožuje vodu, ovzduší, půdu, rostliny nebo živočichy;
- nezpůsobuje obtěžování hlukem nebo zápachem; a
- nemá nepříznivý vliv na krajinu nebo místa zvláštního zájmu.

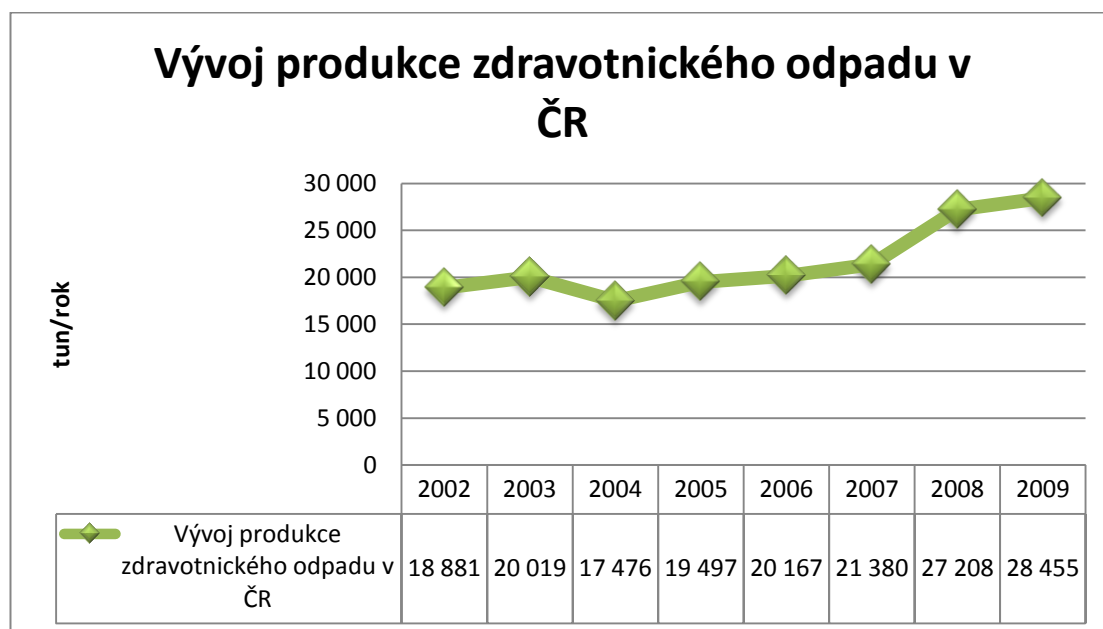
V rozporu s bodem a) článku 13 této směrnice nejsou ale tekuté odpady legislativně nijak řešeny, to nejen v České republice, ale ani v ostatních zemích Evropské unie, pro které je tato směrnice závazná.

Dále dle článku 17 o kontrole nebezpečného odpadu uvedeného ve směrnici 2008/98/ES, musí každý členský stát EU přijmout nezbytná opatření k zajištění toho, aby produkce, sběr a přeprava nebezpečných odpadů i jejich skladování a zpracování byly prováděny za podmínek poskytujících ochranu životnímu prostředí a lidskému zdraví, za účelem souladu s ustanoveními článku 13, včetně opatření k zajištění vysledovatelnosti jakýchkoli nebezpečných odpadů od produkce až do místa jejich konečného určení a jejich kontroly.

3.2 Odpady ze zdravotnictví

Odpad ze zdravotnictví je odpad z nemocnic a z ostatních zdravotnických zařízení nebo jim podobných zařízení zahrnující komponenty různého fyzikálního, chemického a biologického materiálu, který vyžaduje zvláštní nakládání a odstranění vzhledem ke specifickému zdravotnímu riziku. Zahrnuje pevný nebo kapalný odpad, který vzniká při léčebné péči nebo při obdobných činnostech. Nakládání s nebezpečnými odpady ze zdravotnictví může být příčinou vzniku poranění nebo onemocnění. Zdravotnické odpady mohou obsahovat infekční agens, genotoxické látky, toxické chemické látky, nepoužitelná léčiva, radioaktivní látky nebo ostré předměty. Odpad představuje riziko pro pacienty, zdravotnický personál, pomocný personál, může ohrozit veřejné zdraví i životní prostředí (SZÚ, 2007). Dle Katalogu odpadů (Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů) spadá odpad ze zdravotnických zařízení pod katalogové číslo 18. (Příloha č. 1 a příloha č. 2).

Obrázek č. 1 Vývoj produkce odpadu v České republice v letech 2002 - 2009 dle katalogového čísla 18 Katalogu odpadů



Zdroj: ČSÚ, 2010

Odpad ze zdravotnictví dle Světové zdravotnické organizace (WHO) je definován jako celkový tok odpadů ze zařízení zdravotní péče, který zahrnuje jak potencionálně infekční odpad, tak i odpad ostatní (WHO, 2005a) a v České republice jeho roční produkce stoupá, jak je vidět na obrázku č. 1.

Infekční odpady zahrnují infekční materiál. Do ostrého infekčního odpadu patří injekční stříkačky nebo jiné jehly, nože, infuzní sety, rozbité sklo nebo jiné předměty, které mohou způsobit přímé poranění (WHO, 2005a).

Do infekčních odpadů dále spadají materiály, které byly ve styku s lidskou krví a krevními deriváty, obvazy, tampony a další předměty nasáklé krví, separované odpady od vysoce infekčních pacientů (včetně zbytků jídla), použité a prošlé očkovací látky v lahvičkách, lůžkoviny a další materiály kontaminované různými patogeny. V této kategorii jsou rovněž zahrnuty exkrementy pacientů (WHO, 2005a).

Ostatní odpady jsou odpady, které nemají nebezpečnou vlastnost infekčnost, jako jsou papírové a plastové obaly, kov, sklo a jiné, a jsou podobné svým složením domovnímu odpadu. Neprobíhá-li třídění odpadů, je při mísení odpadu nutné, celý objem odpadu ze zdravotního zařízení považovat za infekční (WHO, 2005a).

V tabulce č. 1 je uveden orientační podíl různých typů odpadů k celkovému množství odpadů ze zdravotnických zařízení. Dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH), hlavy VIII a přílohy XVII s platností ode dne 1. června 2009, se nesmí rtuť uvádět na trh v teploměrech na určování tělesné teploty, stejně tak v dalších měřicích zařízeních určených k prodeji široké veřejnosti (např. tlakoměry, barometry, teploměry jiné, než teploměry na určování tělesné teploty). Toto nařízení se nevztahuje pro výrobu, uvádění na trh anebo používání rtuti ve vědeckém výzkumu a vývoji (REACH, 2006).

Tabulka č. 1 Orientační podíl různých typů odpadů k celkovému množství odpadů ze zdravotnických zařízení

| Typ odpadu | % |
|---------------------------------|-------------|
| Ostatní odpad | 80% |
| Patologický a infekční odpad | 15% |
| Ostré předměty | 1% |
| Chemický a farmaceutický odpad | 3% |
| Tlakoměry, rozbité teploměry... | méně než 1% |

Zdroj: WHO, 2005a

Prohlášení Rady ES ze dne 7. května 1990 ukládá členským státům regulovat nakládání s odpadem ze zdravotnických zařízení. Odpad ze zdravotnických zařízení je dle Evropské unie pokládán za prioritní tok odpadu vzhledem k jeho rozmanitosti a komplikovanosti složení, ale především k potencionálnímu nebezpečí, které představuje pro zdraví lidí a životní prostředí (Zimová, 2009).

Komise EU již v roce 1994 doporučila všem členským státům vypracování směrnic pro nakládání se specifickým odpadem ze zdravotnických zařízení, které by stanovily: (Zimová, 2009)

- základní pojmy nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení včetně jejich definice a klasifikace,
- pravidla ochrany životního prostředí a zdraví v místech, kde odpad vzniká,
- pravidla ochrany životního prostředí a zdraví v celém toku odpadů od místa jejich vzniku až po jejich zneškodnění.

V rozporu s uvedenými dokumenty není dosud v České republice dostatečně vytvořen regulovaný systém pro nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení od vzniku odpadu až po jeho zneškodnění a to po stránce právní. Nakládání se řídí obecnými právními předpisy pro odpadové hospodářství a vybrané části nakládání řeší předpisy v oblasti zdravotnictví (Zimová, 2009).

Nakládání s odpady ze zdravotnictví se řídí obecně zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění platných předpisů. Zdravotnické zařízení jako původce odpadu je povinno dodržovat všechna ustanovení daná tímto zákonem a jeho vyhláškami - Vyhláška MŽP a MZ č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění, Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů a postup při udělování souhlasu k vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), v platném znění, Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění a Vyhláška MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění (MŽP, 2007).

Nebezpečnost odpadů je vymezena vyhláškou č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění. V příloze č. 1 této vyhlášky jsou stanoveny druhy nebezpečnosti odpadů, z hlediska vlivu na životní prostředí a zdraví člověka. Nebezpečnost odpadů - viz. příloha č. 3 této práce.

3.3 Základní rizika spojená s nakládáním s odpady ze zdravotnických zařízení

Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení může způsobit vážné onemocnění zdravotnického personálu, pracovníků služeb, kteří přijdou s tímto odpadem do styku i široké veřejnosti. Největším rizikem spojeným s infekčním odpadem je náhodné poranění jehlou, což může způsobit nákazu Hepatitidou typu B, Hepatitidou typu C i virem HIV. Nicméně existuje mnoho dalších onemocnění, která by mohla být přenesena kontaktem s infekčním odpadem ze zdravotnických zařízení (WHO, 2005a).

Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení by mělo chránit zdraví veškerého personálu, který může přijít s tímto odpadem do styku a také minimalizovat dopady na životní prostředí. Bohužel ekologické, bezpečné a cenově dostupné metody jsou sice správně využívány v zemích s vysokými příjmy, ale nemusí být vždy dostupné pro země rozvojové (WHO, 2005a).

3.3.1 Ostré infekční předměty a pracovní rizika

Při manipulaci ostrými infekčními odpady dochází k poraněním injekčními jehlami nebo jinými ostrými předměty, které nebyly shromážděny v pevných nádobách. Nevhodný design těchto nádob a/nebo nádoby přeplněné ostrými předměty, zvyšují riziko poranění zdravotních pracovníků i dalších. (WHO, 2005a)

Osvědčené postupy v oblasti zdravotní péče doporučují třídění těchto předmětů již v místě použití. V některých zemích jsou používány likvidátory použitých injekčních jehel (WHO, 2005a), které buď použitou jehlu bezpečně uschová a zabrání jejímu dalšímu použití (WHO, 2005b), nebo ničí za velmi vysoké teploty kovovou část jehly a automaticky odpojuje její hlavičku, která spadne do nádržky uvnitř stroje, naplněné dezinfekčním prostředkem (Med-Eng, s.r.o.). Dle WHO je takovýto způsob odstraňování jehel slibnou cestou ke snížení objemu ostrých předmětů, ale je třeba zdokumentovat efektivitu a bezpečnost, než bude tento postup doporučen (WHO, 2005a).

3.3.2 Rizika pro širokou veřejnost

Zásadní hrozbou pro veřejné zdraví je opětovné použití injekčních stříkaček. Na základě předchozích odhadů a nedávné aktualizace těchto dat, WHO odhaduje, že v roce 2000 bylo infekčními injekčními stříkačkami přeneseno asi 23 miliónů nákaz Hepatitidou typu B, Hepatitidou typu C a viru HIV. Shrnutí údajů je znázorněno v tabulce č. 2 (WHO, 2005a).

Tabulka č. 2 Celosvětový přenos onemocnění infekčními injekčními stříkačkami v roce 2000

| Typ nákazy | Počet nakažených | % celkového počtu nově nakažených |
|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| Hepatitida typu B | 21 000 000 | 32% |
| Hepatitida typu C | 2 000 000 | 40% |
| Virus HIV | 260 000 | 5% |

Zdroj: WHO, 2011a

Epidemiologické studie naznačují, že u osoby, která se poraní o infikovanou jehlu, je riziko nákazy Hepatitidou typu B 30%, Hepatitidou typu C 1,8% a riziko přenosu viru HIV 0,3% (WHO, 2011a).

Je pravděpodobné, že tato situace nastala, protože tento nebezpečný odpad byl umístěn na nekontrolovaná místa, kde mohl být snadno přístupný veřejnosti. Zvláště ohroženou skupinou jsou děti (WHO, 2005a).

Studie WHO ve dvanácti rozvojových zemích z roku 2002 ukázala, že 18% až 64% procent zdravotnických zařízení neodstraňuje odpad vhodným způsobem (WHO, 2011a).

3.3.3 Rizika pro životní prostředí

Kromě zdravotních rizik z přímého kontaktu může odpad ze zdravotní péče mít nepříznivý dopad na lidské zdraví v důsledku kontaminace vod při nakládání s odpady a dále znečištění ovzduší prostřednictvím emisí vysoce toxických plynů při spalování (WHO, 2005a).

Pokud je odpad odstraňován na neizolovaném místě, nebo v přílišné blízkosti vodního zdroje, může dojít ke kontaminaci vod (WHO, 2005a).

Je-li odpad spalován otevřeně, či ve spalovně bez regulace emisí (což je u většiny spaloven v rozvojových zemích), dojde k emisi dioxinů a dalších toxických látek do ovzduší. Tím může dojít k závažnému onemocnění obyvatel dýchajících tento vzduch. Při výběru metody odstraňování zdravotnického odpadu je rozhodujícím kritériem dopad na životní prostředí (WHO, 2005a).

3.4 Tekuté odpady ze zdravotnických zařízení a jejich vliv na životní prostředí

Odpady ze zdravotnických zařízení většinou nespadají pod zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, ve znění platných předpisů. V případě, že se dostanou do odpadních vod, upravuje je zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), kde jsou v příloze č. 2 k tomuto zákonu, písmeno B, uvedeny limity pro vypouštění nebezpečných látek. (Příloha č. 4)

3.4.1 Odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení

Odváděním a čištěním odpadních vod ze zdravotnických zařízení se zabývá Česká technická norma ČSN 75 6406 o odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení. Tato norma platí pro navrhování, výstavbu, sanaci a provoz stokových sítí, kanalizačních přípojek a samostatných čistíren odpadních vod (ČOV) pro zdravotnická zařízení produkující infekční a/nebo radioaktivní vody. Všeobecně se dle této normy způsob čištění a zneškodňování odpadních vod a kalů ze zdravotnických zařízení navrhuje podle výskytu, charakteru a množství choroboplodných zárodků a/nebo radioaktivních látek v těchto odpadních vodách a kalech podle místních podmínek. Z hlediska předpokládaného výskytu choroboplodných zárodků v odpadních vodách a epidemiologicky významné kontaminace lidí těmito zárodky se zdravotnická zařízení zařazují dle ČSN 75 6406 do dvou kategorií. Při stanovení příslušné kategorie je nutno vzít v úvahu i možnost případného využití neinfekčního lůžkového oddělení zdravotnického zařízení jako pohotovostního infekčního oddělení při epidemii závažných chorob.

Do I. kategorie se dle ČSN 75 6406 zařazují zdravotnická zařízení určená k izolaci a léčbě přenosných onemocnění a k manipulaci nebo zpracování infekčního materiálu, který obsahuje vodou přenosné původce chorob. Odpadní vody z těchto zdravotnických zařízení se musí čistit a dezinfikovat tak, aby choroboplodné zárodky byly zcela zneškodněny a to i v případě, že jsou vyčištěné

odpadní vody vypouštěny do veřejné stokové sítě napojené na ČOV. Odpadní vody ze zdravotnických zařízení I. kategorie, které lze (zejména u malých množství) dekontaminovat přímo na místě jejich vzniku, je možno vypouštět po dekontaminaci přímo do veřejné stokové sítě v souladu s kanalizačním řádem. (1)(ČSN 75 6404, 1996)

Do II. kategorie se dle ČSN 75 6406 zařazují zdravotnická zařízení, která nejsou určena k izolaci a léčbě přenosných onemocnění a manipulaci nebo zpracování infekčního materiálu, který obsahuje vodou přenosné původce chorob a kde se nepředpokládá významný výskyt těchto zárodků (např. neinfekční lůžková oddělení, zdravotnická střediska, lékařské ordinace, lázeňská zařízení, či nemocniční prádelny). Dále sem patří též všechny laboratoře zdravotnických zařízení, včetně mikrobiologických, prosektury a patologická oddělení. Odpadní vody z těchto zdravotnických zařízení mohou být v souladu s kanalizačním řádem vypouštěny přímo a bez čištění do veřejné stokové sítě, pokud je tato stoková síť napojena na ČOV. Není-li napojena, musí být pro tyto odpadní vody vybudována samostatná čistírna.

Dále se v ČSN 75 6406 uvádí, že čištěním odpadních vod ze zdravotnických zařízení musí být dosaženo takového snížení obsahu znečištění, aby následná dezinfekce byla účinná a hospodárná a aby vypouštěné znečištěné odpadní vody vyhovovaly kanalizačnímu řádu veřejné kanalizace, nebo požadavkům vodohospodářského orgánu a orgánu hygienické služby pro jejich vypouštění do vodního recipientu.

Obrázek č. 2 Dosazovací nádrž v ČOV, kde probíhá separace aktivovaného kalu



Zdroj: Buildpedia, 2010

Velmi významné zatížení životního prostředí (především objemově) vzniká produkcí čistírenských kalů. Při likvidaci kalů z ČOV je třeba nejprve hledat možnost jejich dalšího využití, což se děje převážně jejich aplikací na zemědělskou půdu nebo využitím při rekultivacích. Využívání kalů je regulováno vyhláškou č. 382/2001 Sb. o podmínkách použití upravených kalů na zemědělské půdě v platném znění (ÚNS, 2006), která implementovala požadavky směrnice Rady 86/278/EHS, o ochraně životního prostředí a zvláště půdy při používání čistírenských kalů v zemědělství (Sirotková, 2009). Vyhláška předepisuje mezní hodnoty koncentrací vybraných rizikových látek v půdě, které nesmějí být překročeny, pokud se má na tuto půdu aplikovat kal. Pro aplikovaný kal jsou zde rovněž uvedeny mezní hodnoty koncentrací rizikových látek. Teprve při splnění obou těchto podmínek je možno v předepsaných časových intervalech kal na půdu aplikovat (ÚNS, 2006) .

Tabulka č. 3 Průměrné koncentrace znečišťujících látek z nemocnice a ČOV za rok 2010

| Znečišťující látky [mg.l-1] | Koncentrace v ČOV – vstup | Koncentrace v ČOV - výstup | Koncentrace v odpadní vodě z nemocnice |
|------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|---|
| Amonný dusík | 31,79 | 1,65 | 31,95 |
| BSK5 | 202 | 3,6 | 146,87 |
| Dusičnanový dusík | 0,34 | 8,61 | 3,57 |
| Dusitanový dusík | 0,04 | 0,43 | 0,12 |
| CHSK | 484 | 28 | 315,25 |
| NL | 105,3 | 7,2 | 255,87 |
| RAS | 782 | 711 | 1 733,75 |
| pH | 7,33 | 7,82 | 7,26 |
| Dusík anorganický | 31,74 | 10,17 | 26,5 |
| Dusík celkový | 43,05 | 12,51 | 46,5 |

Zdroj: ČOV, Technické oddělení nemocnice

3.4.2 Distribuce léčiv do životního prostředí

Léčiva jsou látky, které slouží k předcházení, léčení, nebo zmírnění projevů chorob. Takovéto látky jsou člověkem využívány od nepaměti. Počátky farmacie se datují již od 5. století před naším letopočtem. V té době se však jednalo spíše o využívání různých látek rostlinného a živočišného původu v malých množstvích. Používání léčiv procházelo různými stupni vývoje úzce spjatými především se znalostmi v soudobé chemii. Jeden z největších rozmachů pak přišel po 2. světové válce a ve spojení s vědeckotechnickou revolucí trvá dodnes. Účinné látky se vyrábějí průmyslově, dochází k jejich rozsáhlému užívání až nadužívání a zákonitě se tak musí projevit jejich výskyt v životním prostředí (Kotýza et al., 2009).

V posledních letech ovšem vyvolává znepokojení zvýšený výskyt léčiv a chemických látek ve vodním prostředí, a to zejména v povrchových vodách (Mahnik, Horinek, 2010), ale i ve vodách podzemních a dokonce i ve vodě pitné (Escher et al., 2011).

Různé skupiny léčiv, jako jsou analgetika, antibiotika, hormonální léčiva, cytostatika, kontrastní látky i dezinfekční prostředky jsou obsaženy v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení (Mahnik, Horinek, 2010), čímž vstupují do městské kanalizace bez předúpravy (Emmanuela et al., 2005), tudíž později i v podzemních a povrchových vodách (Mahnik, Horinek, 2010). Spotřeba léčiv je značná a stále se zvyšuje. V Evropské unii je denně spotřebováno miliony balení různých léčivých přípravků (Kožíšek et al., 2010), v nichž je obsaženo okolo 3000 různých látek, nejvíce analgetika, protizánětlivá léčiva, kontraceptiva, antibiotika, betablokátory a další. Hlavní cesta od člověka do životního prostředí vede přes exkrementy prostřednictvím odpadních vod. Léčiva jsou z organismu vyloučena buď v nezměněné formě, nebo jako metabolity. Nemocniční odpadní vody mohou také obsahovat vysoké koncentrace léčiv (Šídlová et al., 2010).

Nemetabolizovaná léčiva jsou v prostředí obvykle biologicky nerozložitelné látky. Díky jejich léčivým vlastnostem mají vedle lidského organismu tendenci k bioakumulaci i v jiných organismech a tím mohou vyvolat nežádoucí účinky u vodní a suchozemské bioty (Roth, 2004).

