Environmentálne aspekty nakladania s nespotrebovanými liekmi: Výzva pre modernú farmáciu

Zverejnené: 10. júna 2026 | Autor: PharmDr. Anna Šimičeková



Prítomnosť farmaceutických substancií v ekosystémoch predstavuje narastajúci globálny problém. Farmaceuti ako kľúčové články zdravotníckeho reťazca zohrávajú kritickú úlohu v edukácii pacientov a zabezpečení správnej likvidácie liekov, čím priamo zmierňujú antropogénny tlak na biosféru a chránia verejné zdravie.

1. Úvod a rozsah problému

Liek sa po vstupe do organizmu alebo priamo do prostredia stáva environmentálnym kontaminantom. Štúdie potvrdzujú prítomnosť širokého spektra liečiv (antibiotiká, hormóny, nesteroidné antiflogistiká) v povrchových, podzemných a dokonca aj pitných vodách po celom svete (**Aus der Beek a kol., 2016**). Na rozdiel od bežných priemyselných chemikálií sú liečivá navrhnuté tak, aby vyvolávali biologický účinok pri nízkych koncentráciách, čo zásadne zvyšuje ich rizikovosť pre necieľové organizmy. Spotreba voľnopredajných liekov aj liekov na lekársky predpis sa celosvetovo zvyšuje. Lieky sa hromadia v domácnostiach z viacerých príčin: zmena liečby, polyfarmácia, non-adherencia pacienta k liečbe, exspirácia, nadmerné zásoby liekov, vplyv reklamy, samoliečba, smrť pacienta. Tieto nespotrebované lieky predstavujú nebezpečný odpad najmä z dôvodu možnej toxicity, preto si vyžaduje osobitné nakladanie pri zhromažďovaní a zneškodňovaní v rámci záujmu ochrany životného prostredia a zdravia obyvateľstva. Na Slovensku sa v odpadových vodách pochádzajúcich z odtokov komunálnych čistiarní odpadových vôd (ČOV) v koncentráciách nad 100 ng/l najčastejšie vyskytujú tieto liečivá: tramadol, venlafaxín, diklofenak, karbamazepín, oxazepam a citalopram (**Snopková a kol., 2021, s. 20**).

2. Mechanizmy vstupu do prostredia

Hlavným zdrojom kontaminácie je exkrécia metabolitov po humánnom použití, avšak významný podiel (10 – 25 %) tvoria nesprávne zlikvidované lieky vyhodené do komunálneho odpadu alebo spláchnuté do kanalizácie (**OECD, 2019**). Klasické ČOV nie sú technologicky dimenzované na úplné odstránenie perzistentných molekúl, ako je karbamazepín alebo diklofenak, ktoré následne prenikajú do potravinového reťazca (**Vieno a Sillanpää, 2014**).

Nasledujúca tabuľka ilustruje, aké percento vybraných látok dokážu štandardné technologické procesy reálne eliminovať:

Tabuľka 1: Priemerná miera odstránenia vybraných liečiv v komunálnych ČOV

Skupina liečiv	Príklad liečiva	Miera odstránenia v ČOV (%)	Environmentálne riziko
Antiepileptiká	Karbamazepín	< 10 %	Vysoká perzistencia vo vodách
Analgetiká	Diklofenak	20 – 40 %	Toxicita pre ryby a vtáky
Antibiotiká	Sulfametoxazol	40 – 60 %	Selektívny tlak na rezistenciu
Beta-blokátory	Metoprolol	30 – 50 %	Ovplyvnenie vodných organizmov
Estrogény	Etinylestradiol	60 – 80 %	Endokrinná disrupcia

Zdroj: Upravené podľa OECD (2019) a Vieno a Sillanpää (2014).

3. Environmentálne dopady a riziká

- Antibiotická rezistencia: Subinhibičné koncentrácie antibiotík v prostredí selektujú rezistentné kmene baktérií. Tento fenomén vytvára rezervoáre rezistencie, ktoré môžu spätne migrovať do humánnej populácie (Ears-Net, 2022; OECD, 2019).
- Endokrinná disrupcia: Syntetické estrogény (napr. etinylestradiol) spôsobujú feminizáciu rýb a narúšajú ich reprodukčné cykly už v extrémne nízkych koncentráciách (OECD, 2019).
- Akútna a chronická toxicita: Diklofenak bol identifikovaný ako príčina masívneho úhynu supov (nefrotoxicita) a u rýb vykazuje cytopatické účinky na obličky a pečeň (Vieno a Sillanpää, 2014).
- Kontaminácia plodín a mäsa: Podľa Shahriara a kol. (2021, citované podľa Snopková a kol., 2021, s. 36) voda z ČOV sa tiež používa na zavlažovanie poľnohospodárskej pôdy, čím sa liečivá dostávajú ďalej do potravového reťazca chovom dobytka na mäso a pestovaním poľnohospodárskych plodín na tejto pôde. Rovnaká štúdia zhodnotila aj riziko prestupu liečiv z odpadovej vody až do ľudského organizmu prostredníctvom potravového reťazca ako minimálne, keďže akceptovateľný denný príjem je oveľa vyšší ako najvyšší predpokladaný príjem liečiv pre človeka, ktorý bol $4{,}13\times10^{-4}$ ng/kg/deň.

