

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí
Katedra aplikované ekologie

**Současné přístupy k nakládání s odpady ze
zdravotnických zařízení**

Diplomová práce



Česká zemědělská univerzita v Praze
**Fakulta životního
prostředí**

Autorka práce: Bc. Anastasiia Kulakova
Vedoucí práce: MUDr. Magdalena Zimová, CSc.

2022

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Anastasiia Kulakova

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Současné přístupy k nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Název anglicky

Approaches to the management of waste from health care facilities

Cíle práce

DP je zaměřena na identifikaci a kritické hodnocení základních přístupů k nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení (dále jen OZZ) v České republice (dále jen ČR) provedení analýzy stávajících předpisů, produkce odpadů a zavedených systémů nakládání s OZZ.

Mezi hlavní cíle patří:

- Analýza stávajícího právního rámce v ČR, a vybraných států
- Analýza produkce a nakládání se zdravotnickým odpadem v ČR,
- Zpracování návrhu optimalizace systému nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení v ČR

Metodika

1. Zpracování rešerše
2. Analýza produkce a nakládání se zdravotnickým odpadem v
3. Statistické zpracování dat
4. Zhodnocení efektivity způsobů nakládání s odpady
5. Návrh optimalizace metod pro nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Doporučený rozsah práce
cca 50 stran + přílohy

Klíčová slova

odpady ze zdravotnických zařízení, rizika, optimalizace produkce a nakládání s odpady

Doporučené zdroje informací

metodiky WHO

odborná literatura v dané oblasti

platné předpisy ČR a EU, vybraných států

Předběžný termín obhajoby

2021/22 LS – FZP

Vedoucí práce

MUDr. Magdalena Zimová, CSc.

Garantující pracoviště

Katedra aplikované ekologie

Elektronicky schváleno dne 2. 2. 2021

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 10. 2. 2021

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 24. 03. 2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením MUDr. Magdaleny Zimové, CSc. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne 31.3.2022

.....

Bc. Anastasiia Kulakova

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucí práce MUDr. Magdaleně Zimové CSc. za odborné vedení, pomoc a čas, který mi v průběhu zpracování diplomové práce věnovala.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou současných přístupů k nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení. Práce je rozdělena na několik částí. První část je sepsaná formou literární rešerše. Na základě publikací posledních desetiletí byla v této části představena základní informace týkající se odpadů ze zdravotnických zařízení, způsobů nakládání s nimi a také existujících rizik, kterým je vystaven personál, obyvatelstvo a životní prostředí. Práce je zaměřená především na specifiku odpadů ze zdravotní péče, které vyžadují určitou formu nakládání kvůli jejich nebezpečným vlastnostem. Jedna z kapitol je věnovaná platné legislativě České republiky v oblasti odpadů ze zdravotnických zařízení pro představení systému právní regulace v daném sektoru. V druhé části byla provedena analýza produkce odpadů ze zdravotnických zařízení, převážně katalogového čísla 18 01 (Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí) v celé České republice a jednotlivých krajích. Dále je v práci popsána analýza současných trendů nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení. Na konci byla zhodnocena účinnost existujících způsobů nakládání se zdravotnickými odpady a navrženo několik směrů k omezení produkce nebezpečného odpadu.

Klíčová slova

odpady ze zdravotní péče, rizika, optimalizace produkce a nakládání s odpady

ABSTRACT

The thesis is devoted to the issues of up-to date approaches to waste management from health care facilities. The paper is divided into several parts. The first part is written in the form of literary study. Based on the publications of the last decades, this section provides basic information about the waste produced by health care facilities, methods of handling them, and existing risks to which personnel, people and environment are exposed. The paper focusses mainly on the specific nature of health care wastes which require one or another form of disposal due to their hazardous properties. One of the chapters is devoted to the current Czech Republic legislation in the field of waste handling in health care facilities to understand the system of legal regulation in this sector. The second part describes an analysis of the waste production in medical institutions of the Czech Republic as a whole and of its individual regions, the main catalog number 1801 (Waste products generated in sphere of obstetric care, diagnosis, treatment or prevention of human diseases). In addition, the paper presents an analysis of current trends in waste handling in health care facilities. Finally, the effectiveness of existing methods of health care waste handling has been estimated and several directions for reducing the hazardous waste production have been proposed.

Keywords

Health care wastes, hazards, optimization of production and waste management

OBSAH

1. ÚVOD	1
2. CÍLE.....	2
3. METODIKA	3
4. LITERÁRNÍ PŘEHLED.....	5
3.1 Odpady ze zdravotnických zařízení.....	5
3.2 Rizika při nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení	7
3.2.1 Rizikové faktory	8
3.2 Legislativní rámec nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení	9
3.4 Kategorizace a charakteristika odpadů skupiny 18 01	12
3.5 Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení	14
3.5.1 Třídění a shromažďování odpadů ve zdravotnických zařízeních	14
3.5.2 Úprava odpadů dekontaminací	18
3.5.3 Přeprava odpadů	22
3.5.4 «Zelená» zdravotnická zařízení	25
3.5.5 Využití a recyklace odpadů.....	26
3.5.6 Odstranění odpadů	26
3.6 Tekuté odpady ze zdravotnických zařízení	29
3.6.1 Doporučení WHO k nakládání s tekutými odpady ze zdravotní péče	30
3.7 Odpadní vody ze zdravotnických zařízení	30
3.7.1 Antibiotika v odpadních vodách	31
3.7.2 Cytostatika v odpadních vodách	32
3.7.3 Nakládání s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení v České republice.....	33
3.8 Odpady při pandemii COVID-19	37
3.8.1. Odpadní vody kontaminované COVID-19	39
3.8.2. Doporučení WHO k nakládání s odpady souvisejícími s COVID-19	40
5. VÝSLEDKY	41
5.1 Analýza produkce odpadů v EU a ČR.....	41
5.1.1 Produkce odpadů v EU a ČR	41
5.1.2 Produkce odpadů v České republice v letech 2015–2020	43
5.1.3 Produkce odpadů v jednotlivých krajích v České republice v letech 2015–2020	44
5.1.4 Produkce odpadů skupin 20 01 31 a 20 01 32 v České republice v letech 2015–2020	55

5.1.5	Produkce odpadů katalogového čísla 18 01 podle CZ-NACE	55
5.2	Odstranění odpadů katalogového čísla 18 01 v České republice	57
5.2.1	Spalování nebezpečných odpadů v České republice	57
5.2.2	Skládkování nebezpečných odpadů v České republice	59
5.2.1	Energetické využití nebezpečných odpadů v České republice	59
5.3	Produkce odpadů při pandemii COVID-19	60
5.3.1	Nakládání s odpady COVID-19 v České republice	62
5.4	Analýza současných trendů nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení ..	64
5.4.1	Dekontaminace odpadů ze zdravotnických zařízení	64
5.4.2	Analýza současných trendů nakládání s odpady ve zdravotnických zařízeních	65
6.	DISKUSE	67
7.	ZÁVĚR	71
	SEZNAM LITERATURY	72

1. ÚVOD

Produkce odpadů ze zdravotnických zařízení v posledních letech vykazuje rostoucí trend. Více jak 80 % odpadů produkovaných ve zdravotnických zařízeních je evidováno jako odpad nebezpečný. Obsahuje infekční agens, toxické a chemické látky, genotoxické látky, nepoužitelná léčiva, radioaktivní látky a ostré předměty. Tento odpad představuje riziko pro lidské zdraví a životní prostředí, a proto vyžaduje specifickou formu nakládání pro minimalizaci těchto rizik. (SZÚ, 2016). Klíčovým bodem pro snížení rizik je zavedení bezpečného systému třídění, transportu, sběru, shromažďování a odstranění odpadů. V souvislosti s pandemií COVID-19 byla po celém světě přijata opatření pro zabránění šíření infekce, což v konečném důsledku rychle zvyšuje produkci zdravotnického odpadu. Jedná se především o osobní ochranné prostředky, např. rukavice, chirurgické masky, respirátory, testovací sady apod. Tento odpad dále navíc zatěžuje životní prostředí z důvodu nedostatečného zpracování.

Dnes 30 % až 60 % zdravotnických zařízení není vybaveno zařízením pro dekontaminaci odpadů. V takovém prostředí může být personál vystaven rizikům poranění ostrými předměty, infekce apod. Lidi žijící v blízkosti skládek a míst odstranění odpadů mohou být ovlivněny faktory, jako znečištění ovzduší v důsledku spalování odpadů, špatná kvalita vody a také výskyt škůdců, kteří přenášejí onemocnění (WHO, 2022).

2. CÍLE

Cílem diplomové práce je na základě analýzy produkce odpadů ze zdravotnických zařízení a současných trendů nakládání s těmito odpady kriticky zhodnotit základní přístupy k nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení v České republice a stávajících právní předpisy v ČR a vybraných státech.

Hlavní cíle lze shrnout takto:

1. Analýza stávajícího právního rámce v České republice a vybraných státech
2. Analýza produkce a nakládání se zdravotnickým odpadem v České republice
3. Zpracování návrhu optimalizace systému nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení v České republice

3. METODIKA

V prvním kroku byla sepsána literární rešerše na základě odborné literatury. Pro literární rešerši byly použité české a zahraniční zdroje, metodiky WHO a platné právní předpisy Evropské unie, České republiky a Ruské federace.

Ve druhém kroku byla provedena analýza produkce zdravotnického odpadu ve vybraných státech Evropské unie a v České republice.

Pro analýzu produkce odpadů v Evropské unii byla použita data z databáze Eurostat v kategorii biologický odpad a odpad ze zdravotní péče (healthcare and biological wastes). Výsledky zahrnují celkovou produkci odpadů dané kategorie včetně nebezpečných odpadů za roky 2014, 2016 a 2018. Pro porovnání produkce odpadů byly vybrány Rakousko, Německo, Slovenská republika a Česká republika.

V rámci analýzy produkce zdravotnických odpadů pro Českou republiku byly vybrány odpady katalogových čísel 18 01 (Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí) a konkrétně kódy 18 01 01, 18 01 02, 18 01 03, 18 01 04, 18 01 06, 18 01 07, 18 01 08, 18 01 09, 18 01 10 a také 20 01 31 (Nepoužitelná cytostatika) a 20 01 32 (Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31). Pro analýzu produkce těchto odpadů byla použita data z veřejné databáze VISOH, která poskytuje informaci o produkci a nakládání s odpady v České republice. Data byla porovnána za období 2015-2020. Produkce odpadů byla také analyzována podle jednotlivých krajů a následně porovnána.

Pro srovnání výsledků produkce odpadů ze zdravotní péče byla také představena data Českého statistického úřadu ze statistického zjišťování o produkci a nakládání s odpady, kategorie «Zdravotní a sociální péče». Data jsou představena za roky 2018, 2019, 2020.

Ve třetím kroku byla provedena analýza odstranění odpadů ze zdravotní péče metodou spalování a následného energetického využití těchto odpadů a také metodou ukládání na skládku. Data pro analýzu byla převzata hlavně z databáze VISOH a Českého meteorologického ústavu. Byly také částečně použity údaje GREEN Solution s.r.o., týkající se využití nemocničních spaloven v České republice.

Ve čtvrtém kroku byla představena analýza WHO týkající se produkce odpadů v souvislosti s COVID-19 a způsoby nakládání s těmito odpady v České republice. Data

byla převzata ze správy WHO «Globální analýza odpadu ze zdravotní péče v kontextu COVID-19». Pro přehled metod nakládání s odpady při pandemii COVID-19 v České republice byly použita platná doporučení a stanoviska Národního referenčního centra pro hygienu půdy a odpadů.

V pátém kroku byla na základě dostupných podkladů představena analýza současných trendů nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení, přehled dekontaminačních zařízení používaných v České republice k dezinfekci a sterilizaci odpadů a také uveden přehled možných oblastí zlepšení v systému sběru, shromažďování a skladování odpadů ze zdravotní péče.

V šestém kroku byla zhodnocena efektivnost existujících způsobů nakládání s odpady a navržena optimalizace metod pro nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení.

4. LITERÁRNÍ PŘEHLED

3.1 Odpady ze zdravotnických zařízení

Odpadem ze zdravotnických zařízení se rozumí odpad, který se produkuje při provozu různých zdravotnických zařízení, v zařízeních sociální péče, tetovacích salonech, protidrogových centrech, ve výzkumných centrech a laboratořích. Kromě toho zahrnuje odpady vznikající při domácí zdravotní péči, jako jsou např. domácí dialýza, vlastní aplikace inzulínu apod. (SZÚ, 2016).

Podle současného právního rámce se myslí odpadem ze zdravotní péče odpad, který vzniká při poskytování zdravotní péče ve zdravotnických zařízeních a jim podobných zařízeních, a který vyžaduje specifické nakládání vzhledem k možnému zdravotnímu riziku. Tento odpad obsahuje různé fyzikální, chemické a biologické látky a je uveden ve skupině 18, podskupině 18 01 Katalogu odpadů (SZÚ, 2016).

Světová zdravotnická organizace (WHO) 75-90 % uvádí, že odpad vznikající ve zdravotnických zařízeních je svým složením porovnatelný s odpadem komunálním a považuje se za nerizikový. Nebezpečný odpad ze zdravotnických zařízení tvoří zbývajících 10-20 % celkového množství odpadů a představuje riziko pro životní prostředí a lidské zdraví (Chartier Y. a kol., 2014).

Pro bezpečné nakládání s odpady je nezbytná klasifikace odpadů na základě nebezpečných vlastností a místa vzniku. V tabulce č. 1 jsou uvedeny příklady odpadů produkovaných ve zdravotnických zařízeních, které jsou klasifikovány jako nebezpečné (rizikové) a ostatní (nerizikové).

Nebezpečný odpad	Ostatní odpad
Infekční odpad	Odpad z domácností
Zářivkové trubice	Potravinový odpad
Laboratorní chemikálie	Hygienický odpad
Čisticí chemikálie	Odpad z obalů
Fotochemikálie	Recyklovatelný odpad (papír, sklo atd.)
Oleje	Nábytek
Baterie	
Odpadní elektronika	
Azbest	
Barvy	
Rozpouštědla	

Tab. 1 Příklady odpadů produkovaných ve zdravotnickém sektoru (*Zdroj: Environment and sustainability Health Technical Memorandum, 2006, upraveno autorkou*)

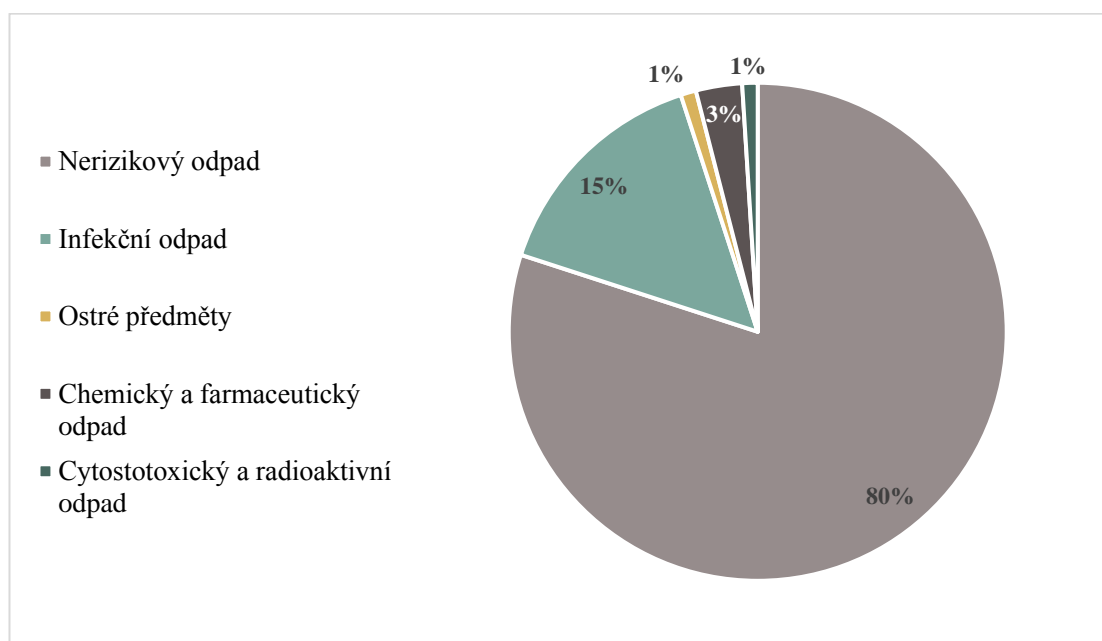
Světová zdravotnická organizace WHO ve své metodice rozděluje nebezpečný odpad ze zdravotnických zařízení do následujících kategorií:

- 1. Ostré předměty.** Jedná se o typ pevného zdravotnického odpadu, který se skládá z použitých nebo nepoužitých injekčních, nitrožilních nebo jiných jehel, stříkaček, pipet, skalpelů, nožů, čepelí, infuzních setů apod. (Das a kol., 2021).
- 2. Infekční odpad.** Odpad obsahující infekční patogeny, který může vest k výskytu infekčního onemocnění. Patří sem materiály kontaminované krve, tělními tekutinami, lidskými exkrementy (použité nemocniční podložky, pleny apod.), odpad z laboratoře atd. (Chartier Y. a kol., 2014).
- 3. Patologicko-anatomický odpad** obvykle zahrnuje orgány, tkáně, části těl, nebo tělní tekutiny (Das a kol., 2021).
- 4. Farmaceutický odpad** zahrnuje kontaminované a prošlé farmaceutické výrobky, léky, transdermální náplasti a vakcíny.
- 5. Cytotoxický odpad** obsahuje látky s genotoxickými vlastnostmi (např. odpad obsahující cytostatika – léky používané k léčbě zhoubných nádorů) (WHO, 2017).

6. Chemický odpad tvoří pevné a kapalné chemické látky z laboratoří, prošlé dezinfekční prostředky, odpad s vysokým obsahem těžkých kovů, např. baterie; rozbité teploměry a tlakoměry (Chartier Y. a kol., 2014).

7. Radioaktivní odpad zahrnuje pevný, kapalný a plynný odpad, který je kontaminován radionuklidy, např. kontaminované sklo, obaly nebo savý papír; moč a exkrementy pacientů léčených nebo testovaných pomocí otevřených/uzavřených radionuklidových zářičů (Banerjee, Mitra, 2013) .

Shcherbo a kol. (2013) ve své práci na základě klasifikace Světové zdravotnické organizace uvádějí vlastní procentuální zastoupení jednotlivých kategorií odpadů ze zdravotnických zařízení (Obr.1):



Obr. 1 Složení odpadu ze zdravotnických zařízení (Zdroj: Shcherbo a kol., 2013, zpracováno autorkou)

3.2 Rizika při nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Odpady ze zdravotnických zařízení, zejména nebezpečné odpady ze zdravotní péče představují riziko pro pacienty, personál, obyvatelstvo a životní prostředí.

Největšímu riziku infekce a intoxikace jsou vystaveny právě zaměstnanci zdravotnických zařízení, a to hlavně při sběru a třídění odpadu, ale také pracovníci, kteří jsou zodpovědní za přepravu a úpravu tohoto odpadu (UNDP, 2015).

V současné době jsou známé případy onemocnění obyvatelstva a personálu, který s odpadem nakládá. Onemocnění jsou spojené s nedodrčováním pravidel pro sběr, skladování, přepravu a odstranění zdravotnického odpadu. Podle Konference OSN o životním prostředí a rozvoji (United Nations Conference on Environment and Development) každý rok zemře 5,2 milionů lidí (z toho 4 milionů dětí) v důsledku onemocnění souvisejících s nakládáním s nebezpečným zdravotnickým odpadem.

Je důležité si pamatovat, že nebezpečí hrozí ve všech fázích řízení toků odpadů, při sběru, třídění, přepravě a odstranění.

3.2.1 Rizikové faktory

Rizikové faktory související s nakládáním s nebezpečným odpadem ze zdravotnických zařízení lze rozdělit na:

- a) **riziko poranění ostrými předměty** je spojeno s poraněním kůže a sliznic ostrými předměty. Navíc existuje riziko zanesení infekce do otevřené rány, škrábnutí nebo píchnutí, např. virových hepatitid typu B, C, typu A a také HIV/AIDS. Nejvyšší riziko představují jednorázové použité injekční jehly, jehly intravenózního katétru, chirurgické jehly, ostří skalpelů atd. V tabulce číslo 2 je znázorněno procentuální zastoupení rizika infekce v závislosti na charakteru poranění.
- b) **riziko infekční nákazy.** Infikovaný odpad může obsahovat velké množství patogenních mikroorganismů, které mohou napadnout organismus v důsledku polknutí nebo vdechnutí. Příkladem infekčních agens jsou břišní tyfus, paratyfy, bakteriální dysentérie, *Mycobacterium tuberculosis*, bacily antraxu.

Píchnutí	72.6
Říznutí	22.3
Rozprášení	3.3
Jiné způsoby	1.8

Tab.2 Závislost rizika infekce na charakteru poranění (v procentech) (Zdroj: Bolatchiev, 2016, zpracováno autorkou).

- c) **riziko toxického poškození** může souviset s prováděním dezinfekce zdravotnického odpadu a také při kontaktu s toxickým odpadem při jeho přepravě. Spousta chemických látek a léčivých přípravků používaných ve zdravotnických zařízeních může vykazovat nebezpečné vlastnosti (toxicita, výbušnost, žíravost, hořlavost a další.). Zdravotnický odpad může být smíšen nebo znečištěn nějakou složkou, která činí odpad nebezpečným, což se může stát příčinou intoxikace a poranění. K poškození dochází zejména v důsledku vdechnutí prachu nebo aerosolů, vstřebávání přes kůži a při konzumaci potravin, které náhodně přišly do styku s cytotoxickými léčivy nebo chemickými látkami. V případě vypouštění chemických látek do kanalizačních systémů může dojít ke kontaminaci biologických čistících stanic odpadních vod a také k znečištění ekosystémů přirozených vodních ploch. Tyto chemické látky mohou obsahovat antibiotika a další léky, fenoly a jejich deriváty a také těžké kovy, např. rtuť (Bolatchiev, 2016).
- d) **riziko radiačního poškození se** vyskytuje při vlivu na organismus ionizujícího záření, kde dochází k vnější či vnitřní kontaminaci těla rozptýlenou radioaktivní látkou. Stupeň poškození závisí přímo na dávce a typu záření. Mezi možná místa s nebezpečím ionizujícího záření patří například oddělení nukleární medicíny nebo radioterapeutická pracoviště (SÚJP).
- e) **ekologické riziko** souvisí s únikem nebezpečných látek obsažených ve zdravotnickém odpadu do životního prostředí a jejich následná distribuce do ovzduší, vody a půdy (EPTA, 2006).

Základním cílem nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení je minimalizace všech výše uvedených rizik a také negativních účinků na lidské zdraví a životní prostředí v celém cyklu nakládání s odpady ze zdravotnických a jim podobných zařízení (SZÚ, 2016).

3.2 Legislativní rámec nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Nakládání s odpady ze zdravotní péče se v Evropské unii obecně řídí směrnicí Evropského parlamentu a Rady č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. Směrnicí jsou stanovené opatření na ochranu životního

prostředí a lidského zdraví, omezování množství odpadů pro a předcházení nepříznivým vlivům odpadů a nakládání s nimi. Do roku 2020 v České republice neexistoval samostatný právní předpis regulující systém nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení. Nová prováděcí vyhláška č. 273/2021 Sb. k zákonu č. 541/2020 Sb. o odpadech stanovuje podrobnosti nakládání s odpady, včetně odpadů ze zdravotní péče, které jsou uvedeny v §72-75.

Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení se řídí platnou legislativou pro odpadové hospodářství, částečně předpisy z oblasti zdravotnictví a vybranými metodikami WHO. Obecně lze tyto předpisy rozdělit do tří základních okruhů:

1. Legislativa navazující na Zákoník práce
2. Legislativa v oblasti zdravotnictví
3. Legislativa v oblasti odpadového hospodářství (Zimová, 2021a)

Bezpečnost a ochrana zdraví při práci se řídí **legislativou navazující na Zákoník práce**, zejména:

- zákonem č. 262/2006 Sb., Zákoník práce ve znění pozdějších předpisů
- zákonem č.309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy, ve znění pozdějších předpisů
- nařízením vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů.

Legislativa v oblasti zdravotnictví

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví určuje souhrn činností a opatření pro ochranu zdravých pracovních podmínek a pro předcházení šíření infekčních onemocnění, zabránění ohrožení zdraví v souvislosti s pracovními výkony, a vzniku nemocí a jiných poruch zdraví souvisejících s prováděnou prací. K tomuto byla později přijata vyhláška č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče.