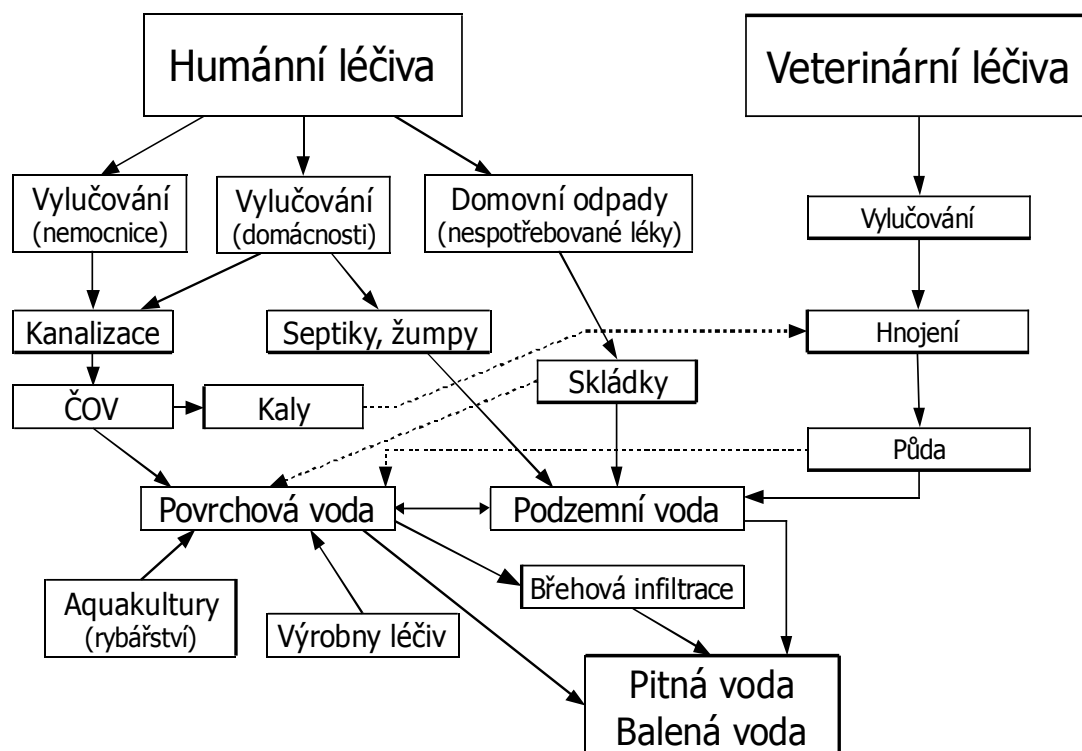
Další cestou léčiv do prostředí jsou léčiva s prošlou dobou použitelnosti, která často v rozporu s doporučeními jsou odstraňována spláchnutím do toalety, nebo vhozena do odpadu. Podle britských údajů jedna až dvě třetiny nevyužitých léčiv končí na skládkách domovních odpadů a dalších více než 10% je spláchnuto v toaletě. Podobně se odhaduje i pro Německo a Rakousko, že s jednou třetinou

léků bude naloženo stejným způsobem. V České republice obdobný průzkum zatím nikdy proveden nebyl (Kožíšek et al., 2010).

Do povrchových a někdy i podzemních vod, z nichž některé jsou zdrojem vod pitných, se léčiva dostávají, protože používané procesy čištění odpadních vod jsou schopny zachytit tyto látky pouze částečně nebo vůbec ne. Dalším zdrojem mohou být průsaky ze špatně zabezpečených skládek. Odpad a úniky při výrobě léčiv jsou v současné době již méně významnými a výhradně lokálními zdroji znečištění (Kožíšek et al., 2010).

Obrázek č. 3 ukazuje podrobné schéma možných zdrojů a cest výskytu léčiv ve vodním prostředí. Kromě humánních léčiv přispívají ke znečištění životního prostředí i veterinární přípravky, které se v „živočišné výrobě“ používají často preventivně ve velkých množstvích. Stoupá také objem léčiv podávaných domácím zvířatům, z nichž některá trpí stejnými civilizačními chorobami jako člověk (např. srdeční potíže, alergie, diabetes, záněty kloubů, obezita a dokonce i demence). I když počet léků používaných ve veterinární medicíně činí zhruba 30 % z léků určených pro člověka, jejich spotřeba může v jednotlivých případech výrazně převyšovat spotřebu příslušných léků určených člověku (Kožíšek et al., 2010).

Obrázek č. 3 Schéma možných zdrojů a cest výskytu léčiv ve vodním prostředí (2)



Zdroj: Kožíšek et al., 2010

Následující skupiny látek jsou dle KÜMMERERA (2001) hodnoceny jako zvláště ekologicky závažné:

Antibiotika

Cytostatika

Desinfekční prostředky

Bělící prostředky

Chlorfenoly

Kontrastní látky

Těžké kovy

Další skupiny léků, jako jsou například analgetika a sedativa mají rovněž velký význam.

3.5 Antibiotika

Antibiotika jsou látky používané k léčbě nebo prevenci různých infekčních onemocnění. Jsou to látky, které byly původně získány jako přírodní produkty mikroorganismů. Nyní jsou většinou připravovány chemickou syntézou nebo chemickou modifikací původních antibiotik. Ideální protiinfekční látka by měla mít vysoce selektivní účinky na infekční agens a minimálně by měla ovlivňovat makroorganismus (Hynie, 1999).

V Evropě bylo v roce 1996 spotřebováno asi 10 200 tun antibiotik, z toho bylo 5000 tun užito pro veterinární účely (z toho pro profylaktické použití a léčebné účely 3500 tun a pro podporu růstu 1500 tun) a 5000 tun bylo využito v medicíně. V roce 1999 bylo v rámci EU a Švýcarska použito 13288 tun antibiotik, z nich 65% bylo určeno pro humánní medicínu, 29% pro veterinární oblast a 6% jako růstové stimulanty. Jelikož většina růstových stimulantů byla v rámci EU zakázána, zůstávají v této skupině doplňkových látek již pouze 4 sloučeniny, což vysvětluje pokles používání antibiotik v živočišné výrobě ve srovnání s humánní medicínou. Celková celosvětová spotřeba je odhadována na množství mezi 100 000 až 200 000 tun ročně (Kümmerer, 2003).

Nevyužité léčebné přípravky se mohou dostat do kanalizace. Pokud nejsou přípravky znehodnoceny, nebo odstraněny v průběhu čištění odpadních vod, z půdy, či jiných složek životního prostředí mohou zasáhnout povrchové a podzemní vody,

případně i vodu pitnou. Nemetabolizovaná antibiotika často pronikají do vodního prostředí z odpadních vod. V odpadních vodách z nemocnic v Německu v roce 1999 bylo například širokospektré bakteriální antibiotikum ciprofloxacin detekováno v koncentraci mezi 0,7 a 124,5 µg/l a ampicillin byl naměřen v koncentraci mezi 20 a 80 µg/l. Tyto koncentrace antibiotik vypočítané a naměřené v nemocničních odpadních vodách jsou stejného řádu, jako je minimální inhibiční koncentrace pro citlivé patogenní bakterie. (Kümmerer, 2003) Dále dle KÜMMERERA (2003) ředění odpadních vod ze zdravotnických zařízení komunálními odpadními vodami ale sníží koncentraci antibiotik jen mírně, protože komunální odpadní vody také obsahují antibiotické látky a dezinfekční prostředky z domácností, veterinárních zdrojů a do menší míry i z hospodářských zvířat.

Obrázek č. 4 Výzkum antibiotik, antibiotikum ampicilin a širokospektrální antibiotikum ciprofloxacin



Zdroj: Science Photo Library, 2011

Ve zkušebních podmínkách bylo ve vodních systémech částečně biologicky rozloženo jen několik sloučenin. Většina z nich byla trvalá. Během těchto zkoušek nebyla odstraněna genotoxicita látek, jako jsou chinolony, či metronidazol (Kümmerer et al., 2000).

Antibakteriální látky mohou mít kvalitativní a kvantitativní účinky na rezidentní mikrobiální komunity sedimentů. Rezistentní bakterie se tvoří v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení, obecních kanalizacích, v aktivačních nádržích, čistírnách odpadních vod, nebo v půdě obsahující antibiotika. Navíc jsou tyto rezistentní bakterie vylučovány a vypouštěny do odpadních vod, půdy, či dalších složek životního prostředí. Rezistentní, dokonce i multirezistentní patogenní bakterie mohou být detekovány v odpadních vodách, v čistírnách odpadních vod, stejně jako v ostatních

složkách životního prostředí. Krom toho, v suchých oblastech jsou tyto odpadní vody s obsahem resistantních bakterií využívány pro zavlažování, či jako hnojivo, což umožňuje bakteriím přímý vstup do potravního řetězce (Kümmerer, 2003).

3.5.1 Antibiotická rezistence

Rezistence vůči antibiotikům je schopnost bakterie nebo jiných mikroorganismů odolávat účinkům antibiotik (CDC, 2010).

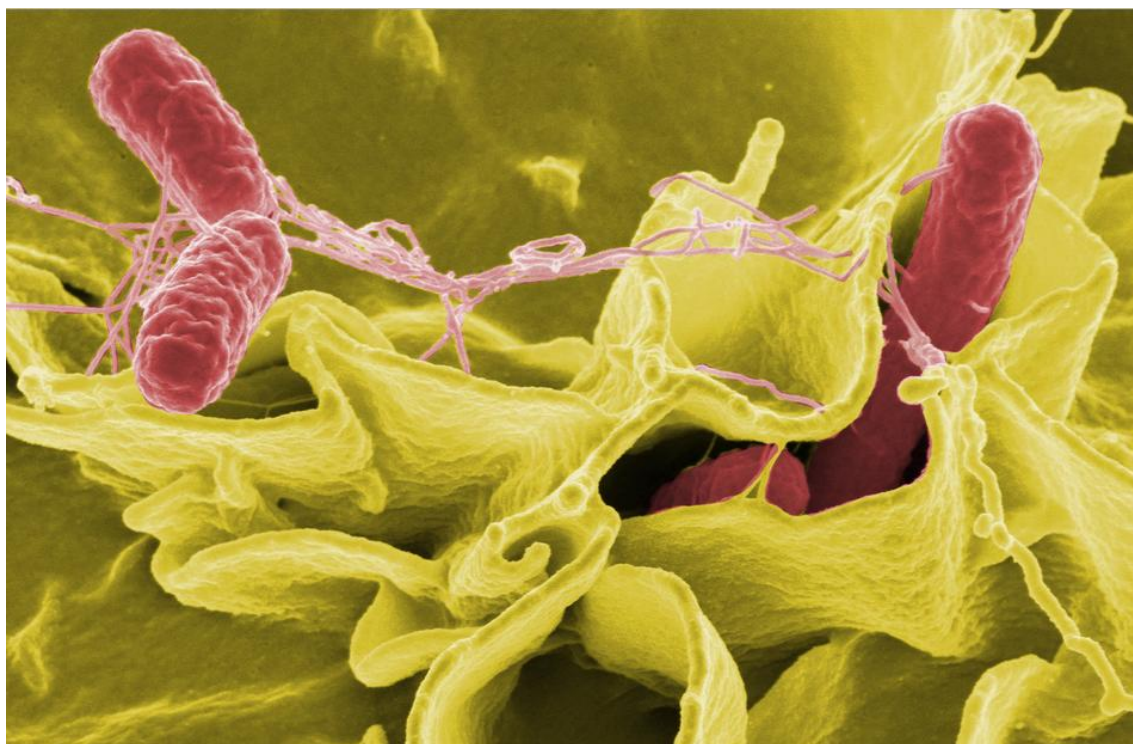
Od té doby, co byla antibiotika před více než sedmdesáti lety objevena, sloužila a dosud slouží jako hlavní zbraň při léčbě bakteriálních infekcí. Jsou často předepisována a užívána, někdy však bývá jejich užití nevhodné. Antibiotika jsou také užívána v živočišné výrobě pro výrobu potravy, k léčbě, prevenci a podpoře růstu. Užívání a nadužívání antibiotik u lidí i zvířat způsobuje to, že se bakterie stávají resistantními. Dále se rezistence přenáší mezi lidmi, mezi zvířaty a mezi lidmi, zvířata a do životního prostředí. K předávání a šíření bakterií nebo genů, které nesou informaci o rezistenci, dochází v nemocnicích, v komunitě a prostřednictvím potravinového řetězce. Infekce způsobené resistantními bakteriemi může být velice obtížné a někdy až nemožné vyléčit. Výzkum a vývoj nových antibiotik, která by byla účinná, je velmi nákladný a zdlouhavý. Rezistence se navíc u antibiotik uváděných na trh často rozvíjí velmi rychle a v současné době ani není mnoho nových antibiotik ve stádiu vývoje. Bez nových a účinných antibiotik by se dle WHO mohla společnost vrátit k podmínkám před nástupem éry antibiotik, tedy do období, kdy jednoduchá plicní infekce mohla zabít dítě, nebo kdy lékaři nemohli bojovat s meningitidou. Navíc by nebylo možné kvůli nedostatku účinných antibiotik provádět ani řadu pokročilých lékařských výkonů, diagnostiky a profylaxi (WHO, 2011b).

Vznik rezistence vůči antibiotikům představuje přirozený biologický jev, k němuž dochází, když se používají antibiotika. Antibiotická rezistence je výsledkem schopnosti bakterie přestát útok antibiotik, přičemž tato schopnost se může vyvinout buď mutací, nebo získáním genů odolnosti od jiné bakterie, která již resistantní je. Hlavními spouštěči rezistence na antibiotika je spotřeba antibiotik, především jejich nadužívání (ale i nesprávné používání) a přenos a šíření již resistantních kmenů bakterií nebo genů, které jsou nositeli informace o rezistenci (WHO, 2011c).

Antibiotická rezistence je nazývána jedním z nejpalčivějších světových problémů veřejného zdraví. Téměř každý druh bakterií se stává silnější a méně citlivý

na léčbu antibiotiky. Tyto bakterie rezistentní k antibiotikům se mohou rychle rozšířit do okolí, čímž ohrožují společnost novým kmenem infekčních onemocnění, který je mnohem obtížnější léčit a zároveň vyžaduje dražší léčbu. Z tohoto důvodu odolnost vůči antibiotikům patří mezi hlavní obavy nejen CDC (Centre for Disease Controls and Prevention) (CDC, 2010), ale i WHO.

Obrázek č. 5 *Salmonella typhimurium* napadající lidské buňky



Zdroj: NIAID, 2008

Celosvětový vzestup výskytu bakterií rezistentních k původně účinným antibiotikům je globální hrozbou, která snižuje kvalitu života lidské populace. Vzestup antibiotické rezistence primárně závisí na spotřebě antibiotik, velikosti exponované plochy území a době expozice subinhibičním koncentracím antibiotik v daném prostředí. Spotřeba antibiotik užívaných pro léčbu infekcí v dané zemi by měla být v přímé úměře s frekvencí infekčních onemocnění, epidemiologickou situací a demografickou strukturou. Ve skutečnosti ji ovlivňuje řada jiných faktorů, jejichž výsledkem jsou nepřiměřené a nezdůvodněné aplikace antibiotik, zejména u virových nebo banálních bakteriálních infekcí (Hoza et al., 2007).

Mnohé příčiny celosvětového výskytu a rychlého šíření antibiotické rezistence nejsou doposud podrobně prozkoumány. Je však doloženo, že nejúčinnějším opatřením pro prevenci vzniku a šíření antibiotické rezistence je celkové snížení spotřeby antibiotik a zlepšení kvality jejich užívání. Dlouhodobé a důsledné uplatňování principů kvalifikované intervence do léčby infekcí v jedné lokalitě České republiky vedlo ke snížení spotřeby antibiotik, zlepšení kvality jejich užívání vzhledem k etiologii infekce a k významnému snížení výskytu antibiotické rezistence původců infekcí v komunitě i v nemocnici. Dosažení podobných výsledků na národní úrovni vyžaduje odstranění všech zbytečných aplikací antibiotik a upřesnění jejich indikací na pozadí podrobné znalosti stavu a trendů antibiotické rezistence. Přes zdánlivě nepřehledný počet různých antibiotik má totiž jen několik z nich jedinečné vlastnosti, které determinují jejich užití v léčbě určitých infekcí. Většina ostatních antibiotik jsou farmakologicky upravené formy starších přípravků s identickou účinností na mikroby (Hoza et al., 2007).

Téma rezistence se začala na vrcholné úrovni oficiálních setkání projednávat v roce 1994. První setkání Evropské unie kvůli rezistenci vůči antibiotikům byla Konference EU o hrozbě antibiotické rezistence, která se konala v Kodani roku 1998. Krátce poté, v roce 2001, byla formulována Globální strategie WHO pro kontrolu antibiotické rezistence. Zpráva z této konference a strategie WHO jsou dokumenty, které jsou dodnes výchozím podkladem pro tvorbu národních antibiotických politik. V roce 2002 bylo vydáno doporučení Rady EU o obezřetném používání antimikrobiálních látek v lékařství (2002/77/ES) (Tull, 2011).

Situace v Evropě je přesto alarmující. Každý rok jen v Evropské unii kvůli vážné infekci získané především v nemocnici, která je způsobena rezistentními bakteriemi, zemře dle odhadů WHO 25 000 pacientů (WHO, 2011b). Antibiotická rezistence navíc zvyšuje náklady na léčbu, protože onemocnění vyžaduje nejen delší pobyt pacienta v nemocnici, užívání dražších antibiotik a dražší léčbu, ale i zvyšuje nepřímé náklady rodiny a společnosti. V mnoha zemích v Evropské unii jsou antibiotika prodávána volně, bez receptu. Ačkoli jsou si lékaři sice velmi dobře vědomi problému antibiotické rezistence, údaje o infekcích rezistentních k antibiotikům nejsou často shromažďována, tudíž jejich rozsah není mapován. (3) (WHO, 2011b)

Jak v rozhovoru k příležitosti Světového dne zdraví 2011 uvádí PEET TULL (2011), lékař specializující se na infekční choroby, členské státy Evropské unie jasně vidí, že problém antibiotické rezistence existuje, nicméně není jisté, jak velká je

informovanost o problému mimo EU. Zdůrazňuje také, že v každé zemi existují odborníci, kteří si jsou vědomi tohoto problému, ale že to co chybí, nejsou znalosti a důkazy, spíše podpora od kolegů a řídicích orgánů. Zároveň dodává, že je problém bojovat s rezistencí vůči antibiotikům, když jsou antibiotika oblíbená léčiva, která způsobují tak málo vedlejších účinků.

V České republice počátkem 90. let prudce vzrostla celková spotřeba antibiotik v důsledku nerespektování principů antibiotické politiky a trvale zůstává na úrovni o téměř 1/4 vyšší ve srovnání s předcházejícím obdobím. Zvýšení spotřeby se nejvýrazněji projevilo ve skupině nových makrolidů, ko-aminopenicilinů a fluorovaných chinolonů. Důsledkem kvantitativních a kvalitativních změn ve spotřebě antibiotik, provázených exponenciálním růstem nákladů na tuto skupinu léčiv, je zvýšení frekvence výskytu antibiotické rezistence u bakteriálních původců infekčních nemocí v komunitě i v nemocnicích, přičemž další náklady vynaložené na léčbu rezistentních infekcí nejsou spolehlivě vyčísleny. V České republice v průběhu devadesátých let každoročně vzrůstá antibiotická rezistence (AR) hlavních původců komunitních bakteriálních infekcí k antibiotikům první, nebo alternativní volby a také k dalším antibiotikům. V období let 1996-2000 se zvýšila rezistence *Streptococcus pneumoniae* k penicilinu dvojnásobně, *Haemophilus influenzae* k ampicilinu trojnásobně a *Streptococcus pyogenes* (obrázek č. 6) k makrolidům více než čtyřnásobně. Vzestup výskytu antibiotické rezistence v České republice byl zaznamenán také v jiných skupinách bakterií, včetně původců invazivních infekcí (Hoza, 2007).

Obrázek č. 6 Rezistentní bakterie *Streptococcus pyogenes*



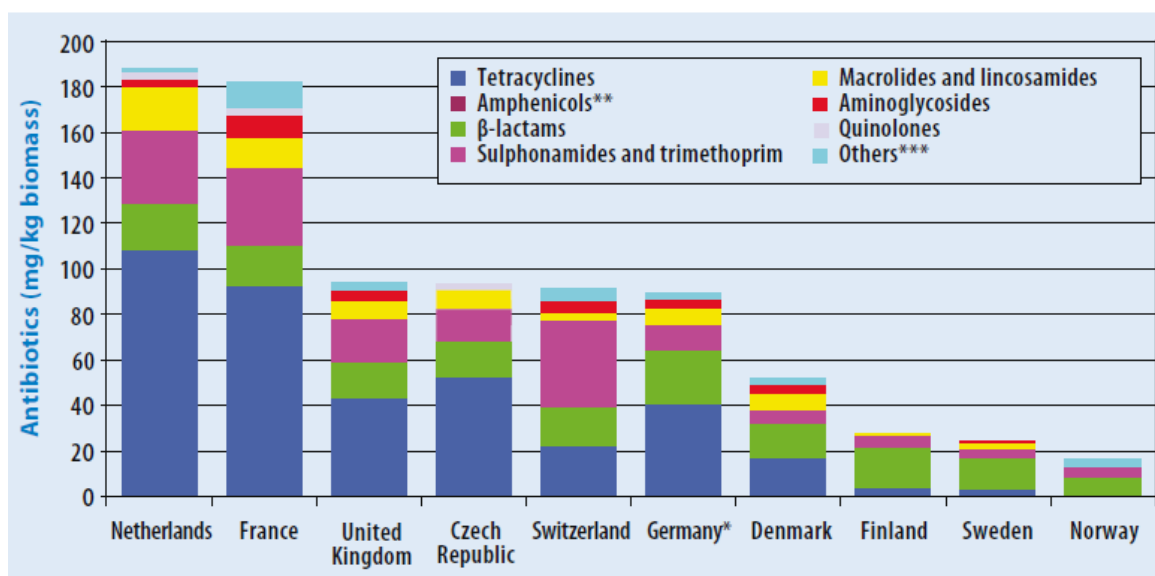
Zdroj: Science Photo Library, 2011

3.5.2 Antibiotika využívaná ve veterinárním lékařství

Mimo humánní medicínu se antibiotika využívají ve veterinárním lékařství a také v zemědělství, kde slouží nejen k léčbě a prevenci infekcí, ale i jako stimulanty růstu u zvířat pro potravinářské účely. Typy využívaných antibiotik u zvířat jsou často stejné jako ta, která jsou používána u lidí. Zatímco pro terapeutické a profylaktické účely jde o krátkodobé používání, při využití pro podporu růstu jsou antibiotika obsažena v krmivu sice v menších koncentracích, ale zato jsou podávána dlouhodobě. Použití antibiotik u zvířat pro potravinářské účely je spojen s antibiotickou rezistencí u lidí. Tato souvislost je nejvíce patrná u bakterií salmonely (FAO/WHO/OIE, 2004).

Zatímco při užívání antibiotik u lidí je pravidlem individuální zacházení, tak v případě použití u zvířat pro potravinářské účely, jako jsou prasata a drůbež, je obvykle antibiotikum podáváno celému chovu. V důsledku toho je četnost expozice u zvířat vyšší než u lidí, obzvláště v zemích, kde jsou stále využívány růstové stimulanty, protože velká část zvěřecí populace je vystavena antibiotikům po celý život. V zemích, jako je Dánsko, Finsko, Norsko a Švédsko, kde mají velmi silné antibiotické politiky a dlouhou tradici prevence nemocí u zvířat, je použití antibiotik u zvířat relativně nízké, což ukazuje obrázek č 7 (WHO, 2011d).