4. Správne odovzdanie nespotrebovaných liekov: Edukačná rola farmaceuta

Aktuálne trendy zdôrazňujú koncept „Green Pharmacy“. Farmaceuti by mali pacientov inštruovať k:

a) Pravidelnej revízii domácej lekárničky.

b) Správnemu odovzdávaniu, ktoré podľa metodiky Štátneho ústavu pre kontrolu liečiv (ŠÚKL) zahŕňa (**ŠÚKL, 2024**):

- Odseparovanie papiera: Papierové škatuľky a príbalové letáky nepatria do liekového odpadu, ale do bežného modrého kontajnera na papier. Ak to pacienti urobia doma, objem nebezpečného odpadu v lekárni klesne až o cca 40 %.
- Len vnútorné obaly: Do zberných nádob patria len blistre, tuby, sklenené a plastové liekovky.
- Tekuté liekové formy: Sirupy a kvapky sa nevylievajú do výlevky, ale vracajú sa v pôvodnej, dobre uzatvorenej fľaštičke.
- Ihly: Použité striekačky, ktoré tvoria s ihlou jeden celok, sa zbierajú zvlášť do plastových fliaš.
- Neodovzdávajú sa: Vitamíny, výživové doplnky, kozmetika, zdravotnícke pomôcky, ortuťové teplomery, homeopatiká.

c) Zodpovednej spotrebe: Minimalizácia nadmerných zásob liekov „do rezervy“.

5. Legislatívny rámec a úloha farmaceuta v SR

V podmienkach SR definuje **zákon č. 362/2011 Z. z. o liekoch a zdravotníckych pomôckach a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov** povinnosť lekární zhromažďovať humánne (§ 74 ods. 3) a veterinárne (§ 103 ods. 12) lieky nespotrebované fyzickými osobami. Nakladanie s odpadmi definuje zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Odpad sa klasifikuje ako nebezpečný (katalógové číslo 20 01 31), pričom medzinárodné štandardy pre jeho bezpečné uloženie definuje Svetová zdravotnícka organizácia (**Chartier a kol., 2014**). Likvidáciu liekov zabezpečuje ŠÚKL v na to určených spaľovniach z prostriedkov štátneho rozpočtu. K ďalším všeobecným

právnym predpisom upravujúcim zneškodňovanie nespotrebovaných liekov patrí vyhláška Ministerstva zdravotníctva SR č. 129/2012 Z. z. o požiadavkách na správnu lekárenskú prax a vyhlášky Ministerstva životného prostredia SR č. 365/2015 Z. z. ustanovujúca Katalóg odpadov, č. 371/2015 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch a č. 366/2015 Z. z. o evidenčnej povinnosti a ohlasovacej povinnosti (od 1.1.2027 nadobudne účinnosť táto vyhláška pod číslom 89/2024 Z. z.).

Farmaceut je strážcom tohto procesu – zabezpečuje bezpečné skladovanie a informuje o tom, že liek v koši predstavuje bezpečnostné riziko (náhodné otravy detí, zneužívanie látok). Pre efektívnejší zber a zvoz nespotrebovaného liekového odpadu z lekární využíva ŠÚKL špecializovanú aplikáciu LEKÁREŇ.

6. Záver: Od individuálnej zodpovednosti k celospoločenskej ochrane

Problematika likvidácie liekov nie je len okrajovou ekologickou témou; je to kritická výzva pre verejné zdravie. Prítomnosť rezíduí liečiv v pitnej vode a nárast rezistencie na antibiotiká sú priamym dôsledkom našej nevedomosti.

Aby sme zabránili nevratným vplyvom na prostredie, je nevyhnutné prijať tri zásady: Lekáreň ako jediný cieľ pre liekový odpad, redukcia objemu (separovanie papiera doma) a uvážlivý nákup bez hromadenia nadmerných zásob. Úloha farmaceuta je tu nezastupiteľná – je strážcom bezpečnosti od výdaja až po elimináciu.

Literatúra:

1. Aus der Beek, T. et al. Pharmaceuticals in the environment–Global occurrences and perspectives. *Environ Toxicol Chem*. 2016 Apr;35(4):823-35. doi: 10.1002/etc.3339. Epub 2016 Feb 25. PMID: 26666847.
2. European Centre for Disease Prevention and Control. *Antimicrobial resistance in the EU/EEA (EARS-Net) – Annual Epidemiological Report 2022*. Stockholm: ECDC; 2023.
3. Chartier, Y. et al. (eds.), 2014. *Safe management of wastes from health-care activities* [online]. 2. vyd. Geneva: World Health Organization. [cit. 2024-05-10]. ISBN 978-92-4-154856-4. Dostupné na: internationalbiosafety.org
4. OECD (2019), *Pharmaceutical Residues in Freshwater: Hazards and Policy Responses*, OECD Studies on Water, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/10.1787/c936f42d-en.
5. Shahriar, A. et al. (2021). Fate and human health impacts of pharmaceuticals and personal care products in reclaimed wastewater irrigation for agriculture. *Environmental Pollution*. 276. 116532. doi: 10.1016/j.envpol.2021.116532.
6. Snopková, M. a kol., 2021. *Nie je odpad ako odpad: Lieky a životné prostredie*. Bratislava: Slovenská lekárnická komora. ISBN 978-80-972124-8-3.
7. Štátny ústav pre kontrolu liečiv, 2024. *MP 105/2024: Metodický pokyn k zneškodňovaniu liekov nespotrebovaných fyzickými osobami* [online]. Bratislava: ŠÚKL. [cit. 2024-05-10]. Dostupné na: sukl.sk
8. Vieno, N. a Sillanpää, M. Fate of diclofenac in municipal wastewater treatment plant – a review. *Environ Int*. 2014 Aug;69:28-39. doi: 10.1016/j.envint.2014.03.021. Epub 2014 May 4. PMID: 24791707.
9. Zákon č. 362/2011 Z. z. o liekoch a zdravotníckych pomôckach a o zmene a doplnení niektorých zákonov [online]. [cit. 2024-05-10]. Dostupné na: slov-lex.sk