Při odstraňování části těla a orgánů je nutno postupovat podle zákona č. 372/2011 Sb., o zdravotnických službách a podmínkách jejich poskytování. Tento zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje podmínky poskytování zdravotních služeb a s tím spojený výkon státní správy, druhy a formy zdravotní péče, práva a povinnosti pacienta a všech osob v souvislosti s poskytováním zdravotních služeb, hodnotí kvalitu a bezpečí činností zdravotních služeb (Zákon č. 372/2011 Sb.).

Nakládání s těly zemřelých osob je upraveno citovaným zákonem č. 372/2011 Sb. a zákonem č. 256/2001 Sb., o pohřbívání, ve znění pozdějších předpisů.

Nakládání s radioaktivními odpady a odpady obsahujícími radioaktivní izotopy se řídí zákonem č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů a souvisejících právních předpisů. Po ztrátě aktivity odpadů a její kontrole se s těmito druhy odpadů nakládá podle zákona č. 541/2021 Sb., o odpadech v platném znění.

Nakládání s nepoužitelnými léky, léčivými přípravky nebo jejich zbytky (včetně obalů) je řízeno § 88 a § 89 zákona č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů.

S návykovými látkami se nakládá v souladu s § 14 zákona č. 167/1998 Sb., o návykových látkách, v platném znění, který upravuje zacházení s návykovými látkami a s přípravky obsahujícími návykové látky, jejich vyvoz, dovoz a tranzitní operace s nimi.

Legislativa v oblasti odpadového hospodářství

S odpadem produkovaném při provozu zdravotnických zařízení a při poskytování zdravotní péče se musí nakládat v souladu s novým zákonem č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění, který navazuje na směrnici č. 98/2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. Nový zákon č. 541/2020 Sb. nahrazuje zákon č. 185/2001 Sb.

Přehled jednotlivých druhů odpadů je uveden v příloze č. 1 k vyhlášce č. 8/2021 Sb. o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů).

Dalším prováděcím právním předpisem k zákonu č. 541/2020 Sb. je vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění.

Statní zdravotní ústav vydal v roce 2016 certifikovanou Metodiku pro nakládání s odpady ze zdravotnických, veterinárních a jim podobných zařízení, která navazuje na metodické doporučení MŽP z roku 2007.

3.4 Kategorizace a charakteristika odpadů skupiny 18 01

Do skupiny 18, podskupiny 18 01 (tab.3) Katalogu odpadů jsou seřazeny «Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí».

18 01	Odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí
18 01 01	Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)
18 01 02	Části těla a orgány včetně krevních vaků a krevních konzerv (kromě čísla 18 01 03)
18 01 03*	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 01 03 01* ¹	Ostré předměty na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 01 03 02* ¹	Části těla a orgány včetně krevních vaků a krevních konzerv
18 01 04	Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce
18 01 06*	Chemikálie, které jsou nebo obsahují nebezpečné látky
18 01 07	Chemikálie neuvedené pod číslem 18 01 06
18 01 08*	Nepoužitelná cytostatika
18 01 09*	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 01 08
18 01 10*	Odpadní amalgám ze stomatologické péče

Tab. 3 Podskupina 18 01 Katalogu odpadů (Zdroj: Katalog odpadů)

¹ Kategorizace je platná od 1.1.2024

Podle zákona o odpadech č. 541/2020 Sb., v platném znění původce odpadu je povinen zařadit odpad podle kategorie na základě vlastností odpadu a místě jeho vzniku. V případě odpadů ze zdravotnických a jim podobných zařízení se při poskytování zdravotní péče pacientům původcem odpadů stávají provozovatelé těchto

zdravotnických zařízení. Odpad se má zařadit buď do kategorie ostatní (O) nebo nebezpečný (N), který je Katalogu odpadů označen symbolem *.

Odpad se zařazuje do kategorie nebezpečný v případě, že vykazuje jednu nebo několik nebezpečných vlastností, které jsou uvedené v příloze přímo použitelného předpisu Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů, nebo se zařazuje do druhu odpadu, který je v Katalogu odpadů zařazen do kategorie nebezpečný odpad, nebo pokud je odpad znečištěn či smíšen s nebezpečným odpadem.

Nebezpečné vlastnosti odpadů jsou znázorněny v tabulce č. 4 (příloha č. III nařízení komise (EU) č. 1357/2014).

HP1	Výbušné
HP2	Oxidující
HP3	Hořlavé
HP4	Dráždivé – dráždivé pro kůži a oči
HP5	Toxicita pro specifické cílové orgány; Toxicita při vdechnutí
HP6	Akutní toxicita
HP7	Karcinogenní
HP8	Žíravé
HP9	Infekční
HP10	Toxické pro reprodukci
HP11	Mutagenní
HP12	Uvolňování akutně toxického plynu
HP13	Senzibilizující
HP14	Ekotoxické
HP15	Odpad schopný vykazovat při nakládání s ním některou z výše uvedených nebezpečných vlastností, kterou v době vzniku neměl

Tab. 4 Nebezpečné vlastnosti odpadu (Zdroj: Nařízení komise (EU) č. 1357/2014)

Nebezpečná vlastnost odpadu se posuzuje na základě kritérií a limitních hodnot ukazatelů stanovených předpisem Evropské unie o nebezpečných vlastnostech odpadů (Nařízení Komise (EU) č. 1357/2014) nebo doplňujícími limitními hodnotami a kritérii pro hodnocení nebezpečných vlastností označených kódem HP 9, HP 14 a HP 15 a uvedených v příloze č. 2 vyhlášky č. 8/2021 Sb. o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů (Katalog odpadů).

Dalšími druhy odpadů, které se produkují ve zdravotnických zařízeních, ale jsou uvedené v jiných skupinách a podskupinách Katalogu odpadů jsou:

15 01 10* Obaly obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné

15 02 02* Absorpční činidla, filtrační materiály (včetně olejových filtrů jinak blíže neurčených), čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami

20 01 02 Sklo (prokazatelně nesmí obsahovat zbytky nebezpečných látek nebo léčiv)

20 01 21* Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť (rtuťové teploměry, tonometry...)

20 01 31* Nepoužitelná cytostatika

20 01 32 * Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31
(Katalog odpadů)

3.5 Nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Pro minimalizaci rizik při nakládání se zdravotnickým odpadem se musejí dodržovat pokyny pro nakládání s odpadem ze zdravotnických a jim podobných zařízení. Podle množství odpadů produkovaných ve zdravotnickém zařízení, rozsahu poskytované péče a samotné velikosti zdravotnického zařízení se pak určuje rozsah pokynů pro nakládání se zdravotnickým odpadem (Zimová, 2021a). Vyhláška č. 273/2021 o podrobnostech nakládání s odpady upravuje náležitosti pokynů pro nakládání s odpady ze zdravotnictví a veterinární péče.

3.5.1 Třídění a shromažďování odpadů ve zdravotnických zařízeních

Třídění odpadů (oddělené krátkodobé shromažďování odpadů) je základním krokem v procesu nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení. Pro shromažďování

každého jednotlivého druhu odpadů jsou určené speciální označené prostředky, do kterých se v místě vzniku vytríděný odpad ukládá. Míšení zdravotnického odpadu je zakázáno. Pokud se infekční odpad smíchá s neinfekčním, celý odpad se považuje za nebezpečný infekční, což vystavuje rizikům zdravotnický personál a zároveň zvyšuje náklady na jeho odstranění (Amariglio, 2021).

Podle vyhlášky č. 273/20021 Sb. odpady ze zdravotní péče musí být odděleny a shromažďovány následujícím způsobem:

- a) ostré předměty
- b) nepoužitelná léčiva
- c) odpad určený ke spálení
- d) odpad určený k dekontaminaci
- e) komunální odpad

Jako shromažďovací prostředky na nebezpečné odpady mohou být použity plastové pytle, pevné nádoby, kontejnery apod., které splňují požadavky stanovené vyhláškou č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění. Požadavky na soustředovací prostředky na odpady ze zdravotní péče jsou uvedeny v § 72 této vyhlášky. Všechny shromažďovací prostředky na nebezpečné odpady musí být certifikovány pro daný způsob použití.

Nádoby by měly být pevné a nepropustné, pevně uzavíratelné a nepropíchnutelné.

Plastové pytle používané pro odpad, musí mít maximální objem 0,1 m³, při síle materiálu minimálně 0,1 mm. Pytle, které se používají na pracovištích s vysokým rizikem infekce musí mít minimální tloušťku stěny 0,2 mm. Pokud se jedná o plastový pytel z tenčího materiálu, musí být použito více pytlů pro dosažení požadované tloušťky nebo musí být pytel umístěn do nádoby z dezinfikovatelného a čistitelného materiálu.

Odpady se ze zdravotnických zařízení mají odstraňovat denně (Vyhláška č. 273/2021 Sb.).

V případě dekontaminace odpadu musí obal splňovat podmínky vhodné pro použití v dekontaminačních zařízeních. Vysoce infekční odpad musí být podle vyhlášky č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení, vzniku a šíření infekčních onemocnění a o

hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče, v platném znění, po vzniku upraven dekontaminací certifikovaným technologickým zařízením (Vyhláška č. 306/2012 Sb.).

Nádoby na **ostrý odpad** mají splňovat normu ČSN EN ISO 23907 (854002) Ochrana před poraněním ostrými předměty, která upřesňuje požadavky pro zkoušky nádob tak, aby splňovaly podmínky použití pro tento druh odpadu a bylo tím minimalizováno riziko poranění. (SZÚ, 2016).










Tekuté odpady musí být uloženy do pevných nepropustných nádob pro odstranění odpadu certifikovaných k danému účelu (Zimová, 2021a).

Prostředky na shromažďování a třídění **radioaktivních odpadů** musejí splňovat požadavky stanovené ve vyhlášce č. 377/2016 Sb. o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. kategorie, v platném znění. Radioaktivní odpady ze zdravotnických zařízení patří do skupiny přechodně aktivních odpadů, to znamená, že po době skladování maximálně 5 let v tzv. vymíracích komorách je jejich aktivita srovnatelná s aktivitou okolního prostředí a může se s nimi nakládat jako s komunálním odpadem (SÚRAO).

Každý shromažďovací prostředek je nutné správně označit na viditelném místě:

- časem vzniku odpadu
- konkrétním oddělením, kde odpad vznikl
- jménem osoby, která je zodpovědná za nakládání a označení odpadu
- údajem o hmotnosti odpadu
- údajem o dalším způsobu nakládání (Vyhláška č. 273/2021 Sb.)

Příklady grafického značení nebezpečného odpadu jsou uvedené na obrázku č. 2.

Pořadové číslo	Grafický symbol	Nebezpečná vlastnost			
1		HP 1 Výbušné	6		HP 6 Akutní toxicita HP 12 Uvolňování akutně toxického plynu
2		HP 2 Oxidující	7		HP 5 Toxicita pro specifické cílové orgány/Toxicita při vdechnutí HP 7 Karcinogenní HP 10 Toxické pro reprodukci HP 11 Mutagenní HP 13 Senzibilizující
3		HP 3 Hořlavé	8		HP 9 Infekční
4		HP 4 Dráždivé – dráždivé pro oči a kůži ¹⁾ HP 8 Žíravé	9		HP 14 Ekotoxický
5		HP 4 Dráždivé – dráždivé pro oči a kůži ¹⁾ HP 15 Následně nebezpečný	10	Grafický symbol se doplní podle projevující se nebezpečné vlastnosti, kterou v době vzniku neměl	HP 15 Odpad schopný vykazovat při nakládání s ním některou z výše uvedených nebezpečných vlastností, kterou v době vzniku neměl Na štítku se uvede název nebezpečné vlastnosti následovně: Následně nebezpečný.

Obr. 2 Grafické symboly používané pro značení nebezpečného odpadu (Příloha 20 vyhlášky č. 273/2021 Sb.)

U shromažďovacích prostředků pro nebezpečné odpady musí být umístěn **identifikační list** nebezpečného odpadu, který obsahuje hlavně název a kód odpadu, čas a název oddělení, kde odpad vznikl jméno osoby, která je zodpovědná za nakládání a označení, hmotnost odpadu a značení o dalším způsobu nakládání. Celý obsah identifikačního listu je uveden v příloze č. 21 vyhlášky č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění (Vyhláška č. 273/2021 Sb.).

Pro usnadnění správné identifikace odpadu a předcházení jeho mísení se shromažďovací prostředky označují barevně dle způsobu jejich odstranění. Žlutou barvou se označuje infekční odpad, červenou – odpad ke spálení, černá slouží pro značení patologicko-anatomického odpadu, modrá pro ostatní odpad, zelená barva znamená, že odpad je určen k dekontaminaci, transparentní barva je určená pro komunální odpad (SZÚ, 2016).

Systém třídění a shromažďování nebezpečného zdravotnického odpadu může se v různých zemích lišit v závislosti na platné vnitrostátní legislativě. Tak například v Ruské federaci nebezpečný odpad ze zdravotnických zařízení se rozděluje do 5 skupin:

1. A (nerizikové) – odpady, které nepřišly do styku s infikovanými biologickými tekutinami, potravinový odpad (mimo infekční oddělení), papír, obaly, pleny apod. Označují se **bílou barvou**.

2. B [be] (rizikové) – potenciálně rizikové nebo rizikové infekční odpady, např. potravinový odpad (z infekčních oddělení), odpady z laboratoří, části těl, materiály a pomůcky, které přišly do styku s infikovanými biologickými tekutinami, ostrý odpad apod. Označují se **žlutou barvou**.
3. V[ve] (vysoce rizikové) – extrémně nebezpečný odpad, schopný vyvolat šíření infekce, patří sem laboratorní a farmaceutický odpad vznikající při práci s biologickými činiteli 1. a 2. skupiny, odpady z vivária, geneticky modifikované organismy atd. Označují se **červenou barvou**.
4. G [ge] (odpady s rizikem toxického poškození) – prošlé léky, cytostatiky a přípravky obsahující rtuť, farmaceutický odpad, žárovky. Označují se **černou barvou**.
5. D[de] – radioaktivní odpady. Jsou umístěné **do modrého nepropustného kontejneru**

(SanPiN 2.1.3684-21).

Pokud vnitrostátní legislativou nejsou určeny způsoby značení shromažďovacích prostředků, je k dispozici schéma Světové zdravotnické organizace (WHO).

3.5.2 Úprava odpadů dekontaminací

Úprava odpadů dekontaminací je metodou, která se používá pro snížení rizika infekčního odpadu a odstranění nebezpečné vlastnosti H9 (infekčnosti). Odpad se upravuje před jeho transportem ze zdravotnického zařízení.

Podle vyhlášky č. 273/2021 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady při odstranění nebezpečné vlastnosti HP9 (infekčnost) se musí uvádět způsob a četnost kontroly účinnosti dekontaminace odpadů, zejména fyzikálních, chemických a biologických ukazatelů. Provozovatel zařízení je povinen pravidelně kontrolovat parametry, které účinnost kontaminace ovlivňují a provedené kontroly zaznamenávat a následně dokumenty archivovat. Dekontaminace odpadů se považuje za účinnou při dosažení alespoň úrovně III. V případě, že odpad je kontaminován rezistentními bakteriemi *Staphylococcus aureus* je vyžadován úroveň účinnosti IV. Třídy úrovně účinnosti dekontaminace odpadů jsou uvedeny v tabulce č. 5 (Vyhláška č. 273/2021 Sb.).

Úroveň	Inaktivace
I	<ul style="list-style-type: none"> • vegetativní formy bakterií, hub a lipofilních virů – 6 log₁₀ redukce nebo větší
II	<ul style="list-style-type: none"> • vegetativní formy bakterií, hub, lipofilních/hydrofilních virů, parazitů a mykobakterií – 6 log₁₀ redukce nebo větší
III	<ul style="list-style-type: none"> • vegetativní formy bakterií, hub, lipofilních / hydrofilních virů, parazitů a mykobakterií – 6 log₁₀ redukce nebo větší • spory <i>Bacillus stearothermophilus</i> nebo <i>B. subtilis</i> – 4 log₁₀ redukce nebo větší
IV	<ul style="list-style-type: none"> • vegetativní formy bakterií, hub, lipofilních/hydrofilních virů, parazitů a mykobakterií a spor <i>B. stearothermophilus</i> – 6 log₁₀ redukce nebo větší

Tab. 5 Třídy úrovně účinnosti dekontaminace odpadů (Zdroj: Vyhláška č. 273/2021 Sb., Příl.50)

Účinnost úpravy odpadů dekontaminací ovlivňuje spousta faktorů, např. objem odpadu, množství odpadů, typ mikroorganismů, provozní parametry atd. Po provedení dekontaminace, jejíž účinnost byla prokázána a po odstranění nebezpečné vlastnosti infekčnosti a také všech jiných nebezpečných složek, se s tímto odpadem nakládá jako s ostatním odpadem (SZÚ, 2009).

V současné době jednou z nejpoužívanějších metod dekontaminace v některých státech (např. v Ruské federaci) je chemická dezinfekce s následným ukládáním na skládku. Chemická dezinfekce vysoce infekčních odpadů je povolena jenom při «dezinfekci potravinového odpadu a exkrementů pacientů, a také při organizaci primárních protiepidemických opatření v ohniscích nákazy». Obecně pro

dekontaminaci vysoce infekčních odpadů se používají fyzikální metody. (SanPiN 2.1.3684-21). Příklady různých dekontaminačních metod jsou uvedeny v tabulce č. 6.

Mezi metody dekontaminace používané v České republice patří:

- sterilizace parou (vysoce infekční odpad)
- chemická dezinfekce/sterilizace (ostré předměty, v malém množství na infekční odpad)
- horkovzdušná sterilizace (infekční odpad, ostré předměty)
- mikrovlnné ozáření (kapalný a suchý infekční odpad)
- jiné metody

(SZÚ, 2009). Světová zdravotnická organizace (WHO) doporučuje nahradit chemické metody dekontaminace alternativními metodami termické úpravy odpadů. Tyto metody využívají teplo k zneškodnění infekčních prvků v odpadu. Pro inaktivaci těchto mikroorganismů se používají teploty 100–180 °C za podmínek suchého nebo vlhkého tepla (Balakayeva, 2016).

Fyzikální metody		Chemické metody
Vysokoteplotní	Nízkoteplotní	Dezinfekční prostředky
Plazmová metoda	Autoklávování	Chlornan sodný
Pyrolýza	Suché teplo	Kyselina peroctová
	Vlhké teplo	Oxid chloričitý
	Mikrovlnné procesy	Glutaraldehyd

Tab. 6 Příklady dekontaminačních metod (Zdroj: Balakayeva, 2016, zpracováno autorkou)

Autoklávování

Použití nasycené vlhké páry pod tlakem při teplotě > 100 °C (autoklávování) je jednou z nejpoužívanějších a nejúčinnějších metod dekontaminace odpadu ze zdravotní péče. Dosažení dostatečně vysoké teploty je nutné z toho důvodu, že i když je většina patogenů zničena při teplotě 100 °C, některé z nich zůstávají odolné vůči teplu, jako např. spory. Pro zvýšení účinnosti dekontaminace odpad před použitím autoklávu je nutné zpracovat – rozdrtit. Nevýhodou použití autoklávu je, že během sterilizačního procesu může v autoklávu docházet k uvolňování chemických látek přítomných v

odpadu. V závislosti na konstrukci autoklávu se mohou tyto látky po jeho otevření uvolňovat do okolního prostředí.

Materiál obalů pro autoklávování musí být pevný a odolný vůči maximální teplotě a tlaku v autoklávu.

Teplota a doba sterilizace v autoklávu závisejí na několika faktorech, to jsou: celkové množství odpadu, který bude dekontaminován, množství a typ organismů a odolnost těchto organismů vůči páře (SZÚ, 2009). Následně by měla být ověřena účinnost autoklávů pro konkrétní cykly, které budou použity. Světová zdravotnická organizace (WHO) definuje několik cyklů sterilizaci v autoklávu:

1. Expozice po dobu 3 minuty při teplotě 134 °C
2. Expozice po dobu 10 minut při teplotě 126 °C
3. Expozice po dobu 15 minut při teplotě 121 °C
4. Expozice po dobu 25 minut při teplotě 115 °C

(WHO, 2004). Údaje o době sterilizace, teplotě a tlaku použitým pro konkrétní cyklus autoklávu pomáhají určit účinnost dekontaminace. Proto autoklávy musí být vybaveny systémy pro kontrolu těchto parametrů. Měl by být sestaven písemný protokol pro každý provedený cyklus, který musí obsahovat: čas, datum, jméno osoby provádějící sterilizaci, typ a přibližné množství odpadu, který byl zpracován (WHO, 2020a).

Horkovzdušná sterilizace

Při sterilizaci odpadů horkým vzduchem odpad se po určitou dobu vystavuje působení horkého vzduchu o určitých teplotách – 160 °C, 170 °C a 180 °C. Tímto způsobem lze zaručit dekontaminaci celého objemu ošetřeného odpadu. Sterilizace horkým vzduchem je určena hlavně pro předměty z kovu, skla, porcelánu, keramiky a kameniny.

Mikrovlnné procesy

Provoz zařízení je založen na metodě inaktivace organismů fyzikálními faktory: elektromagnetickým zářením ultra vysoké frekvence a vlhkou párou o teplotě 100 °C. Hlavní podmínkou tohoto procesu je, aby odpad, který má být dekontaminován, byl vlhký. Může být zvlhčen přirozeně nebo umělé parou.

Existuje i suchý mikrovlnný proces, který dokáže generovat vyšší teploty než vlhký mikrovlnný proces (SZÚ, 2009).

Chemická dezinfekce/sterilizace

Chemická dezinfekce je metoda dekontaminace, která zahrnuje použití chemických látek nebo směsi chemických látek pro redukci hladiny mikrobiální kontaminace. Tato metoda se používá pouze v případech, když ostatní metody dekontaminace odpadů nejsou vhodné. Volba vhodného dezinfekčního přípravku závisí na několika faktorech, jakož jsou: druhy mikroorganismů, které mají být deaktivovány, složení odpadu, přítomnost organických, bílkovinných nebo hmotných částic v odpadu a také kvalita nástrojů, na které bude působit zvolený chemický dezinfekční prostředek. (SZÚ, 2009). Chemická dezinfekce je zaměřena především na zamezení šíření patogenních infekčních agens, má ale řadu významných nedostatků, jako je neúplné zničení infekčního agens, zvýšení toxické zátěže životního prostředí v důsledku ukládání na skládku odpadů ošetřených chemickými dezinfekčními prostředky, a také riziko alergických reakcí a dalších onemocnění u zdravotnického personálu (Balakayeva, 2016).

3.5.3 Přeprava odpadů

Přepravu odpadů ze zdravotnických zařízení lze obecně rozdělit na:

a) Přepravu odpadu v areálu zdravotnického zařízení

Přepravní prostředky pro přepravu odpadu v areálu zdravotnického zařízení musí být z vnitřní strany snadno omyvatelné a čistitelné, nesmí tam zůstat zbytky odpadů, nesmí se tam vytvářet podmínky pro přebývání hmyzu, hlodavců nebo jiných škůdců. Při nakládce a vykládce se nesmějí poškodit shromažďovací prostředky odpadů, proto musí být zajištěna bezpečná a snadná manipulace s těmito prostředky. Prostředky po přepravě také musí zůstat neporušené a funkční. (SZÚ, 2016)

V případě, že nejsou odpady předávány oprávněné osobě, která zajišťuje jejich přepravu a odstranění se používají různé prostředky pro přepravu zdravotnického odpadu v areálu zdravotnického zařízení na shromažďovací místo.

Pro přepravu uvnitř budovy mohou být použité plošinové či skladové vozíky. Nevýhodou těchto vozíků je malá nosnost a kapacita, tudíž je to vhodnou variantou pouze v případě malého množství odpadů.

Dalšími přepravními prostředky jsou kárka s nafukovacími koly, úklidové vozíky, uzamykatelné kontejnery, nosnost takových kontejnerů je cca 500 kg. Existují také speciální vozíky určené přímo na odpad ze zdravotní péče.

(Ernst & Young, s.r.o., 2020).

Pneudoprava

V některých nemocnicích je již zaveden systém pneudopravy, který přepravuje pytle s infekčním odpadem z místa shozu přímo do spalovny nebo pytle se špinavým prádlem do prádelny.

Pojmem pneudoprava nebo pneumatická doprava se rozumí doprava materiálu stlačeným vzduchem potrubím. Podle typu dopravovaného materiálu pneudoprava se dělí na:

- dopravu drceného materiálu
- dopravu nedrceného materiálu
- dopravu materiálu v pytlích
- dopravu materiálu v pevných pouzdrech nebo kontejnerech

Pneumatický dopravní systém umožňuje rozřídění odpadu do následujících kategorií

- směsný odpad
- tříděný papír
- tříděný plast
- odpad ze zdravotní péče
- špinavé prádlo do prádelny

Při manipulaci se sběrnými nádobami pracovníci jsou vystaveni hygienickým rizikům, proto hlavní výhodou pneudopravy je přeprava odpadů bez jakékoliv ruční manipulace, což omezuje riziko roznášení infekcí. Systém zajišťuje v nemocnici hygienické prostředí.