Obrázek č. 7 Veterinární antibiotika užívaná v deseti evropských zemích v roce 2007



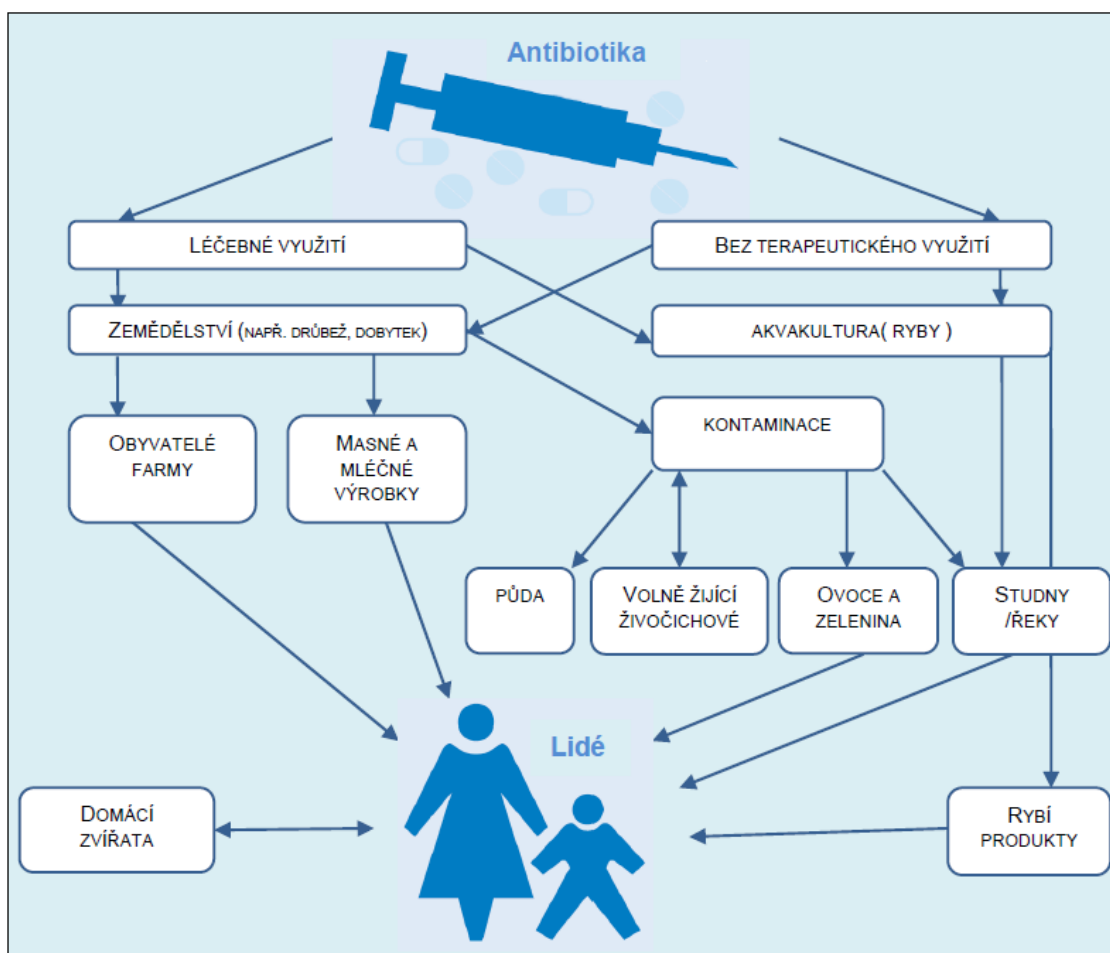
Zdroj: WHO, 2011d

Obrázek č. 7 dále ukazuje použití veterinárních antibiotik v roce 2007 v deseti evropských zemích. Hodnoty jsou vyjádřeny v mg.kg⁻¹ biomasy a biomasa zvířat přepravovaných do jiné země k porážce zde není zahrnuta.

Potravinářské výrobky živočišného původu jsou často kontaminovány bakteriemi, tudíž by mohly představovat jednu z hlavních cest přenosu rezistentních bakterií a genů rezistence mezi zvířaty chovanými pro potravinářské účely a lidmi (WHO, 2011d).

Na obrázku č. 8 jsou zobrazeno použití antibiotik a cesty šíření bakterií, což ukazuje globální propojenost lidí, zvířat a živočišných produktů prostřednictvím přímého kontaktu, cestování a obchodu.

Obrázek č. 8 Šíření bakterií rezistentním vůči antibiotikům



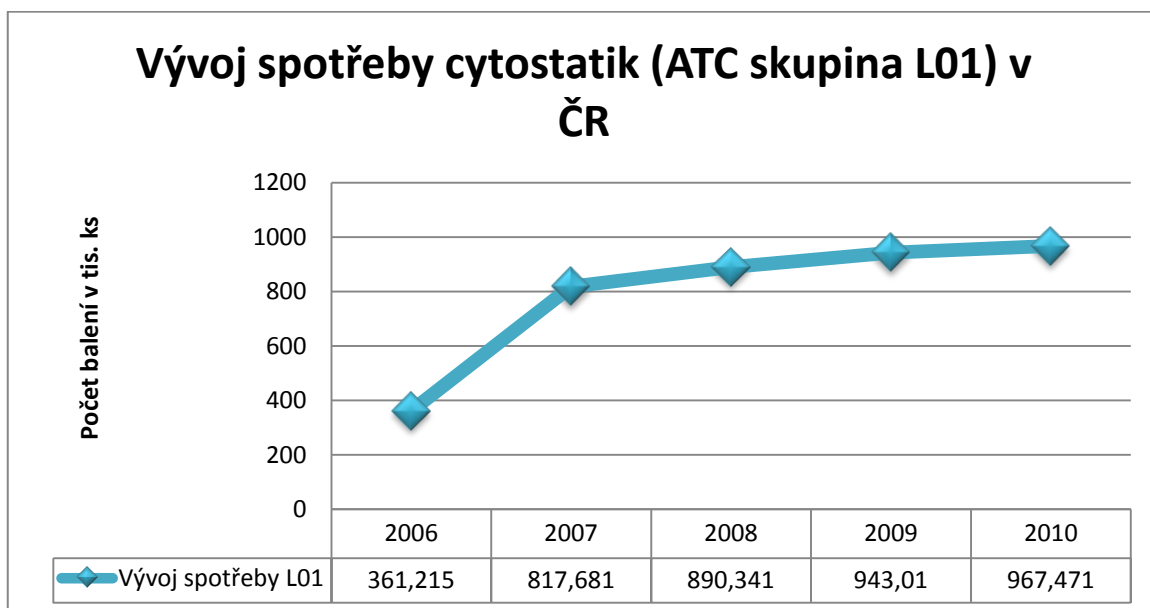
Zdroj: WHO, 2011d

3.6 Další skupiny nebezpečných látek odcházejících z nemocnic do prostředí v tekutých odpadech ze zdravotnictví

3.6.1 Cytostatika

Cytostatické látky mají mnohem nižší kvantitativní význam než ostatní léčiva. Ale z hlediska možného dopadu na životní prostředí jsou cytostatika významnou skupinou léčiv, díky svému potenciálnímu riziku pro člověka a životní prostředí. Cytostatická léčiva jsou používána při terapii nádorových onemocnění. Cytostatika se používají pouze v lékařství, většinou v nemocnicích, i když se množství předepsané pro ambulantní léčbu zvyšuje. Očekávaná koncentrace v nemocničních odpadních vodách je 5-50 µg/l (Kümmerer, 2001).

Obrázek č. 9 Vývoj spotřeby cytostatik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů



Zdroj: SÚKL, 2007-2011

Jedná se o skupinu značně nehomogenní jak z hlediska chemické struktury, tak reakčního mechanismu. Podstata účinku těchto léčiv spočívá v inhibici proliferace rychle se dělících buněk nádoru, čehož dosahují přímou reakcí s DNA (alkylační cytostatika, platinová cytostatika), změnou molekuly nukleotidů (antimetabolity), inhibicí

topoisomeras (protinádorová antibiotika), nebo narušením správné funkce mikrotubulů (rostlinné alkaloidy). Působení cytostatických léčiv není selektivní, proto jsou potencionálně karcinogenní, mutagenní a teratogenní pro všechny eukariotické organismy. Podle závažnosti a dostupnosti informací o karcinogenním působení na člověka dělí Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) chemické látky do 4 skupin: prokázané karcinogeny, pravděpodobné karcinogeny a potenciální karcinogeny, zatím nezařazené látky a nekarcinogenní (Šídllová et al., 2010).

Obrázek č. 10 Výroba cytostatických přípravků



Zdroj: <http://media.berner-international.de>

Biologická rozložitelnost cytostatik je do značné míry nezávislá na způsobu působení a chemickém složení. Šetření ukázalo, že většina účinných látek má nízkou biologickou rozložitelnost. Z dvaceti sloučenin splnily kritéria vlastní biologické rozložitelnosti pouze dvě. Proto se očekává, že účinné látky projdou skrze obecní čistírny až do povrchových vod v nezměněné formě, pokud nejsou odstraněny absorpcí do čistírenských kalů. Ale odstraňování těchto látek absorpcí do čistírenských kalů je očekáváno pouze u velmi malého množství sloučenin, jako je mitoxantron a epirubicin (Kümmerer, 2001).

3.6.2 Dezinfekční prostředky

Dezinfekce je soubor opatření ke zneškodňování mikroorganismů pomocí fyzikálních, chemických nebo kombinovaných postupů, které mají přerušit cestu nákazy od zdroje k vnímavé osobě (Melicherčíková, 2003).

Ve zdravotnických zařízeních se dezinfekční prostředky používají pro dezinfekci povrchů, nástrojů a k dezinfekci kůže. Co se čištění povrchů týče, je téměř nevyhnutelné aby se dezinfekční prostředky dostaly do odpadních vod (Kümmerer, 2001).

Jak je známo, uměle vyráběné chemické výrobky mají často negativní vliv na okolní životní prostředí. Toxické látky zapříčiňují narušení ekosystému vod, ovzduší i půdy, dostávají se do potravinových řetězců a narušují tak nejen životní prostředí, ale poškozují i lidské zdraví. Záleží hlavně na tom, v jakém množství a koncentraci se tyto látky dostávají do okolního životního prostředí, jak rychle se rozkládají, nebo na jak dlouho se zde kumulují. V případě dezinfekčních látek se zatím nepředpokládá vážné narušení přírodních cyklů (kromě náhodných havárií při jejich výrobě, či dopravě), avšak zásady péče musí být dodržovány i v tomto případě (Melicherčíková, 2003).

Zbylé koncentrované dezinfekční prostředky se buď odevzdávají u příslušných podniků na zneškodňování odpadních chemických látek, nebo se vypouštějí do kanalizační sítě, ale až po velkém rozředění ve vodě, jinak se teoreticky působením velkého množství těchto prostředků může poškodit bakteriální mikroflóra, která je součástí biotechnologie v čistírnách odpadních vod (ČOV). Biodegradovatelnost je zaručena asi u 90% dezinfekčních prostředků (Melicherčíková, 2003).

3.6.3 Anestetika

Pro celkovou invazivní anestézii jsou mimo jiné používány sloučeniny alkyfenolu. Ty jsou vylučovány do odpadních vod. Nejdůležitější sloučeninou je propofol. Až 10% se metabolizuje během několika hodin. Míra vylučování nezměněného léku je asi 90% (Kümmerer, 2001), což je velmi vysoké procento, které ukazuje, že velké množství nemetabolizovaných látek se dostává do odpadních vod, kde jejich dopady na životní prostředí nejsou příliš známé (Roth, 2004). Tyto metabolity i primární sloučeniny by měly být biologicky rozložitelné v čistírnách odpadních vod. Údaje nejsou k dispozici, ale je známo, že jednoduché fenoly jsou dobře biodegradovatelné v prostředí (Kümmerer, 2001).

3.6.4 Kovy

Koncentrace těžkých kovů v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení jsou srovnatelné s koncentracemi naměřenými v odpadních vodách komunálních. Koncentrace platiny a rtuti jsou vyšší (Kümmerer, 2001).

Platina je vypouštěna do jednotlivých složek životního prostředí z různých zdrojů. V nemocničních odpadních vodách se platina objevuje z výkalů pacientů léčených cytostatiky, jako je cys-platina, karboplatina a další. Koncentrace vzorků během dvouhodinového měření smíšených odpadních vod v roce 1996 v Německu byly mezi 20-3580 µg/l, s průměrnou denní koncentrací mezi <10-660 µg/l. Absolutní emise jsou nižší v zařízeních s užším spektrem poskytované zdravotnické péče a v menších zařízeních. Roční průměrné koncentrace přepočítané na lůžko se liší již méně, nachází se mezi hodnotami od 14mg (u zařízení s užším spektrem poskytované zdravotnické péče) do 150mg za lůžko (zařízení se širokým spektrem poskytované péče) (Kümmerer, 2001).

I přes úspěšné snížení emisí v minulosti do vodního prostředí, je rtuť i nadále jedním z těžkých kovů, jejichž vypouštěný objem je stále příliš vysoký. Rtuť lze ve zdravotnických zařízeních obvykle nalézt v diagnostických prostředcích a v aktivních složkách desinfekčních prostředků, či v některých diuretikách. Koncentrace rtuti, která byla měřena v centrální kanalizaci evropských nemocnic o různé velikosti, se pohybovala mezi 0,04 a 2,6 mg/l, což odpovídá u větších nemocnic roční zátěži cca 220 – 250g (Kümmerer, 2001).

3.6.5 Halogenové organické sloučeniny (AOX) a kontrastní látky

Většinový objem AOX v odpadních vodách ve zdravotnických zařízeních tvoří jodizované rentgenové kontrastní látky, rozpouštědla, desinfekční prostředky, čisticí prostředky a léčiva obsahující chlór. Obecně platí, že maximální příspěvek léků do množství AOX není nad 11%. Kromě toho je také známo, že koncentrace AOX v moči osob, které nejsou léčeny léky, je velmi nízká. Organické sloučeniny halogenů vznikají reakcí chlóru s organickými sloučeninami odpadních vod (Kümmerer, 2001).

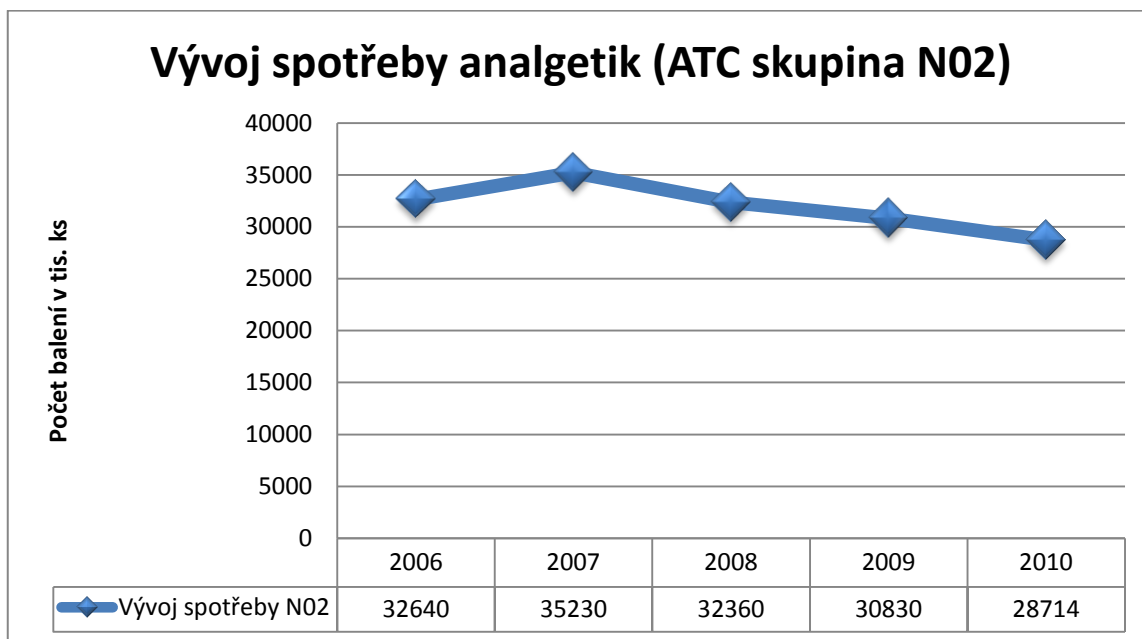
Kontrastní látky nesmí mít žádné vlastní farmakodynamické účinky. To může být vykládáno, jako ukazatel faktu, že jejich vypouštění do vodního prostředí je méně problematické. Vzhledem k jejich perzistenci a vysoké rozpustnosti ve vodě by ale měly být vypouštěny v co nejmenším množství. Otázkou však zůstává, jak posuzovat

kontrastní látky z hlediska ekotoxikologie a hygieny životního prostředí, jakož i opatření na snížení zatížení životního prostředí těmito látkami, proto by tyto dopady měly být dále zkoumány (Kümmerer, 2001).

3.6.6 Analgetika a nesteroidní protizánětlivá léčiva (NSAID)

Analgetika obecně jsou léky tlumící bolest. Široce využívaná protizánětlivá léčiva, jako je ibuprofen, diklofenak, naproxen a některé jejich metabolity jsou v odpadních i povrchových vodách detekovány velmi často (Fent et al., 2006). V České republice se spotřebuje 20 t/rok diklofenaku, 200t/rok ibuprofenu a až 600t/rok Aspirinu, který obsahuje kyselinu acetylsalicylovou. Její přímé využití je omezeno pouze na oční aplikace v nepatrných množstvích, která jsou zanedbatelná (Váňa et al., 2010).

Obrázek č. 11 Vývoj spotřeby analgetik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů



Zdroj: SÚKL, 2007 - 2011

3.7 Výskyt metabolitů léčiv v pitných vodách

Je předpokládáno, že stopy metabolitů léčiv se (v některých) vodách vyskytují již od začátku jejich průmyslové výroby, tedy nějakých 50-100 let. Relevance pro pitnou vodu ale byla před 50 a více lety velmi nízká, a to jednak vzhledem k nízkému podílu povrchových vod na výrobě pitné vody, jednak vzhledem k relativně nízké spotřebě léků. Jak vzrůstala jejich spotřeba i podíl využití povrchových vod, vzrůstalo i riziko, které by však nadále zůstávalo skryté, nebýt rozvoje moderní analytické techniky (Kožíšek et al., 2010).

Již v roce 1976 byla publikována první zpráva zabývající se steroidy ve vodách, o rok později o výskytu kyseliny salicylové na odtoku z čistírny odpadních vod a současně již vědci začali řešit otázku, zda se biologicky účinné estrogény mohou z okolního prostředí (odpadních vod) dostávat do pitné vody (Kožíšek et al., 2010).

Díky vlastnostem léčiv je malá pravděpodobnost, že léčiva přítomná v surové vodě používané pro výrobu pitné vody budou významně odstraněna při použití klasických postupů úpravy pitné vody (provzdušnění, flokulace, filtrace/písková filtrace, dezinfekce). Oproti klasickým způsobům úpravy vody je při odstraňování léčiv účinnější absorpce na aktivním uhlí a ozonizace, i když ani tyto procesy nedokáží zcela odstranit látky všechny (Kožíšek et al., 2010). Zbytky léčiv se přes čistírny odpadních vod a technologicky nedokonalé úpravy mohou v některých případech dostávat do podzemních vod, ale dosavadních nálezů je relativně málo a většinou pocházejí z vodáren, které musí odebírat povrchovou vodu z dolních toků velkých řek (Kožíšek et al., 2011).

Výskyt léčiv v pitných a podzemních vodách v zahraničí byl zjištěn z celkových 58 600 údajů v databázi KNAPPE (Knowledge and Need Assessment on Pharmaceutical Product in Environmental Waters) u 6 650 (11 %) v podzemní a pouze u 1 300 (2,2 %) v pitné vodě. V podzemní vodě bylo nalezeno 23 léčivých látek, v pitné vodě 19 látek. V obou druzích vod se vyskytovalo 10 léčiv (Kožíšek et al., 2010).

V České republice mohou být data z výzkumů výskytu léčiv v pitných vodách založená na zahraničních šetřeních využita jen částečně, protože objem i struktura spotřeby léků, ochrana vodních zdrojů, podíl využití povrchových a podzemních vod k výrobě pitné vody a využívané technologie úpravy vody se liší stát od státu. I když asi 52 % pitných vod se u nás vyrábí z vody povrchové, ve většině případů se jedná o odběry z chráněných vodárenských nádrží, které nejsou odpadními vodami zatíženy

buď vůbec, nebo minimálně (Kožíšek et al., 2010). V České republice systematické sledování výskytu léčiv v pitných vodách nikdo neprovedl, zejména proto, že nejde o povinně sledované ukazatele jakosti (Kožíšek et al., 2011).

První systematické sledování obsahu léčiv v pitných vodách probíhá až nyní v rámci výzkumného projektu Grantové agentury ČR č. 203/09/1583 „Výskyt a zdravotní rizika zbytků humánních léčiv v pitných vodách“, který v letech 2009-2011 řeší Státní zdravotní ústav Praha. Cílem této práce je provést studii výskytu zbytků léčiv v pitných vodách v České republice a zhodnocení lidské expozice a z ní plynoucí zdravotní riziko. Dle prvních výsledků nebyl v žádném z 92 vzorků zaznamenán žádný pozitivní výskyt ani jedné z pěti sledovaných látek, všechny nálezy byly pod mezí stanovitelnosti, čili $< 0,5$ ng/l. Zatím je tedy bezpředmětné tyto nálezy hodnotit z hlediska zdravotních rizik. Z nepřítomnosti pěti sledovaných látek nelze ale ještě činit závěry v tom smyslu, že ve vodě nejsou (nemohou být) žádné stopy (jiných) léčiv. Ovšem na jaře 2011 bude probíhat druhé kolo odběrů, tentokrát cíleně zaměřené na rizikové lokality (vodovody), kde se surová voda odebírá ze středních či dolních toků řek (Kožíšek et al., 2011).

Ačkoli počet dosud kvantitativně prokázaných léčiv v pitné vodě není příliš velký, vyvstává otázka, jak tyto nálezy z hygienického hlediska interpretovat. Žádná z těchto látek není obsažena ve stávajících národních či mezinárodních standardech pro kvalitu pitné vody, a proto její nález nelze porovnat s nějakým závazně definovaným limitem. Také samotný proces registrace nových léčiv, ať se zdá být jakkoli složitý, se nijak nezabývá otázkou dlouhodobého působení stopových množství léčiv (Kožíšek et al., 2010).

