

Česká zemědělská univerzita v Praze

Technická fakulta

Katedra technologických zařízení staveb



Bakalářská práce

**Optimalizace odpadového hospodářství: Analýza a
implementace technologií IoT a AI**

Matouš Merhaut

© 2026 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Matouš Merhaut

Technologická zařízení staveb

Zařízení pro využití odpadů

Název práce

Optimalizace odpadového hospodářství: Analýza a implementace technologií IoT a AI

Název anglicky

The optimization of waste management: Analysis and implementation of IoT and AI technologies

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je popis a zhodnocení současného stavu odpadového hospodářství ve vybrané obci s důrazem na efektivní optimalizační opatření. Dále se práce zaměří na implementaci moderních technologií internetu věcí (IoT) a umělé inteligence (AI) s cílem zvýšit účinnost, a sledovat a minimalizovat dopad na životní prostředí a ekonomický dopad vybraných technologických procesů.

Metodika

1. Úvod
2. Cíl práce
3. Metodika práce
4. Charakteristika vybrané části odpadového hospodářství
5. Možnosti implementace moderních technologií IoT a AI ve vybrané části odpadového hospodářství
6. Zhodnocení a závěr
7. Seznam použitých zdrojů
8. Přílohy

Konzultant specialista: Ing. Zdeněk Votruba, Ph.D.

Doporučený rozsah práce

35 až 45 stran

Klíčová slova

odpadové hospodářství, odpad, internet věcí, umělá inteligence, technologické zařízení

Doporučené zdroje informací

ALTMANN, Vlastimil; VACULÍK, Petr; MIMRA, Miroslav a ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE.

TECHNICKÁ FAKULTA. *Technika pro zpracování komunálního odpadu : vědecká monografie Vlastimil Altmann, Petr Vaculík, Miroslav Mimra*. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2010. ISBN 978-80-213-2022-2.

BOHÁČ, L. a BEZPALEČ, P.: Datové sítě – přednášky. 1. vydání. České vysoké učení technické, Praha 2011, 204 s., ISBN 978-80-01-04694-4

FORD, Martin; PROKEŠ, Jan a VRBA, Martin. *Roboti nastupují : automatizace, umělá inteligence a hrozba budoucnosti bez práce*. V Praze: Rybka Publishers, 2017. ISBN 978-80-87950-46-3.

KURAŠ, Mečislav. *Odpady a jejich zpracování*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor, 2014. ISBN 978-80-86832-80-7.

Příslušné zákony, nařízení vlády, vyhlášky, ČSN, oborové předpisy a odborné časopisy

SPURNÁ, I.: Počítačové sítě – praktická příručka správce sítě. 1. vydání. Computer Media, Kralice na Hané 2010, 180 s. ISBN 978-80-7402-036-0

STALLINGS, W.: Data and Computer Communications. 10. vydání. Pearson: 2013, 912 s. ISBN-13: 978-0133506488

STRNADOVÁ, Lenka: Jednoduše. Umělá inteligence. 1. vydání. Praha: Euromedia Group, 2023. 160 s. ISBN 978-80-242-9293-9

VAVREČKOVÁ, Šárka: Procesy a věci v počítačové síti. 1. vydání. Opava: Ústav informatiky, Filozoficko-přírodovědecká fakulta v Opavě, Slezská univerzita, 2022. 99 s. ISBN 978-80-7510-521-9

Předběžný termín obhajoby

2024/2025 LS – TF

Vedoucí práce

doc. Ing. Petr Vaculík, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra technologických zařízení staveb

Elektronicky schváleno dne 21. 12. 2023

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 01. 03. 2024

doc. Ing. Jiří Mašek, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 05. 11. 2025

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Optimalizace odpadového hospodářství: Analýza a implementace technologií IoT a AI“ vypracoval samostatně pod vedením vedoucího práce a s využitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou v práci řádně citovány a uvedeny v seznamu použitých zdrojů. Dále prohlašuji, že jsem při zpracování této práce využil nástroje umělé inteligence v souladu s vnitřními předpisy univerzity a principy akademické integrity a etiky, přičemž na jejich využití v práci vhodným způsobem odkazuji. Jako autor této práce prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob. Současně беру на vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby. Dále jsem si vědom, že práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitní databázi a bude veřejně přístupná. Zároveň беру на vědomí, že se na tuto práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů, zejména ustanovení § 35 odst. 3 týkající se užití tohoto díla.