Nevýhodou využití pneumatické dopravy jsou vyšší pořizovací náklady. Dalšími nevýhodami jsou potřeba stálé kontroly systému a v případě havárie obtížné provádění oprav (Wierzbická, 2012).

b) Přepravu odpadu mimo areál zdravotnického zařízení

Přeprava nebezpečného odpadu ze zdravotní péče by měla být realizovaná v souladu s národními předpisy a mezinárodními dohodami, pokud jsou odpady přepravovány přes mezinárodní hranice za účelem jejich následného zpracování či odstranění (Basilejská úmluva, 1992). Transport nebezpečného odpadu od místa shromažďování k místu jeho konečného odstranění mimo areál zdravotnického zařízení je řízen předpisem ADR. Předpis ADR nebo «Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí» (European Agreement Concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road), určuje podmínky pro bezpečnou přepravu nebezpečných věcí. Cílem této dohody je minimalizovat rizika úniku nebezpečných látek, a s tím související rizika ohrožení zdraví obyvatelstva nebo životního prostředí (Zimová, 2021a).

Předpisy ADR vyžadují, aby všechny nebezpečné věci byly identifikovány pomocí čtyřmístného UN čísla, třídy, klasifikačního kódu, obalové skupiny a oficiálně pojmenovány.

Infekční látky podle ADR se dělí na dvě kategorie:

1. infekční látky kategorie A
2. infekční látky kategorie B

Pokud jde o infekční látku kategorie A uvedené v předpisu, přiřazuje se jí UN číslo 2814 (látky nebezpečné pro lidi) nebo 2900 (látky, které jsou nebezpečné pouze pro zvířata). Infekčním látkám kategorie B, které nesplňují kritéria pro zařazení do kategorie A a které nejsou klinicky specifikované, se přiřazuje UN číslo 3291 (Environment and sustainability Health Technical Memorandum, 2006).

Každá nebezpečná věc zařazená podle ADR se přepravuje buď volně ložená nebo balená či v kusech. Této věci (včetně odpadů ze zdravotní péče) se musí pro přepravu zabalit do tzv. certifikovaných obalů – obaly, které jsou vyrobené ze speciálních předepsaných materiálů a jsou označené kódem obalu a dalšími nezbytnými údaji. Po zabalení se každý kus musí označit bezpečnou značkou, určenou pro daný typ odpadu

a příslušným UN číslem látky nebo jiným předepsaným značením podle pokynů pro balení (SZÚ, 2017).

3.5.4 «Zelená» zdravotnická zařízení

V červnu 1998 bylo v USA Agenturou pro ochranu životního prostředí (EPA) ve spolupráci s Asociací amerických nemocnic uzavřeno memorandum za účelem snížení objemu zdravotnického odpadu a úrovně jeho toxicity. Byly definovány dva základní principy ke snížení environmentálního dopadu provozu zdravotnických zařízení na životní prostředí:

1. Proaktivní (upstream tactics) se zaměřují na snižování dopadů zdravotnických produktů a služeb na životní prostředí prostřednictvím použití zařízení a materiálů, které nezpůsobují ekologickou zátěž pro životní prostředí.

Hlavní podmínkou je ekologická šetrnost alternativního výrobku. Například intravenózní vaky (IV) z polyolefinového (PO) materiálu neobsahují chlór, takže mají menší potenciál produkovat dioxiny při spalování než intravenózní vaky (IV) z polyvinylchloridového (PVC) materiálu.

2. Reaktivní (downstream tactics) se zaměřuje na správné a ekologicky šetrné nakládání se zdravotnickým odpadem.

Provoz ekologicky šetrných zdravotnických zařízení, nazývaných taky «zelené nemocnice» představuje způsoby nakládání se zdravotnickým odpadem, zejména důkladné třídění odpadů, použití nespalovacích technologií pro úpravu odpadů a také dodržování obecných zásad pro ochranu životního prostředí. Kromě toho «zelený provoz» zdravotnických zařízení zahrnuje také dodavatelské řetězce a strategie odstranění odpadů ze zdravotní péče po ukončení jejich životnosti (Kaiser a kol., 2001).

Systém environmentálního managementu (EMS)

Systém environmentálního managementu je systém řízení, který je zaměřen na sledování dopadů činnosti organizací na životní prostředí. Zavedení a implementace systému environmentálního managementu by sloužilo jako nástroj k omezení negativních dopadů z činností zdravotnických zařízení na životní prostředí při nakládání s odpady a jejich zpracování. Jedná se například o snížení nákladů

prostřednictvím snížení spotřeby energie, snížení množství odpadů, zvýšení recyklace atd. (Štěpánková, 2011).

3.5.5 Využití a recyklace odpadů

Obecně platí, že používání opakovatelně použitelných materiálů pro zdravotnické účely pomůže minimalizovat množství odpadů.

Znovuvyužití zdravotnických materiálů by mělo zahrnovat kombinaci nebo všechny z následujících kroků: čištění, dekontaminace, úprava, dezinfekce a sterilizace. Plastové stříkačky a katétry nesmí používat opakovaně, ale po sterilizaci je však lze recyklovat. Určité typy nádob lze opětovně použít za předpokladu, že jsou dobře umyty a vydezinfikovány. Tyto nádoby musí být odolné proti propíchnutí a na všech stranách jasně označeny symbolem pro ostré předměty.

Recyklace zdravotnických materiálů může výrazně snížit náklady spojené s nakládáním s těmito materiály, a to buď snížením nákladů na jejich odstranění, nebo prostřednictvím plateb provedených recyklační společností za recyklované materiály. Část nebezpečných infekčních odpadů obsahuje recyklovatelné složky (např. papír, lepenka, obaly). Tyto materiály lze také recyklovat za předpokladu, že byly před tím vydezinfikovány za účelem odstranění možných patogenů, a že byly dodržovány pokyny pro bezpečnou manipulaci s nimi. (Chartier Y. a kol., 2014).

3.5.6 Odstranění odpadů

3.5.6.1 Spalování

Ke snížení množství anebo odstranění infekčního odpadu se nejčastěji používá metoda spalování, což dříve bylo skoro jediným způsobem nakládání s těmito druhy odpadu. Nicméně v procesu spalování vzniká popílek, který může obsahovat velké množství těžkých kovů, dioxinů či furanů. Dioxiny a furany jsou bioakumulativní a vysoce toxické látky, které se uvolňují do ovzduší při spalování odpadu obsahujícího chlór. Tyto látky mohou poškodit imunitní systém, negativně ovlivnit produkci hormonů, a dokonce způsobit rakovinu. Jedním ze zdrojů chloru v odpadech ze zdravotnických zařízení je polyvinylchlorid (PVC). Vyrábí se z něj zdravotnické pomůcky, jako např. rukavice, a krevní sáčky (Chartier Y. a kol., 2014).

Dioxiny nebo polychlorované dibenzo-p-dioxiny (PCDD) a polychlorované dibenzofurany (PCDF) patří mezi perzistentní organické polutanty, jsou skupinou silně karcinogenních sloučenin, které představují vysoké riziko pro životní prostředí a lidské zdraví (Pan a kol., 2013). Po přijetí Stockholmské úmluvy o perzistentních organických polutantech (platná pro Českou republiku od 17. května 2004) došlo k uzavření velkého množství spaloven odpadů, z čehož vznikla potřeba hledání nových způsobů dekontaminace nebezpečného odpadu (Chartier Y. a kol., 2014). Proto se po celém světě stále vyvíjí alternativní metody nakládání s nebezpečným odpadem.

Spalování nebezpečných odpadů je nejpoužívanější metoda k odstranění odpadu ze zdravotnických zařízení v České republice. Pro určité druhy odpadů je spalování dokonce nařízeno zákonem o zdravotních službách č. 372/2011 Sb., v platném znění. Jedná se hlavně o: infekční, patologicko-anatomický, chemický odpad, ostré předměty, nepoužitelná cytostatika a léčiva, odpady z dialýzy a jiné odpady, pro které by jiný způsob odstranění mohl ohrozit životní prostředí nebo lidské zdraví (SZÚ, 2016).

Všechny typy spaloven by při správném provozu měly ničit patogeny z odpadu a výrazně zmenšit jeho objem a hmotnost. Zbytkem tohoto procesu je popel, cca 5 % původního objemu odpadů. Teplota pro spalování nebezpečných odpadů ze zdravotnických zařízení nesmí být nižší než 1000 °C (Chartier Y. a kol., 2014).

Spalování odpadů se řídí zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Kromě použití účinných zařízení na čištění kouřových plynů, vzniklých při spalování odpadů, se musí provádět měření emisí, 1× za rok pro vybrané emise a 2× za rok pro kontrolu dioxinů (Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší).

Spalování zdravotnického odpadu je také jedním z hlavních zdrojů rtuti a jejích sloučenin v ovzduší. Jedná se o odpad s obsahem rtuti – teploměry, amalgam, farmaceutické přípravky, přístroje na měření krevního tlaku (sfygmomanometry) apod.

Rtuť se vypařuje už při normální pokojové teplotě. V závislosti na úrovni expozice mohou páry rtuti způsobit zánět plic, poškození ledvin a zvýšení krevního tlaku, poruchu kognitivních funkcí. Rtuť v prostředí se může přeměnit na organickou rtuť, která je snadno absorbována živými organismy a dostává se prostřednictvím

potravního řetězce do lidského organismů při konzumaci ryb a měkkýšů. Dlouhodobé vystavení organismu rtuti je vysoce nebezpečné pro nervový systém, mozek, srdce, ledviny, plíce a imunitní systém.

Z důvodu zvýšení obav spojených s negativními účinky expozice rtuti byla v roce 2013 přijata Minamatská úmluva o rtuti. Cílem této úmluvy je ochrana zdraví obyvatelstva a životního prostředí před emisemi a úniky rtuti a jejích sloučenin (WHO, 2020c).

Úmluva obsahuje opatření, která se týkají ukončování těžby rtuti, omezování použití rtuti ve výrobcích a při výrobních procesech, měření a kontroly emisí a úniků rtuti do ovzduší, vody a půdy. Úmluva také určuje pravidla a podmínky pro skladování rtuti a jejích sloučenin, pro nakládání s odpady obsahujícími rtuť a její sloučeniny, a také řeší problematiku určení míst kontaminovaných rtutí a zdravotní rizika související s expozicí rtuti (MŽP). V rámci této úmluvy, kterou podepsalo 128 zemí, mělo být od roku 2020 zakázáno používání rtuťových teploměrů.

Evropský parlament a Rada dne 25. září roku 2007 přijaly směrnici, kterou se zakazuje uvádět na trh lékařské teploměry obsahující rtuť a další měřicí zařízení s obsahem rtuti určené k prodeji široké veřejnosti. V červnu 2009 byla směrnice nahrazena nařízením REACH (nařízení (ES) č. 1907/2006 (REACH), jehož příloha XVII pak byla změněna nařízením (ES) č. 552/2009.

3.5.6.2 Skládkování

Obecně se skládky dělí na řízené a neřízené. Odpad ze zdravotní péče se nesmí ukládat na neřízenou skládku nebo kolem ní, jelikož vystavuje extrémním rizikům obyvatelstvo a zvířata, které by mohli přijít do kontaktu s infekčními patogeny nebo nebezpečnými materiály a dalšímu riziku následného přenosu onemocnění. Skládky by měla být navržena tak, aby bylo minimalizováno riziko kontaminace půdy nebo povrchových a podzemních vod. Dalším požadavkem je zabezpečení skládky proti únikům nebezpečných látek do ovzduší a omezení přístupu k odpadu pro škůdce a jiné přenašeče (Chartier Y. a kol., 2014).

Skládkování je nejméně vhodný způsob odstranění odpadů. V České republice je uložení na skládku je povoleno u odpadů pod katalogovým číslem 18 01 04, Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na

prevenci infekce, v případě prokázání jejich neinfekčnosti, a to pouze do roku 2026. Odpady, u nichž byla odstraněna jejich nebezpečná vlastnost a odpady vytríděné, dekontaminované a rozdrčené je také možné ukládat na skládku v případě odstranění jejich nebezpečné vlastnosti a splnění podmínek vyhlášky o podrobnostech nakládání s odpady (SZÚ, 2016). Podle směrnice Evropského parlamentu a rady (EU) 2018/850 je od roku 2030 požadován zákaz ukládání využitelných a recyklovatelných odpadů na skládky. Dále v roce 2035 bude možné skládkovat maximálně 10 % komunálních odpadů (Směrnice).

3.6 Tekuté odpady ze zdravotnických zařízení

Je třeba vzít v potaz, že léčivé látky mají vysokou biologickou aktivitu a zpravidla i vysokou stabilitu v prostředí. Z důvodu toho, že léčivé látky nejsou biologicky rozložitelné, mohou se akumulovat u lidí, zvířat a ryb dokonce i v nízkých koncentracích. Například mikročástice antibiotik lze nalézt v půdě, vodě, a dokonce i v potravinách (Dolina; Savina, 2018).

Podle údajů Ministerstva životního prostředí v Německu v roce 2002 v povrchových vodách v Berlíně bylo nalezeno 2 mg/l ženského pohlavního hormonu estrogeneru. Tento hormon je hlavní složkou antikoncepčních přípravků. Ženský organismus absorbuje pouze z 10-15 % estrogeneru, zbytek se dostává do kanalizace. 0,5 mg/l této látky ve vodě po 6 měsících snižuje reprodukci ryb o 90 %. Při vyšších koncentracích těchto látek ve vodním prostředí může u samců ryb docházet ke změnám na pohlavních orgánech, poruchy rozmnožování a občas i ke zvratu pohlaví samců.

Vědci z Porúrské univerzity Bochum (Ruhr-Universität Bochum, RUB) popsali přímou souvislost mezi obsahem estrogenů v pitné vodě a tendencí ke snížení počtu spermatozoidů u mužů a také růstem případů rakoviny pohlavních orgánů (Kofman, 2013).

Diclofenac je biologicky aktivní látka, která je součástí řady široce používaných protizánětlivých léků a léků proti bolesti (Voltaren). Bylo zjištěno, že diclofenac je toxický pro ryby, narušuje činnost ledvin. Stejný efekt je pozorován také u lidí jako jeden z vedlejších účinků dlouhodobého užívání léku.

V čistírně odpadních vod v Göteborgu (Švédsko) bylo nalezeno 14 léčiv ve velkých koncentracích. Ibuprofen bylo nalezen v nejvyšší koncentraci 7 mg/dm³ (Dolina; Savina, 2018).

V roce 2022 v časopisu Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS) byla publikována globální studie znečištění léčivými přípravky 258 řek po celém světě, což představuje riziko pro 471,4 milionů lidí ve 137 geografických oblastech. Vzorby byly odebrány z 1 052 míst ve 104 zemích a byly zkoumány na přítomnost 61 léčivých látek. Nejvyšší koncentrace léčivých látek byly pozorovány v subsaharské Africe, jižní Asii a Jižní Americe, s čímž je spojená špatná infrastruktura odpadních vod a odpadového hospodářství v těchto oblastech. Ve více než polovině zkoumaných oblastí byly nalezeny karbamazepin, metformin a kofein. Koncentrace alespoň jedné ze zkoumaných látek ve více než čtvrtině míst odběru vzorků byly vyšší než koncentrace, které jsou považované za bezpečné pro vodní organismy a lidské zdraví (Wilkinson a kol.,2022).

3.6.1 Doporučení WHO k nakládání s tekutými odpady ze zdravotní péče

Nebezpečný chemický a farmaceutický odpad by se neměl vypouštět do kanalizace. Tento odpad vyžaduje formu nakládání jako s chemickým odpadem. Doporučuje se provádět primární čištění odpadních vod z laboratoří. Mezi metody úpravy patří např. neutralizace alkalických/kyselých odpadních vod, filtrace kalů nebo autoklávování vzorků od pacientů s infekčním onemocněním.

Tělní tekutiny, malá množství krve a oplachové roztoky z operačních sálů a jednotek intenzivní péče je možné vypouštět do kanalizace bez předčištění. V případě většího množství krve vypouštění je přípustné, pokud hodnocení rizik ukáže, že potenciální zatížení odpadních vod nevyžaduje předběžnou úpravu. Pokud se tak nestane, musí se krev nejdříve vydezinfikovat, nejlépe jednou z metod termické úpravy, nebo odstranit podle určeného způsobu nakládání s patologicko-anatomickým odpadem.

3.7 Odpadní vody ze zdravotnických zařízení

Podle Světové zdravotnické organizace (WHO) se odpadní vody vznikající ve zdravotnických zařízeních dělí na:

- 1) Černou vodu (splašková voda) je silně znečištěná odpadní voda, která obsahuje vysoké koncentrace výkalů a moči.
- 2) Šedou vodu – vzniká při používání koupelen, umyvadel a praček a při oplachování rentgenových filmů
- 3) Dešťovou vodu – není sama o sobě odpadní vodou, ale představuje srážky shromážděné v areálu zdravotnických zařízení.

Odpadní vody ze zdravotnických zařízení mohou představovat riziko pro obyvatelstvo a životní prostředí, protože mohou obsahovat chemikálie, zbytky léčivých přípravků, infekční látky a také radioizotopy. Některé druhy léčiv (např. antibiotika, cytostatika, analgetika, hormonální léčiva aj.) se běžně vyskytují v odpadních vodách ze zdravotnických zařízení, a následně se pak dostávají do podzemních a povrchových vod. (Zimová, 2021a).

V případě, že zdravotnické zařízení není napojeno na čistírnu odpadních vod a kanalizace v areálu není vodotěsná, část odpadních splaškových vod se může dostat do vod podzemních. V některých zemích se část odpadních vod vypouští do povrchových nebo podzemních vod bez žádné nebo alespoň částečné úpravy (Chartier Y. a kol., 2014).

3.7.1 Antibiotika v odpadních vodách

Odpadní vody ze zdravotnických zařízení mohou být zdrojem bakterií (ARB) a genů (ARGs) rezistentních vůči antibiotikům. Bez vhodné úpravy jsou ARB a ARGs schopné rychle šířit v prostředí, což může způsobit rychlé vyvíjení dalších organismů rezistentních vůči antibiotikům. Pro zhodnocení rizik spojených s šířením antibiotické rezistence při nekontrolovaném vypouštění odpadních vod ze zdravotnických zařízení byly v Číně zkoumány neupravené odpadní vody ze tří nemocnic.

V odpadních vodách ze zdravotnických zařízení byly nalezeny stopy 14 antibiotik, včetně vysoké koncentrace tetracyklinů, fluorochinolonů, a cefalexinu. V letních měsících byl zaznamenán zvýšený obsah bakterií z rodů *Escherichia* a *Acinetobacter*, a také *Aeromonas*, *Comamonas*, *Citrobacter*, *Pseudochrobactrum* a *Morganella*, jejichž přítomnost nebyla prokázána ve vzorcích odebraných v lednu. Tyto bakterie mohou způsobit různé závažné onemocnění pro lidi s oslabeným imunitním systémem.

Na základě tohoto výzkumu lze konstatovat, že nedostatečně upravená odpadní voda ze zdravotnických zařízení může přispívat k šíření a selekci bakterií rezistentních vůči antibiotikům v prostředí (Wang a kol., 2018).

3.7.2 Cytostatika v odpadních vodách

Cytostatika jsou skupinou léčiv, které se běžně používají pro léčbu nádorových onemocnění. Tyto chemické látky mají genotoxické, mutagenní a karcinogenní účinky, u kterých nelze určit bezpečnou míru expozice. Rezidua cytostatik byla nalezena v kanalizacích nemocnic, v odpadních vodách a také v povrchových a pitných vodách. Rozložitelnost těchto látek přírodními mechanismy je velmi malá, a proto jejich aktivní sloučeniny zůstávají nezměněny i po úpravě v čistírně odpadních vod. V odpadních vodách z nemocnic mohou koncentrace cytostatik dosahovat hodnoty 50 µg/l. Koncentrace cytostatik a jejich metabolitů v odpadních vodách se během dne může měnit v závislosti na množství podávaných cytostatik za den (Wittlingerová a kol, 2016).

Ve své práci Negreira a kol. (2014) zkoumali přítomnost 13 druhů cytostatik a 4 metabolitů ve vzorcích odpadních vod z různých čistíren odpadních vod (ČOV) a z velké nemocnice ve Španělsku. Ve vzorcích odebraných z odpadních vod z nemocnice byly nalezeny pouze 3 druhy cytostatik v koncentraci 100 ng/l. Ve vzorcích z čistíren odpadních vod se koncentrace cytostatických látek pohybovala v rozmezí od 102 do 181 ng/l. Autoři také popisují nízkou účinnost dekontaminace některých cytostatik po čištění v čistírnách odpadních vod, což poukázalo na potřebu vyhodnotit nové alternativní způsoby úpravy odpadních vod (Negreira a kol., 2014).

Obecně lze tekuté odpady produkované ve zdravotnických zařízeních rozdělit do následujících kategorií:

- 1) tělní tekutiny – krev a další potenciálně infekční látky (například moč, fekálie, zvratky)
- 2) sterilizační a dezinfekční prostředky
- 3) ostatní chemické látky a jejich roztoky
- 4) radioaktivní odpad z radiodiagnostiky a radioterapie

(SZÚ, 2016).

Většina existujících systémů a technologií používaných při manipulaci s tekutým odpadem nejsou dostatečně efektivní ve smyslu nakládání s tekutým odpadem. Přibližně 90 % produkovaných odpadních vod ze zdravotnických zařízení zůstává neupraveno, což způsobuje rozsáhlé znečištění vody. Kromě toho, z důvodu nedostatku vodních zdrojů mohou se odpadní vody využívat pro účely zavlažování (Biswal, 2013).

3.7.3 Nakládání s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení v České republice

V České republice neexistuje právní rámec, který by stanovil limity znečištění v infekční pro vody vypouštěné z nemocničních čistíren odpadních vod do kanalizace pro veřejnou potřebu. Nakládáním s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení v České republice se zabývá norma ČSN 75 6406 z roku 2020, která nahradila předchozí normu ČSN 75 6406 platnou od roku 1996, která ale nakládání s infekčními vodami ze zdravotnických zařízení řešila nedostatečně. Aktualizovaná norma se týká obecně předčištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení a popisuje doporučené technologie pro předčištění odpadních vod před jejich vypouštěním do kanalizační sítě pro veřejnou potřebu s ohledem na základní principy efektivního nakládání s odpadními vodami.

Norma rozděluje odpadní vody ze zdravotnických zařízení do tří kategorie podle charakteru kontaminace na: odpadní vody, obsahující rizikové chemické látky; odpadní vody s obsahem radioaktivních látek a infekční odpadní vody.

Pro každý konkrétní případ znečištění (chemické látky, radioaktivní a infekční) se nejdříve zpracovává posouzení rizik, které zahrnuje identifikaci, analýzu a hodnocení rizik systému úpravy odpadních vod. Na základě posouzení se navrhuje technologie předčištění a dekontaminace.

Hlavní zásadou efektivního nakládání s odpadními vodami je oddělení od sebe jednotlivých druhů odpadních vod podle typu znečištění. Odpadní vody, obsahující rizikové chemické látky, zejména léčiva a léčivé přípravky, radioaktivní odpadní vody a infekční odpadní vody se nesmí navzájem mísit.

Odpadní vody ze zdravotnických zařízení, které obsahují rizikové koncentrace znečištění se nesmí vypouštět do kanalizace pro veřejnou potřebu. Nejdříve musejí být předčištěny v místě vzniků, aby splňovaly příslušné požadavky pro jejich vypouštění.

Předčištění jednotlivých typů odpadních vod ze zdravotnických zařízení

Radioaktivní odpadní vody se zavádějí do vymíracích nádrží, kde časem jejich radioaktivita klesá. Po poklesu radioaktivity vody pod povolený limit je možné vody vypustit do kanalizace pro veřejnou potřebu.

Pro předčištění infekčních odpadních vod se používají membránové technologie, fyzikální způsoby (tepelné zpracování – parní sterilizace), ozonizace, dezinfekce UV zářením, nebo dezinfekce za využitím plynného chloru, oxidu chloričitého a tekutého chlornanu sodného. V případě použití chlorace pro dezinfekci existuje riziko vzniku vedlejších produktů chlorace. Mezi nejznámější produkty chlorace patří karcinogenní trihalogenované metany (THM), které jsou škodlivé pro lidské zdraví. Z důvodu, že v procesu čištění odpadních vod se odstraňují pouze biologické rozložitelné látky, toto riziko je přítomno i na konci procesu.