I když by se v budoucnu prokázalo, že koncentrace léčiv v pitné vodě skutečně nemají žádný negativní zdravotní účinek, zůstává zde ještě jeden důležitý hygienický aspekt – a to hledisko psychologické a estetické. Důležitým kritériem pro hodnocení určitých látek nedosahujících zdravotně škodlivých koncentrací je totiž jejich případný potenciál vzbuzovat u spotřebitele odpor. Pitná voda má být chutná a vybízet k požívání. Chutná je pitná voda také tehdy, když svým původem a způsobem získávání (úpravy a dopravy) od surové vody po odběrové místo spotřebiteli neposkytuje důvod, aby k ní pociťoval odpor. Nalézání stop léčiv v mnohých surových a některých pitných vodách zviditelňuje konflikt: léčiva používaná v lidské medicíně sice v pitné vodě nemají dosud přímo prokazatelný zdravotní význam, ale mohou

vzbuzovat odpor, uvědomíme-li si, že jde o stopy jejich někdejšího použití (látka předtím prošla organismem jiného člověka) (Kožíšek et al., 2010).

3.8 Typy tekutých odpadů ve zdravotnických zařízeních

V nemocnicích se využívá nejrůznějších látek pro lékařské účely, jak pro diagnostiku, tak pro léčbu, péči i výzkum. Po použití je část léčiv, mycích a desinfekčních prostředků, kontrastních látek i diagnostických prostředků vypouštěna do systému odpadních vod. Výsledkem tohoto množství koncentrovaných látek je, že nemocniční odpadní vody jsou docela odlišné od komunálních odpadních vod. I když jen asi 10% léčiv je užito v nemocnicích, koncentrace léčiv v odpadních vodách z nemocnic je desetkrát vyšší než v komunálních odpadních vodách (Mahnik, Horinek, 2010).

V nemocnicích se hromadí velké množství kapalin, ale pouze část z nich je předmětem sběru a odstranění. Prvním důležitým krokem směrem ke zneškodňování kontaminovaných kapalin z humánní medicíny je klasifikace těchto kapalin podle jejich původu a složení (Mahnik, Horinek, 2010). Klasifikace dle MAHNIK a HORINEK (2010) je následující:

3.8.1 Infuzní roztoky

Nitrožilní tekutiny jsou používány v téměř každém zdravotnickém zařízení. Jsou podávány ve skleněných, nebo plastových lahvích. Pokud nejsou zcela využity, musí být odstraněny.

Při nakládání s nepoužitými léčivy se dle zákona č. 79/1997 Sb. o léčivech, postupuje stejně jako při nakládání s nebezpečnými odpady, včetně vedení jejich evidence podle zvláštního právního předpisu.

3.8.2 Rezidua léčiv

Do této kategorie patří jak léčiva po uplynutí doby použitelnosti, tak zejména úplně nespotřebované infuze, či ampule, které obsahují například rezidua antibiotik, cytostatik, nebo jiných léčiv.

Tyto farmaceutické přebytky musí být odstraněny dle zákona č.79/1997 Sb., o léčivech, jako nebezpečný odpad.

Data z výzkumů vodního prostředí ukazují, že některé části léčiv dosáhnou nejen kanalizačního systému, ale v návaznosti i vod povrchových a podzemních. 16% německého obyvatelstva například uvádí, že se zbavuje starých nevyužitých tablet přes kanalizační systém a dokonce 43% dotázaných osob (průzkum proveden na vzorku 1 306 osob) takto odstraňuje tekutá léčiva.

3.8.3 Tělesné tekutiny

Tělesné tekutiny, jako je krev a moč, ascites nebo kapaliny kontaminované tělesnými tekutinami, např. roztok k peritoneální dialýze, jsou sbírány do jednosměrných, nebo opakovaně použitelných obalů. Obecně platí, že neexistuje žádné riziko pro životní prostředí a kanalizaci v důsledku odstranění fyziologických roztoků z lidské medicíny. Takže některé roztoky, jako jsou roztoky k peritoneální dialýze, či moč by mohly být vyprazdňovány do kanalizace a prázdné sáčky odstraněny jako zbytkový odpad.

3.8.4 Tělesné tekutiny obsahující rezidua farmaceutik

Léčba pacientů léky vede ke kontaminaci odpadních vod pomocí lidských exkrementů. Analýzy odpadních a povrchových vod detekovaly řadu léčiv, jako jsou hypolipidika, analgetika, antibiotika, hormonální látky, kontrastní látky (jód) a cytostatika. Kromě kontaminace vodního prostředí představuje tento fakt přímé ohrožení pro hygienické techniky v nemocnici, stejně jako pro externí pracovníky pracující v kanalizaci. Nicméně oddělený sběr a odstraňování nejsou vhodné pro všechny skupiny léčiv, ani všechny skupiny pacientů, protože jen asi 10% léčiv předepsaných lékařem je podáváno přímo v nemocnici. Ale vhodný by byl sběr exkrementů pacientů nukleární medicíny, či s chemoterapií ve vysokých dávkách. Cytostatika nesou vysoké potenciální riziko pro člověka i životní prostředí, vzhledem k jejich prokázané karcinogenitě, mutagenitě a teratogenitě. Po podání jsou cytostatika vylučována močí a stolicí.

Dle studie rakouského Spolkového ministerstva pro zemědělství, lesnictví, životní prostředí a vodní hospodářství, není sběr a zvláštní zpracování výměšků u

pacientů s normální chemoterapií nutný, nicméně u pacientů s vykodávkovou chemoterapií je obsah cytostatik ve vysokých koncentracích.

3.8.5 Rezidua chemikálií

Zbylé chemikálie, např. z organických rozpouštědel, kyselin, zásaditých roztoků, dezinfekčních prostředků apod. jsou produkovány jak při diagnostice, tak stejně během péče a výzkumu.

4. Metodika

Diplomová práce se soustředí především na problematiku antibiotik v tekutých odpadech ze zdravotnických zařízení a bylo postupováno v následujících krocích:

4.1 Spotřeba léčiv v České republice v roce 2010

V prvním kroku byla zjištěna celková spotřeba všech léčiv v České republice. Na základě údajů Státního ústavu pro kontrolu léčiv (SÚKL) byl zjištěn objem distribuovaných léčiv v České republice v posledních pěti letech, tedy v období 2006 – 2010.

4.2 Výběr indikátoru

Jako druhý krok byl proveden výběr indikátoru. Vzhledem k tomu, že problematika tekutých odpadů ze zdravotnických zařízení není dobře zpracována a k dispozici je minimum údajů o toxických látkách, které takto odcházejí do životního prostředí, byla z látek dostávajících se tekutými odpady do ŽP jako indikátor vybrána antibiotika.

4.3 Celková spotřeba antibiotik v České republice v roce 2010

Při třetím kroku bylo odhadnuto celkové množství antibiotik spotřebovaných v roce 2010 v České republice. Jako podklad byla použita data, která byla zveřejněna Státním ústavem pro kontrolu léčiv a průměrná množství účinných látek v balení. Tato množství byla vypočítána na základě dat poskytnutých lékárnami ve vybraných zdravotnických zařízeních. Pro sběr dat byly vybrány 2 různé nemocnice o různé lůžkové kapacitě a s různým spektrem poskytované péče. Z poskytnutých záznamů byl zjištěn počet balení vydaných lékárnou a následně průměrná gramáž účinné látky v balení.

4.4 Spotřeba antibiotik v nemocnicích v roce 2010

Čtvrtým krokem byl celkový odhad spotřeby antibiotik v nemocnicích provedený následujícím způsobem: Nejprve byl zjištěn vývoj distribuce antibiotik v České republice v posledních pěti letech na základě údajů Státního ústavu pro kontrolu léčiv

(SÚKL, 2007-2011). Z těchto dat byla vypočtena průměrná spotřeba balení na lůžko. Celkový počet lůžek v České republice v roce 2010 byl zjištěn v Ústavu zdravotnických informací a statistiky České republiky (Malečková, 2011). Spotřeba antibiotik na lůžko za rok byla vypočtena na základě údajů z lékáren za rok 2010 zásobujících konkrétní zařízení, kde proběhlo šetření. Celkový odhad objemu spotřeby antibiotik v nemocnicích byl proveden na základě procentuálního poměru antibiotik vydaných na recept a na žádanku z lékáren v zařízeních, kde šetření probíhalo, a z celkové distribuce antibiotik v České republice v roce 2010.

4.5 Spotřeba antibiotik v domácnostech v roce 2010

Čtvrtým krokem bylo provedení odhadu spotřeby antibiotik v domácnostech. Toto množství bylo vypočteno na základě údajů Státního ústavu pro kontrolu léčiv a z poskytnutých informací v nemocničních lékárnách.

4.6 Předpokládaná environmentální koncentrace v odpadních vodách z nemocnic a porovnání výsledků se studií provedenou v Německu

Jako další byl proveden výpočet předpokládané roční koncentrace antibiotik v odpadních vodách z nemocnic. K výpočtu byla použita modelová studie publikovaná v roce 2003 (obrázek č. 12), na základě které byla odhadnuta roční koncentrace antibiotik v odpadních vodách z nemocnic v Německu (Kümmerer, Henninger, 2003). Dále bylo provedeno porovnání hodnot zjištěných v České republice s výsledky studie provedené v roce 2003 v Německu.

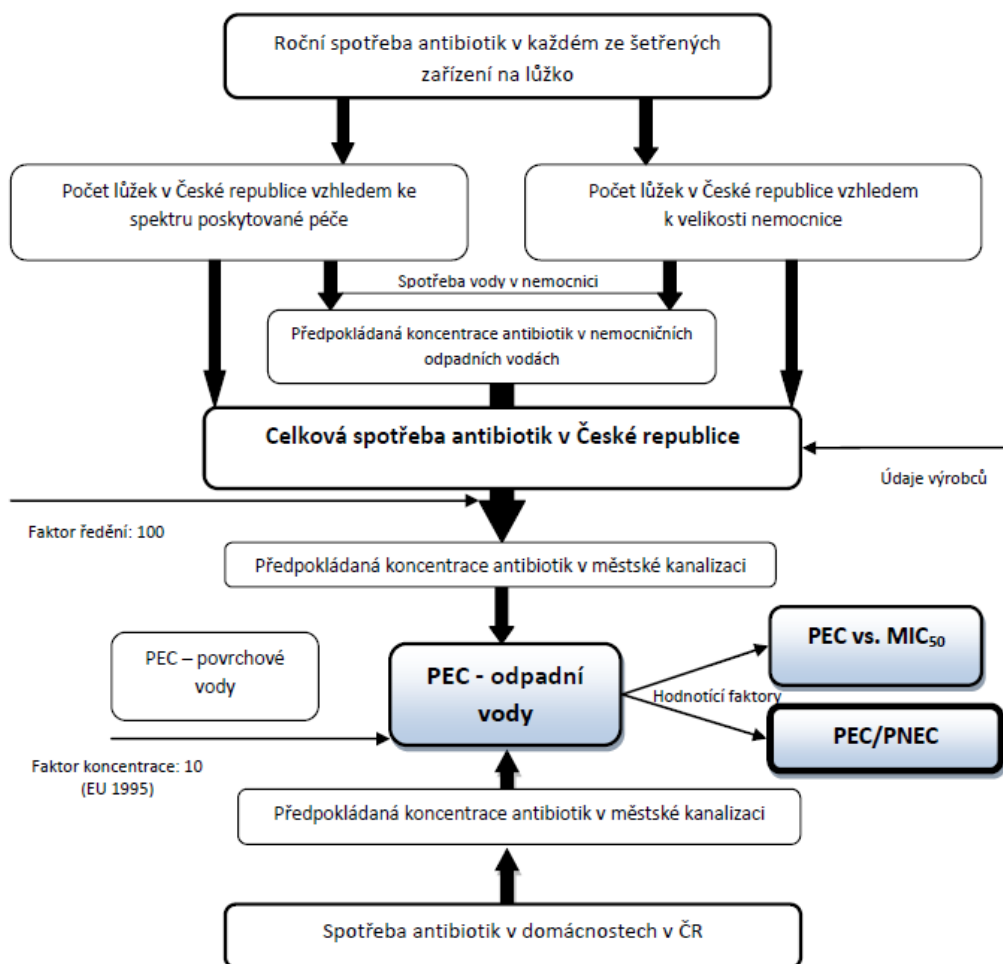
K výpočtu předpokládané roční koncentrace v odpadních vodách z nemocnic, ve kterých probíhalo šetření, byly použity zjištěné údaje o roční spotřebě antibiotik v nemocnicích, uvedené v příloze č. 5 a v příloze č. 6, a dále údaje o spotřebě vody, které poskytlo technické oddělení v těchto zařízeních. Pro zpřesnění výsledků byly použity publikované hodnoty vylučování antibiotik z organismu dle modelového výpočtu.

Výpočet předpokládané roční koncentrace PEC:

$$PEC(g/l) = A*(100-R)/(365*P*V*100),$$

kde A (kg) je celkový objem spotřebovaný v České republice za rok, R (%) je odstranění pomocí absorpce, odpařování, hydrolyzy, biodegradace apod., (ve výpočtu použita hodnota 0), P je počet obyvatel v republice, a V (m³) je objem odpadních vod na obyvatele a den.

Obrázek č. 12 Schéma postupu modelového výpočtu



Zdroj: Kümmerer, Henninger, 2003

Hodnota předpokládané koncentrace bez účinku (PNEC) byla vypočítána jako $MIC_{50}/100$. Hodnoty MIC_{50} pro citlivé patogenní bakterie byly převzaty z předcházejícího výzkumu a porovnány s předpokládanou environmentální koncentrací (PEC) pro jednotlivé účinné látky antibiotik. Dle doporučení KÜMMERERA A HENNINGERA (2003) byly koncentrace s 10% účinností použity jako koncentrace bez pozorovaného účinku (NOEC). Vzhledem k tomu, že neexistují žádné údaje o 10% koncentraci, pro bakterie (např. MIC_{10}), tak byly zjištěny jako MIC_{50} děleno 10. Tento faktor je poněkud hrubé přiblížení, je možné, že bude pro některá širokospektrální antibiotika příliš nízký a naopak pro jiná antibiotika příliš vysoký. Ale s ohledem na množství různých bakterií s různou citlivostí je to vhodný kompromis pro přiblížení posouzení rizik. Není možné mít specifický faktor pro každé antibiotikum a každou bakterii. Kromě toho, zveřejněné údaje pro patogenní bakterie se také liší. Vzhledem k tomu, že PEC je pouze roční průměr, maximální koncentrace v nemocničních odpadních vodách, i v městské kanalizaci při týdenní léčbě lze předpokládat až 10 x vyšší.

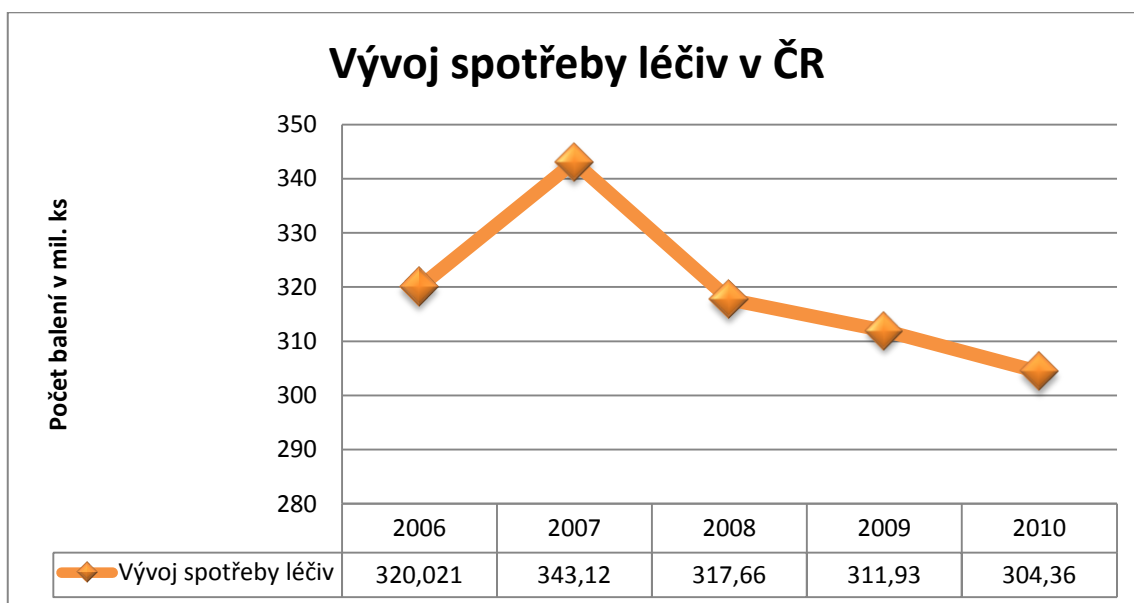
Následovalo porovnání roční předpokládané environmentální koncentrace antibiotik s předpokládanou koncentrací bez účinku - hodnota PEC/PNEC. Pokud je dle KÜMMERERA A HENNINGERA (2003) hodnota $PEC/PNEC > 1$, řízení rizik je nezbytné. Zde by prvním krokem mělo být zpřesnění údajů. Pokud je $PEC/PNEC > 10$, je doporučeno omezení na vstupu.

5. Výsledky

5.1 Spotřeba léčiv v České republice v roce 2010

V České republice v roce 2010 bylo distribuováno 304,362 milionů balení léčiv. Jak je vidět na obrázku č. 13, distribuce léčiv má v České republice klesající tendenci.

Obrázek č. 13 Vývoj spotřeby léčiv v ČR v uplynulých pěti letech



Zdroj: SÚKL, 2006-2010

5.2 Celková spotřeba antibiotik v České republice v roce 2010

Dále bylo zjištěno, že v České republice v roce 2010 bylo distribuováno celkem 11,5 milionu balení antibiotik. Během období 2006 až 2010 došlo sice k nárůstu objemu distribuovaných antibiotik, ale meziročně v období 2009/2010 se objem distribuce snížila o 4,2%. Mezi lety 2006 a 2007 došlo totiž k nárůstu o 6,2%, od té doby má spotřeba klesající tendenci, nejvýrazněji právě za poslední rok, jak je vidět na obrázku č. 14.

Z výzkumu vyplývá, že ze 44 tun antibiotik spotřebovaných v roce 2010 v České republice, je-li vzata v úvahu míra vylučování průměrně asi 0,75, která byla vypočtena na základě údajů v modelové studii (Kümmerer, Henninger, 2003), je ročně do

kanalizace distribuováno cca 33,5 tuny antibiotik. Jak je ukázáno na obrázku č. 15, nejvíce zastoupené skupiny jsou peniciliny, jejichž spotřeba činila 36% celkovému objemu, což odpovídá množství cca 12 tun, dále makrolidy, jejichž spotřeba byla 17% celkového objemu, což je cca 5,6 tuny a dále cefalosporiny, kterých bylo spotřebováno 15% celkového objemu antibiotik distribuovaných v České republice v roce 2010, což odpovídá množství cca 5 tun. Nejméně se spotřebovalo aminoglykosidů, jejich zastoupení bylo 3%, což je cca 1 tuna za rok 2010.

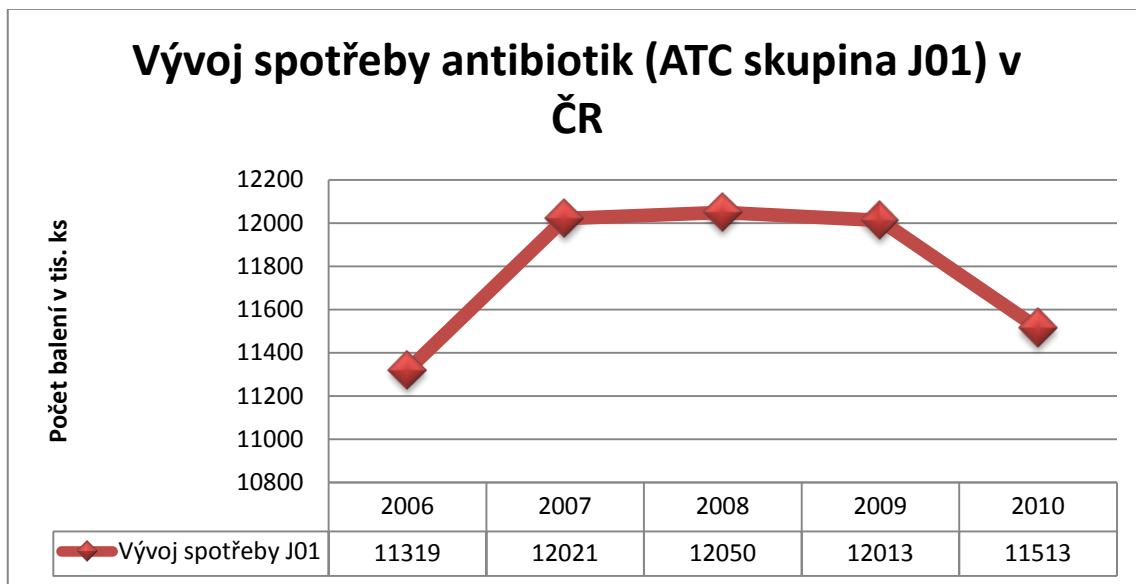
Tabulka č. 4 Vybraná zdravotnická zařízení pro provedení šetření

| Lůžková kapacita | Kategorie zařízení dle lůžkové kapacity | Označení | Počet lůžek v zařízení |
|-------------------------|--|-----------------|-------------------------------|
| 400 – 1000 lůžek | Střední nemocnice | A | 719 |
| < 400 lůžek | Malá nemocnice | B | 110 |

Na základě údajů o vydaných baleních antibiotik z lékáren ve vybraných zdravotnických zařízeních, kde proběhlo šetření, byl stanoven průměrný počet 4,2 g účinné látky v balení.