U odpadních vod s obsahem léčiv se pro předčištění používají dva principy. Prvním je vyčištění vody aktivačním nebo jiným procesem, potom se tyto vody dočišťují např. pomocí aktivního uhlí. Druhým principem je rozštěpení molekul silnými oxidačními činidly na menší molekuly, které jsou méně škodlivé (ČSN 75 6406).

Metody čištění odpadních vod

Obecně znečišťující látky v odpadních vodách lze rozdělit na rozpuštěné a nerozpuštěné. Rozpuštěné a nerozpuštěné látky se dále rozdělují na organické a anorganické. Organické rozpuštěné látky zahrnují látky biologicky rozložitelné (cukry, mstné kyseliny apod.) a biologicky nerozložitelné (např. azobarviva). Do nerozpuštěných látek jsou navíc zařazeny látky usaditelné a neusaditelné (koloidní, plovoucí).

Do těchto kategorií nelze zařadit všechny druhy kontaminace, nepatří sem tepelné, radioaktivní a mikrobiální znečištění, zbytky léčiv a obecně látky se specifickými fyziologickými účinky apod.

Procesy používané pro čištění odpadních vod se dělí na:

- a) Mechanické
- b) Chemické a fyzikálně chemické
- c) Biologické

Mechanickým čištěním odpadních vod se rozumí mechanická separace znečišťujících látek, která se provádí ve dvou krocích. Prvním krokem je oddělení hrubšího materiálu v lapacích písku a na česlích. K odstranění tuhých látek od kapaliny slouží usazovací nádrže. Pro zhušťování suspenzí slouží zhušťovací nádrže. Cílem tohoto procesu je zvýšení koncentrace kalu.

Pomocí mechanického čištění obsah organických látek se snižuje zhruba o 30 %. V procesu mechanického čištění nedochází také k odstranění rozpuštěných látek. Tyto látky obsahují dusík a fosfor, a je zřejmé, že taková technologie není dostačující, proto se používá pouze pro předčištění odpadních vod před následujícími způsoby úpravy.

Biologické čištění probíhá za působení mikroorganismy, které rozkládají a odstraňují substrát (znečištění). Biologické čištění může probíhat při aerobním a anaerobním (bez přítomnosti kyslíku) rozkladu. V procesu anaerobního rozkladu organické látky se oxidují na oxid uhličitý a vodu, když některé jiné látky se redukují na organické plyny. Příkladem aerobního rozkladu je aktivační proces, který je nejběžnějším způsobem biologického čištění odpadních vod. Aktivním činitelem v tomto procesu je aktivovaný kal, který tvoří kultury bakterií, jako např. organotrofní organismy a chemolitotrofní nitrifikační bakterie ve formě suspenze. Aktivovaný kal dokáže z odpadních vod odstranit sloučeniny dusíku a fosforu. Proces probíhá v aktivačních nádržích, následně je aktivovaný kal separován od vyčištěné vody v dosazovacích nádržích. Pro urychlení biochemického rozkladu organických látek aktivovaný kal se vrací zpět (recirkulace) z dosazovací nádrže jako vratný aktivovaný kal, pak biomasa ze systému odstraňuje jako tzv. přebytečný kal a odvádí se ke zpracování do kalového hospodářství.

Terciálním stupněm čištění se rozumí dočištění odpadních vod, které byly vyčištěné mechanickými a biologickými způsoby. Při terciálním čištění se odstraňují takové anorganické ionty jako např. vápník, hořčík, sírany a další syntetické organické sloučeniny. Jako terciární čištění se nejčastěji používají metody filtrace za pomoci aktivního uhlí, membránová separace nebo dezinfekce pro likvidaci patogenů anebo odstranění mikropolutantů.

Fyzikálně-chemické čištění se používá v případě některých odpadních vod a odpadů, pro které biologické čištění nejsou použitelné, např. z důvodu toxicity, pomalé biologické rozložitelnosti polutantů atd. Používají se metody filtrace, flotace,

magnetické separace, srážení, membránové separační metody (např. reverzní osmóza, elektrodiálýza, dialýza) a další.

Filtrace se používá pro zachycení nerozpouštěných látek ve vodě, pro dočištění vod z čistíren a také pro odvodňování čistírenských kalů. Metoda flotace se používá pro separaci nerozpouštěných látek, jejichž hustota je blízká hustotě vody. Magnetická separace slouží k zachycení kovů, např. pro odstranění korozních materiálů z chladicích okruhů na jaderných elektrárnách. Srážením se odstraňuje hlavně fosfor a fyzikálně organické látky. Membránové procesy odstraňují z odpadních vod polutanty, které je obtížné či není vůbec možné odstranit jinými způsoby (Bindzar a kol., 2009).

Kalové hospodářství

Kal je významným vedlejším produktem čištění odpadních vod. Čistírenský kal je nutné dále zpracovat metodami, které jsou vhodné z technického a finančního hlediska a také z hlediska účinku na životní prostředí. Kaly obsahují řadu polutantů, které jsou nebezpečné pro člověka a životní prostředí. Mohou obsahovat patogenní organismy, těžké kovy (olovo, kadmium, zinek,..) zbytky hormonálních, antikoncepčních a dalších léčiv atd.

Podle vzniku se kal dělí na: primární, který vznikl při mechanickém čištění odpadních vod, sekundární nebo přebytečný biologický kal, který je produktem biologického procesu čištění, a kal terciární nebo chemický ze sražení. Primární a aktivované kaly se zpracovávají metodou anaerobní stabilizace. Cílem stabilizace nebo vyhnívání kalu je získání jeho hygienické nezávadnosti a stability vzhledem k jeho dalšímu použití. V procesu anaerobní stabilizace se organické látky z kalů mění na bioplyn, který se dá následně energeticky využívat. (Bindzar a kol., 2009)

Podle normy ČSN 75 6406 nerozpuštěné látky, které mohou vznikat při předčištění odpadních vod ze zdravotnických zařízení, které čistí pouze neinfekční odpadní vody, musí být odstraněny v souladu příslušným právním předpisem. V případě nerozpuštěných chemických látek vzniklých na infekčních a vysoce infekčních odděleních musí být tyto látky před odstraněním dekontaminovány metodou parní sterilizace, a to v místě vzniku a následně odstraněny spalováním v souladu s právními předpisy (ČSN 75 6406).

Vypouštění odpadních vod

Podle vodního zákona č. 254/2001 Sb. v platném znění, je vypouštění odpadních vod do vod podzemních povolováno pouze výjimečně. Osoba, která vypouští odpadní vody do vod povrchových nebo podzemních, je povinna zajistit jejich zneškodňování v souladu s podmínkami stanovenými v povolení k jejich vypouštění a je povinna v souladu s rozhodnutím vodoprávního úřadu měřit objem a míru znečištění vypouštěných vod. Výsledky těchto měření se pak musejí předávat vodoprávnímu úřadu, který rozhodnutí na vypouštění vydal, příslušnému správci povodí a pověřenému odbornému subjektu (Zákon č. 254/2001 Sb.).

Podle zákona č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, v platném znění mohou být odpadní vody odváděny kanalizací jenom v množství stanoveném v kanalizačním řádu a ve smlouvě o odvádění odpadních vod a pouze jen v limitech znečištění. Odběratel je povinen v místě a rozsahu stanoveném kanalizačním řádem kontrolovat úroveň znečištění vypouštěných odpadních vod do kanalizace (Zákon č. 274/2001 Sb.).

Požadavky na čištění odpadních vod, na projektovou dokumentaci týkající se výstavby a provozu čistíren odpadních vod a požadavky na výstavbu a provoz stokové sítě upravuje vyhláška č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění (Vyhláška č. 428/2001 Sb.).

3.8 Odpady při pandemii COVID-19

COVID-19 je vysoce nakažlivé infekční onemocnění způsobené respiračním virem SARS-CoV-2. Šíří se vzdušným, kapénkovým přenosem (kýchání, kašláni) přes sliznice nosu, úst a očí (Yang a kol., 2021). Světová zdravotnická organizace (WHO) vyhlásila 30. ledna 2020 epidemii COVID-19 za celosvětovou mimořádnou událost v oblasti veřejného zdraví mezinárodního významu (Zimová, 2021 b; Zhao a kol., 2022).

Během pandemie bylo využito extrémně velké množství jednorázových ochranných prostředků (např., roušky, jednorázové rukavice, respirátory) (Zhao a kol., 2021). V současné době jsou ve většině zemí vydaná opatření k povinnému nošení roušek či

jiných ochranných prostředků na veřejnosti. Podle odhadů Chena a kol. (2021) a Prata a kol. (2020) se měsíčně celosvětově používá 129 miliard roušek a 65 miliard jednorázových rukavic (Chen et al., 2021; Prata et al., 2020). Navíc se neočekává, že poptávka po jednorázových ochranných prostředcích bude klesat a odhad složené roční úrokové míry růstu (CAGR) činí 20 % do roku 2025 (WHO, 2020).

Od března 2020 do ledna 2022 bylo podáno více než 9 miliard dávek vakcín proti COVID-19, což pokrývá 35 % celosvětové populace. Plánují se další miliardy. Všechny tyto činnosti produkují obrovské množství odpadu souvisejícího s COVID-19, z nichž část je potenciálně infekční.

Nesprávné nakládání s odpadem kontaminovaným COVID-19 vystavuje obyvatelstvo a zdravotní personál nebezpečí šíření infekce. Pro kontrolu šíření infekce je nezbytné efektivní nakládání s odpadem kontaminovaným COVID-19 z důvodu, že kontaminovaný odpad představuje podobnou hrozbu jako SARS-CoV-2 sám o sobě pro lidské zdraví a životní prostředí (Ilyas, 2020).

Hasija a kol. ve své práci (2022) popisují další možné zdroje znečištění životního prostředí, kterými jsou injekční lahvičky po vakcinaci proti COVID-19. Kromě problému zvýšení koncentrace skleníkových plynů v důsledku samotné výroby, balení, přepravy a hlubokého zmrazení vakcín, vyřazené použité nebo částečně použité injekční lahvičky obsahují konzervační látku thimerosal na bázi rtuti, která při uniku do vodných toků může způsobit narušení ekologii vod (Hasija a kol., 2022).

V tabulce č. 6 jsou uvedeny hlavní typy odpadů produkovaných v souvislosti s COVID-19, publikované Světovou zdravotnickou organizací WHO (2022).

Věc	Typ odpadu	Vyžaduje bezpečnou manipulaci a nakládání
Roušky	Infekční	Ano
Rukavice	Infekční	Ano
Pláště	Infekční	Ano
SARS-CoV-2 rapid antigenní testy	Nerizikový	Ne
PCR testovací kazety	Chemický	Ano (obsahuje guanidiniumthiokyanát)
Injekční lahvičky	Nerizikový	Ne
Injekční jehly	Ostré předměty	Ano
Plastové obaly a nádoby	Nerizikový	Ne

Tab. 7 Hlavní typy zdravotnického odpadu souvisejícího s COVID-19 (Zdroj: WHO, 2022, upraveno autorkou)

3.8.1. Odpadní vody kontaminované COVID-19

Několik studií popisuje přítomnost životaschopného viru SARS-CoV-2 v exkrementech a moči pacientů, existují také údaje o přítomnosti virové RNA v tkáních gastrointestinálního traktu.

Jeden případ nalezení fragmentů RNA SARS-CoV-2 byl registrován ve vodním toku na severu Itálie. Pravděpodobně k znečištění došlo v důsledku vypouštění neupravených odpadních vod. Malé fragmenty RNA viru byly také nalezeny v částečně upravených odpadních vodách.

Studie popisuje, že jiný virus, způsobený SARS-CoV je schopen přežívat v neupravených odpadních vodách ze zdravotnických zařízení po dobu 20 dnů při teplotě 20 °C.

Vzhledem k potenciálním rizikům šíření infekčních onemocnění z kalů, včetně v nich možné přítomnosti viru SARS-CoV-2, by měly být odpadní vody a kaly upraveny hygienizací.

Tradiční metody úpravy vody pomocí filtrace a dezinfekce významně snižují v ní koncentraci SARS-CoV-2. U jiných SARS byla prokázána účinnost dezinfekce chlorem v koncentraci 0,5 mg/l (při kontaktu s vodou alespoň 30 minut, pH < 8) a také UV-zářením. V regionech, kde chybí centralizovaný systém čištění odpadních vod lze použít jiné metody dekontaminace, např. převařování vody, nanofiltrační zařízení, přidání chlornanu sodného a dichlorisokyanurátu sodného apod. (WHO, 2020c).

3.8.2. Doporučení WHO k nakládání s odpady souvisejícími s COVID-19

Zpráva WHO (2022) obsahuje řadu doporučení o tom, jak zajistit lepší, bezpečnější a ekologičtější postupy nakládání s odpady souvisejícími s COVID-19. Doporučuje se zejména:

- používání ekologicky udržitelných obalů
- používání ekologických způsobů přepravy odpadů
- používání bezpečných a opakovaně použitelných jednorázových osobních ochranných pomůcek (OOP), například rukavic a roušek
- používání recyklovatelných nebo biorozložitelných materiálů
- investice do dekontaminačních technologií odpadu bez spalování (např. za použitím autoklávů)
- investice do strategií zpětné logistiky pro šetření nákladů a přírodních zdrojů (např. vracení prázdných a prošlých lahviček s vakcínou proti COVID-19)
- investice do recyklačních technologií, které pomohou dát druhý život materiálům, jako jsou plasty

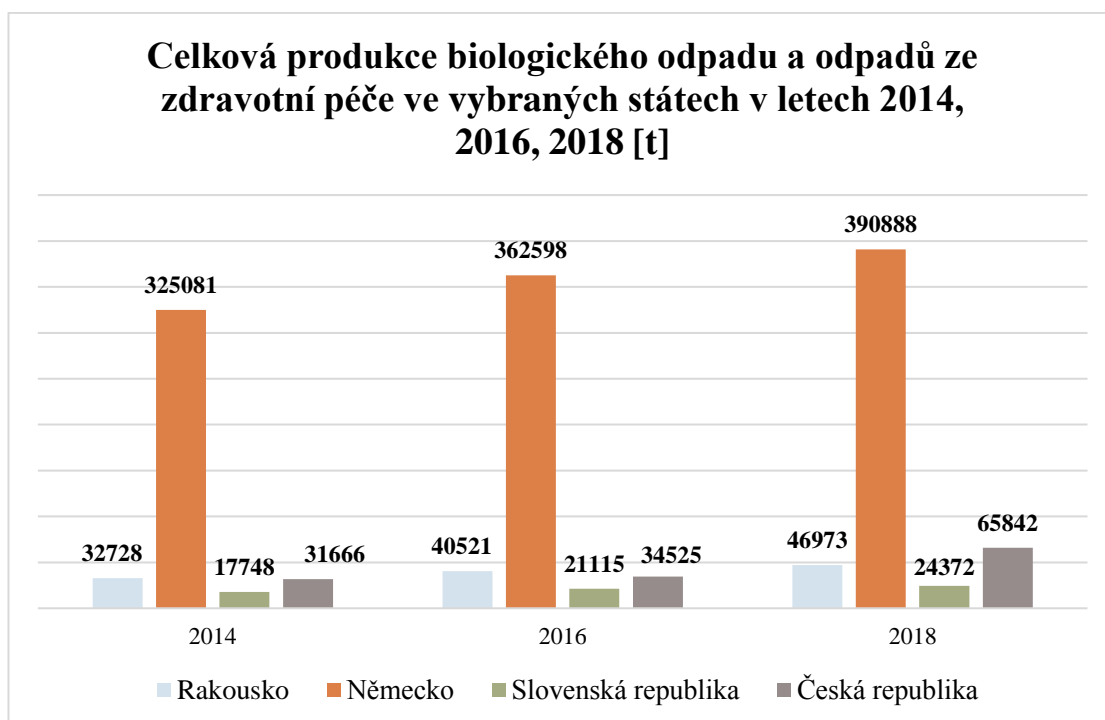
(WHO, 2022).

5. VÝSLEDKY

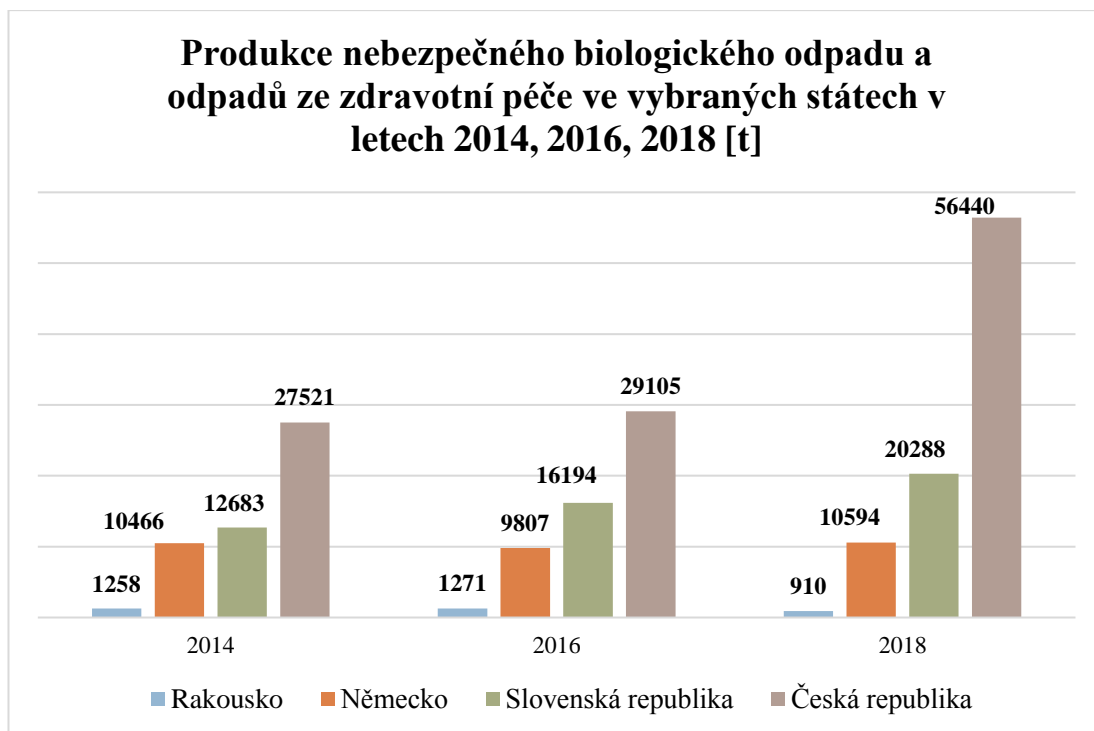
5.1 Analýza produkce odpadů v EU a ČR

5.1.1 Produkce odpadů v EU a ČR

Na obrázku č. 3 jsou pro porovnání celkové produkce odpadů ve vybraných státech představeny Rakousko, Německo, Slovensko a Česko. Na obrázku č. 4 je zobrazena produkce nebezpečného odpadů ve vybraných státech. Slovensko a Česko vykazuje tendenci k růstu objemu produkovaného nebezpečného odpadu ze zdravotní péče a biologického odpadů. Avšak na rozdíl od Slovenské republiky, kde produkce těchto druhů odpadů stoupá docela mírně – 12 683 tun v roce 2014, 16 194 tun v roce 2016 a 20 288 tun v roce 2018. Oproti ostatním státům se ukazuje, že Česká republika má momentálně nejvyšší produkci nebezpečného biologického odpadu a odpadů ze zdravotní péče. V Česku za rok 2018 produkce těchto odpadů zvýšila skoro dvakrát do 56 tisíc 440 tun. V Rakousku naopak jde pozorovat snížení množství odpadů z 1 285 tun v roce 2014 na 910 tun odpadů v roce 2018. Množství produkovaného nebezpečného odpadu v Německu během pěti let zůstává na více méně stejných hodnotách (cca 10 tisíc tun).



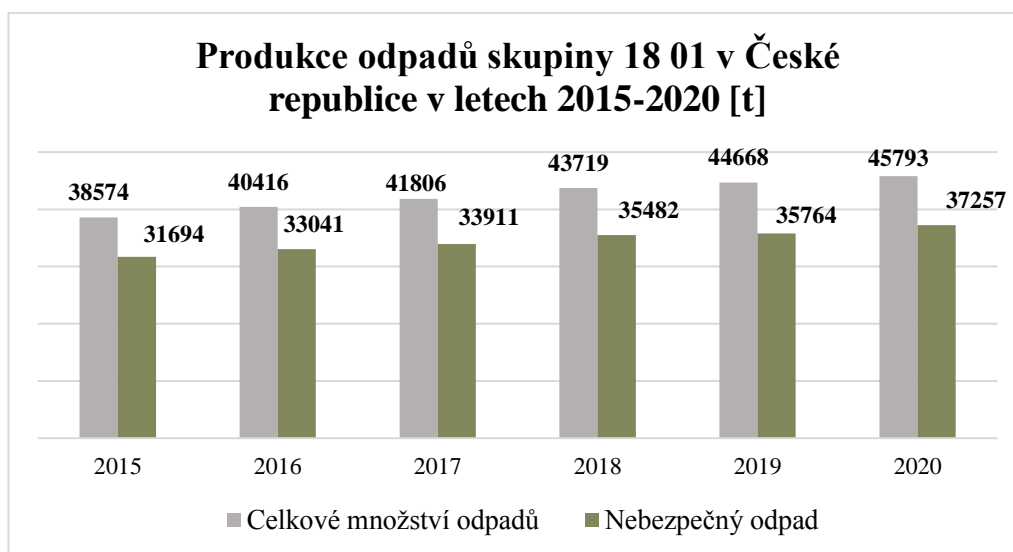
Obr. 3 Celková produkce biologického odpadu a odpadů ze zdravotní péče [t] v Rakousku, Německu, Slovensku a Česku v letech 2014, 2016, 2018 (Zdroj: Eurostat, zpracováno autorkou)



Obr. 4 Produkce nebezpečného biologického odpadu a odpadů ze zdravotní péče [t] v Rakousku, Německu, Slovensku a Česku v letech 2014, 2016, 2018 (Zdroj: Eurostat, zpracováno autorkou)

Z výsledků vyplývá, že poměr celkové roční produkce nebezpečného odpadu k ostatnímu odpadu v uvedeném období v České republice je cca 85 % ku 15 %, zatímco v zemích Rakouska a Německa je tento poměr obrácený.

5.1.2 Produkce odpadů v České republice v letech 2015–2020

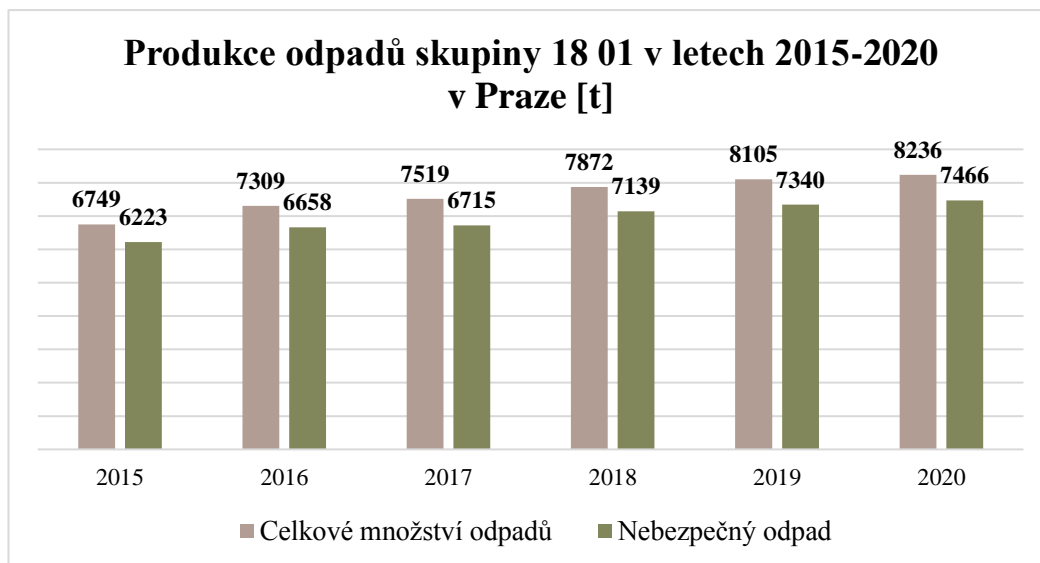


Obr. 5 Produkce odpadů skupiny 18 01 v České republice v letech 2015-2020 (*Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou*)

Množství produkováného odpadu katalogového čísla 18 01 (odpady z porodnické péče, z diagnostiky, z léčení nebo prevence nemocí lidí) pohybovalo v rozmezí 38 574 až 45 793 tun. Velkou část těchto odpadů cca 80 % tvoří nebezpečný odpad – 31 694 až 37 257 tun. Z obrázku č. 5 lze pozorovat tendenci ke zvýšení produkce těchto odpadů.

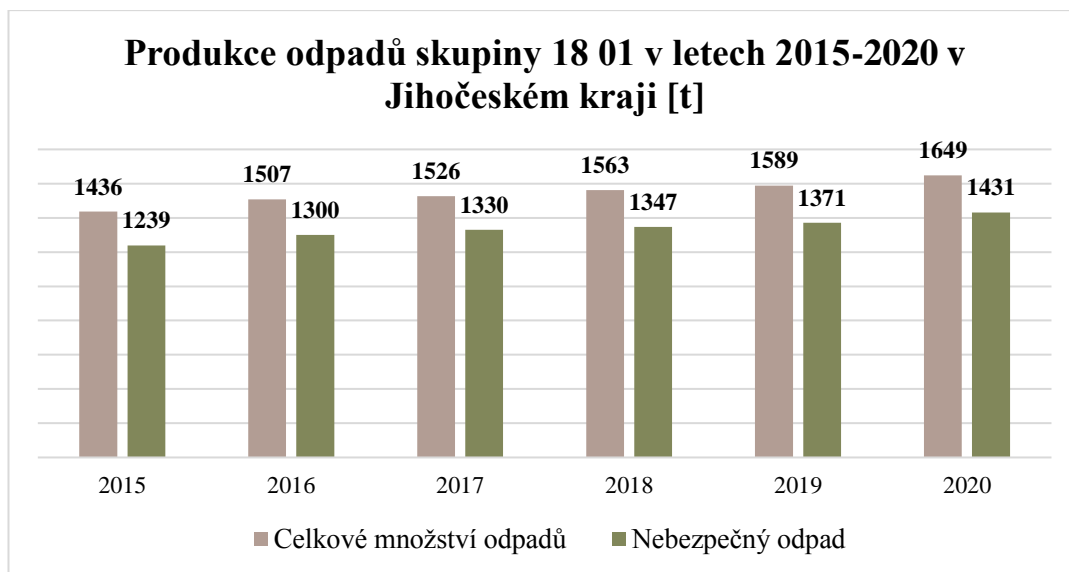
Od roku 2015 do roku 2020 produkce odpadů kat. čísla 18 01 04 (odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (např. obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny) se prudce stoupla o 1 800 tun. Zmenšilo se naopak množství produkováného odpadu kategorie 18 01 10 (odpadní amalgám ze stomatologické péče) o 0,679 tun.

5.1.3 Produkce odpadů v jednotlivých krajích v České republice v letech 2015–2020



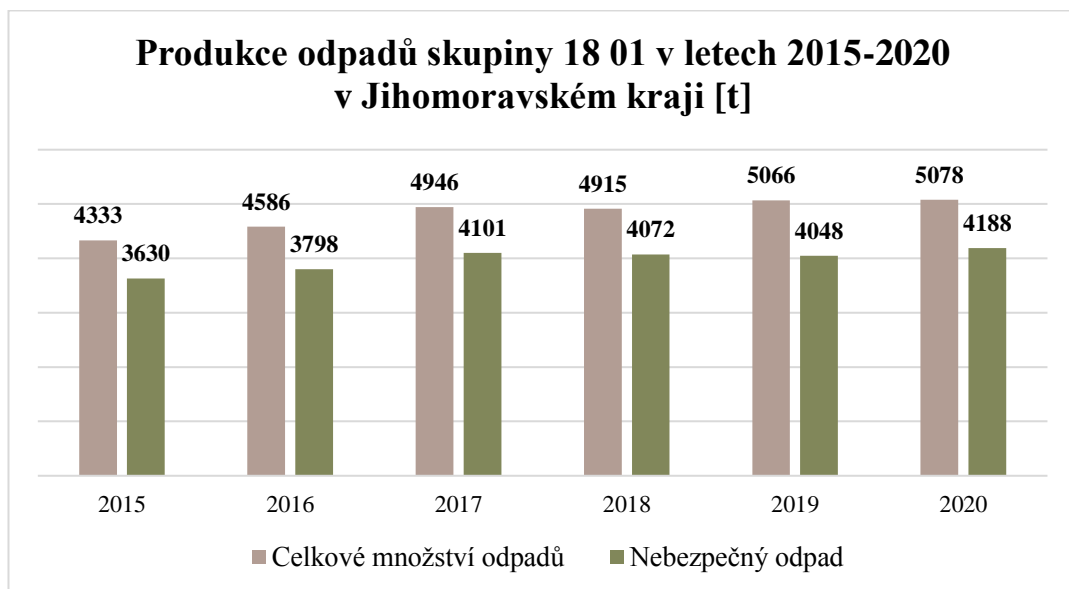
Obr. 6 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Praze (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

V Praze od roku 2015 do roku 2020 celkové množství odpadů katalogového čísla 18 01 se zvýšilo o 1 487 tun a množství nebezpečného odpadu o 1 243 tun (obrázek č. 6). Oproti roku 2019 kleslo v roce 2020 množství odpadu skupiny 18 01 01 (ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)), 18 01 06 (chemikálie které jsou nebo obsahují nebezpečné látky), 18 01 08 (nepoužitelná cytostatika) a 18 01 10 (odpadní amalgám ze stomatologické péče). Rostoucí tendenci naopak měly odpady uvedené pod katalogovým číslem 18 01 02 (zvýšení o 65,723 tun oproti roku 2015), 18 01 04 (zvýšení množství o 262, 2 tun od roku 2015), největší růst vykazují infekční odpady kat. čísla 18 01 03, jejich množství se zvýšilo o 1 121 tun oproti roku 2015.



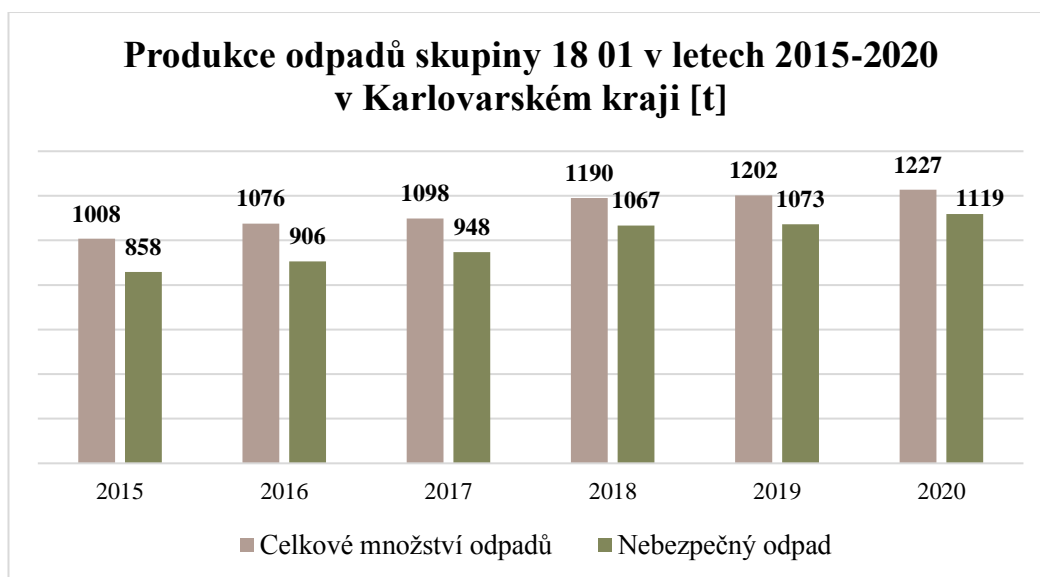
Obr. 7 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Jihočeském kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Na obrázku č. 7 je uvedena produkce odpadu katalogového čísla 18 01 v Jihočeském kraji. Celkové množství těchto odpadů se od roku 2015 zvýšilo o 213 tun a množství nebezpečného odpadu o 192 tun. V porovnání s rokem 2015 se v roce 2020 zvýšilo množství všech odpadů skupiny 18 01. Mírné klesnutí vykazují pouze odpady kat. čísla 18 01 10 – 0,023 tun oproti roku 2015.



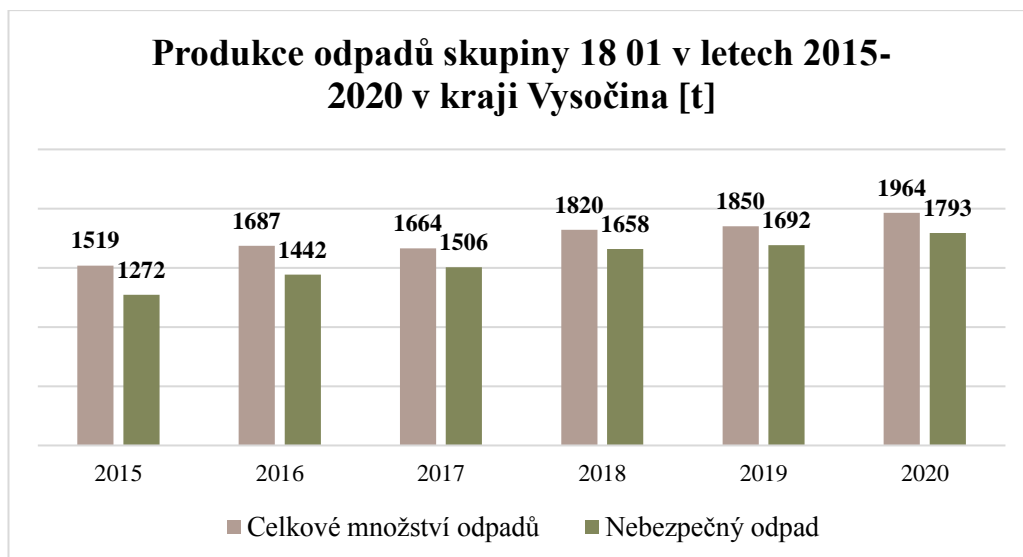
Obr. 8 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Jihomoravském kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Celkové množství odpadů v Jihomoravském kraji (obrázek č. 8) v roce 2020 činilo 5 078 tun, z kterých 4 188 tun jsou nebezpečné odpady. Je to o 745 a 558 tun více, než v roce 2015. Co se týká produkci jednotlivých druhů odpadů rostoucí trend vykazují odpady katalogového čísla 18 01 04, jejich množství se zvýšilo o 193 tun oproti roku 2015. Dvakrát klesla produkce odpadů kat. čísla 18 01 09 (jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 18 01 08), jejich množství v roce 2020 činilo 71,753 tun oproti 158,150 tunám v roce 2015.



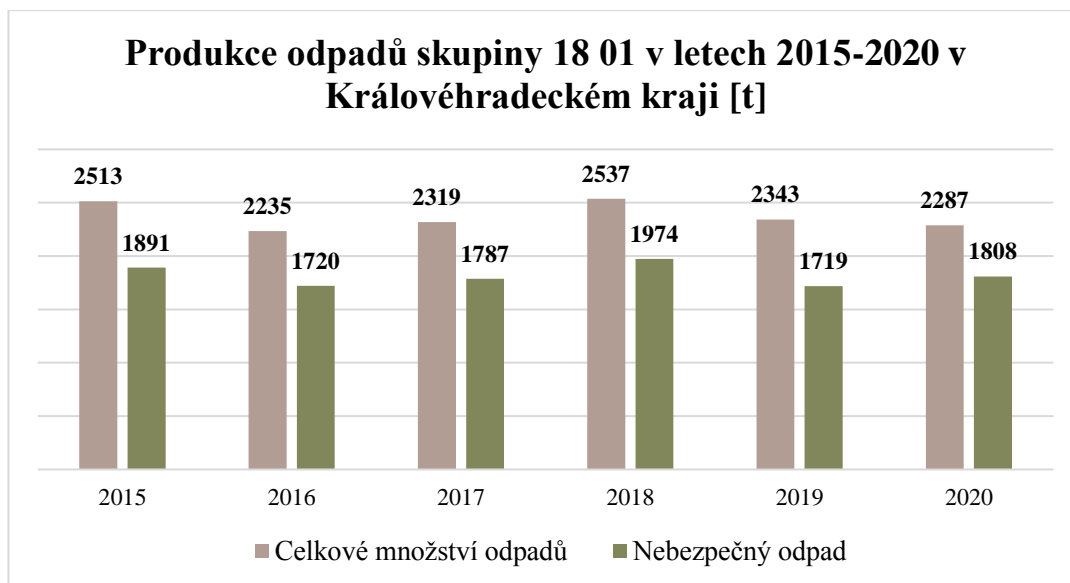
Obr. 9 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Karlovarském kraji (*Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou*)

Produkce odpadu v Karlovarském kraji stoupla od roku 2015 o 219 tun celkového množství odpadů a 261 tun nebezpečného odpadu skupiny 18 01 (obrázek č. 9). Rostoucí trend vykazují nejvíce odpady kat. čísla 18 01 01, jejichž množství se zvýšilo o 16, 075 tun oproti roku 2015, 18 01 03 (nárůst 225,36 tun v porovnání s rokem 2015), třikrát stoupla produkce nepoužitelných cytostatik – 3,89 tun oproti 0,33 tunám v roce 2015. Naopak klesající tendenci mají odpady kat. čísla 18 01 04, jejichž produkce klesla o 30, 387 tun ve srovnání s rokem 2015.



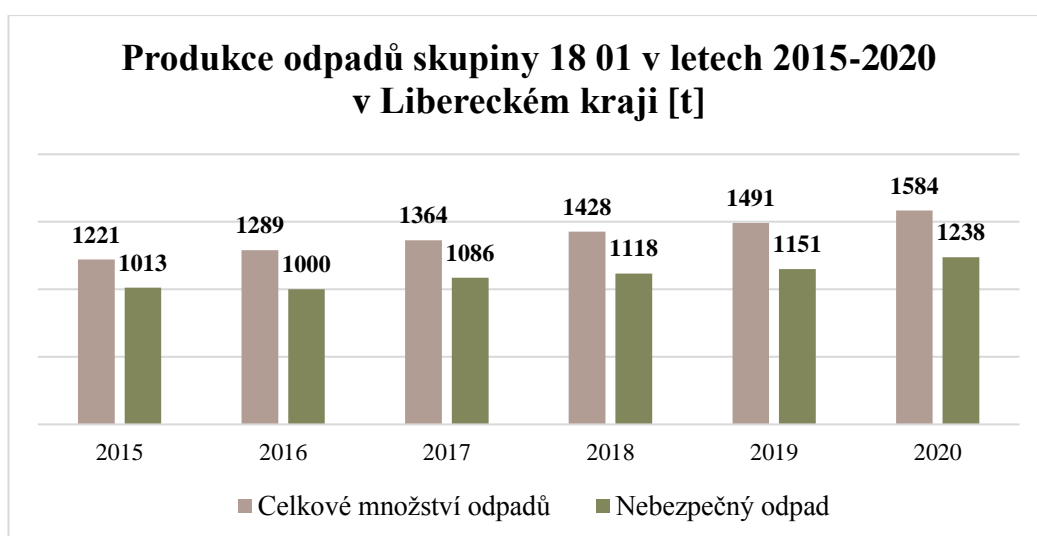
Obr. 10 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v kraji Vysočina (*Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou*)

Produkce celkového množství odpadu se v kraji Vysočina (obrázek č. 10) od roku 2015 do roku 2016 zvýšila o 168 tun celkového množství a 170 tun nebezpečného odpadu. V roce 2017 celkové množství odpadů kat. čísla 18 01 kleslo do 1 664 tun odpadu, což je o 23 tun méně, než v roce 2016. Oproti tomu množství nebezpečného odpadu se od roku 2016 zvýšilo o 64 tun. Od roku 2018 se produkce odpadu znovu zvýšila do 1 820 tun, z toho 1 658 tun tvořil nebezpečný odpad. Největší růst oproti roku 2018 vykazují odpady kat. čísla 18 01 03, jejichž množství se zvýšilo o 127 tun. Klesající tendenci vykazují odpady ze skupiny Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03) – 18 01 01 (o 3,198 tun méně oproti roku 2018).



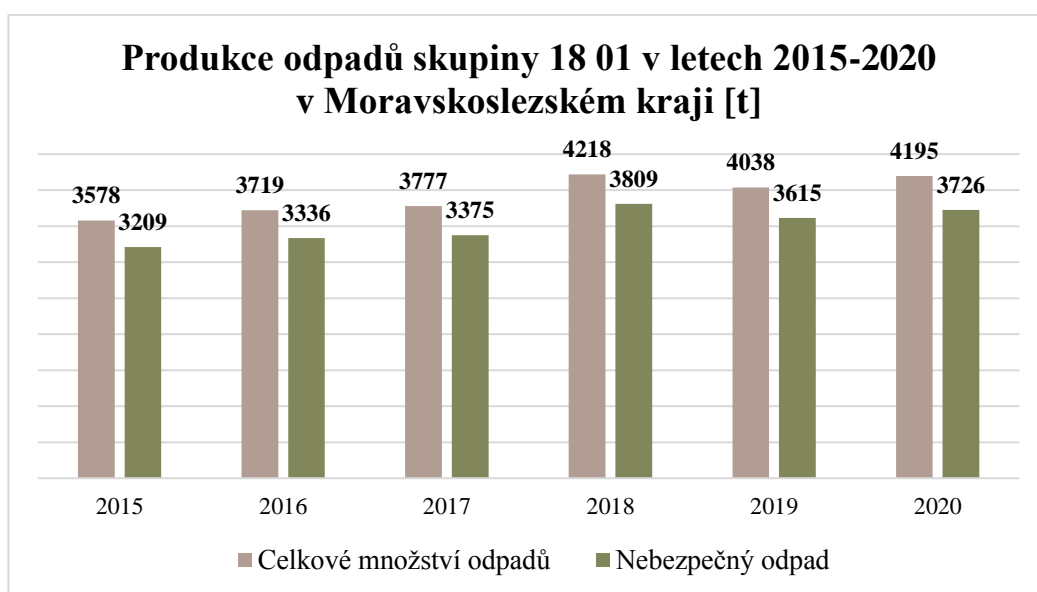
Obr. 11 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Královéhradeckém kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Produkce odpadů katalogového čísla 18 01 v Královéhradeckém kraji vykazuje klesající trend (obrázek č. 11). Od roku 2015 do roku 2016 celková produkce a produkce nebezpečného odpadu klesla o 278 a 171 tun. V roce 2018 produkce těchto odpadů zvýšila do 2 319 tun celkového objemu odpadů a 1 787 tun odpadu nebezpečného. Co se týká celkového množství odpadů jejich produkce v následujících letech vykazovala klesající trend – v roce 2020 bylo vyprodukováno o 250 tun odpadu méně v porovnání s rokem 2018. Nárůst vykazují pouze odpady kat. čísla 18 01 06 (nárůst o 1,551 tun) a 18 01 09 (nárůst o 11,064 tun oproti roku 2018).



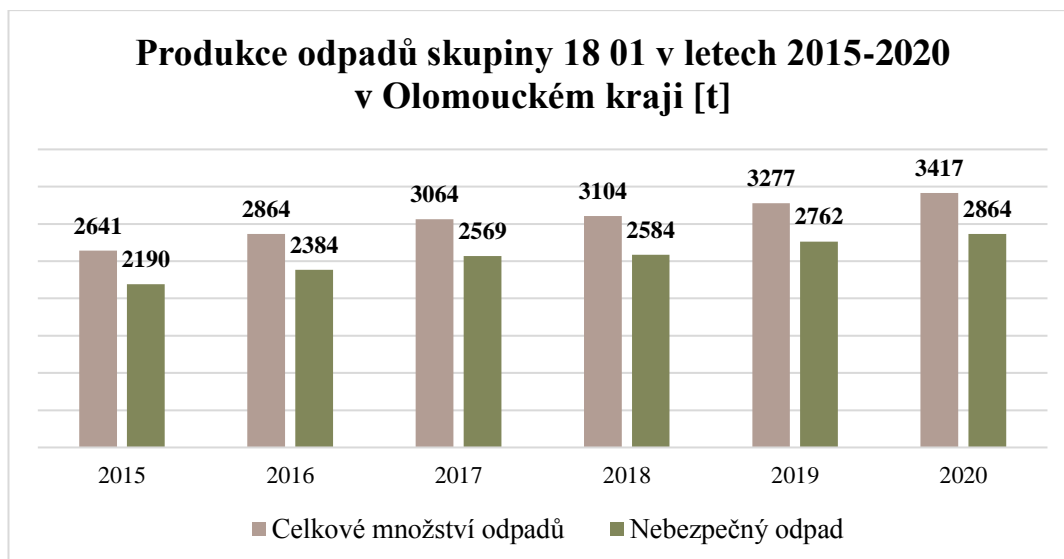
Obr. 12 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Libereckém kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Produkce celkového množství odpadu se v Libereckém kraji od roku 2015 do roku 2020 zvýšila o 363 tun celkového množství a 225 tun nebezpečného odpadu (obrázek č. 12). Množství odpadu kat. čísla 18 01 01 se od roku 2015 do roku 2016 zmenšilo o 0,263 tun a odpad kategorie 18 01 03 o 17,036 tun. Celkově produkce nebezpečného odpadu v roce 2016 klesla o 13 tun oproti roku 2015. Přestože produkce odpadu 18 01 má v Libereckém kraji rostoucí trend, objem produkováného odpadu kat. čísla 18 01 06 se do roku 2020 zmenšil o 2,595 tun oproti roku 2016. Také stoupla produkce odpadu kategorie 18 01 09 (o 0,272 tun) a 18 01 10 (o 0,012 tun).



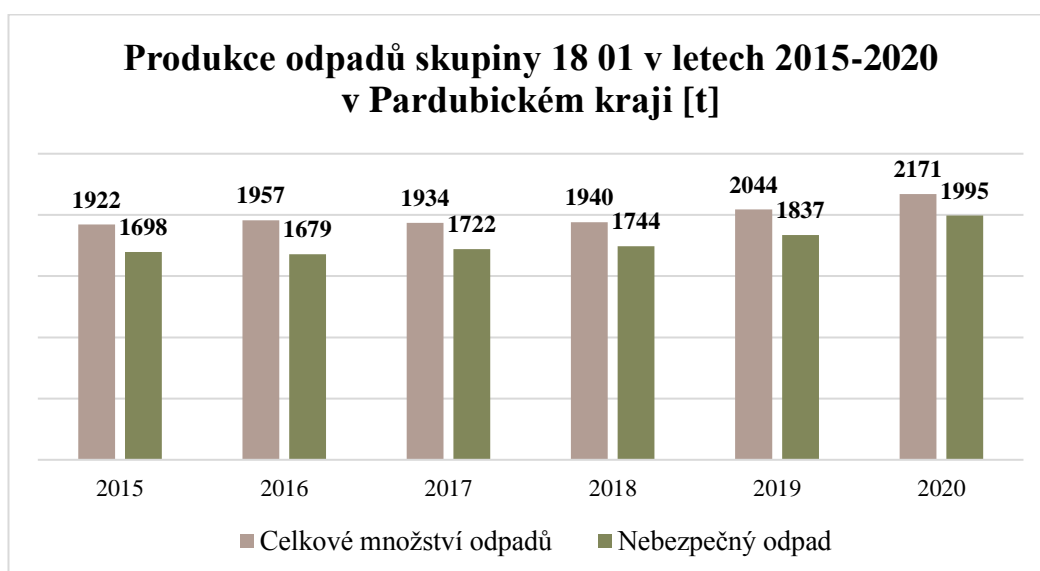
Obr. 13 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Moravskoslezském kraji
(Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

V Moravskoslezském kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 vykazuje rostoucí trend (obrázek. č. 13). Celková produkce odpadu se od roku 2015 do roku 2020 zvýšila o 617 tun. Objem nebezpečného odpadu se od roku 2015 stoupl do roku 2018 o 600 tun. Za rok produkce klesla o 194 tun nebezpečného odpadu a 180 tun celkového množství odpadů. Klesající produkci vykazují odpady kat. čísla 18 01 01 (pokles o 3,906 tun oproti roku 2018), 18 01 09 (pokles o 250,367 tun oproti roku 2018). Avšak v roce 2020 produkce odpadu kat. čísla 18 01 stoupla o 157 tun.