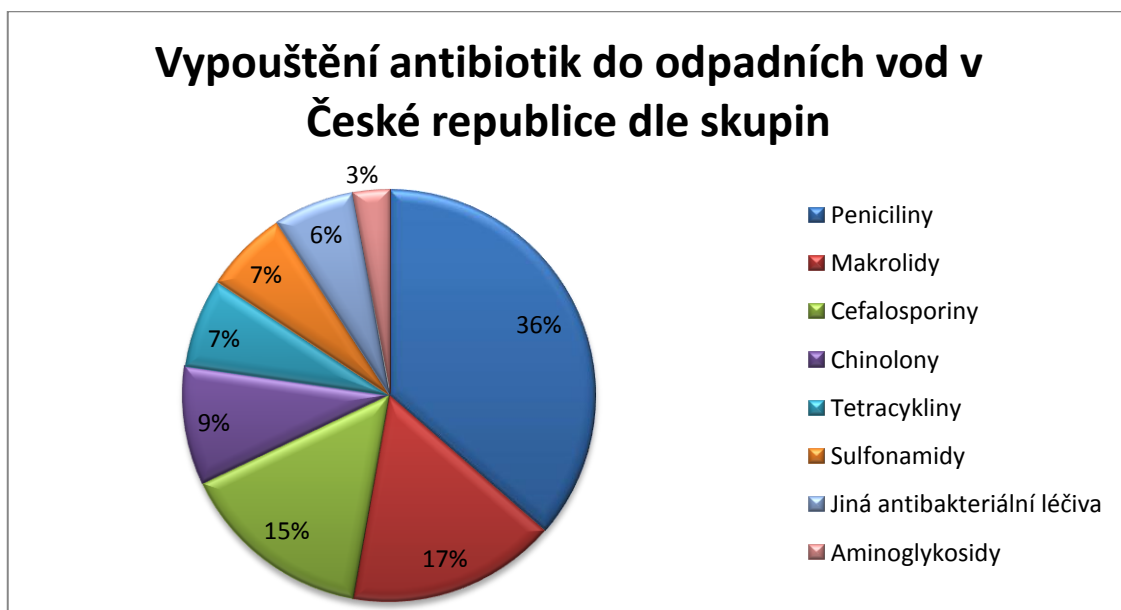
Ročně je tedy dle výpočtu distribuováno 1,09 balení na obyvatele, což činí 4,6 g účinné látky na obyvatele za rok.

Obrázek č. 14 Vývoj spotřeby antibiotik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů



Zdroj: SÚKL, 2007-2011

Obrázek č. 15 Vypouštění antibiotik do odpadních vod v roce 2010 dle skupin



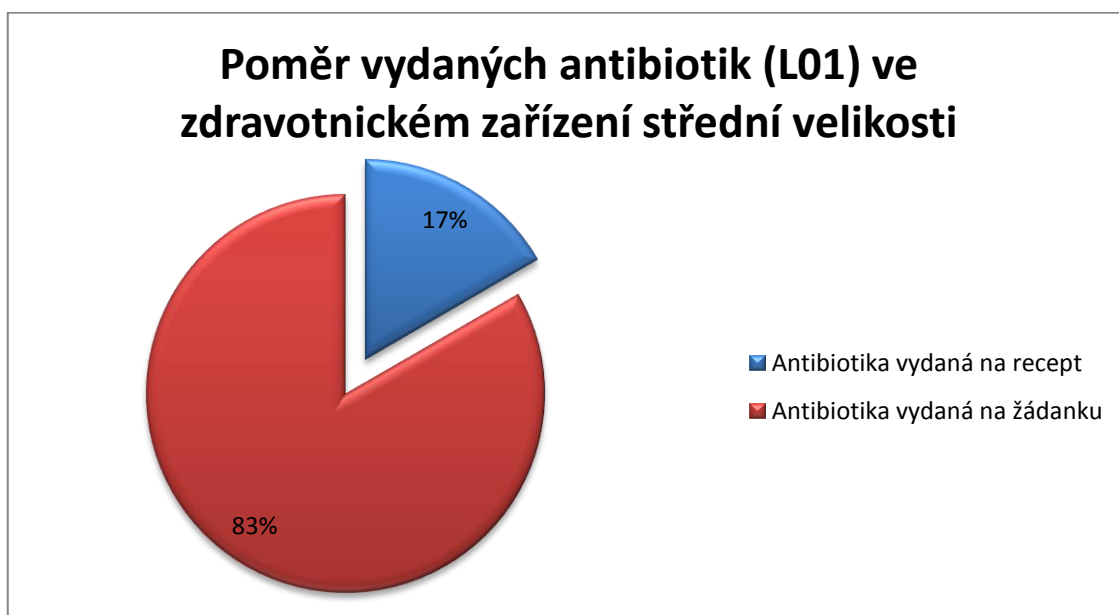
Zdroj: SÚKL, 2011

5.3 Spotřeba antibiotik v nemocnicích v roce 2010

Celkový počet lůžek ve zdravotnických zařízeních v České republice ke konci roku 2010 činil 62219. Dále bylo zjištěno, že z celkového počtu balení vydaných v lékárnách v šetřených zařízeních je v rámci spotřeby hospitalizovaných pacientů užito 83% celkového počtu a 17% je vydáno pacientům v domácím léčení (obrázek č. 16).

Průměrně je v nemocnicích tedy podáno 9 555 790 balení antibiotik ročně, což činí cca 153 balení na lůžko. Vzhledem k vypočtenému průměrnému množství účinné látky v balení odpovídá množství spotřebované v nemocnicích cca 40 tunám účinné látky ročně, což činí cca 0,645 kg/lůžko.

Obrázek č. 16 Antibiotika vydaná na recept a na žádanku v zařízení střední velikosti



5.4 Spotřeba antibiotik v domácnostech v roce 2010

V roce 2010 bylo v domácnostech spotřebováno přibližně 1957210 balení antibiotik, což odpovídá množství cca 8,82 tun.

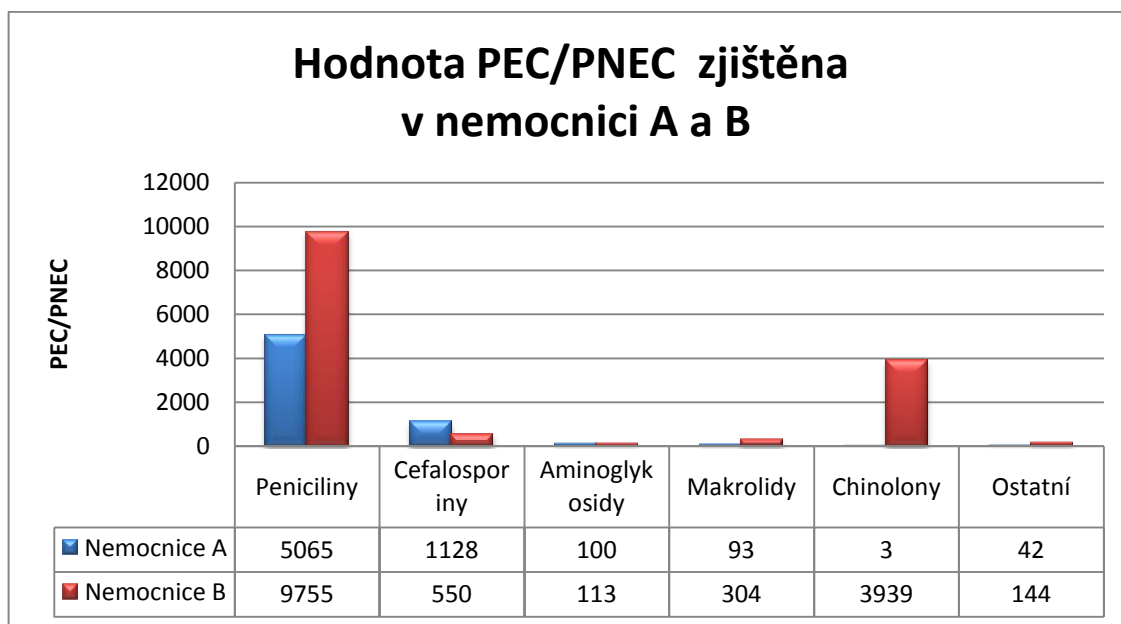
5.5 Výpočet předpokládané koncentrace v odpadních vodách z nemocnic

Předpokládané koncentrace antibiotik v odpadních vodách a ve vodě povrchové jsou uvedeny v tabulce č. 5. Výpočet byl proveden pro následující skupiny antibiotik: peniciliny, cefalosporiny, aminoglykosidy, tetracykliny, makrolidy, glykopeptidy,

chinolony, karbapenemy, streptomyciny, sulfonamidy, a pro skupinu ostatních antibiotik. Nejvyšší koncentrace byly zjištěny pro skupinu penicilinů. Stanovená hraniční hodnota PEC/PNEC > 1 byla kromě penicilinů dále překročena u cefalosporinů a chinolonů. Vypočítaná koncentrace makrolidů byla těsně pod touto hodnotou. Právě tyto 4 skupiny (peniciliny, cefalosporiny, chinolony a makrolidy) jsou v České republice nejvíce užívanými antibiotiky.

Předpokládané koncentrace antibiotik v odpadních vodách z nemocnic A a B, ve kterých proběhlo šetření, jsou shrnuty v tabulce č. 6. Základním podkladem, ze kterého výpočet vycházel, jsou objemy balení vydaných v lékárnách v zařízeních A a B, které jsou uvedeny v příloze č. 5 a v příloze č. 6. Výpočet byl proveden pro následující skupiny antibiotik: peniciliny, cefalosporiny, aminoglykosidy, tetracykliny, makrolidy, glykopeptidy, chinolony, karbapenemy, streptomyciny, sulfonamidy, a pro skupinu ostatních antibiotik. Koncentrace různých skupin antibiotik jsou podobné u obou zdravotnických zařízení, pouze ve skupině penicilinů a chinolonů jsou rozdíly velké, což je znázorněno na obrázku č. 17. Na obrázku č. 17 jsou znázorněna porovnání pouze u skupin antibiotik, které se používají v obou nemocnicích, kde šetření probíhalo. Nejmarkantnější rozdíl v koncentraci u nemocnice A a B byl naměřen právě u chinolonů, ale tato odchylka je zřejmě způsobena velmi malým využitím chinolonů v nemocnici A. V roce 2010 v tomto zařízení byla z lékárny vydána pouze 4 balení chinolonových přípravků.

Obrázek č. 17 Porovnání hodnot PEC/PNEC v šetřených nemocnicích



Tabulka č. 5 Předpokládané koncentrace v České republice v odpadních vodách z nemocnic a v povrchové vodě v roce 2010

| Účinná látka | Sazba vylučování (%) | PNEC ^a (µg·l ⁻¹) | Spotřeba v nemocnicích ^b (kg·rok ⁻¹) | Spotřeba mimo nemocnice ^b (kg·rok ⁻¹) | Spotřeba celkem v ČR (kg·rok ⁻¹) | Vypouštěno do kanalizace (kg·rok ⁻¹) | PEC přitékající do ČOV (µg·l ⁻¹) | PEC/PNEC ČOV | PEC povrchová voda (µg·l ⁻¹) | PEC/PNEC povrchová voda |
|-----------------------|----------------------|---|---|--|--|--|--|---------------|--|-------------------------|
| Peniciliny | | | 13913,05 | 3066,15 | 16979,20 | 12734,4 | 24,96 | 312,04 | 2,5 | 31,2 |
| Amoxicilin | 0,8 | 0,1 | 1827,02 | 364,53 | 2191,55 | 1753,24 | 3,87 | 38,66 | 0,39 | 3,87 |
| Ampicilin | 0,8 | 0,075 | 124,92 | 12,81 | 137,73 | 110,18 | 0,24 | 3,24 | 0,02 | 0,32 |
| Benzylpenicilin | 0,8 | 0,04 | 124,19 | 0,00 | 124,19 | 99,36 | 0,22 | 5,48 | 0,02 | 0,55 |
| Fenoxymethylpenicilin | 0,6 | 0,1 | 738,50 | 1846,26 | 2584,76 | 1550,86 | 4,56 | 45,6 | 0,46 | 4,56 |
| Piperacilin | 0,8 | 0,06 | 109,67 | 0,00 | 109,67 | 87,73 | 0,19 | 3,22 | 0,02 | 0,32 |
| Sultamicilin | 0,7 | 0,15 | 95,51 | 54,58 | 150,09 | 105,06 | 0,26 | 1,77 | 0,03 | 0,18 |
| Cefalosporiny | | | 6602,71 | 458,06 | 7060,77 | 5436,79 | 12,46 | 32,78 | 1,25 | 3,28 |
| Cefazolin | 0,9 | 1,25 | 331,83 | 0,00 | 331,83 | 298,64 | 0,59 | 0,47 | 0,06 | 0,05 |
| Cefadroxil | 0,9 | 1,1 | 465,12 | 62,34 | 527,45 | 474,71 | 0,93 | 0,85 | 0,09 | 0,08 |
| Cefuroxim | 0,95 | 0,15 | 2359,82 | 390,41 | 2750,23 | 2612,72 | 4,85 | 32,35 | 0,49 | 3,23 |
| Cefaklor | 0,8 | 0,6 | N | N | 406,76 | 325,41 | 0,72 | 1,2 | 0,07 | 0,12 |
| Cefotaxim | 0,6 | 0,04 | 1203,01 | 0,00 | 1203,01 | 721,81 | 2,12 | 53,06 | 0,21 | 5,31 |
| Ceftazidim | 0,9 | 0,1 | 382,31 | 1,59 | 383,90 | 345,51 | 0,68 | 6,77 | 0,07 | 0,68 |
| Ceftriaxon | 0,7 | 0,02 | 179,61 | 0,00 | 179,61 | 125,73 | 0,32 | 15,84 | 0,03 | 1,58 |
| Cefixim | 0,35 | 0,04 | 0,00 | 68,00 | 68,00 | 23,8 | 0,12 | 3 | 0,01 | 0,3 |
| Cefepim | 0,85 | 0,15 | 86,96 | 0,00 | 86,96 | 73,91 | 0,15 | 1,02 | 0,02 | 0,1 |
| Aminoglykosidy | | | 1212,66 | 108,92 | 1321,58 | 1202,63 | 2,33 | 1,38 | 0,23 | 0,14 |
| Tobramycin | 0,9 | 1,25 | 51,54 | 72,62 | 124,16 | 111,75 | 0,22 | 0,18 | 0,02 | 0,02 |
| Gentamicin | 0,9 | 0,2 | 379,42 | 1,09 | 380,52 | 342,46 | 0,67 | 3,36 | 0,07 | 0,34 |
| Amikacin | 0,95 | 5 | 415,83 | 0,00 | 415,83 | 395,04 | 0,73 | 0,15 | 0,07 | 0,01 |
| Netilmicin | 0,9 | 0,3 | N | N | 324,27 | 291,84 | 0,57 | 1,91 | 0,06 | 0,19 |

| | | | | | | | | | | |
|----------------------|------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| Tetracykliny | | | 765,75 | 2507,03 | 3272,78 | 1306,19 | 5,76 | 19,2 | 0,58 | 1,92 |
| Doxycyklin | 0,13 | 0,11 | 764,04 | 2501,43 | 3265,47 | 521,82 | 7,08 | 64,38 | 0,71 | 6,44 |
| Makrolidy | | | 4622,86 | 3040,20 | 7663,06 | 79,33 | 1,4 | 9,33 | 0,14 | 0,93 |
| Roxithromycin | 0,2 | 0,04 | 0,00 | 793,32 | 793,32 | 28,14 | 0,25 | 6,21 | 0,02 | 0,62 |
| Klarithromycin | 0,08 | 0,15 | 97,61 | 43,10 | 140,71 | 17,84 | 0,39 | 2,62 | 0,04 | 0,26 |
| Azithromycin | 0,7 | 0,34 | 42,32 | 180,70 | 223,02 | 312,56 | 0,79 | 2,32 | 0,08 | 0,23 |
| Glykopeptidy | | | 848,16 | 4,28 | 852,44 | 26,89 | 0,09 | 2,37 | 0,01 | 0,24 |
| Teikoplanin | 0,9 | 0,6 | N | N | 53,78 | 718,8 | 1,41 | 2,35 | 0,14 | 0,23 |
| Vankomycin | 0,53 | 0,07 | 794,65 | 4,01 | 798,66 | 1206,52 | 4,02 | 57,37 | 0,4 | 5,74 |
| Chinolony | | | 4345,95 | 0,00 | 4345,95 | 1022,38 | 2,58 | 64,42 | 0,26 | 6,44 |
| Ofloxacin | 0,4 | 0,02 | N | N | 1460,54 | 421,02 | 1,86 | 92,85 | 0,19 | 9,28 |
| Ciprofloxacin | 0,3 | 0,15 | 1052,55 | 0,00 | 1052,55 | 146,18 | 0,86 | 5,73 | 0,09 | 0,57 |
| Norfloxacin | 0,7 | 0,06 | N | N | 487,26 | 14,74 | 0,04 | 0,62 | 0 | 0,06 |
| Levofloxacin | 0,7 | 0,05 | N | N | 21,05 | 166,85 | 0,42 | 8,41 | 0,04 | 0,84 |
| Karbapenemy | | | 238,36 | 0,00 | 238,36 | 62,28 | 0,16 | 1,96 | 0,02 | 0,2 |
| Meropenem | 0,7 | 0,02 | 88,96 | 0,00 | 88,96 | 33,16 | 0,08 | 4,18 | 0,01 | 0,42 |
| Imipenem | 0,8 | 20 | 47,37 | 0,00 | 47,37 | 61,44 | 0,14 | 0,01 | 0,01 | 0 |
| Streptomyciny | | | 0,00 | 76,80 | 76,80 | 61,44 | 0,14 | 0,01 | 0,01 | 0 |
| Streptomycin | 0,75 | 10,5 | 0,00 | 76,80 | 76,80 | 2302 | 5,42 | 0,52 | 0,54 | 0,05 |
| Sulfonamidy | | | N | N | 3069,34 | 527,69 | 1,55 | 1,55 | 0,16 | 0,16 |
| Trimethoprim | 0,9 | 20 | N | N | 879,49 | 1970,87 | 3,86 | 0,19 | 0,39 | 0,02 |
| Sulfamethoxazol | 0,37 | 0,9 | N | N | 2189,85 | 1031,92 | 4,92 | 5,47 | 0,49 | 0,55 |
| Ostatní | | | 2436,48 | 352,48 | 2788,96 | 440,04 | 2,22 | 4,44 | 0,22 | 0,44 |
| Klindamycin | 0,4 | 1,3 | 1091,01 | 166,26 | 1257,27 | 612,68 | 2,7 | 2,08 | 0,27 | 0,21 |
| Metronidazol | 0,75 | 0,08 | N | N | 1531,70 | 12734,4 | 24,96 | 312,04 | 2,5 | 31,2 |

^a PNEC = MIC₅₀/100; ^b N nepoužívá se, nezjištěno

Tabulka č. 6 Předpokládané environmentální koncentrace v odpadních vodách ze šetřených nemocnic 2010

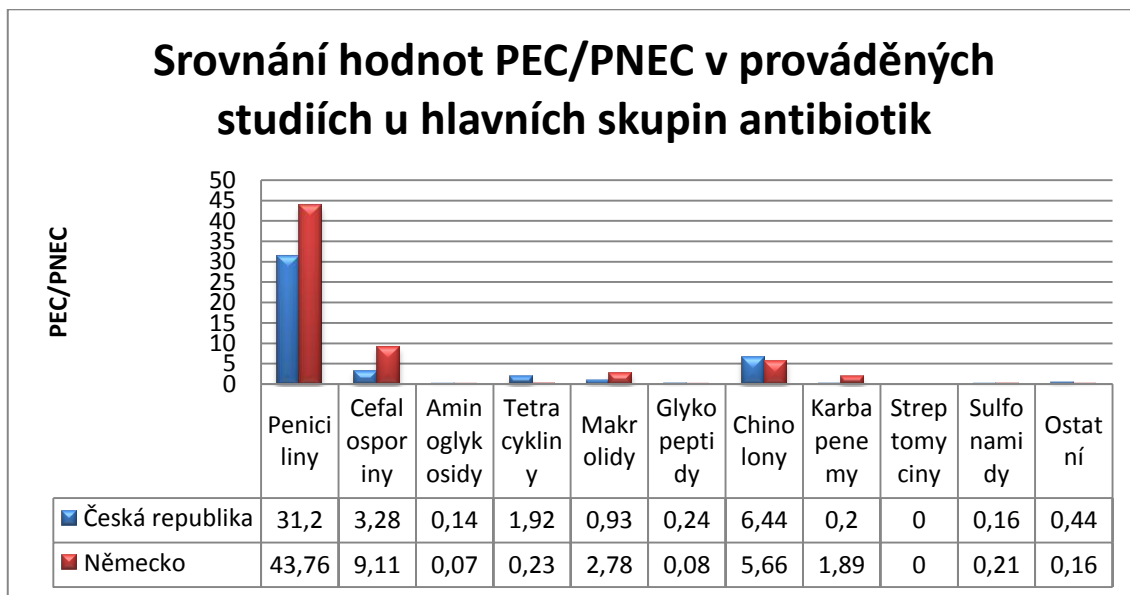
| Účinná látka | PNEC ^a (µg·l ⁻¹) | PEC (µg·l ⁻¹) | | PEC/PNEC | |
|-----------------------|---|---------------------------|---------------|----------------|----------------|
| | | A | B | A | B |
| Nemocnice | | A | B | A | B |
| Peniciliny | 0,08 | 405,22 | 780,37 | 5065,25 | 9754,67 |
| Amoxicilin | 0,1 | 392,72 | 530,01 | 3927,16 | 5300,12 |
| Ampicilin | 0,075 | 16,64 | 148,96 | 221,92 | 1986,15 |
| Benzylpenicilin | 0,04 | 10,75 | 22,87 | 268,87 | 571,86 |
| Fenoxymethylpenicilin | 0,1 | 0,38 | N | 3,84 | N |
| Piperacilin | 0,06 | 5,38 | N | 89,62 | N |
| Sultamicilin | 0,15 | 2,61 | 114,23 | 17,42 | 761,54 |
| Cefalosporiny | 0,38 | 428,68 | 208,89 | 1128,1 | 549,7 |
| Cefazolin | 1,25 | 44,94 | 42,68 | 35,95 | 34,14 |
| Cefadroxil | 1,1 | 9,31 | N | 8,47 | 0 |
| Cefuroxim | 0,15 | 206,47 | 6,63 | 1376,45 | 44,17 |
| Cefaklor | 0,6 | N | N | N | N |
| Cefotaxim | 0,04 | 5,12 | 124,27 | 128,03 | 3106,85 |
| Ceftazidim | 0,1 | 230,46 | N | 2304,57 | N |
| Ceftriaxon | 0,02 | 3,45 | 6,83 | 171,78 | 341,72 |
| Cefixim | 0,04 | N | N | N | N |
| Cefepim | 0,15 | 8,16 | N | 54,41 | N |
| Aminoglykosidy | 1,69 | 169,71 | 190,39 | 100,42 | 112,65 |
| Tobramycin | 1,25 | 10,56 | N | 8,45 | N |
| Gentamicin | 0,2 | 66,64 | 37,66 | 333,20 | 188,29 |
| Amikacin | 5 | 95,68 | 159,00 | 19,14 | 31,80 |
| Netilmicin | 0,3 | N | N | N | N |
| Tetracykliny | 0,3 | 3,12 | N | 10,38 | N |
| Doxycyklin | 0,3 | 3,12 | N | 10,38 | N |
| Makrolidy | 0,11 | 10,25 | 33,45 | 93,11 | 304,12 |
| Roxithromycin | 0,15 | N | N | N | N |
| Klarithromycin | 0,04 | 14,98 | 51,47 | 374,49 | 1286,67 |
| Azithromycin | 0,15 | 0,316 | N | 2,11 | N |
| Glykopeptidy | 0,34 | 73,94 | N | 217,47 | N |
| Teikoplanin | 0,04 | N | N | N | N |
| Vankomycin | 0,6 | 95,06 | N | 158,44 | N |
| Chinolony | 0,07 | 0,23 | 275,73 | 3,23 | 3939,03 |
| Ofloxacin | 0,04 | N | 8,78 | N | 219,68 |
| Ciprofloxacin | 0,02 | 0,17 | 203,08 | 8,54 | 10153,92 |

| | | | | | |
|----------------------|-------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| Norfloxacin | 0,15 | N | N | N | N |
| Levofloxacin | 0,06 | N | N | N | N |
| Karbapenemy | 0,05 | 8,22 | N | 164,31 | N |
| Meropenem | 0,08 | 7,47 | N | 93,36 | N |
| Imipenem | 0,02 | 0,75 | N | 37,34 | N |
| Streptomyciny | 20 | N | N | N | N |
| Streptomycin | 20 | N | N | N | N |
| Sulfonamidy | 10,5 | N | 27,72 | N | 2,64 |
| Trimethoprim | 1 | N | N | N | N |
| Sulfamethoxazol | 20 | N | 33,27 | N | 1,66 |
| Ostatní | 0,9 | 37,38 | 129,27 | 41,54 | 143,64 |
| Klindamycin | 0,5 | 33,57 | 122,29 | 67,14 | 244,57 |
| Metronidazol | 1,3 | N | N | N | N |

^a PNEC = MIC₅₀/100; N nepoužívá se, nezjištěno

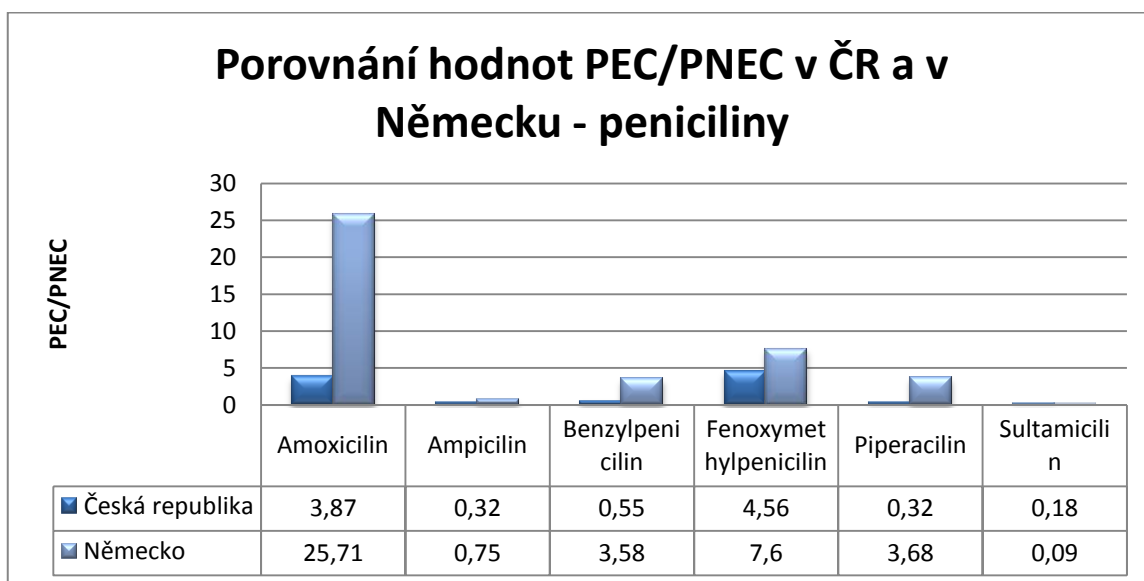
Při srovnání výsledků z České republiky a studie provedené v roce 2003 v Německu se výsledné hodnoty příliš nelišily, pouze u skupiny karbapenemů byla v Německu vypočítána hodnota téměř o 100% vyšší než v České republice.

Obrázek č. 18 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro hlavní skupiny antibiotik



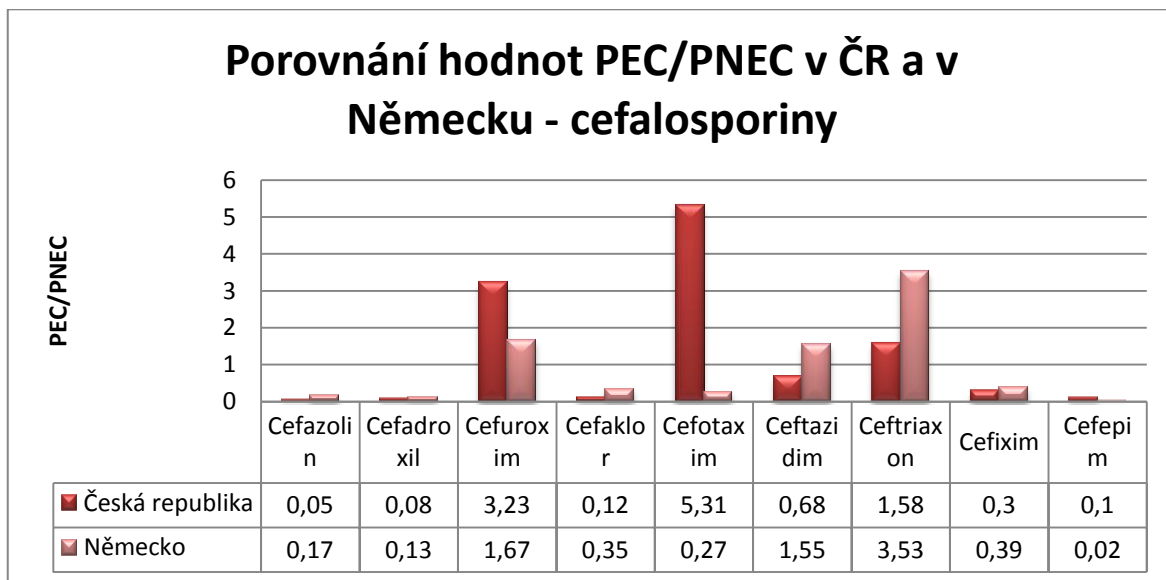
U jednotlivých položek v rámci skupiny penicilinů byl velký rozdíl zaznamenán u amoxicilinu. Hodnoty amoxicilinu pro Českou republiku byly 6x nižší, než hodnoty vyplývající z předcházejícího průzkumu.

Obrázek č. 19 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro skupinu penicilinů



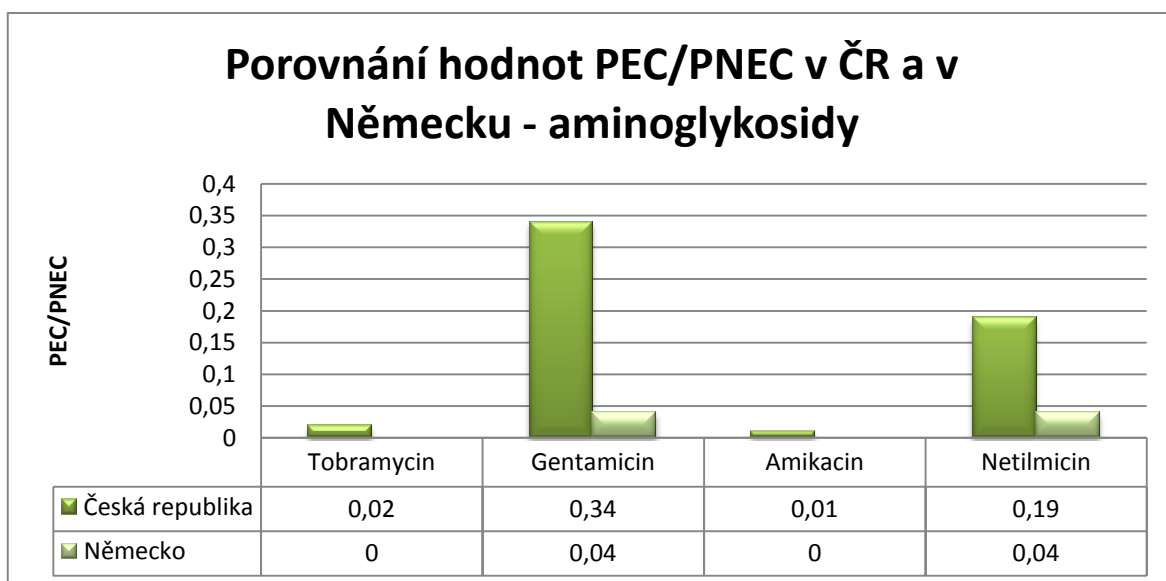
U jednotlivých položek v rámci skupiny cefalosporinů byl zjištěn velmi vysoký rozdíl u látky cefotaxim. Hodnota vyplývající z výpočtu pro Českou republiku je u cefotaximu téměř 20x vyšší, než hodnota, která byla vypočítána v německé studii.

Obrázek č. 20 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro cefalosporinová antibiotika



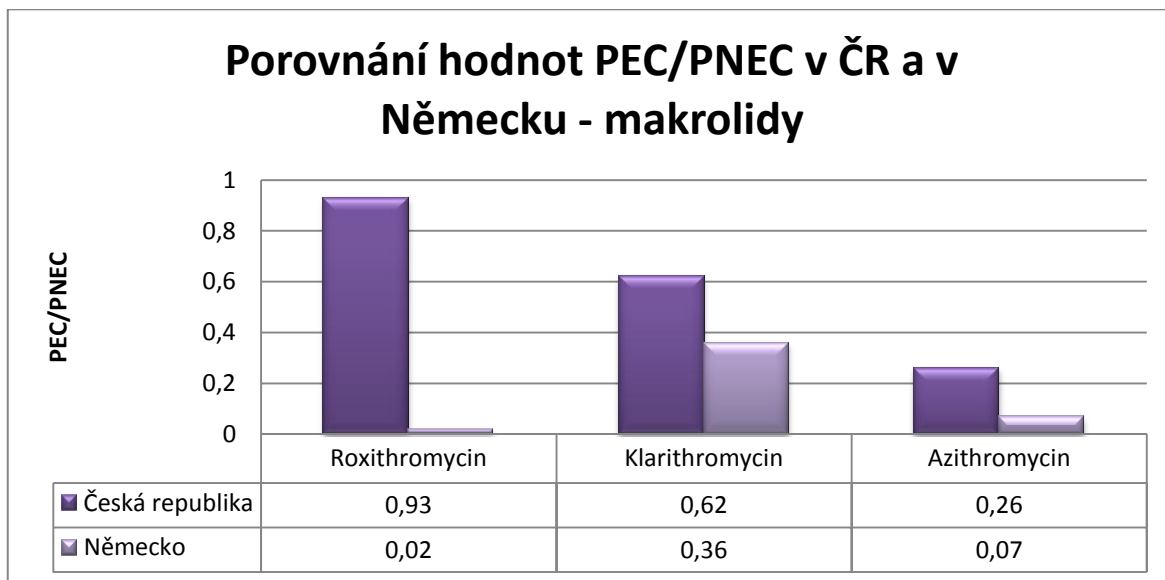
V rámci skupiny aminoglykosidů byl zaznamenán významný rozdíl u látky gentamicin. V České republice je u gentamicinu hodnota PEC/PNEC více než 8x vyšší.

Obrázek č. 21 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro aminoglykosidy



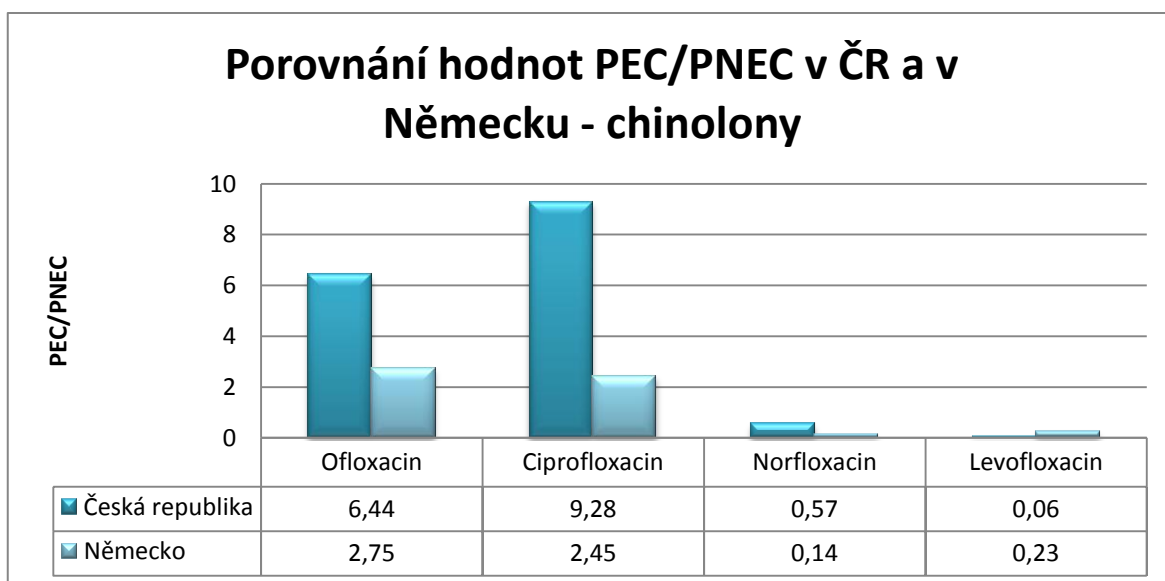
U makrolidových antibiotik byl největší rozdíl zaznamenán u roxithromycinu, kdy jeho hodnota PEC/PNEC pro Českou republiku převyšovala hodnotu z německé studie více než 40x. I přes tento markantní rozdíl je stále hodnota PEC/PNEC < 1.

Obrázek č. 22 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro makrolidová antibiotika



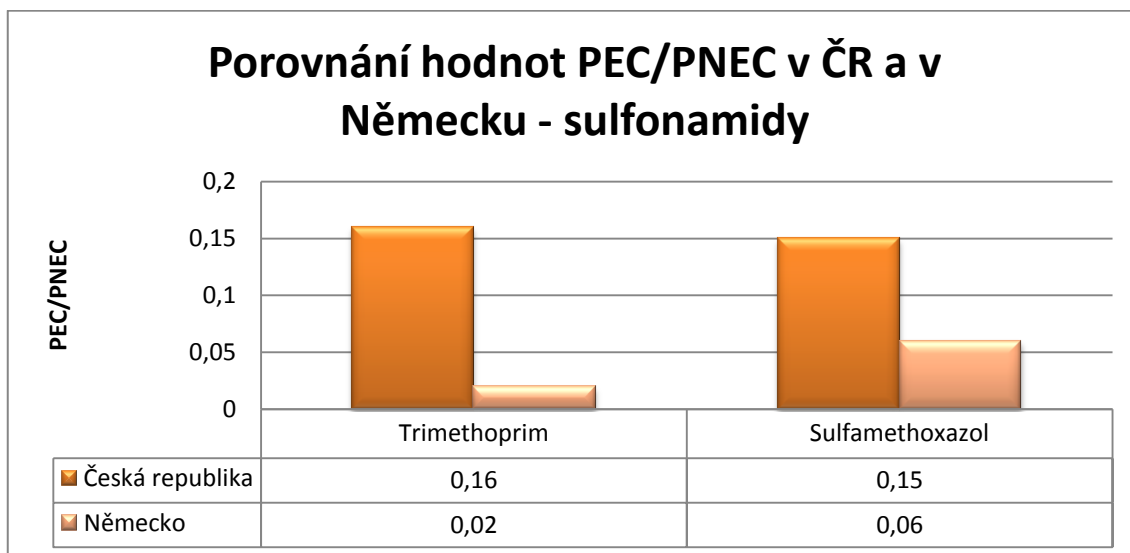
Hodnota PEC/PNEC pro účinnou látku ciprofloxacin zjištěnou v České republice výrazně převyšovala hodnotu ve srovnávané německé studii. U látky ciprofloxacin byla hodnota v ČR téměř 4x vyšší než v Německu.

Obrázek č. 23 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro skupinu chinolonů



U sulfonamidů byly zjištěné hodnoty v České republice vyšší u obou látek, které byly do výpočtu zařazeny. I přes velký rozdíl ve výsledných hodnotách je stále hodnota PEC/PNEC trimethoprimu i sulfamethoxazolu i v České republice velmi nízká.

Obrázek č. 24 Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu u sulfonamidů



6. Diskuze

Je známo, že koncentrace léčiv v odpadních vodách mohou ovlivňovat životní prostředí, ale platná norma ČSN 75 6406 o odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení, řeší pouze limity infekčnosti a radioaktivity, ovšem problematiku reziduí léčiv v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení vůbec neřeší. Navíc se v České republice velmi těžko odhadují spotřeby antibiotik, neboť publikovaná data Státním ústavem pro kontrolu léčiv jsou založena na počtu balení a nikoliv na skutečné gramáži účinné látky v balení. Pro účely této práce bylo kalkulováno s průměrnou hodnotou 4,2g účinné látky/ balení. Tato hodnota byla získána orientačním výpočtem.

Používání antibiotik bylo před více než sedmdesáti lety účinným nástrojem k léčení bakteriálních infekcí. Postupem času se však vlivem i nadměrné a v mnoha případech neodůvodněné aplikace vytvořila rezistence vůči antibiotikům. Tento jev je prokázán a je vážnou hrozbou že by se lidstvo mohlo ocitnout opět na počátku éry před vynálezem antibiotik, tedy že by byla antibiotiky neléčitelná banální bakteriologická onemocnění nebo jednoduché plicní infekce. Zajímavým zjištěním je fakt, že objem distribuovaných antibiotik v posledních letech klesá, ale antibiotická rezistence se zvyšuje. S tímto jevem souvisí i ekonomická stránka věci, neboť rezistence vede k delšímu pobytu pacientů v nemocnicích a používání dražších antibiotik.

Jak uvádí TULL (2011), cena, kterou by se zaplatilo za menší spotřebu antibiotik v zemědělství v souvislosti s vyšší cenou na trhu, díky vyšší ztrátě zvířat je malá, oproti ceně, kterou zaplatí lidstvo, pokud nebudou antibiotika účinkovat. Také věří, že největší z výzev v oblasti boje s antibiotickou rezistencí je zastavení volného prodeje antibiotik, zejména v zemích mimo EU.

V praktické části práce byly zjištěny předpokládané roční koncentrace antibiotik v odpadních vodách z nemocnic, ale koncentrace mohou být podstatně vyšší během určitých denních období, například v noci, kdy je nižší celková spotřeba vody nejen v nemocnicích, ale i v domácnostech, čímž bude koncentrace v odpadních vodách stoupat. Dalším faktorem variability koncentrace je roční období. V letních měsících je celková spotřeba antibiotik sice nižší, ale také je méně dešťové vody. Nejvyšší koncentrace je očekávána v zimě, kdy je spotřeba antibiotik vysoká a množství komunálních odpadních vod je poměrně nízké, protože velká část srážek je zadržována jako sníh, či led. Dále by mohlo mít vliv stále narůstající a bezesporu prospěšné snižování spotřeby vody. Stanovení koncentrace antibiotik v odpadních vodách je tedy složitý komplex faktorů, které nejsou stálé a zatím zcela odhadnutelné a prozkoumané. Důvodem je také to, že není dostatečně stanovena a známa metodika

výpočtu koncentrace antibiotik, proto byla k výpočtu použita modelová studie publikovaná v roce 2003, jediná svého druhu, na základě které byla odhadnuta roční koncentrace antibiotik v odpadních vodách z nemocnic v Německu. (Kümmerer, Henninger, 2003), a je prozatím jedinou dosažitelnou metodou. Koncentrace antibiotik v odpadních vodách by také bylo možné zjistit např. kapalinovou chromatografií, plynovou chromatografií a kapilární elektroforézou (Trtílková, 2008), ale tento postup je velmi složitý a nákladný. Koncentrace antibiotik v odpadních vodách zjištěné v této diplomové práci jsou závislé na rozsahu používání antibiotik v konkrétních zařízeních.

Dále zvolené hraniční PEC/PNEC hodnoty nemusí odpovídat reálným rizikům, tyto hodnoty jsem převzala ze studie Kümmerera a Henningera z roku 2003 z důvodu neexistence všeobecně přijímaných standardů a limitů a alternativních pohledů.

Objemy antibiotik použité pro výpočet koncentrací pro Českou republiku jsou vyjádřeny objemem distribuovaných balení, nikoli prodaných, tudíž údaje mohou být zkreslené, protože distribuce se nemusí rovnat reálné spotřebě. Evidence prodaných léčiv sice existuje, ale do této evidence nejsou zahrnuty všechny lékárny v České republice, ale jen část, takže by výsledný objem spotřebovaných antibiotik byl také zkreslen. Výsledky výpočtu koncentrace antibiotik jsou založeny pouze na údajích z 60% celkového objemu distribuovaných balení. Takto malá část byla použita z důvodu nedostatku informací o účinných látkách, jako je např. procento vylučování látek z těla po požití a minimální inhibiční koncentrace těchto účinných látek, bez kterých nemůže být výpočet proveden.

Další otázkou je vliv na ČOV. Na jedné straně antibiotika, která jsou deriváty látek vytvořených bakteriemi a odpadní vody vlastně „dezinfikují“, protože nepochybně reagují s přítomnými patogeny, ale na druhé straně mohou komplikovat mikrobiální dekontaminaci odpadních vod.

V každém případě je stanovení koncentrace antibiotik prozatím bílým místem na mapě v cestě za kontrolou a stanovením vlivu těchto látek na životní prostředí. Jen další výzkum a uvolnění jeho výsledků vědecké a obecné veřejnosti může vést k zmapování a popsání skutečného stavu a tím k posunutí vědomí v této oblasti, případně k nastavení pravidel pro nakládání tekutými odpady ze zdravotnických zařízení.

Snaha o regulaci tekutých odpadů ze zdravotnictví by měla být vedena s cílem nepoškodit samotnou léčbu pacienta například přehnanými náklady na kontrolu, nebo dekontaminaci. Jde o to, aby léčba a její případná rizika pro životní prostředí byla vzata v úvahu rovnovážně, tak jako se určitými environmentálními riziky platí v jiných odvětvích (např. doprava, výroba tepla).