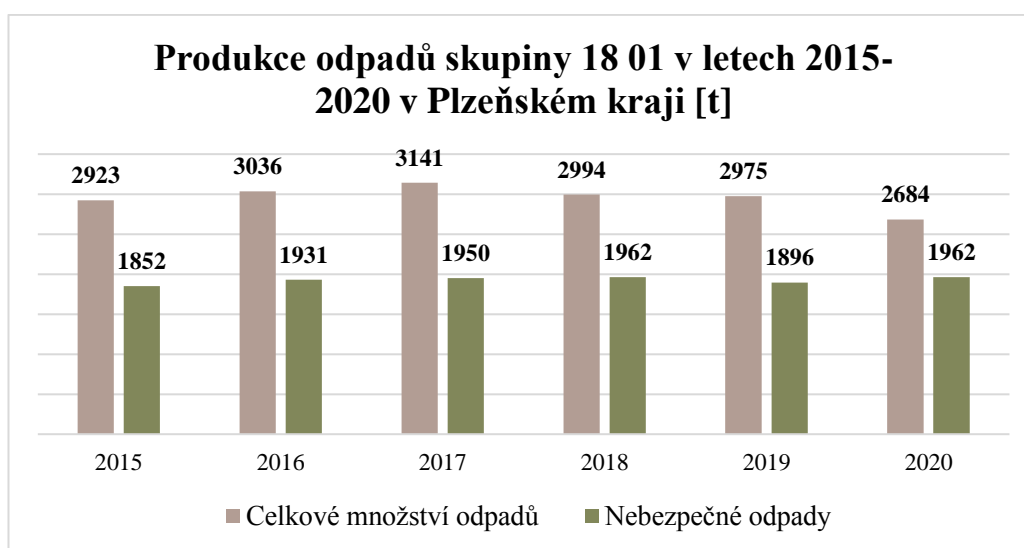
Obr. 14 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Olomouckém kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

V Olomouckém kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 v roce 2020 činila 3417 tun (z toho 2864 tun nebezpečného odpadu), což je o 776 tun více než v roce 2015 (obrázek č. 14). Rostoucí produkci v uvedeném období vyjadřují odpady kat. čísla 18 01 01 (nárůst o 8,249 oproti roku 2015), 18 01 03 (nárůst o 667 tun oproti roku 2015) 18 01 06 (nárůst o 15,361 oproti roku 2015) 18 01 08 (nárůst o 4,808 oproti roku 2015). Klesající produkci vykazují odpady kat. čísla 18 01 09 (pokles o 22,834 tun oproti roku 2015).



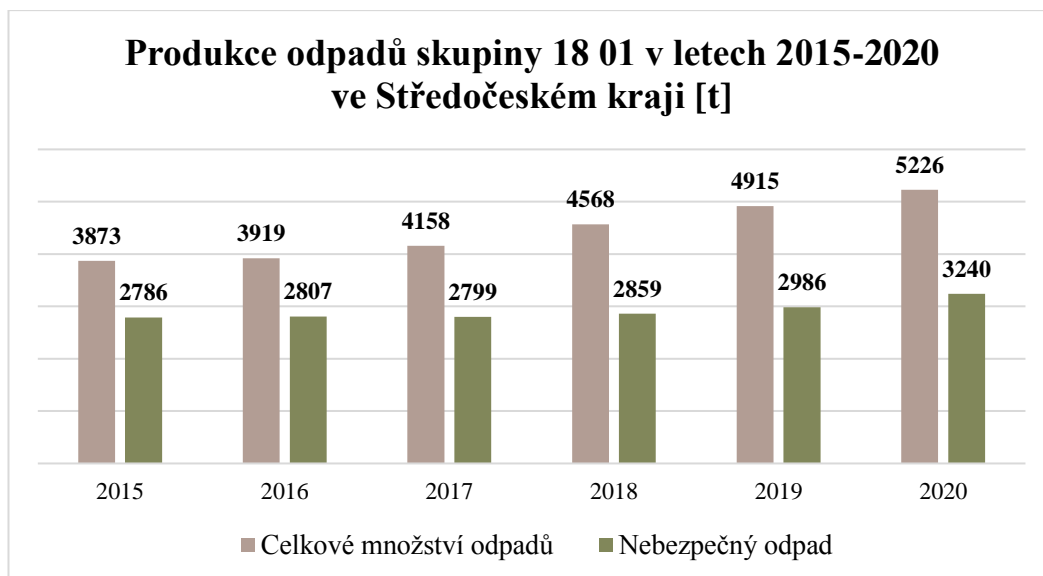
Obr. 15 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Pardubickém kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Produkce celkového množství odpadu se v Pardubickém kraji od roku 2015 do roku 2020 zvýšila o 249 tun (obrázek č. 15). V roce 2017 lze pozorovat mírný pokles produkce odpadů o 23 tun oproti roku 2016. Od roku 2018 produkce odpadu znovu začala vykazovat rostoucí trend (nárůst o 237 tun celkového množství odpadů do roku 2020). Jde především o odpady kat. čísla 18 01 01 (nárůst o 8,467 tun oproti roku 2018), 18 01 03 (nárůst o 209 tun oproti roku 2018), 18 01 09 (nárůst o 26, 632 tun oproti roku 2018). Klesající tendenci mají odpady kat čísla 18 01 04 (pokles o 19,213 tun oproti roku 2018).



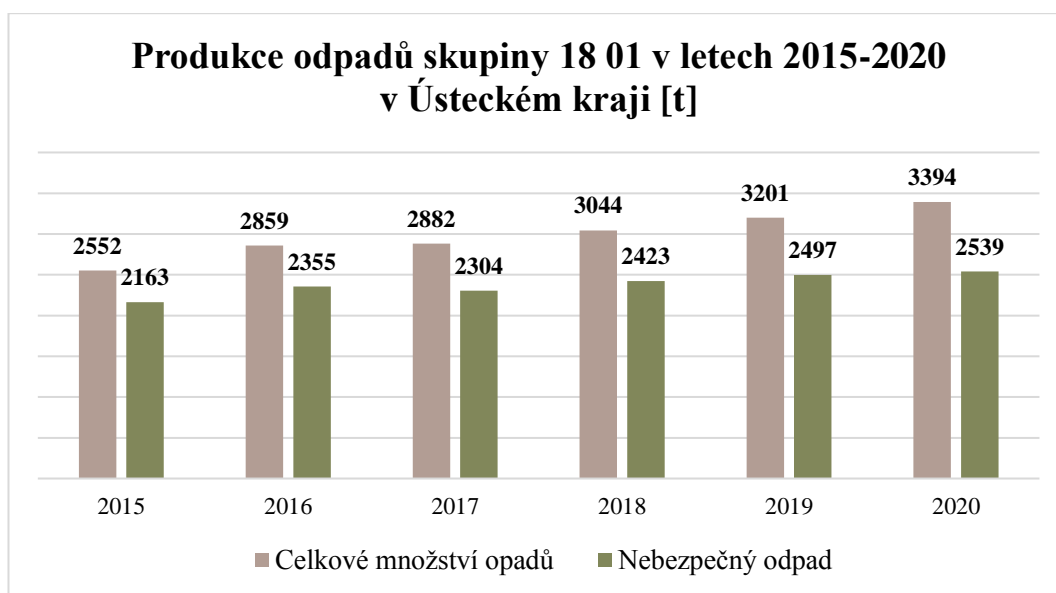
Obr. 16 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 v Plzeňském kraji (*Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou*)

V Plzeňském kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 vykazuje nárůst (obrázek č. 16) od roku 2015 do roku 2017. Během tohoto období produkce odpadů stoupla o 218 tun (z toho 98 tun nebezpečného odpadu). V následujících letech produkce těchto odpadů naopak vykazuje pokles. V roce 2020 celkový objem vyprodukovaného odpadu činil o 457 tun méně oproti roku 2017. Výrazně klesla produkce odpadů kat. čísla 18 01 04 (o 467 tun oproti roku 2017). Produkce nebezpečného odpadu během let 2015-2020 vykazovala naopak rostoucí tendenci (výjimkou je rok 2019, během kterého produkce nebezpečného odpadu klesla o 66 tun oproti roku 2018).



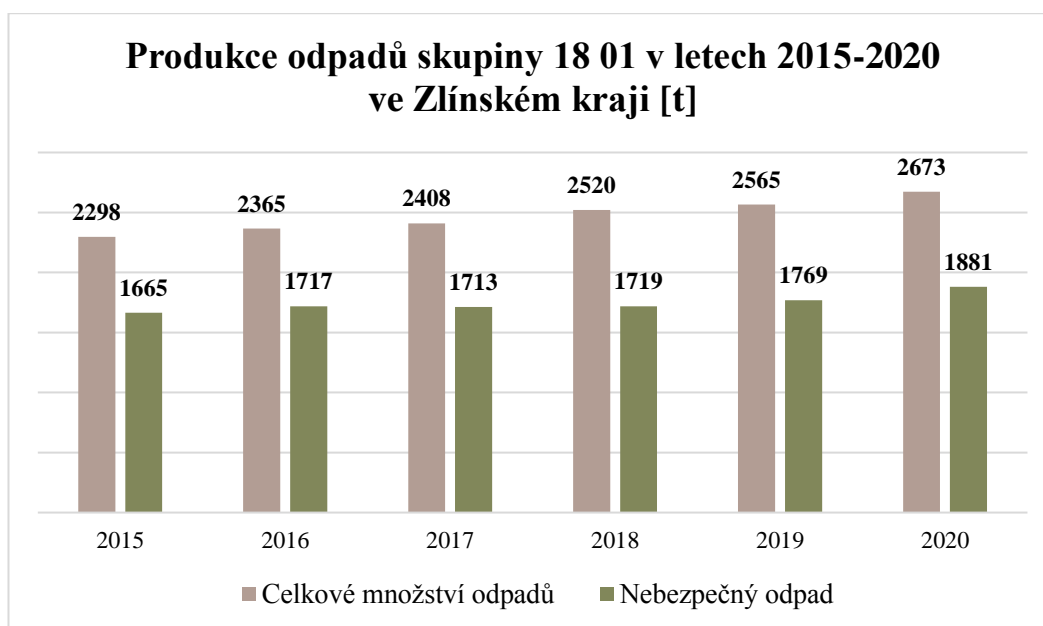
Obr. 17 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 ve Středočeském kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Ve Středočeském kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 od roku 2015 vykazuje rostoucí trend (obrázek č. 17). Rostoucí produkci v uvedeném období vyjadřují hlavně odpady kat. čísla 18 01 03 (nárůst o 419 tun oproti roku 2015), 18 01 04 (nárůst o 959 tun oproti roku 2015) a 18 01 09 (nárůst o 55,902 tun oproti roku 2015). Klesající produkci vykazují odpady kat. čísla 18 01 06 (pokles o 45,538 tun oproti roku 2015) a 18 01 08 (pokles o 46,745 tun oproti roku 2015). Celkově se produkce odpadu za dané období stoupla o 1 353 tun.



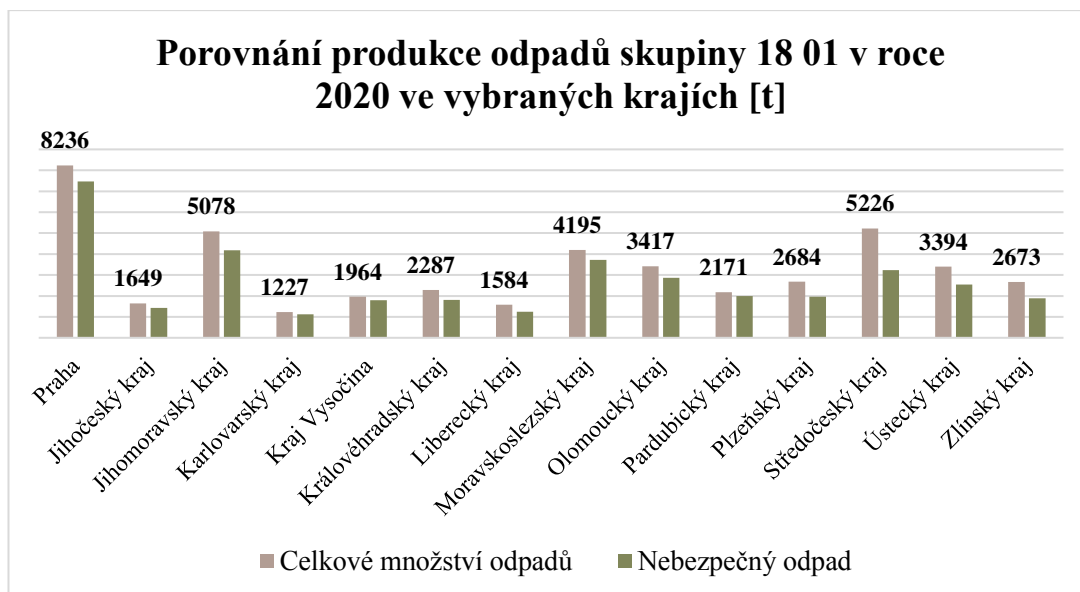
Obr. 18. Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 ve Ústeckém kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

V Ústeckém kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 od roku 2015 vykazuje rostoucí trend (obrázek č. 18). V roce 2020 celková produkce těchto odpadů stoupla o 842 tun v porovnání s rokem 2015. Stoupla také produkce nebezpečného odpadu (nárůst o 376 tun oproti roku 2015). Rostoucí produkci v uvedeném období vyjadřují hlavně odpady kat. čísla 18 01 03 (nárůst o 50 tun oproti roku 2015), 18 01 03 (nárůst o 335 tun oproti roku 2015) a 18 01 04 (nárůst o 470 tun oproti roku 2015). Klesající tendenci vykazují odpady kat. čísla 18 01 02 (pokles o 5,011 tun oproti roku 2015) a 18 01 06 (pokles o 2,234 tun oproti roku 2015) a 18 01 09 (pokles o 2,65 tun oproti roku 2015).



Obr. 19 Produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v letech 2015-2020 ve Zlínském kraji (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Ve Zlínském kraji produkce odpadů kat. čísla 18 01 vykazuje mírně stoupající trend (obrázek č. 19). Za období 2015-2020 celková produkce odpadů se zvýšila o 375 tun. Produkce nebezpečného odpadu kat. čísla 18 01 v roce 2020 stoupla o 216 tun oproti roku 2015. Zvýšenou produkci v uvedeném období představují hlavně odpady kat. čísla 18 01 03 (nárůst o 169 tun oproti roku 2015), 18 01 04 (nárůst o 158 tun oproti roku 2015), 18 01 09 (nárůst o 21,462 tun oproti roku 2015), 18 01 08 (nárůst o 13,462 tun oproti roku 2015), dvakrát stoupla produkce odpadu kat. čísla 18 01 06 (12, 118 tun v roce 2020 oproti 5,177 tunám v roce 2015).

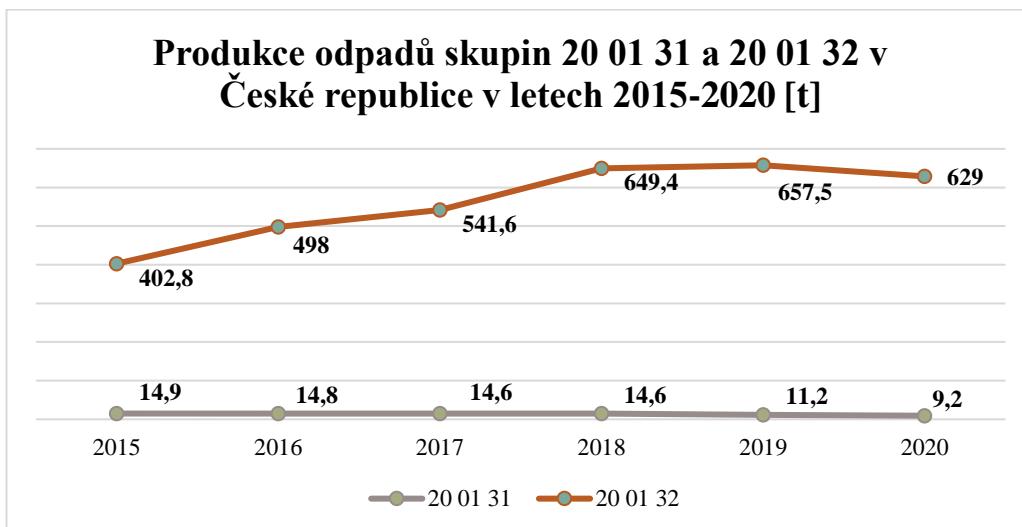


Obř. 20 Porovnání produkce odpadů skupiny 18 01 [t] v roce 2020 ve vybraných krajích
(Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Pro celkovou představu je na obrázku č. 20 zobrazena produkce odpadů katalogového čísla 18 01 ve vybraných krajích v roce 2020. Z grafu lze pozorovat, že nejvyšší produkci tohoto odpadu, včetně nebezpečného odpadu, vykazuje Praha – 8 236 tun odpadu. Na druhém místě je Středočeský kraj, tam produkce odpadu činí 5 226 tun. Na třetím místě jsou Jihomoravský a Moravskoslezský kraje. Vyprodukovaný odpad těmito čtyřmi kraji tvoří skoro polovinu celkové produkce odpadů katalogového čísla 18 01 za rok 2020. Nejmenší produkci odpadů za tento rok vykazuje Karlovarský kraj (1 227 tun).

Na obrázku č. 21 je znázorněn přehled produkce odpadů katalogových čísel 20 01 31 (nepoužitelná cytostatika) a 20 01 32 (jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31) v České republice za období 2015-2020. Z grafu lze pozorovat, že produkce odpadu kat. čísla 20 01 31 má klesající trend. Od roku 2015 do roku 2020 objem nepoužitelných cytostatik se snížil o 5,7 tun. V případě odpadů skupiny 20 01 32 jeho produkce vykazovala rostoucí tendenci do roku 2019, kdy množství vyprodukovaného odpadu této skupiny činilo 657,5 tun. Za rok 2020 produkce těchto odpadů klesla o 28,5 tun.

5.1.4 Produkce odpadů skupin 20 01 31 a 20 01 32 v České republice v letech 2015–2020



Obr. 21 Produkce odpadů katalogových čísel 20 01 31 a 20 01 32 [t] v České republice v letech 2015-2020 (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

5.1.5 Produkce odpadů katalogového čísla 18 01 podle CZ-NACE

Zkratka CZ-NACE (Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne) se používá pro klasifikaci ekonomických činností vydávanou Evropskou komisí. Za sběr dat v České republice odpovídá Český statistický úřad (ČSÚ). Každé statistické jednotce, která vykonává nějakou ekonomickou činnost se přiřazuje kód NACE. Skupině zdravotní a sociální péče (skupina Q) jsou přiřazena čísla 86 (Zdravotní péče), 87 (Pobytové služby sociální péče), a 88 (Ambulantní nebo terénní sociální služby) (ČSÚ, 2021).

V roce 2021 Český statistický úřad zveřejnil aktualizovanou verzi statistického zjišťování o produkci a nakládání s odpady. V tabulce č. 8 je uveden přehled produkce odpadů skupiny Q za období 2018-2020.

Rok	Celkové množství odpadů [t]	Nebezpečný odpad [t]
2018	135 815	52 538
2019	117 168	34 363
2020	118 456	35 564

Tab. 8 Produkce odpadů skupiny Q [t] v ČR za období 2018-2020 (Zdroj: ČSÚ, zpracováno autorkou)

V tabulce č. 9 je uvedeno množství produkovaného odpadu katalogového čísla 18 01 v tunách za období 2018-2020 v České republice. Výsledky jsou publikovány Českým statistickým úřadem.

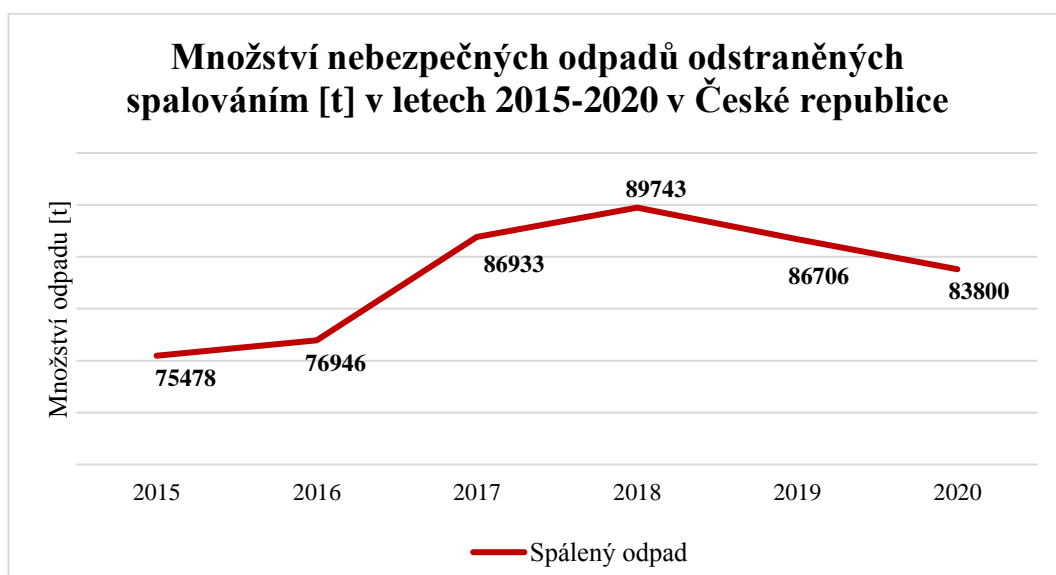
Kód	Množství odpadu [t]		
	2018	2019	2020
18 01 01	1 124	1 150	1 170
18 01 02	212	224	200
18 01 03 N	51 238	33 062	34 513
18 01 04	8 048	8 742	8 398
18 01 06 N	286	296	270
18 01 07 N	7	1	1
18 01 08 N	151	188	204
18 01 09 N	1 145	963	848
18 01 10 N	3	2	2
Celkem	62 214	44 628	45 606

Tab. 9 Produkce odpadů [t] v ČR dle jednotlivých kódů katalogu odpadů (Zdroj: ČSÚ, zpracováno autorkou)

5.2 Odstranění odpadů katalogového čísla 18 01 v České republice

5.2.1 Spalování nebezpečných odpadů v České republice

Větší část nebezpečného odpadů katalogového čísla 18 01 je v České republice odstraněna spalováním ve spalovnách nebezpečného odpadu. Na obrázku č. 22 je zobrazeno celkové množství spáleného nebezpečného odpadu za období 2015-2020.



Obr. 22 Množství nebezpečných odpadů [t] odstraněných spalováním v letech 2015-2020 v České republice (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Nejvíce nebezpečného odpadu bylo spáleno v roce 2018 – 89 743 tun, což je o 14 265 tun více než v roce 2015. Do roku 2020 množství spáleného odpadu se zase kleslo o 5 943 tun oproti roku 2018.

Nebezpečný odpad ze zdravotní péče se spaluje buď společně s jiným nebezpečným odpadem nebo samostatně v nemocničních spalovnách. V České republice osm nemocnic mají vlastní spalovny, jejich přehled včetně množství spáleného odpadu je uveden v tabulce č. 10.

Provozovna	Roční kapacita [t]	Množství spáleného odpadu [t/rok]			
		2016	2017	2018	2020
Fakultní nemocnice Motol	2940	1243	1259	1347	1312
Nemocnice Rudolfa a Stefanie Benešov, a.s., nemocnice Středočeského kraje – Kotelna a spalovna	1000	874	844	805	788
Fakultní nemocnice Hradec Králové – Spalovna NO a kotelna	1900	181	980	1130	854
Oblastní nemocnice Trutnov a. s. – Spalovací zařízení spalující plynná paliva, Spalovna nemocničního odpadu	1000	131	139	145	130
Hamzova odborná léčebna pro děti a dospělé	750	612	605	631	631
Nemocnice Pardubického kraje, a.s. – Spalovna NO a plynová kotelna Pardubice	750	723	687	696	15
Nemocnice Znojmo, příspěvková organizace – Kotelna a spalovna	780	631	618	652	676
Uherskohradištská nemocnice a.s. – Kotelna nemocnice a spalovna NO	350	332	325	326	350
Celkem	9470	4727	5457	5732	4756

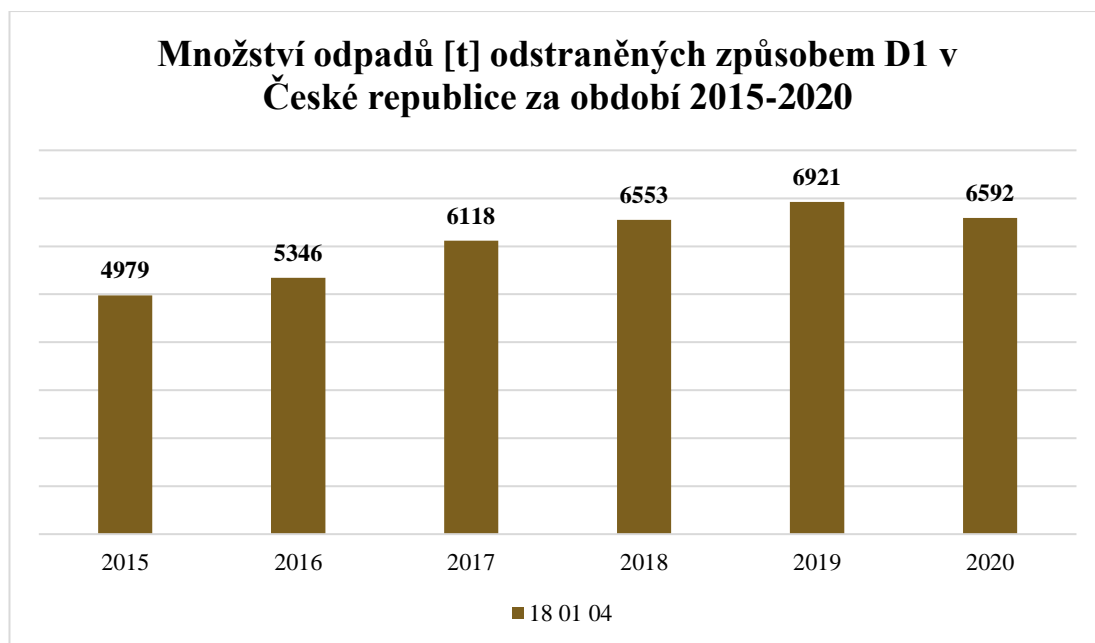
Tab. 10 Přehled nemocničních spaloven nebezpečného odpadu v České republice v letech 2016–2020 (Zdroj: GREEN Solution s.r.o.; Český hydrometeorologický ústav, upraveno autorkou)

Celková roční kapacita všech nemocničních spaloven v České republice činí 9 470 tun. Za období 2016, 2017, 2018 a 2020 byla tato kapacita využita na 49,9 % (za rok 2016), 57,6 % (za rok 2017), 60,5 % (za rok 2018) a na 48,8 % (za rok 2020). Největší

množství nebezpečného nemocničního odpadu se spaluje ve spalovně FN Motol v Praze – 1 243 až 1 312 tun za rok.

5.2.2 Skládování nebezpečných odpadů v České republice

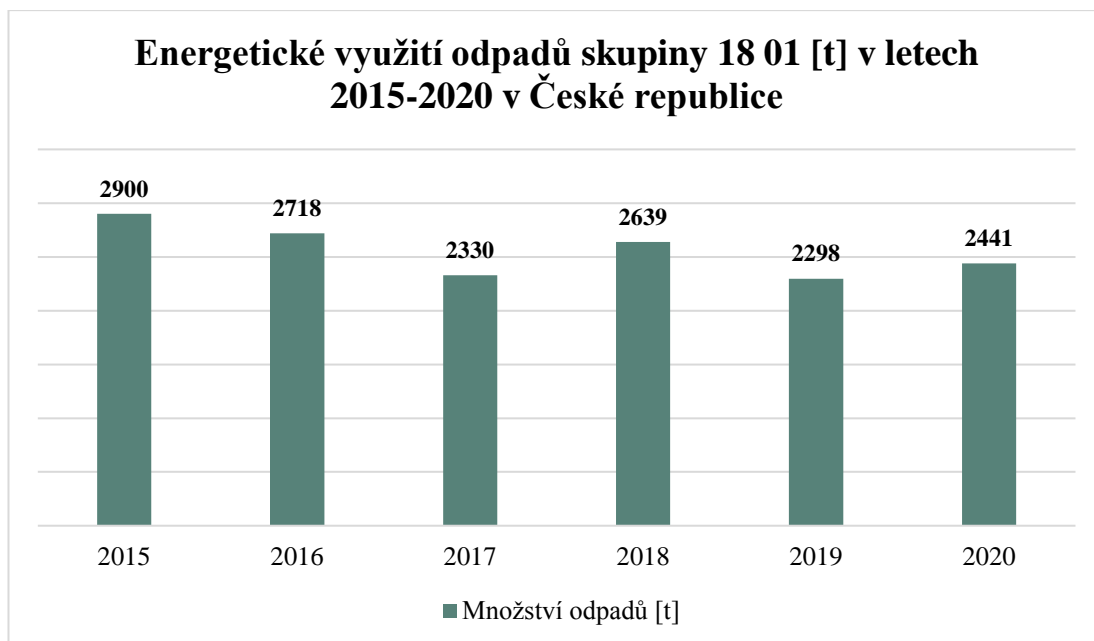
Na obrázku č. 23 představen přehled odpadů odstraněných způsobem D1 – ukládání v úrovni nebo pod úrovní terénu (skládování) v České republice za období 2015-2020. Kromě uvedené kategorie odpadu 18 01 04 (Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce (např. obvazy, sádrové obvazy, prádlo, oděvy na jedno použití, pleny) na skládku se také v letech 2015, 2017 a 2018 ukládal odpad katalogového čísla 18 01 07 (Chemikálie neuvedené pod číslem 18 01 06) v objemu 0,48, 0,448 a 0,207 tun. V roce 2019 na skládku bylo uloženo 0,004 tun odpadu kat. čísla 18 01 01 (Ostré předměty (kromě čísla 18 01 03)).



Obr. 23 Množství odpadů [t] odstraněných způsobem D1 v České republice za období 2015-2020 (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

5.2.1 Energetické využití nebezpečných odpadů v České republice

Energetickým využitím odpadů se rozumí využití energie ze spalování odpadů pro výrobu elektrické energie a/nebo tepla. Podle zákona od odpadech využití odpadu způsobem obdobným jako paliva nebo jiným způsobem k výrobě energie se označuje kódem R1 (Zákon č. 541/2020 Sb.).



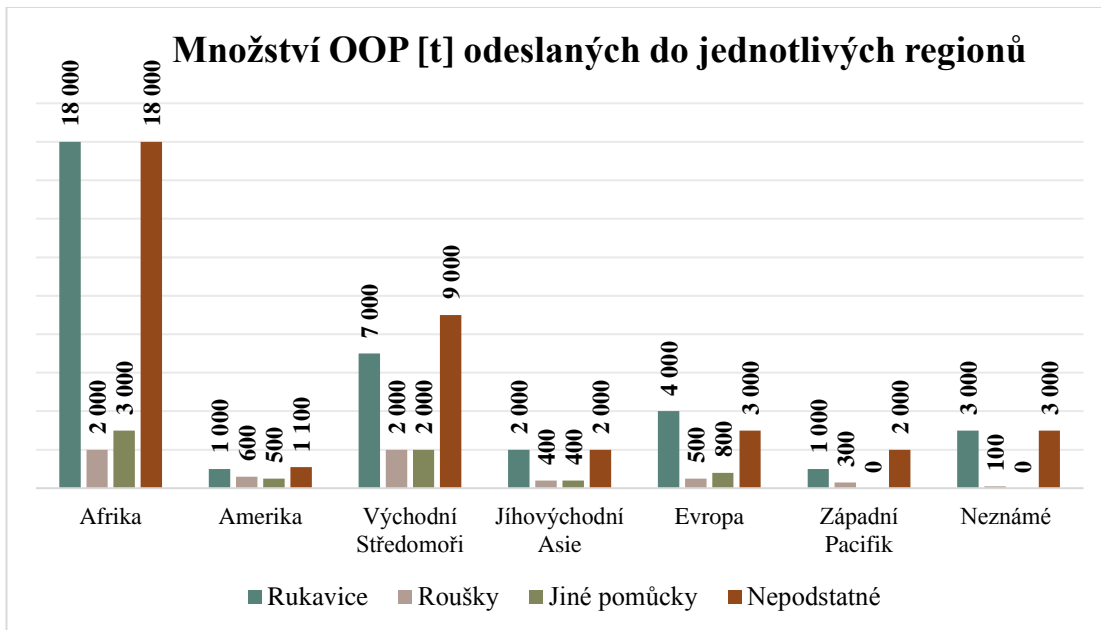
Obr. 24 Energetické využití odpadů skupiny 18 01 Katalogu odpadů [t] v letech 2015-2020 v České republice (Zdroj: VISOH, zpracováno autorkou)

Za uvedené období bylo energeticky využito (obrázek č. 24) cca 7,51 % (za rok 2015), 6,72 % (za rok 2016), 5,57 % (za rok 2017), 6,03 % (za rok 2018), 5,14 % (za rok 2019) a 5,33 % (za rok 2020) celkového množství vyprodukovaného odpadu skupiny 18 01. Ze všech odpadů této skupiny nejvíc bylo energeticky využito odpadu pod kat. čísla 18 01 03 (Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce) a 18 03 04 (Odpady, na jejichž sběr a odstraňování nejsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce). Odpady těchto skupin tvoří cca 75–80 % celkového množství energeticky využitých odpadů. Na druhém místě jsou odpady kat. čísla 18 01 02 (ostré předměty). Nejmíň se využívají odpady kat. čísla 18 01 06 (Chemikálie které jsou nebo obsahují nebezpečné látky).

5.3 Produkce odpadů při pandemii COVID-19

Světová zdravotnická organizace (WHO) v roce 2022 ve své zprávě představila výpočty týkající se produkce odpadů v souvislosti s COVID-19. Podle těchto výpočtů mezi březnem 2020 a listopadem 2021 bylo Organizací spojených národů (OSN) zakoupeno a odesláno přibližně 87 000 tun osobních ochranných pomůcek (OOP). Předpokládá se, že téměř všechny tyto produkty se nakonec proměnily v odpad.

Na obrázku č. 25 je znázorněn přehled odeslaných ochranných pomůcek do regionálních oblastí WHO (regiony Afriky a Ameriky, východní středomoří, Evropa, jihovýchodní Asie a západní Pacifik). Kategorie «Neznámé» zahrnuje odeslané položky, u kterých nebylo v databázi určeno konečné místo doručení.

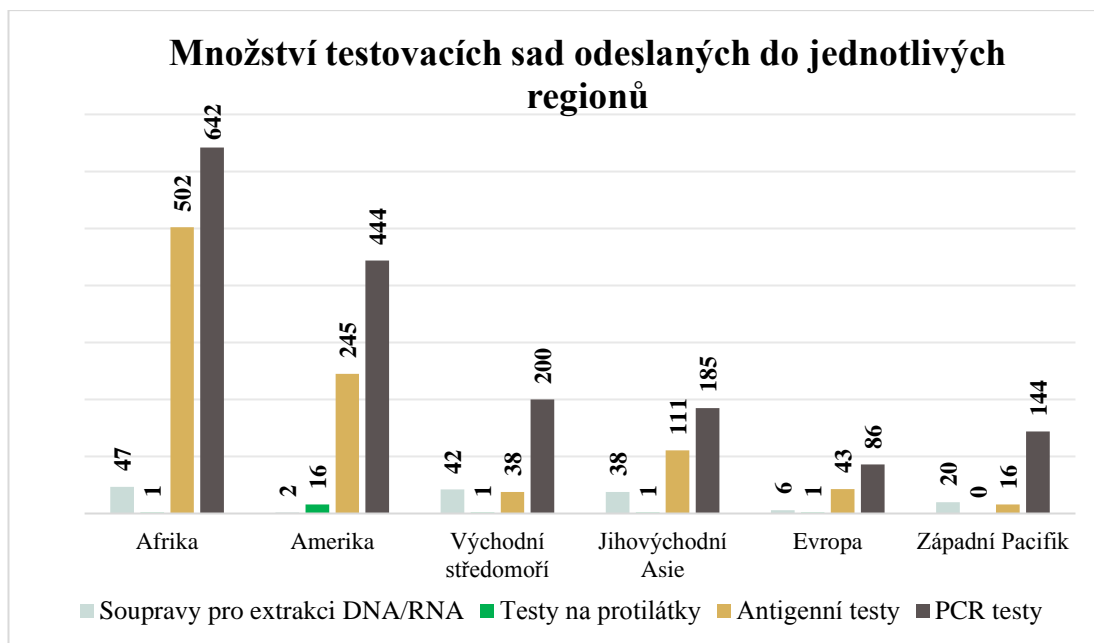


Obr. 25 Množství OOP [t] odeslaných do jednotlivých regionů (Zdroj: WHO, 2022, upraveno autorkou)

Sloupec «roušky» zahrnuje také chirurgické masky a respirátory. Mezi «nepodstatné» položky patří pláště, jednorázové obličejové štíty a ochranné zástěry. Do «jiných pomůcek» jsou zahrnuté pevné rukavice, ochranné overaly, návleky na obuv, chirurgické čepice apod.

Základní OOP (rukavice, roušky) tvoří 56 % neboli 49 000 tun (5 900 tun roušek, 36 000 tun rukavic) celkového množství přepravovaných OOP. Ostatní osobní ochranné pomůcky tvoří méně než polovinu (44 %; 38 000 tun). Další prostředky jako např. brýle, opakovaně použitelné ochranné obličejové štíty a pláště nejsou zahrnuty v tomto odhadu, protože jsou klasifikovány jako opakovaně použitelné, a proto by neměly přispívat ke zvýšení objemu odpadu.

Do různých regionů bylo odesláno více než 140 milionů testovacích sad, což v převodu na odpad znamená 2600 tun ostatního odpadu (zejména plastů) a 731 000 litrů chemického odpadu. Na obrázku č. 26 je zobrazen přehled odeslaných testovacích sad do regionů Afriky, Ameriky, východního Středomoří, jihovýchodní Asie, Evropy a západního Pacifiku.



Obr. 26 Množství testovacích sad odeslaných do jednotlivých regionů (Zdroj: WHO,2022, upraveno autorkou)

V prosinci roku 2021 WHO oznámila, že celosvětově bylo podáno téměř 8 miliard dávek vakcíny. Proces očkování předpokládá použití injekčních stříkaček a jehel, které musí být odstraněny v bezpečnostních boxech, kterých bylo odesláno až 79 milionů kusů. Po očkování vzniklo více než 144 000 tun dalšího odpadu, včetně 88 000 tun skleněných injekčních lahviček, 48 000 tun injekčních stříkaček a jehel a 8 000 tun bezpečnostních krabic.

Tato analýza poskytuje pouze přibližnou představu o rozsahu problému spojeného s odpady produkovanými v souvislosti s COVID-19. Nezohledňuje například odpad produkovaný v domácnosti, jako jsou jednorázové roušky nebo domácí samotesty. (WHO, 2022).

5.3.1 Nakládání s odpady COVID-19 v České republice

V České republice vydalo Národní referenční centrum pro hygienu půdy a odpadů několik doporučení, týkajících se nakládání s odpady za současné epidemiologické situace v souvislosti s COVID-19.

S veškerým odpadem, vzniklým při poskytování péče pacientům s potvrzeným COVID-19 ve zdravotnických zařízeních a s odpadem, který byl kontaminován SARS-CoV-2, nebo v případě, že existuje možnost kontaminace COVID-19, je nutné nakládat jako s infekčním odpadem.

Za odpad vznikající v souvislosti s pandemií COVID-19 lze považovat jednorázové osobní ochranné pomůcky, odpad po vakcinaci a při provedení testů na přítomnost viru SARS-CoV-2 apod.

Jednorázové osobní ochranné pomůcky

Jednorázové osobní ochranné pomůcky (OOP), jako jsou např. roušky, respirátory, rukavice je možno ukládat společně se směsným komunálním odpadem. OOP se musí uložit do plastového sáčku a následně do pytle pro komunální odpad.

V případě nakládání s OOP, vzniklými v domácnosti u pacientů s potvrzeným onemocněním COVID-19, plastový pytel by měl mít minimální tloušťku 0,2 mm. Pytel by měl být následně ošetřen dezinfekčním prostředkem před uložením do popelnice nebo kontejneru. Pokud je plastový pytel tenčí než 0,2 mm, je potřeba ho zdvojit.

Odpady vznikající po vakcinaci

V případě odpadu vzniklého při vakcinaci proti COVID-19, např. použité jehly apod., musí se ten odpad považovat za vysoce nebezpečný, protože představují riziko pro pracovníky, které s nimi dále nakládají. Tyto odpady se zařazují se do kategorie «Ostré předměty». Kromě jednotlivých ochranných opatření, jako jsou použití jednorázových osobních ochranných pomůcek, musí být provedeno hodnocení rizik na pracovišti. Pokud je to možné, měly by být odpady včetně obalů dekontaminovány v místě jejich vzniku (Zimová, 2021 b).

Odpady vznikající při provádění antigenních testů

Podle «Doporučení Národní referenčního centra pro hygienu půdy a odpadů k nakládání s odpadem vzniklým při provádění antigenních testů», odpad vzniklý při testování na COVID-19 je nutné považovat za infekční, což vyžaduje specifickou formu nakládání a transportu tohoto odpadu z důvodu jeho nebezpečných vlastností. Jedná se o odpad kategorie B (UN 3291), který je uveden v Katalogu odpadů pod číslem 18 01 01* «Ostré předměty» a 18 01 03* « Odpady, na jejichž sběr a odstraňování jsou kladeny zvláštní požadavky s ohledem na prevenci infekce» (Zimová, 2020). Toto doporučení se týká pouze provozovateli zdravotnických služeb. Podle Metodického sdělení odboru odpadů MŽP v případě testů určených

k samotestování bez asistence zdravotnického personálu antigenní testy mají posuzovat jako běžný směsný komunální odpad. Takový odpad musí být oddělen od ostatního odpadu. Použité testy se ukládají do plastových pytlů s minimální tloušťkou 0,2 mm. Dále se odpad dezinfikuje a vyhazuje se do sběrné nádoby (MŽP a, 2021).

5.4 Analýza současných trendů nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení

Minimalizace zdravotních a environmentálních rizik v celém cyklu nakládání s odpady ze zdravotnických a jim podobných zařízení je v současné době hlavním trendem nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení. Jde o pečlivé nakládání ve všech jednotlivých krocích: sběr, třídění odpadů v místě jeho vzniku, shromažďování, úpravu, přepravu a bezpečné odstraňování.

5.4.1 Dekontaminace odpadů ze zdravotnických zařízení

Dekontaminace odpadů ze zdravotnických zařízení patří mezi metody, které se používají pro snížení rizika infekčního odpadu, nejlépe před jeho odvozem ze zdravotnického zařízení. Dále jsou uvedeny příklady dekontaminačních zařízení v České republice.

Zařízení pro dezinfekci a sterilizaci

CONVERTER – Siemens, s.r.o., Česká republika

Zařízení se používá pro zpracování odpadů kat. čísel **18 01 01, 18 01 02 a 18 01 03**.

Proces dekontaminace probíhá v jedné procesní komoře ve dvou fázích. V první fázi je odpad rozdrcen na drobné neidentifikovatelné částičky. V průběhu otáčení drtičů a nožů mechanická energie způsobuje nárůst teploty, při které dochází k odpařování vlhkosti obsažené v odpadu. Na konci tohoto procesu objem odpadu je redukován o cca 70 % a jeho hmotnost o cca 30 %. Teplota dále narůstá do 151 °C, po čemž následuje druhá fáze chlazení, kdy kontaminační nádoba se ochlazuje na cca 60 °C.

Doba celého cyklu dekontaminace trvá cca 30 minut. Zpracovaný dekontaminovaný odpad může být před přepravou skladován delší dobu, než by byl skladován v původním stavu (SZÚ).

STERILWAVE – Bertin technologies, Francie

Zařízení Sterilwave je určeno k dekontaminaci infekčního odpadu ze zdravotnických zařízení katalogových čísel **18 01 01**, **18 01 02** (u tohoto druhu odpadu lze upravovat pouze krevní vaky nebo krevní konzervy) a **18 01 03**.

Proces dekontaminace probíhá v kombinaci mikrovlnného záření a mechanické úpravy odpadu v jednom uzavřeném zařízení Sterilwave. Před umístěním odpadů do zařízení se každý pytel s vytríděným odpadem musí zvážít.

V prvním kroku je odpad určený k dekontaminaci mechanicky rozdrčen pomocí rotačních nožů. Při dosažení teploty v zařízení 70 °C objem odpadu se zredukuje až o 85 %. Po mechanické úpravě je odpad vystaven při teplotě 100 až 110 °C generovanému vysokofrekvenčnímu mikrovlnnému záření. Tento cyklus trvá cca 20 minut. Po tomto cyklu je odpad automaticky vytlačen rotačním systémem do kontejneru umístěného ve spodní části zařízení. Z kontejneru je odpad ručně přesypán do transportního pytle nebo přímo do kontejneru umístěného u zařízení (SZÚ).

Dekontaminace inkontinentních pomůcek

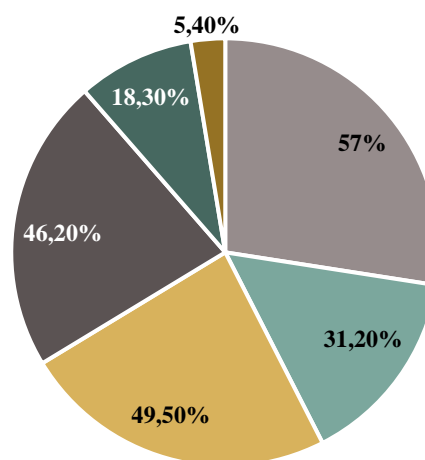
V České republice se k dekontaminaci inkontinentních pomůcek používají speciální přístroje. Jejich princip založen na úpravě odpadů ve speciálním pytli pod vlivem vysokého tlaku (až 8000 kg/m²) za vzniku vakua a vstříkovaní dekontaminačního prostředku do pytle. Ve výsledku dochází k odstranění zápachu, ke snížení objemu odpadu a snížení koncentrace v něm mikroorganismů. Na konci procesu se povrch pytle ošetřuje dezinfekčním prostředkem. Příkladem zařízení pro dekontaminace inkontinentních pomůcek je *Vakumet VDi*, *Vakumet*, *Medivak MV6*. V současné době v České republice jsou v provozu cca takových 70 zařízení. Nejčastěji jsou tyto zařízení používány v domovech pro seniory, sociálních ústavech a zdravotnických zařízeních pro následnou a rehabilitační péči (Matějů, 2013).

5.4.2 Analýza současných trendů nakládání s odpady ve zdravotnických zařízeních

Na základě analýzy provedené společností Ernst & Young s.r.o. (2020) tykající se potřeb jednotlivých zdravotnických zařízení vplynuly požadavky ke zlepšení několika oblastí nakládání s odpady ze zdravotní péče. Dále jsou uvedeny přehledy zlepšení v oblasti sběru, shromažďování a skladování (obr. č. 27) a také využití a odstranění odpadů ze zdravotní péče (obr. 28).

Přehled zlepšení v oblasti sběru, shromažďování a skladování odpadů ze zdravotní péče

- Nákup svozové techniky pro přepravu v areálu
- Nákup svozové techniky pro přepravu mimo areál
- Rozšíření nebo navržení nových míst shromažďování odpadů
- Vybudování skladovacího prostoru chladicí technikou
- Vybudování samostatných skladů pro odpady
- Jiné aktivity

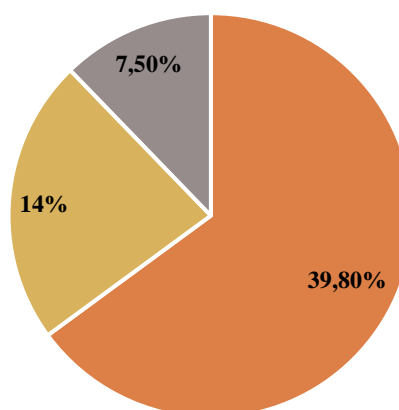


Obr. 27 Možnosti zlepšení v oblasti sběru, shromažďování a skladování odpadů ze zdravotní péče (Zdroj: Ernst & Young, 2020, zpracováno autorkou)

Nákup svozové techniky v areálu zdravotnických zařízení zahrnuje zejména speciální přepravní vozíky a klece a větší objem shromažďovacích prostředků. Jinými úpravami se rozumí například rekonstrukce prostorů pro personál, oplocení skladovacích areálů atd.

Přehled zlepšení v oblasti využití a odstranění odpadů ze zdravotní péče

- Nákup dekontaminačních a sterilizačních zařízení
- Modernizace spalovny
- Výstavba nové spalovny



Obr. 28 Možnosti zlepšení v oblasti využití a odstranění odpadů ze zdravotní péče (Zdroj: Ernst & Young, 2020, zpracováno autorkou).

6. DISKUSE

Produkce odpadů katalogového čísla 18 01 v České republice stále stoupa a s tím stoupá produkce nebezpečného odpadu. V porovnání se sousedními státy, Česká republika produkuje ročně největší množství nebezpečného biologického odpadu a odpadů ze zdravotní péče. Oproti Německu a Rakousku poměr nebezpečných odpadů činí 85 % ku 15 % ostatního odpadu, zatímco v uvedených státech je to naopak. Např. v roce 2020 pouze 2,73 % odpadů produkovaných ve zdravotnických zařízeních v Německu a 1,93 % odpadů v Rakousku byly nebezpečného původu. Z celkového množství produkovaného odpadu bylo v České republice za období 2015-2020 energeticky využito pouze cca 6 % odpadů, zatímco na skládku bylo uloženo cca 14 %. Množství odpadů ukládaných na skládku mírně stouvalo do roku 2019. Následně v roce 2020 došlo ke snížení objemu skládkovaného odpadu. Může to souviset s vydáním nového zákona o odpadech a s novými povinnostmi omezit množství odpadů odstraněných tímto způsobem. V současné době ke zvýšení produkce odpadů dochází v důsledku nedostatečného třídění v místě jejich vzniku, jde např. o patologicko-anatomický odpad, ostré předměty, nepoužitelná léčiva apod. (Zimová, 2021b). Další příčinou zvýšení produkce odpadu je nedostatek zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady. Jedná se hlavně o zařízení pro dekontaminaci odpadů ze zdravotní péče a o odstranění nebezpečné vlastnosti HP 9 «infekční». Toto potvrzují výsledky celkové roční produkce odpadů katalogového čísla 18 01, kde přibližně osmdesát procent tohoto odpadu se eviduje jako nebezpečný odpad. Poměrně vysoké pořizovací náklady na dekontaminačních zařízení také omezuje jejich větší zavedení. Separace a třídění odpadů v místě vzniku totiž vyžaduje vysokou disciplinovanost zdravotnického personálu.