7. Závěr

Látky, jako jsou antibiotika, cytostatika, či analgetika jsou detekovány v povrchových vodách, v podzemních vodách, v kalech z ČOV, které jsou následně aplikovány na půdu, se stávají součástí potravního řetězce a později mohou být obsažena i v potravinách. Léčiva byla detekována i v pitných vodách a tento fakt v sobě nese velká rizika, např. u antibiotik spojená se zvyšováním výskytu antibiotické rezistence, ale i problém etický, protože výskyt léčiv v pitné vodě, u které se uživatelem předpokládá nezávadnost, evokuje myšlenku již dřívějšího požití. Antibiotická rezistence je velmi často diskutovaným a vážným problémem současnosti, protože odolnost bakterií způsobujících infekce vůči antibiotikům komplikuje léčbu, či ji v některých případech dokonce znemožňuje. Sice jsou vyvíjena antibiotika nová, ale nejen že jejich vývoj je nákladný a zdlouhavý, ale u nově uváděných antibiotik na trh se vznik rezistence neustále zrychluje. Rezistence je nejčastěji způsobena špatným a nadměrným užíváním antibiotik.

Ze shrnutí současných poznatků o nakládání s tekutými odpady ze zdravotnických zařízení vyplývá, že legislativa České republiky v návaznosti na legislativu Evropské unie sice řeší detailně nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení, ale pozornosti stále unikají právě tekuté odpady odcházející ze zdravotnických zařízení, ve kterých je obsaženo velké množství toxických látek v malých koncentracích, které se touto cestou nekontrolovaně dostávají do prostředí.

Identifikované toxické látky, které se tekutými odpady ze zdravotnických zařízení dostávají do životního prostředí, jsou především léčiva, jako antibiotika, cytostatika, analgetika a nesteroidní protizánětlivá léčiva, dále dezinfekční prostředky, kovy a další.

Koncentrace antibiotik, coby zvoleného indikátoru, v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení a následně předpokládaná koncentrace ve vodách povrchových, nepředstavovala u většiny skupin antibiotik nadlimitní hodnotu, pouze koncentrace penicilinových antibiotik, cefalosporinů, tetracyklinů a chinolonů hraniční hodnotu PEC/PNEC <1 přesáhla. Tato hraniční hodnota vychází z německé modelové studie použité k výpočtu. V porovnání s touto modelovou studií byly výsledky obdobné, zvýšené koncentrace byly vypočítány u stejných skupin antibiotik, s výjimkou tetracyklinů (zvýšené v ČR) a karbapenemů (zvýšená koncentrace v Německu).

Tekuté odpady ze zdravotnických zařízení jsou odstraňovány pouze prostřednictvím odpadních vod, ve většině případů bez jakéhokoli opatření, čímž se toxické látky obsažené v tekutých odpadech dostávají přímo do životního prostředí.

Pro další zkoumání a zjišťování koncentrací léčiv v tekutých odpadech ze zdravotnických zařízení a následně v životním prostředí je nezbytné zpřesnění vstupních dat.

8. Přehled literatury a použitých zdrojů

Použitá literatura:

Eawag, 2009: Environmental Toxicology Research. Eawag: Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology. Online 21. červen 2009:

http://www.eawag.ch/forschung/utox/schwerpunkte/index_EN. Citace: 14. únor 2011.

Emmanuela E., Perrodin Y., Keck G., Blanchard J.-M., Vermande P., 2005:

Ecotoxicological risk assessment of hospital wastewater: a proposed framework for raw effluents discharging into urban sewer network. *Journal of Hazardous Materials*. 2005, stránky 1-11.

Escher B., Baumgartner R., Koller M., Treyer K., Lienert J., McArdell Ch., 2011:

Environmental toxicology and risk assessment of pharmaceuticals from hospital wastewater Original Research Article. *Water Research*, Volume 45, Issue 1, January 2011, Pages 75-92.

FAO/WHO/OIE, 2004: Expert Workshop on Non-Human Antimicrobial Usage and Antimicrobial Resistance.. Geneva, 2004.

HOZA J., JINDRÁK V., MAREŠOVÁ V., NYČ O., SECHSER T., SUCHOPÁR J.,

ŠVIHOVEC J., URBÁŠKOVÁ P., 2007: Konsensus používání antibiotik I. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně. Česká lékařská společnost Jana Evangelisty Purkyně. Online: říjen 2007.

http://www.cls.cz/dokumenty/atb_konsensus02.doc. 1802-1891. Citace: 16. duben 2011.

Hynie, S. Speciální farmakologie, díl VII, Protinádorová a protinfekční chemoterapeutika. Praha : Karolinum, 1999. 80-7184-942-1.

Karl Fent, Anna A. Weston, Daniel Caminada. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology*. 76, (2006) , Sv. 122–159.

Kotyza J., Soudek P., Kafka Z., Vaněk T., 2009: Léčiva - "Nový environmentální" polutant. Praha, *Chemické listy*, stránky 540 - 547.

Kožíšek F., Čadek V., Jeligová H. 2010: Výskyt humánních léčiv v pitných vodách., SOVAK - Časopis oboru vodovodů a kanalizací, stránky 71-75.

Kožíšek F., Čadek V., Pomykačová V., Svobodová V., Jeligová H., 2011: První výsledky ze systematického sledování zbytků léčiv v pitných vodách v ČRZlín : Voding

Hranice a Moravská vodárenská, 2011. Sborník příspěvků XV. mezinárodní vodohospodářské konference VODA ZLÍN 2011. 978-80-254-9113-3.

Kümmerer K., Henninger A., 2003: Promoting resistance by the emission of antibiotics from hospitals and households into effluent, *Clinical Microbiology and Infection*, stránky 1203 - 1214.

KÜMMERER, K., 2001: Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic aids and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources - a review. Freiburg : Elsevier Science Publishing Company, Inc., 2001. ISSN 0045-6535, stránky 957-969.

Kümmerer, K., 2003: Significance of Antibiotics in the Environment. Oxford University Press, 2003, Sv. 1. 0305-7453.

MAHNIK S., HORINEK G. , 2010: Problems and solutions disposing liquid waste from human medicine.

Melicherčíková, V. Ochranná dezinfekce. Praha : Sdružení DDD a Společenstvo drobného podnikání, 2003. ISBN 80-02-01559-2.

Roth, M., 2011: http://www.campusecology.wsu.edu/m_roth_review_of_ppcps.pdf.
www.campusecology.wsu.edu. Online 13. leden 2004.
http://www.campusecology.wsu.edu/m_roth_review_of_ppcps.pdf. Citace: 16. 3 2011.

ŠÍDLOVÁ P., PODLIPNÁ R., VANĚK T., 2010: Cytostatická léčiva v životním prostředí. Praha : Chemické Listy 105, 2010, stránky 8-14.

TRTÍLKOVÁ, J. Využití separačních metod pro stanovení vybraných léčiv ve vodách. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 92 s. Vedoucí diplomové práce prof. RNDr. Milada Vávrová, CSc.

Váňa M., Wanner F., Matoušová L., Fuksa J.K., 2010: Možnosti odstraňování vybraných specifických polutantů v ČOV. VTEI 2/2010.

WHO, 2005a: Management of Solid Health-Care Waste at Primary Health-Care Centres A Decision-Making Guide. Geneva : World Health Organization, 2005. ISBN: 9241592745.

WHO, 2011a: WHO Safe health-care waste management: Policy paper. WHO. Citace: 27. Březen 2011
http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/hcwmpolicy/en/index.html.

WHO, 2011c: Přehled základních skutečností rezistence vůči antibiotikům; Nebudeme-li jednat dnes, nebudeme mít zítra čím léčit. Online 2011.

http://www.who.cz/PDF/WHD_factsheet_Every_cj%20edit.pdf. Citace: 15. duben 2011.

WHO, 2011d: Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe. Copenhagen : WHO Europe, 2011. ISBN 978 92 890 1421 2.

Zimová, M., 2009: Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení v České republice. SZÚ. Citace: 28. prosinec 2010. <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/nakladani-s-odpady-ze-zdravotnickych-zarizeni-v-ceske>.

Použitá legislativa:

ČSN 75 6404 o odvádění a čištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení (1996).

Metodické doporučení Ministerstva životního prostředí k nakládání s odpady ze zdravotnictví 2006.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek (REACH), v platném znění.

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 o odpadech a zrušení některých směrnic, v platném znění.

Vyhláška č. 376/2001 Sb. o hodnocení nebezpečnosti odpadů, v platném znění.

Vyhláška č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, Seznam nebezpečných odpadů a seznamy odpadů a států pro účely vývozu, dovozu a tranzitu odpadů (Katalog odpadů), v platném znění.

Zákon č. 79/1997 Sb., o léčivech a o změnách a doplnění některých souvisejících zákonů, v platném znění.

Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, platném znění.

Použití internetové zdroje:

Berner International GmbH, 2011: Berner International GmbH safety systems made in Germany. Berner International GmbH, online 2011: <http://media.berner-international.de/3581/de/0%7B1500%7D/a/0/media.html>. Citace: 23. duben 2011.

Buildpedia.com, 2010: Case Study: Wastewater Infrastructure -. Buildpedia.com - Because the World Never Stops Building. Online 10. prosinec 2010:
<http://buildpedia.com/operations/public-infrastructure/item/1349-case-study-wastewater-infrastructure>. Citace: 23. duben 2011.

CDC, 2010: CDC - Get Smart: Antibiotic Resistance Questions & Answers. Centres for Disease Control and Prevention, Online 1. září 2010:
<http://www.cdc.gov/getsmart/antibiotic-use/antibiotic-resistance-faqs.html>. Citace: 15. duben 2011.

ČSÚ, 2010: Produkce, využití a opdstanění odpadů v ČR. online:
<http://www.czso.cz/csu/2010edicniplan.nsf/publ/2001-10->. Citace: 16. březen 2011.

Malečková, R., 2011: Nemocnice v České republice v roce 2010 | ÚZIS ČR. ÚZIS ČR. Online 11. březen 2011: http://www.uzis.cz/system/files/04_11.pdf. Citace: 1. duben 2011.

Med-Eng. s.r.o., 2006: Zdravotnická technika. Med-Eng; Medical Engineering Company, Online: <http://www.med-eng.cz/deconto/th.html>. Citace: 27. Březen 2011.

NIAID, 2008: Rocky Mountain Laboratories, NIAID, NIH. National Institute of Alergy and Infectious Diseases, online 19. august 2008:
http://www.niaid.nih.gov/SiteCollectionImages/topics/biodefenserelated/SALMON_1.JPG. Citace: 23. duben 2011.

SciencePhotoLibrary, 2011: SciencePhotoLibrary, online 2011:
http://www.sciencephoto.com/search/searchLogic.html?searchstring=ampicilin&matchtype=FUZZY&country=67&perpage=96&orderby=both&media_type=image&image_channel=all&motion_channel=all. Citace: 23. duben 2011.

Sirotková, D., 2009: Kaly z ČOV - Nové směry zájmu. EUROFERT. Online 2009:
<http://www.eurofert.cz/news/kaly-z-cov-nove-smery-zajmu/>. [Citace: 17. duben 2011.]

SÚKL, 2007: Státní ústav pro kontrolu léčiv. Spotřeby a jiná hodnocení, Státní ústav pro kontrolu léčiv, online: <http://www.sukl.cz/spotreby-a-jina-hodnoceni>. Citace: 16. březen 2011.

SÚKL, 2008: Státní ústav pro kontrolu léčiv. Spotřeby a jiná hodnocení, Státní ústav pro kontrolu léčiv, online: <http://www.sukl.cz/spotreby-a-jina-hodnoceni>. Citace: 16. březen 2011.

SÚKL, 2009: Státní ústav pro kontrolu léčiv. Spotřeby a jiná hodnocení, Státní ústav pro kontrolu léčiv, online: <http://www.sukl.cz/spotreby-a-jina-hodnoceni>. Citace: 16. březen 2011.

SÚKL, 2010: Státní ústav pro kontrolu léčiv. Spotřeby a jiná hodnocení, Státní ústav pro kontrolu léčiv, online: <http://www.sukl.cz/spotreby-a-jina-hodnoceni>. Citace: 16. březen 2011.

SÚKL, 2011: Státní ústav pro kontrolu léčiv. Spotřeby a jiná hodnocení, Státní ústav pro kontrolu léčiv, online: <http://www.sukl.cz/spotreby-a-jina-hodnoceni>. Citace: 16. březen 2011.

SZÚ, 2007: Odpady ze zdravotnických zařízení, Praha, online: <http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/odpady-ze-zdravotnickych-zarizeni>, citace: 28.12. 2010.

Tull, P., 2011: WHO/Europe| Antibiotic resistance is a complex issue - there is no easy fix. WHO/Europe, online 2011: <http://www.euro.who.int/en/who-we-are/whd/world-health-day-2011-antibiotic-resistance-no-action-today,-no-cure-tomorrow/world-health-day-2011/antibiotic-resistance-is-a-complex-issue-there-is-no-easy-fix>. Citace: 18. duben 2011.

ÚNS - Laboratorní služby, s.r.o., 2006. ÚNS - Laboratorní služby, s.r.o. ÚNS - Laboratorní služby, s.r.o., online 2006: <http://unskh.cz/sluzby/slu06.pdf>. Citace: 15. duben 2011.

WHO, 2005b: Healthcare Waste Management, online: <http://www.healthcarewaste.org/en/technicals.html?id=183>, Citace: 27. Březen 2011.

WHO, 2011b: WHO/Europe|Antibiotic resistance. WHO/Europe, online 2011: <http://www.euro.who.int/en/what-we-do/health-topics/disease-prevention/antimicrobial-resistance/antibiotic-resistance>. Citace: 19. duben 2011.

9. Seznam tabulek

| Číslo tabulky | Název tabulky |
|---------------|--|
| Tabulka č. 1 | Orientační podíl různých typů odpadů k celkovému množství odpadů ze zdravotnických zařízení |
| Tabulka č. 2 | Celosvětový přenos onemocnění infekčními injekčními stříkačkami v roce 2000 |
| Tabulka č. 3 | Průměrné koncentrace znečišťujících látek z nemocnice a ČOV za rok 2010 |
| Tabulka č. 4 | Vybraná zdravotnická zařízení pro provedení šetření |
| Tabulka č. 5 | Předpokládané koncentrace v České republice v odpadních vodách z nemocnic a v povrchové vodě v roce 2010 |
| Tabulka č. 6 | Předpokládané environmentální koncentrace v odpadních vodách ze šetřených nemocnic 2010 |

10. Seznam obrázků

| Číslo obrázku | Název obrázku |
|---------------|--|
| Obrázek č. 1 | Vývoj produkce odpadu v České republice v letech 2002 - 2009 dle katalogového čísla 18 Katalogu odpadů |
| Obrázek č. 2 | Dosazovací nádrž v ČOV, kde probíhá separace aktivovaného kalu |
| Obrázek č. 3 | Schéma možných zdrojů a cest výskytu léčiv ve vodním prostředí |
| Obrázek č. 4 | Výzkum antibiotik, antibiotikum ampicilin a širokospektrální antibiotikum ciprofloxacin |
| Obrázek č. 5 | <i>Salmonella typhimurium</i> napadající lidské buňky |
| Obrázek č. 6 | Rezistentní bakterie <i>Streptococcus pyogenes</i> |
| Obrázek č. 7 | Veterinární antibiotika užívaná v deseti evropských zemích v roce 2007 |
| Obrázek č. 8 | Šíření bakterií rezistentním vůči antibiotikům |
| Obrázek č. 9 | Vývoj spotřeby cytostatik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů |
| Obrázek č. 10 | Výroba cytostatických přípravků |
| Obrázek č. 11 | Vývoj spotřeby analgetik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů |
| Obrázek č. 12 | Schéma postupu modelového výpočtu |

| | |
|----------------------|--|
| Obrázek č. 13 | Vývoj spotřeby léčiv v ČR v uplynulých pěti letech |
| Obrázek č. 14 | Vývoj spotřeby antibiotik v České republice v posledních pěti letech dle údajů distributorů |
| Obrázek č. 15 | Vypouštění antibiotik do odpadních vod v roce 2010 dle skupin |
| Obrázek č. 16 | Antibiotika vydaná na recept a na žádanku v zařízení střední velikosti |
| Obrázek č. 17 | Porovnání hodnot PEC/PNEC v šetřených nemocnicích |
| Obrázek č. 18 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro hlavní skupiny antibiotik |
| Obrázek č. 19 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro skupinu penicilinů |
| Obrázek č. 20 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro cefalosporinová antibiotika |
| Obrázek č. 21 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro aminoglykosidy |
| Obrázek č. 22 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro makrolidová antibiotika |
| Obrázek č. 23 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu pro skupinu chinolonů |
| Obrázek č. 24 | Srovnání výsledných hodnot studie provedené v ČR a v Německu u sulfonamidů |

11. Přílohy

11.1 Příloha č. 1 - Katalog odpadů

SKUPINY KATALOGU ODPADŮ

- 01** Odpady z geologického průzkumu, těžby, úpravy a dalšího zpracování nerostů a kamene
- 02** Odpady z prvovýroby v zemědělství, zahradnictví, myslivosti, rybářství a z výroby a zpracování potravin
- 03** Odpady ze zpracování dřeva a výroby desek, nábytku, celulózy, papíru a lepenky
- 04** Odpady z kožedělného, kožešnického a textilního průmyslu
- 05** Odpady ze zpracování ropy, čištění zemního plynu a z pyrolytického zpracování uhlí
- 06** Odpady z anorganických chemických procesů
- 07** Odpady z organických chemických procesů
- 08** Odpady z výroby, zpracování, distribuce a používání nátěrových hmot (barev, laků a smaltů), lepidel, těsnicích materiálů a tiskařských barev
- 09** Odpady z fotografického průmyslu
- 10** Odpady z tepelných procesů
- 11** Odpady z chemických povrchových úprav, z povrchových úprav kovů a jiných materiálů a z hydrometalurgie neželezných kovů
- 12** Odpady z tváření a z fyzikální a mechanické úpravy povrchu kovů a plastů
- 13** Odpady olejů a odpady kapalných paliv (kromě jedlých olejů a odpadů uvedených ve skupinách 05 a 12)
- 14** Odpady organických rozpouštědel, chladiv a hnacích médií (kromě odpadů uvedených ve skupinách 07 a 08)
- 15** Odpadní obaly, absorpční činidla, čisticí tkaniny, filtrační materiály a ochranné oděvy jinak neurčené
- 16** Odpady v tomto katalogu jinak neurčené

- 17** Stavební a demoliční odpady (včetně vytěžené zeminy z kontaminovaných míst)
- 18** Odpady ze zdravotní nebo veterinární péče a/nebo z výzkumu s nimi souvisejícího (s výjimkou kuchyňských odpadů a odpadů ze stravovacích zařízení, které bezprostředně nesouvisejí se zdravotní péčí)
- 19** Odpady ze zařízení na zpracování (využívání a odstraňování) odpadu, z čistíren odpadních vod pro čištění těchto vod mimo místo jejich vzniku a z výroby vody pro spotřebu lidí a vody pro průmyslové účely
- 20** Komunální odpady (odpady z domácností a podobné živnostenské, průmyslové odpady a odpady z úřadů) včetně složek z odděleného sběru

11.2 Příloha č. 2 – Skupina 18 01 Katalogu odpadů

18 – ODPADY ZE ZDRAVOTNICTVÍ A VETERINÁRNÍ PÉČE A/NEBO Z VÝZKUMU S NIMI SOUVISEJÍCÍHO (S VYJÍMKOU KUCHYŇSKÝCH ODPADŮ A ODPADU ZE STRAVOVACÍCH ZAŘÍZENÍ, KTERÉ SE ZDRAVOTNICTVÍM BEZPROSTŘEDNĚ NESOUVISÍ)

Odpady označené „*“ jsou v katalogu odpadů považovány za nebezpečné odpady.

18 01 Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí

18 01 01* Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)

Tato kategorie odpadu zahrnuje všechny ostré předměty, které mohou poškodit pokožku, všechny věci a materiály, které jsou v úzkém vztahu k činnostem zdravotní péče a s nimiž je spojeno potencionální riziko poranění a/nebo infekce, jehly, kanyly, injekční stříkačky s jehlou, jehly s křídélky, bodce, skleněné střepy, ampule, pipety, čepele skalpelů, lancety, prázdné lékovky, zkumavky apod.

18 01 02 Části těla a orgány včetně krevních vaků a krevních konzerv (kromě čísla 18 01 03)

Jedná se např. o drobný anatomický odpad typu vlasů, nehtů, zubů, tkání po drobných ošetřeních, tkáních určených k vyšetření, produktů potratu do ukončeného 12 týdne těhotenství a další biologický materiál, včetně úklidu z míst, kde vzniká anatomický odpad

18 01 03* Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce

Infekční odpad je veškerý odpad s infekčních oddělení, včetně zbytků jídla, nebo odpad ze všech prostorů kde odpad může být infikován infekčním činitelem v množství, které způsobuje, že odpad je možno považovat za odpad s nebezpečnou vlastností infekčnost, odpad z mikrobiologických laboratoří, včetně mikrobiologických kultur atd. Do této skupiny patří biologicky kontaminovaný odpad, např. obvazový materiál, biologicky kontaminované pomůcky, infuzní nástroje bez jehly, obaly transfuzní krve, pomůcky pro inkontinentní pacienty, kontaminované materiály z plastů a osobní

ochranné pomůcky personálu. Patří sem i další odpady, které jsou kontaminovány lidskou krví, sekrety, nebo výkaly.

18 01 04 Odpady, na jejich sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce

Pod katalogové číslo 18 01 04 se zařazuje výstřední odpad ze zdravotnických zařízení a jim podobných zařízení, který prokazatelně není kontaminován infekčním činitelem, který není biologicky kontaminován, a není kontaminován cytostatiky, nebo jinými nebezpečnými látkami, nebo vytříděný dekontaminovaný odpad. Odpad nevykazuje žádnou nebezpečnou vlastnost. Jedná se např. o nekontaminované obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny.

18 01 06* Chemikálie, které jsou nebo neobsahují nebezpečné látky

Např. chemické látky z laboratoří, nebo látky, které vznikají při diagnostických vyšetřeních, experimentálních pracích, čištění nebo dezinfekci a obsahují nebezpečné chemické látky (RTG oddělení, vývojky, ustalovače).

18 01 07 Chemikálie neuvedené pod číslem 18 01 06

Např. chemické látky z laboratoří, nebo látky, které vznikají při diagnostických vyšetřeních, experimentálních pracích, čištění nebo dezinfekci a neobsahují nebezpečné látky a nemají nebezpečné vlastnosti

18 01 08* Nepoužitelná cytostatika

Odpad z cytostatických přípravků je odpad, který vzniká při léčbě pacientů, výrobě a přípravě farmaceutických přípravků s cytostatickým účinkem, včetně léčby pacientů.

18 01 09* Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 01 08

Např. léčiva nevyhovující jakosti, s prošlou dobou použitelnosti, uchována nebo připravena za jiných než předepsaných podmínek, zjevně poškozená, nebo nespolehlivá, včetně jejich obalu.

18 01 10* Odpadní amalgám ze stomatologické péče

Odpad vznikající v zubních ordinacích a všude tam, kde dochází k ošetřování zubů. Odpad s obsahem amalgámu je vytvořen zbytky slitiny/pasty rtuti s daným kovem při vyplňování a správců zubů.

11.3 Příloha č. 3 – Definice nebezpečných vlastností odpadů a kritéria hodnocení nebezpečných vlastností odpadů uvedených v příloze 1 vyhlášky 376/2001 Sb.

Odpad se hodnotí jako odpad nebezpečný, jestliže je překročeno alespoň jedno z následujících kritérií pro uvedené nebezpečné vlastnosti odpadů:

H1 Výbušnost

Tuto vlastnost mají odpady, které mohou explodovat působením vnějších tepelných podnětů nebo jsou citlivé k nárazu nebo ke tření nebo je u nich možno vyvolat reakce detonativního charakteru nebo v nich po zážehu probíhá rychlé výbušné hoření.

Jako nebezpečný odpad s nebezpečnou vlastností výbušnost se hodnotí odpad:

- a) u něhož dojde při předepsané zkoušce na působení vnějších tepelných podnětů k roztržení ocelové trubky při použití clony o průměru otvoru 6 mm nebo 2 mm, nebo
- b) jehož citlivost k nárazu je nejméně 40 J nebo je citlivější k nárazu než suchý krystalický m-dinitrobenzen, nebo
- c) jehož citlivost ke tření je nejméně 360 N nebo je citlivější ke tření než suchý krystalický m-dinitrobenzen, nebo
- d) u něhož dojde při předepsané zkoušce na působení kompresní vlny k úplnému roztržení ocelové trubky nebo k proražení svědečné ocelové desky, nebo
- e) u něhož při předepsané zkoušce dochází k nárůstu tlaku z 690 kPa na 2070 kPa za dobu kratší než 30 ms.

H2 Oxidační schopnost

Tuto vlastnost mají v souladu s výsledky zkoušek předepsanými v bodu 2 přílohy č. 3:

- a) pevné odpady, které mohou způsobit požár nebo zvýšit riziko jeho vzniku, přijdou-li do styku s hořlavým materiálem (s větou R8).

Kritérium hodnocení:

Za podmínek zkoušky je maximální rychlost hoření zkoušených směsí stejná nebo vyšší v porovnání s maximální rychlostí hoření referenční směsi celulózy a dusičnanu barnatého;

b) kapalnÉ odpady

Kritérium hodnocení:

Za podmínek zkoušky se směs odpadu s celulózou (v poměru 1 : 1, v % hm.) spontánně vznítí nebo průměrná doba nárůstu tlaku této směsi při zkoušce v rozsahu od 690 kPa do 2070 kPa bude menší ve srovnání s předepsanou referenční směsí;

c) odpady, které se stávají výbušnými po smíchání s hořlavými materiály (s větou R9).

Kritérium hodnocení:

Jako u vlastnosti H1;

d) odpady - organické peroxidy, které jsou hořlavé, dokonce i když nejsou v kontaktu s jiným hořlavým materiálem (s větou R7).

Kritérium hodnocení:

Organické peroxidy se hodnotí na základě jejich chemické struktury (R-O-O-H nebo R1-O-O-R2), pokud zkoušky předepsané v příloze č. 3 neprokáží, že mají výbušné vlastnosti (H1) nebo že jsou natolik zředěné/inhibované, že již žádné jiné nebezpečné vlastnosti nemají.

H3-A Vysoká hořlavost

Tuto vlastnost mají v souladu s výsledky zkoušek předepsanými v příloze č. 3 bodu 2 odpady ve formě:

a) kapalin s bodem vzplanutí < 21 °C (s větou R11), což platí též pro kapaliny s bodem vzplanutí ; 0 °C a s bodem varu nebo počátkem bodu varu <= 35 °C (s větou R12).

Kritérium hodnocení:

Předepsaná hodnota bodu vzplanutí stanovená za podmínek zkoušky v uzavřeném kelímku podle přílohy č. 3 bodu 2;

b) pevných látek nebo kapalin, které se samostatně vznítí za krátkou dobu poté, co přijdou do kontaktu se vzduchem pokojové teploty (cca 20 °C) bez dodání vnější energie (s větou R17). (Tyto odpady se označují též jako pyroforické).

Kritérium hodnocení:

Za podmínek zkoušky nastane samovolné vznícení do 5 min.;

- c) plynů (stlačených nebo zkapalněných), které jsou na vzduchu hořlavé za atmosférického tlaku (s větami R12).

Kritérium hodnocení:

Směs dotčeného odpadu-plynu se vzduchem za barometrického tlaku a pokojové teploty (cca 20 °C) je výbušná při koncentracích od dolní do horní meze výbušnosti;

- d) pevných odpadů, které lze snadno zapálit krátkodobým stykem se zdrojem zapálení a které po odstranění tohoto zdroje dále hoří plamenem nebo žhnutím (s větou R11).

Kritérium hodnocení:

Doba hoření nebo rychlost hoření zrnitého, práškového nebo pastovitého odpadu za podmínek zkoušky je < 45 mm/s nebo $> 2,2$ mm/s (ve stejném pořadí) a u odpadů z prachu kovů nebo kovových slitin prohoří celý vzorek za dobu ≤ 10 min.;

- e) pevných látek nebo kapalin, které při kontaktu s vodou nebo vodní vlhkostí uvolňují vysoce hořlavé plyny v nebezpečném množství (s větou R15).

Kritérium hodnocení:

Za podmínek zkoušky se odpad samovolně vznítí nebo vývin hořlavých plynů je vyšší než 1 dm³ na 1 kg odpadu za 1 h.

H3-B Hořlavost

Tuto nebezpečnou vlastnost mají v souladu s výsledky zkoušek uvedených v příloze č. 3 bodu 2 odpady ve formě kapalin s bodem vzplanutí > 21 °C a < 55 °C (s větou R10).

Kritérium hodnocení:

Předepsané hodnoty bodu vzplanutí stanovené za podmínek zkoušky v uzavřeném kelímku podle přílohy č. 2 bodu 2.

H4 Dráždivost

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují dráždivé látky a přípravky a nejsou žíravé a mohou při krátkém, prodlouženém nebo opakovaném styku s pokožkou nebo sliznicí vyvolat její zanícení.

H5 Škodlivost zdraví

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují látky a přípravky škodlivé zdraví a mohou po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží způsobit lehké poškození zdraví.

H6 Toxicita

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují toxické látky nebo přípravky (včetně vysoce toxických látek a přípravků) a jejichž vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží může vést k vážnému, akutnímu nebo chronickému poškození zdraví, případně i smrti.

H7 Karcinogenita

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují karcinogenní látky nebo přípravky a mohou po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží vést k onemocnění rakovinou nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.

H8 Žíravost

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují žíravé látky nebo přípravky a mohou při krátkém, prodlouženém nebo opakovaném styku s pokožkou nebo sliznicí vyvolat její poškození.

H9 Infekčnost

Jako nebezpečný odpad s nebezpečnou vlastností infekčnost se hodnotí odpady, které obsahují životaschopné mikroorganismy nebo jejich toxiny a další infekční agens, s dostatečnou virulencí v koncentraci nebo množství, o nichž je známo nebo spolehlivě předpokládáno, že způsobují onemocnění člověka nebo jiných živých organismů.

H10 Teratogenita (toxicita pro reprodukci)

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují teratogenní látky nebo přípravky (toxické pro reprodukci), které mohou po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných vrozených malformací nebo funkčních poškození.

H11 Mutagenita

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují mutagenní látky nebo přípravky a mohou po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží vyvolat vznik nebo zvýšit pravděpodobnost výskytu dědičných genetických vad.

H12 Schopnost uvolňovat vysoce toxické a toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami

Tuto vlastnost mají odpady, které uvolňují ve styku s vodou nebo s kyselinami nebo se vzduchem více než 1 l.h-1.kg-1 vysoce toxického nebo toxického plynu.

H13* Senzibilita

Tuto vlastnost mají odpady, které obsahují senzibilizující látky a přípravky, které jsou schopné při vdechnutí nebo při průniku kůží vyvolat přecitlivělost, takže při další expozici dané látky nebo přípravku vzniknou charakteristické nepříznivé účinky.

H14 Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po jejich odstranění

Tuto vlastnost mají odpady, které mohou jakýmkoliv způsobem uvolňovat nebo vést při nebo po svém odstranění ke vzniku škodlivých látek, které negativně působí na životní prostředí a zdraví lidí.

Jako nebezpečný odpad s touto nebezpečnou vlastností se hodnotí:

- a) odpad, který uvolňuje do vodného výluhu škodliviny v množstvích překračujících hodnoty limitních koncentrací ve výluhu stanovených v tabulce č. 6.1 přílohy č. 6 a/nebo obsahuje vybrané škodliviny v množství překračujícím limitní koncentrace stanovené v tabulce č. 6.2 přílohy č. 6,
- b) odpad, který uvolňuje do jakékoliv složky životního prostředí škodlivé látky v množství překračujícím limity stanovené zvláštními právními předpisy.⁵⁾

H15 Ekotoxicita

Tuto nebezpečnou vlastnost mají odpady, které představují nebo mohou představovat akutní nebo pozdní nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí.

Jako nebezpečný se hodnotí odpad, jehož vodný výluh vykazuje ve zkouškách akutní toxicity uvedených v bodě 7 přílohy č. 3 alespoň pro jeden z testovacích organismů při určené době působení testovaného odpadu na testovací organismus:

- a) *Poecilia reticulata* nebo *Brachydanio rerio* (doba působení 96 hod.)

- b) *Daphnia magna* (doba působení 48 hod.)
- c) *Raphidocelis subcapitata* (*Selenastrum capricornutum*) nebo *Scenedesmus subspicatus* (doba působení 72 hod.)
- d) semeno *Sinapis alba* (doba působení 72 hod.)

tyto hodnoty:

LC(EC,IC)50 ≤ 10 ml.l-1

Vysvětlivky:

LC 50 - koncentrace, která způsobí úhyn 50 % testovacích ryb ve zvoleném časovém úseku.

EC 50 - koncentrace, která způsobí úhyn nebo imobilizaci 50 % testovacích organismů (*Daphnia magna*).

IC 50 - koncentrace, která způsobí 50procentní inhibici růstu nebo růstové rychlosti řasové kultury nebo 50procentní inhibici růstu kořene *Sinapis alba* ve srovnání s kontrolou ve zvoleném časovém úseku. (4)

* Ve stávající vyhlášce zatím vlastnost H13 Senzibilita není, je počítáno s novelou v letošním roce (2011), kde tato vlastnost již zařazena bude. Návrh změn vyhlášky vychází z ustanovení vyhlášky č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, ve znění pozdějších předpis a z „euronovely“ zákona o odpadech č.154/2010 Sb..

11.4 Příloha č. 4 – Příloha č. 2 k zákonu č. 254/2001 Sb., písmeno B

B. SAZBY PRO VÝPOČET POPLATKU A HMOTNOSTNÍ A KONCENTRAČNÍ LIMITY ZPOPLATNĚNÍ

| UKAZATEL znečištění | SAZBA Kč/kg | LIMIT ZPOPLATNĚNÍ | |
|--|----------------|----------------------|---------------------------|
| | | hmotnostní kg/rok | a Koncentrační mg/l |
| 1. a) CHSK nečištěné odpadní vody | | | |
| do 31. 12. 2004 | 16 | 20 000 | 40 |
| od 1. 1. 2005 | 16 | 8 000 | 40 |
| b) CHSK čištěné odpadní vody | 8 | 10 000 | 40 |
| c) CHSK pro odpadní vody čištěné z výroby buničiny a ze zušlechťování bavlnářských a lnářských textilií | 3 | 10 000 | 40 |
| 2. RAS | 0,5 | 20 000 | 1200 |
| 3. nerozpuštěné látky 47) | 2 | 10 000 | 30 |
| 4. fosfor celkový | | | |
| do 31. 12. 2004 | 70 | 13 000 | 3 |
| od 1. 1. 2005 | 70 | 3 000 | 3 |
| 5. dusík amoniakální | | | |
| do 31. 12. 2001 | 40 | 15 000 | 15 |
| 6. dusík Nanorg | | | |
| od 1. 1. 2002 | 30 | 20 000 | 20 |
| 7. AOX od 1. 1. 2002 | 300 | 15 | 0,2 |
| 8. rtuť | 20 000 | 0,4 | 0,002 |
| 9. kadmium | 4 000 | 2 | 0,01 |

11.5 Příloha č. 5 – Přehled vydaných antibiotik lékárnami v nemocnici A lůžkovým oddělením v roce 2010

| Nemocnice A - Přehled výdejů v roce 2010 | | |
|---|----------|------------------------|
| Název přípravku | kód SÚKL | Množství 2010 (balení) |
| Meronem inj sic 10x1 g | 0083417 | 184 |
| Amoksiklav 1,2 g inj sic 5x1,2 g | 0072972 | 6340 |
| Tazip 4g 0,5 g/inj+inf plv sol 10x4,5gm | 0162496 | 126 |
| Vancocin CP inj sic 1x1g | 0001619 | 1100 |
| Edicin 1gm inj sicc 1c1g | 0092290 | 592 |
| Klacid I.V. plv inf 1x500mg | 0056801 | 1036 |
| Augmentin 1g tbl 14x1g | 0012494 | 1252 |
| Klimicin inj 10x4ml/600mg | 0064630 | 166 |
| Fortum inj 1x1gm/Ceftazidim Kabi 1g/ | 0076353 | 4350 |
| Piperacillin/Tazobactam Kabi 4g/0,5g l | 0113453 | 76 |
| Ampicillin and Sulbactam IBI 1g+500mg | 0136083 | 274 |
| Cefazolin inj sic 10X1g Sandoz | 0058092 | 936 |
| Amoksiklav 625 tbl 21x625mg | 0085525 | 796 |
| Augmentin 1,2g inj sic 10x1,2g | 0066020 | 340 |
| Amikin 1g inj 1x4ml/1gm | 0011785 | 722 |
| Amikin inj 1x2ml/500mg | 0003952 | 1166 |
| Zinacef inj 1x1,5g | 0076360 | 1956 |
| Ceftazidim Mylan 1g inj+inf plv sol 5x1g | 0127512 | 450 |
| Xorimax 500mg tbl 10x500mg | 0018547 | 434 |
| Gentamicin 80mg inj 10x2ml/80mg lek | 0096414 | 1292 |
| Colomycin inj plv sol 10x1mu/1000000iu | 0020605 | 94 |
| Penicilin G inj sic 10x5mu Drasel. Súl Biotika | 0093405 | 192 |
| Meronem 500mg I.V. inj sic 10x500mg | 0083487 | 16 |
| Zinacef inj sic 1x750mg | 0077044 | 1620 |
| Edicin 0,5g inj sicc 1x500mg | 0092289 | 288 |
| Dalacin C inj 1x2ml 300mg | 0004234 | 836 |
| Maxipime 1g inj sic 1x1g | 0087199 | 180 |
| Dalacin C inj 1x4ml 600mg | 0008807 | 450 |
| Dalacin C 300mg cps 16x300mg | 0100339 | 274 |
| Imipenem/Cilastatin Kabi 500mg/500mg l | 0129767 | 20 |
| Ceftax 1000inj plv sol 10x1000mg | 0049193 | 160 |
| Klacid tbl obd 14x500mg | 0053853 | 112 |
| Amoksiklav 600mg inj sic 5x600mg | 0072973 | 232 |
| Klacid SR tbl ret 7x500mg | 0053189 | 158 |
| Ceftriaxon Kabi 1g inj plv sol 10x1g | 0121238 | 46 |
| Duracef 500cps 12x500mg | 0093905 | 186 |
| Amoksiklav 21x375mg tbl obd | 0085524 | 100 |
| Chloramphenicol inj 1x1g Valeant inj plv sol 1x1g | 0041973 | 220 |

| | | |
|--|---------|----|
| Sumamed 500mg tbl obd 3x500mg | 0014870 | 54 |
| Penicilin G inj sic 10x1mu drasel. Súl Biotika | 0001093 | 60 |
| Lendacin 1g inj sic 5x1g | 0080662 | 26 |
| Ampicilin 1,0 inj 10x1g | 0068998 | 42 |
| Klimicin inj 10x2ml/300mg | 0097878 | 12 |
| Zinnat 125mg gra sus 1x50ml | 0042845 | 48 |
| Unasyn tbl 12x375mg | 0017149 | 38 |
| Amoksiklav Forte plv sus 1x100ml | 0096416 | 40 |
| Dalacin C 150mg por cps dur 16x150mg | 0107135 | 60 |
| Sumamed 500mg infuze inf plv sol 5x500mg | 0014951 | 6 |
| Klacid 250mg/5ml gra sus 1x60ml | 0053199 | 18 |
| Doxybene 200mg tbl 10x200mg | 0004013 | 56 |
| Sumamed 500mg infuze inf plv sol 5x500mg | 0155862 | 4 |
| Gentamicin 40mg inj 10x2ml/40mg lek | 0096413 | 54 |
| Amoksiklav plv sus 1x100ml | 0074991 | 26 |
| Klacid SR por tbl ret 14x500mg | 0032546 | 10 |
| Xorimax 250mg tbl 10x250mg | 0018523 | 16 |
| Samixon 1000inj sol 1x1000mg | 0047580 | 20 |
| Ampicilin 0,5 Biotika inj 50x500mg | 0086197 | 4 |
| Unasyn plv sus 1x60ml | 0040152 | 12 |
| Ciprofloxacin Kabi 200mg/100ml infuzní roztok | 0162180 | 4 |
| Unasyn inj plv sol 1x1,5g | 0016600 | 20 |
| Deoxyomykoin tbl 10x100mg | 0090986 | 42 |
| Duomox 500tbl 20x500mg | 0062050 | 14 |
| Doxybene 100mg cps 10x100mg | 0097654 | 46 |
| Duomox 1000tbl 14x1000mg | 0019751 | 10 |
| Ospamox 250mg/5ml gra sus 1x60ml | 0066366 | 46 |
| Amoksiklav 1g tbl 14x1g | 0005951 | 4 |
| Azitromycin Sandoz 500mg tbl 3x500mg | 0045010 | 4 |
| Klacid tbl obd 14x250mg | 0075490 | 4 |
| Klacid 125mg/5ml gran susp 1x60ml | 0075184 | 4 |
| V-penicilin 500mg tbl 30x500mg | 0092806 | 4 |
| V-penicilin 750mg SF tbl 20x750mg-blistr | 0005960 | 4 |
| Sumamed cps 6x250mg | 0014950 | 2 |
| Sumamed 125mg tbl obd 6x125mg | 0014869 | 4 |
| Duracef sus 60ml 250mg/5ml | 0071971 | 4 |
| Duomox 750 tbl 20x750mg | 0062051 | 2 |
| Duracef 250mg cps 12x250mg | 0090057 | 4 |
| Doxyhexal 200 tabs tbl 10x200mg | 0012737 | 2 |

11.6 Příloha č. 6 - Přehled vydaných antibiotik lékárnami v nemocnici B lůžkovým oddělením v roce 2010

| Nemocnice B - Přehled výdejů v roce 2010 | | |
|---|-------------|---------------------------|
| Název přípravku | Kód SÚKL | Množství 2010 (balení) |
| Abaktal 400mg/5ml inf sol 10x5ml/400mg | 0 | 22 |
| Amikin 500mg inj sol 1x2ml/500mg | | 288 |
| Amoksiklav 1g por tbl flm 14x1g | | 271 |
| Amoksiklav 1,2g inj plv sol 5x1,2g | | 841 |
| Amoksiklav 375mg tbl obd 21x375g | | 11 |
| Amoksiklav 625mg tbl obd 21x625mg | | 16 |
| Ampicilin 0,5 biotika inj sic 10x500mg | | 5 |
| Ampicilin 1,0 biotika inj sic 10x1000mg | | 29 |
| Augmentin SR por tbl ret 28x1,063g | | 1 |
| Azitromycin Sandoz 500mg por tbl flm 3x500mg | | 2 |
| Bactroban ung 1x15g | | 66 |
| Biseptol 480 inj 10x5 ml | | 12 |
| Cefazolin Sandoz 1g inj plv sol 10x1g | | 56 |
| Cefobid 1g inj plv sol 1x1g | | 354 |
| Cefotaxime lek 1g inj plv sol 1x1g | | 132 |
| Ceftax 1000 inj plv sol 10x1000mg | | 164 |
| Ceftriaxon Torrex 1g inj plv sol 1x1g | | 17 |
| Cifloxinal 500mg por tbl flm 10x500 mg | | 128 |
| Ciphin pro Infusione 200mg/100ml inf sol 1x200mg | | 48 |
| Ciprinol 100mg/10ml inf cnc sol 5x10ml/100mg | | 738 |
| Ciprofloxacin Kabi 200mg/100 ml inf sol 10x200 mg | | 6 |
| Ciprofloxacin - Teva 500mg por tbl flm 10x500mg | | 1 |
| Clindamycin Kabi 150 mg/ml inj sol 10x4 ml/600mg | | 12 |
| Clotrimazol AI Forte por tbl nob 20x960 mg | | 52 |
| Clotrimazol AI Forte tbl 10x960mg | | 5 |
| Dalacin C300mg cps dur 16x300 mg | | 78 |
| Dalacin C inj sol 1x4 ml/600mg | | 516 |
| Dalacin C inj 1x2ml/300mg | | 96 |
| Gentamicin lek 80mg/2ml sol inj 10x2ml/80 mg | | 108 |
| Klacid 250 por tbl flm 14x250mg | | 2 |
| Klacid 500 por tbl flm 14x500mg | | 56 |
| Klacid I.V. inf plv sol 1x500 mg | | 384 |
| Klimicin inj sol 10x4ml/600mg | | 7 |
| Ofloxin 200 por tbl flm 10x200mg | | 22 |
| Pendepon Compositum inj sicc 10x1,5mu | | 18 |
| Penicilin G 1,0 Draselná Sol Biotika inj plv sol | | 5 |
| Penicilin G 5,0 Draselná Sol Biotika plv sol | | 44 |
| Prokain Penicilin G Biotika inj 10x1,5mu | | 48 |

| | |
|---|------|
| prostaphlin 1000mg plv sol 1gm/lah | 222 |
| Prostavasin inf plv sol 10x5ml | 2 |
| Prosulpin 50mg tbl nob 30x50 mg | 2 |
| Sefotak 1g inj plv sol 1x1g | 1278 |
| Unasyn inj plv sol 1x1,5g | 258 |
| Unasyn tbl flm 12x375mg | 29 |
| Vulmizolin 1,0 inj plv sol 10x1g | 25 |
| Zanocin 200mg por tbl flm 10x200mg | 6 |
| Zinnat 250 mg por tbl flm 10x250mg | 2 |
| Zinnat 500mg por tbl flm 10x500mg | 10 |