V průběhu zpravování podkladů pro analýzu produkce odpadů ze zdravotnických zařízení bylo zjištěno, že údaje o produkci odpadů a nakládání s nimi v ČR pocházející ze sledovaného období 2015–2020 vykazované v působnosti Ministerstva životního prostředí (MŽP) a Českého statistického úřadu (ČSÚ) jsou rozdílné. Rozdíl ve výsledcích týkajících se produkce odpadů katalogového čísla 18 01 spočívá v použití různých metodik výpočtu. Databáze VISOH generuje data o produkci odpadů a nakládání s nimi na základě údajů z Ročních hlášení od původců a oprávněných osob zasílaných do Integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností (ISPOP) podle zákona o odpadech. Pro zpracování dat se používá příslušná «Metodika výpočtu

indikátorů odpadového hospodářství v daném roce». Český statistický úřad (ČSÚ) do roku 2019 používal k zjišťování údajů tzv. «rotační model». Princip modelu je založen na tom, že každý rok jsou výkazem svolány pouze nejvýznamnější ekonomické subjekty. Zbývající „rotační“ část subjektů je dotazována jednou za tři roky. Pro podniky, které nebyly svolány ve sledovaném roce se výslední hodnoty matematicky dopočítávají. Hlavní příčinou byla zejména skutečnost, že metodická úprava sledování produkce odpadů a nakládání s nimi provozovaná v působnosti MŽP neodpovídala platným mezinárodně stanoveným standardům respektovaným ČSÚ. V roce 2019 ČSÚ na doporučení evropského Eurostatu upravil metodiku výpočtu komunálního odpadu a v současné době využívá informace z registru Integrovaného systému ohlašovacích povinností (ISPOP) Ministerstva životního prostředí, do kterého ze zákona hlásí subjekty nakládající s odpady podle zákona o odpadech.

Do roku 2020 Česká republika na rozdíl od jiných států, neměla specializovaný právní předpis pro nakládání s odpady ze zdravotní péče. Podle nařízení vlády č. 352/2014 o plánu odpadového hospodářství ČR na období 2015-2024 je hlavním cílem nakládání s odpady ze zdravotní péče minimalizace negativních vlivů těchto odpadů na lidské zdraví a životní prostředí. Jedním z opatření pro splnění tohoto cíle bylo legislativní stanovení pravidel pro nakládání s odpady ze zdravotní péče, které by zahrnovaly sběr, třídění, shromažďování, úpravu, přepravu a odstraňování odpadů ze zdravotnických zařízení a také odpady ze zdravotní péče produkované ve vlastním prostředí pacienta. **Toto opatření splňuje nový zákon o odpadech č. 514/2020 Sb.** Nový zákon také stanovuje povinnost školení osob, nakládajících s odpady ze zdravotní a veterinární péče. Provádějící vyhláška k zákonu obsahuje také náležitosti pokynů pro nakládání s odpady ze zdravotnictví a veterinární péče včetně požadavků na školení osob nakládajících s odpady ze zdravotní a veterinární péče, což **pomáhá vyřešit problém nízké informovanosti zdravotnického personálu** o specifických vlastnostech těchto odpadů.

Problém zůstává u použití jednorázových pomůcek (plen, podložek, OOPP apod.) a ostrých předmětů na jednorázové použití, což je v současné době těsně spojeno s mimořádnými hygienicko-epidemiologickými opatřeními zavedenými v souvislosti s pandemií COVID-19. Avšak v roce 2020 **nedošlo k prudkému nárůstu produkce nebezpečného odpadu.** Pravděpodobně to souvisí s omezením poskytování jiné zdravotní péče, uzavření ordinací, zrušení preventivních zdravotních prohlídek a

vyšetření. Je ale nutno zmínit, že se jedná hlavně o odpad produkovaný ve zdravotnických zařízeních. Osobní ochranné pomůcky jako roušky, antigenní testy apod., které jsou produkovány v domácnosti se odstraňují společně s komunálním odpadem. Navíc k tomu vládou České republiky bylo také několikrát zavedeno povinné testování zaměstnanců ve firmách, živnostníků i jednatelů společností bez výjimky (MZČR). Zaměstnanci se testovali dvakrát týdně pomocí antigenních samotestů v den svého příchodu na pracoviště, což znamená velkou produkci odpadů. Pravděpodobně v následujících rocích lze očekávat zvýšení produkce právě komunálního odpadu.

Návrh optimalizace systému nakládání s odpady ze zdravotnických zařízení lze obecně rozdělit do dvou směrů. První je směr technický. Týká se to především řešení nedostatku dekontaminačních zařízení. V rámci analýzy provedené společností Ernst & Young, s.r.o., týkající se se potřeb zdravotnických zařízení více jak 90 % respondentů uvedlo, že jejich organizace není vybavená dekontaminačním zařízením. (Ernst & Young, s.r.o., 2020). Zároveň z analýzy současných trendů lze dedukovat, že 40 % zdravotnických zařízení uvádí jako možnost zlepšení systému nakládání s odpady ze zdravotní péče právě nákup dekontaminačních a sterilizačních zařízení. Financování v oblasti odpadů a materiálových toků může být poskytnuta v rámci Operačního programu životní prostředí. Mezi podporované projekty jsou také zařízení pro tepelné zpracování zdravotnických a nebezpečných odpadů a zařízení pro nakládání s nebezpečnými odpady včetně jejich modernizace. Dalším krokem pro snížení produkce odpadů je posilování v oblasti energetického využití odpadů, např. zvýšením kapacity spaloven nebezpečného odpadů. Samozřejmě pro eliminaci rizik při přepravě odpadů, odpad by se měl předběžně dekontaminovat v místě vzniku.

Druhým směrem je osvěta. Týká se to nejenom personálu, který nakládá s odpadem ze zdravotnických zařízení, ale i osob produkujících odpad ze zdravotní péče ve vlastním prostředí. Jde především o rizika při nakládání s odpady při samoošetřování a samoléčení, zejména při nakládání s infekčním odpadem, ostrými předměty a nepoužitelnými léčivy. Podceňování těchto rizik osobami produkujícími odpad v domácnosti může vést k ohrožení zdraví lidí a životního prostředí.

Obecně návrhy na optimalizaci lze shrnout takto:

1. Zajistit důsledné třídění odpadu v místě jeho vzniku – základem je oddělení nebezpečného zdravotnického odpadu od komunálního
2. Vybavení zdravotnických zařízení dekontaminačními přístroji, zařízeními pro tepelné zpracování nebezpečných odpadů ze zdravotní péče a také modernizace těchto zařízení
3. Zvýšení kapacity spaloven nebezpečného odpadů a následné zvýšení podílu energetického využití odpadů ze zdravotní péče
4. Osvěta personálu a obyvatelstva.

7. ZÁVĚR

Hlavní příčinou růstu produkce nebezpečných odpadů ze zdravotnických zařízení je nedostatek dekontaminačních zařízení pro dezinfekci/sterilizaci odpadů a také zařízení pro tepelnou úpravu odpadů. Oproti Německu a Rakousku podíl nebezpečných odpadů katalogového čísla 18 01 v České republice činí 85 % ku 15 % ostatních odpadů. V Německu nebezpečný odpad ze zdravotnických zařízení tvoří 2,71 % celkového množství odpadů, v Rakousku pouze 1.93 %, což je dáno odlišnými přístupy k nakládání s odpady ze zdravotní péče.

V současné době ve mnoha zdravotnických zařízeních z důvodu nedostatku finančních prostředků dochází k porušování pravidel pro bezpečné skladování použitého materiálu. Používají se zastaralé metody sběru a odstranění odpadů ze zdravotní péče, což zvyšuje riziko přenášení infekce. Zavedení moderních systematických metod pro úpravu odpadů ze zdravotní péče je základem pro jejich bezpečnou regulaci.

Důležitou roli hraje regulace toků odpadů na legislativní úrovni, zejména stanovení zvláštních požadavků na sběr, shromažďování, skladování, přepravu, dekontaminaci, nakládání s odpady po dekontaminaci, upravení parametrů pro účinnost hygienizace dekontaminačních zařízení a také vzdělávání zdravotnického i ostatního personálu, který s nebezpečným zdravotnickým odpadem nakládá. V České republice od roku 2020 platí nový zákon o odpadech, který nově stanovuje všechny výše uvedené kroky. V případě pravidelného monitorování, podpory zodpovědného přístupu zaměstnanců, zvýšení jejich kvalifikace a financování v oblasti odpadového hospodářství lze dosáhnout cílů pro minimalizaci zdravotních a ekologických rizik.

SEZNAM LITERATURY

AMARIGLIO, A., DEPAOLI, D. 2021. *Waste management in an Italian Hospital's operating theatres: An observational study*. American Journal of Infection Control 49 (2021), 184-17

BALAKAYEVA, A.V. 2016. *Evaluation of the efficiency and safety of installations for the decontamination of medical wastes*, PhD thesis, Moscow, 173 s

BANERJEE, S., MITRA, S., 2013. *Radioactive and Hospital Waste Management: A Review*. International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology (IJLTET)

BINDZAR, J. A KOLEKTIV, 2009. *Základy úpravy a čištění vod*. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze: Praha, 251 s

BISWAL, S., 2013. *Liquid biomedical waste management: An emerging concern for physicians*. Muller Journal of Medical Sciences and Research, 99-106

BOLATCHIYEV, K.,H, 2016. *Epidemiological aspects of medical waste management: Educational and methodological manual for students studying in the specialty 060101 General Medicine, 060103 Pediatrics, 060104 Medical and preventive care*. Cherkessk, 72 s

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2021. *Produkce, využití a odstránění odpadů za období 2020*, 40 s

DAS, A.K., ISLAM, N., BILLAH, M., SARKER, A., 2021. *COVID-19 pandemic and healthcare solid waste management strategy – A mini-review*. Science of the Total Environment. V. 778

DEPARTMENT OF HEALTH/FINANCE AND INVESTMENT DIRECTORATGE/ESTATES AND FACILITIES DIVISION, 2006. *Health Technical Memorandum 07-01: Safe Management of Healthcare Waste*, 103 s

DOLINA, L.F., SAVINA, O.P, 2018. *Water cleaning from residues of medicinal preparations*. Hydraulics and Water Supply, 3 (75), 36-51

ERNST & YOUNG s.r.o., 2020. *Podklady pro oblast podpory odpadového a oběhového hospodářství OPŽP 2021 – 2027. Nakládání s nebezpečnými odpady – odpady ze zdravotní péče*

EPTA, 2006. *Guide for Sustainable Waste Management in the health-care sector.* LIFE – ENVIRONMENT. EMAS and information technology in Hospitals.

HARVEY, P., BAGHRI S., REED B., 2002. *Emergency sanitation*, WEDC: Loughborough University, 380 s

HASIJA, V., PATIAL, SH., RAIZADA, P., THAKUR, S., SINGH, P., HUSSAIN, CH. M., 2022. *The environmental impact of mass coronavirus vaccinations: A point of view on huge COVID-19 vaccine waste across the globe during ongoing vaccine campaigns.* Science of the Total Environment. V 813

CHARTIER, Y., EMMANUEL, J., PIEPER, U., PRÜSS, A., RUSHBROOK, P., STRINGER, R., TOWNEND, W., WILBURN, S., ZGHONDI, R., 2014. *Safe Management of Wastes from Health-care Activities.* World Health Organization (WHO), 308 s

CHEN, CH., CHEN, J., FANG, R., YE, F., YANG, ZH., WANG, ZH., SHI, F., TAN, W., 2021. *What medical waste management system may cope with COVID-19 pandemic: Lessons from Wuhan.* Resources, Conservation and Recycling. V. 170

ILYAS, S., SRIVASTAVA, R.R., KIM, H., 2020. *Disinfection technology and strategies for COVID-19 hospital and bio-medical waste management.* Science of the Total Environment. V. 749

INTERNATIONAL COMMITTEE OF THE RED CROSS, 2011. *Medical waste management.* 162 s

KAISER, B., EAGAN, P.D., SHANER, H. 2001. *Solutions to Health Care Waste: Life-Cycle Thinking and “Green” Purchasing.* Environmental Health Perspectives, V.109, 205-207

KOFMAN, V. Y., 2013. *New advanced oxidation technologies of water and wastewater treatment (part 2) (foreign publications review).* Water Supply and Sanitary Technique, 11, 70-77

KÜHLING, J.-G., HAMELMANN, C., 2015. *Healthcare Waste Management Toolkit for Global Fund Practitioners and Policy Makers: Part B, Waste Stream Concept Development*. UNDP, 52 s

MATĚJŮ, L., 2013. *Odstraňování použitých plen ze zařízení sociální péče*. Odpadové fórum. Vol. 5.

MINISTERSRVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2021. *Metodické sdělení odboru odpadů Ministerstva životního prostředí k zařazení odpadu z antigenních testů určených k samotestování osob* (online) [cit. 2022.01.22], dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpad_samotesty_metodika/\\$FILE/OODP-Sdeleni_MZP_Zarazeni_odpadu_samotesty-25022021.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpad_samotesty_metodika/$FILE/OODP-Sdeleni_MZP_Zarazeni_odpadu_samotesty-25022021.pdf)

MINISTERSRVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Minamatská úmluva o rtuti* (online) [cit. 2022.02.15], dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/umluva_o_rtuti

NEGREIRA, LOPEZ DE ALDA, M., BARCELO, D., 2014. *Cytostatic drugs and metabolites in municipal and hospital wastewaters in Spain: Filtration, occurrence, and environmental risk*. *Science of The Total Environment*. V 497–498, 68–77

PAN, X., YAN, J., XIE, ZH., 2013. *Detoxifying PCDD/Fs and heavy metals in fly ash from medical waste incinerators with a DC double arc plasma torch*. *Journal of Environmental Sciences* 25(7), 1362–1367

PRATA, J., SILVA, A.L.P., WALKER, T.R., DUARTE, A.C., ROCHA-SANTOS, T., 2020. *COVID-19 Pandemic Repercussions on the Use and Management of Plastics*. *Environmental Science & Technology*, 54, 13, 7760–7765

STATISTICKÁ ROČENKA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY 2020 (online) [cit. 2022.03.16], dostupné z: <https://isoh.mzp.cz/VISOH/Main/Rocenka>

STÁTNÍ ÚŘAD PRO JADERNOU BEZPEČNOST. *Stručný přehled biologických účinků záření* (online) [cit. 2022.01.16], dostupné z: <https://www.sujb.cz/radiacni-ochrana/oznameni-a-informace/strucny-prehled-biologickyh-ucinku-zareni/>

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2009. *NÁVRH METODICKÉHO DOPORUČENÍ PRO HODNOCENÍ ÚČINNOSTI DEKONTAMINACE ODPADŮ ZE ZDRAVOTNICTVÍ*. 31 s

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV. *Vyjádření k dekontaminačním zařízením Converter a Sterilwave*

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2016. *Metodika pro nakládání s odpady ze zdravotnických, veterinárních a jim podobných zařízení*, 79 s

STÁTNÍ ZDRAVOTNÍ ÚSTAV, 2017. *METODICKÉ DOPORUČENÍ STÁTNÍHO ZDRAVOTNÍHO ÚSTAVU PRO PŘEPRAVU NEBEZPEČNÝCH ODPADŮ ZE ZDRAVOTNÍ A VETERINÁRNÍ PÉČE Z HLEDISKA POŽADAVKŮ EVROPSKÉ DOHODY O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ – ADR*. 38 s

SHCHERBO, A.,P., MIRONENKO, O.,V., SUSHCHY, K., K., KOYZRIN, K.,I., SOPRUN, A., 2013. *Ecologo-hygienic preconditions and engineering approaches to medical waste management*. Human ecology. 2013.06

SENGODAN, V.,C. 2014 *Segregation of biomedical waste in an South Indian tertiary care hospital*. J Nat Sci Biol Med. 5:378–382

SPRÁVA ÚLOŽIŠŤ RADIOAKTIVNÍCH ODPADŮ (SÚRAO). *Jak se dělí radioaktivní odpady* (online) [cit. 2022.02.04], dostupné z: <https://www.surao.cz/pro-verejnost/radioaktivni-odpady/jak-se-deli-radioaktivni-odpady/>

ŠTĚPÁNKOVÁ, E., 2011 *Environmentální management a jeho přínosy organizaci*. Ekonomika a management. Brno, č. 1, s. 85-92. ISSN 1802-3975

WANG, Q., WANG, P., YANG, Q., 2018. *Occurrence and diversity of antibiotic resistance in untreated hospital wastewater*. Science of the Total Environment, 621, 990–999

WIERZBICKÁ, H., 2012. *Pneumatická potrubní doprava tuhých komunálních odpadů* (online) [cit. 2022.03.020], dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/8844-pneumaticka-potrubni-doprava-tuhych-komunalnich-odpadu>

WILKINSON, J.L., BOXALL, A.B.A., KOLPIN, D.W., LEUNG, K. M.Y., LAI, R.W.S, GALBAN-MALAGON, C., ADELL, A.D., MONDON, J., METIAN, M., MARCHANT, R.A.,BOUZAS-MONROY, A., CUNI-SANCHEZ, A., COORS, A., CARRIQUIRIBORDE, P., ROJO, M. GORDON, CH., CARA, M., MOERMOND, M., LUARTE, TH., PETROSYAN, V., PERIKHANYAN, Y., MAHON., C.S., MCCGURK, CH. J., HOFMANN, TH., KORMOKER, T., INIGUES, V., GUZMAN-OTAZO, J., TAVARES, J.L., GILDASIO DE FIGUEIREDDO, G., RAZZOLINI, M.T.P., DOUGNON, V., GBAGUIDI, G., TRAORE, O., BLAIS J.M., KIMPE, L.E.,

WONG, M., WONG, D., NTCHANTCHO, R., PIZARRO, J., YING, G-G., CHEN CH., PÁEZ, M., MARTÍNEZ-LARA, J., OTAMONGA, J-P., POTÉ, J., IFO, S.A., WILSON P. ECHEVERRÍA-SÁENZ, S., UDIKOVIC-KOLIC, N., MILAKOVIC, M., FATTA-KASSINOS, D., IOANNOU-TFOTA, L., BELUŠOVÁ, V., VYMAZAL, J., CÁRDENAS-BUSTAMANTE, M., KASSA, B.A., HALLDORSON, H.P., MELLING, M. SHASHIDHAR, TH., LAMBA, M., NASTITI, A., SUPRIATIN, A., POURANG, N., ABEDINI, A., ABDULLAH, O., GHARBIA, S.S., PILLA, F., CHEFETZ, B., TOPAZ, T., YAO, K.M., AUBAKIROVA, B., BEISENOVA, R., OLAKA, L., MULU, J.K., CHATANGA, P., NTULI, V., BLAMA, N.T., SHERIFF, SH., ARIS, A.Z., LOOI, L.J., NIANG, M., TRAORE, S.T., OLDENKAMP, R., MORALES-SALDANA, J.M., CUSTODIO, M., CRUZ, H., NAVARRETE, I., CARVALHO, F., GORGA, A.B., KOROMA, B.M., CERKVENIK-FLAJS, V., GOMBAC, M., THWALA, M., CHOI, K., KANG, H., LADU, J.L.C, RICO, A., AMERASINGHE, P., SOBEK, A., HORLITZ, G., ZENKER, A.K., KING, A.C., JIANG, J-J., KARIUKI, R., TUMBO, M., TEZEL, U., ONAY, T.T., LEJJU, J.B., VYSTAVNA, Y., VERGELES, Y., HEINZEN, H., PÉREZ-PARADA, A., SIMS, D.B., FIGY, M., GOOD, D., TETA, CH., 2022. *Pharmaceutical pollution of the world's rivers*. PNAS, V. 119

WITTLINGEROVÁ, Z., ZIMOVÁ, M., CIDLINOVÁ, A., PETRUŽELKOVÁ, A., MATĚJKOVÁ, M., ŠOLCOVÁ, O., 2016. *Sorpce cytostatik platinové řady z odpadních vod nemocnic*. Chem. Listy 110, 511-516

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2004. *Laboratory biosafety manual*. – 3rd ed. 190 s

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2020. *Laboratory biosafety manual*. –4rd ed. 101 s

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2020. *Water, sanitation, hygiene, and waste management for the COVID-19 virus: Interim guidance*

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2020. *Shortage of personal protective equipment endangering health workers worldwide*

WORLD HEALTH ORGANISATION, 2022. *Global analysis of health care waste in the context of COVID-19: status, impacts and recommendations*, 56 s

YANG, L., YU, X., WU, X., WANG, J., YAN, X., JIANG, S., ZHUGI, CH. 2021. *Emergency response to the explosive growth of health care wastes during COVID-19 pandemic in Wuhan, China*. Resources, Conservation and Recycling. V. 164

ZHAO, H., LIU, H., WEI, G., WANG, H., ZHU, Y., ZHANG, R., YANG, Y., 2021. *Comparative life cycle assessment of emergency disposal scenarios for medical waste during the COVID-19 pandemic in China*. Waste Manag., 126, 388-399

ZHAO, H., LIU, H., WEI, G., ZHANG, N., QIAO, H., GONG, Y., YU, X., YHOU, J., WU, Y., 2022. *A review on emergency disposal and management of medical waste during the COVID-19 pandemic in China*. Science of the Total Environment. V 810

ZIMOVÁ, M. 2020. *Doporučení Národního referenčního centra pro hygienu půdy a odpadů k nakládání s odpadem vzniklým při provádění antigenních testů*. SZÚ (online) [cit. 2022.01.22], dostupné z:

http://www.szu.cz/uploads/Epidemiologie/Coronavirus/Odpady/stanovisko_testy_2_.pdf

ZIMOVÁ, M., 2021. *Metodika pro nakládání s odpady ze zdravotní péče*. Prezentace. SZÚ

ZIMOVÁ, M., 2021. *Hodnocení zdravotních rizik při nakládání s odpady ze zdravotnictví a odpady v pandemii COVID-19 teorie a praxe*. Prezentace. SZÚ.

LEGISLATIVNÍ MATERIÁLY

ČSN 75 6406 Nakládání s odpadními vodami ze zdravotnických zařízení (ZZ) vypouštěnými do stokové sítě pro veřejnou potřebu

SanPiN 2.1.3684-21 «Sanitary and epidemiological requirements for the maintenance of territories of urban and rural settlements, for water bodies, drinking water and drinking water supply, atmospheric air, soils, residential premises, operation of industrial, public premises, organization and conduct sanitary and anti-epidemic (preventive) measures» (v ruštině)

Nařízení vlády č.361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění pozdějších předpisů

Vyhláška č. 306/2012 Sb., o podmínkách předcházení vzniku a šíření infekčních onemocnění a o hygienických požadavcích na provoz zdravotnických zařízení a ústavů sociální péče, v platném znění

Vyhláška č.8/2021 Sb., Katalog odpadů a hodnocení nebezpečných vlastností odpadů, v platném znění

Vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění

Vyhláška č. 377/2016 Sb. o požadavcích na bezpečné nakládání s radioaktivním odpadem a o vyřazování z provozu jaderného zařízení nebo pracoviště III. nebo IV. Kategorie, v platném znění

Vyhláška Ministerstva zemědělství č. 428/2001 Sb., kterou se provádí zákon č. 274/2001 Sb., o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů (zákon o vodovodech a kanalizacích), v platném znění

Zákon č.262/2006 Sb., Zákoník práce ve znění pozdějších předpisů

Zákon č.309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví v platném znění

Zákon č. 372/2011 Sb., o zdravotnických službách a podmínkách jejich poskytování, v platném znění

Zákon č. 256/2001 Sb., o pohřebnictví, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 18/1997 Sb., o mírovém využívání jaderné energie a ionizujícího záření (atomový zákon), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 378/2007 Sb., o léčivech a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů (zákon o léčivech), ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 167/1998 Sb., o návykových látkách, v platném znění

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, v platném znění

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 254/2001 Sb. o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon), v platném znění

Zákon č. 274/2001 Sb. o vodovodech a kanalizacích pro veřejnou potřebu a o změně některých zákonů, v platném znění