V Praze dne 24.03. 2026



Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucímu své bakalářské práce doc. Ing. Petru Vaculíkovi, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady, připomínky a vstřícný přístup při zpracování této práce. Dále děkuji obci Jesenice za poskytnutí dat a součinnost při zpracování praktické části práce. V neposlední řadě patří mé poděkování rodině a blízkým za podporu a trpělivost během celého studia.

Optimalizace odpadového hospodářství: Analýza a implementace IoT a AI

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá analýzou systému odpadového hospodářství ve vybrané obci a možnostmi jeho optimalizace pomocí moderních technologií. Cílem práce je zhodnotit současný stav nakládání s komunálním odpadem a navrhnout opatření vedoucí ke zvýšení efektivity systému.

Teoretická část práce se zaměřuje na charakteristiku odpadového hospodářství, legislativní rámec v oblasti nakládání s odpady, základní pojmy a vybrané druhy komunálního odpadu. Součástí této části je také popis systémů sběru komunálního odpadu a přehled moderních technologií využitelných v odpadovém hospodářství, zejména technologií internetu věcí (IoT) a umělé inteligence (AI).

Praktická část práce je zaměřena na analýzu současného stavu odpadového hospodářství ve vybrané obci, včetně charakteristiky území, organizace systému sběru a svozu komunálního odpadu a vyhodnocení produkce komunálního odpadu a míry třídění jednotlivých složek. Na základě provedené analýzy jsou navržena opatření směřující ke zvýšení efektivity systému a snížení množství směsného komunálního odpadu.

Klíčová slova: Odpadové hospodářství, komunální odpad, internet věcí, umělá inteligence, digitalizace

The optimization of waste management: Analysis and implementation of IoT and AI technologies

Abstract

This bachelor's thesis examines the waste management system in a selected municipality and explores possibilities for its optimization using modern technologies. The aim of the thesis is to assess the current state of municipal waste management and propose measures to increase the system's efficiency.

The theoretical part of the thesis focuses on the characteristics of waste management, the legislative framework for waste management, basic concepts, and selected types of municipal waste. This section also includes a description of municipal waste collection systems and an overview of modern technologies applicable in waste management, particularly Internet of Things (IoT) technologies and artificial intelligence (AI).

The practical part of the thesis focuses on analyzing the current state of waste management in a selected municipality, including the characteristics of the area, the organization of the municipal waste collection and transport system, and an assessment of municipal waste generation and the sorting rates of individual components. Based on the analysis, measures are proposed to increase the system's efficiency and reduce the amount of mixed municipal waste.

Keywords: Waste management, municipal waste, internet of things, artificial intelligence, digitization

Obsah

1	Úvod.....	1
2	Cíl práce	2
3	Metodika práce.....	3
4	Charakteristika vybrané části odpadového hospodářství	4
4.1	Právní předpisy v oblasti OH	4
4.1.1	Směrnice Evropského parlamentu a rady č. 2008/98/ES	4
4.1.2	Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2018/851	5
4.1.3	Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech	5
4.1.4	Katalog odpadů	7
4.1.5	Plán odpadového hospodářství.....	8
4.2	Základní pojmy a definice	8
4.3	Vybrané druhy odpadů	11
4.3.1	Komunální odpad	11
4.3.2	Využitelné složky komunálního odpadu	12
4.3.3	Směsný komunální odpad	15
4.4	Systémy sběru komunálního odpadu.....	16
4.4.1	Podle technického vybavení.....	17
4.4.2	Podle dostupnosti sběrného místa	17
4.4.3	Podle organizace sběru.....	18
5	Možnosti implementace moderních technologií IoT a AI ve vybrané části OH..	19
5.1	IoT v odpadovém hospodářství	20
5.1.1	RFID technologie v evidenci sběrných nádob	21
5.1.2	Senzory naplněnosti v systému svozu.....	23
5.1.3	Dynamické vážení.....	24
5.1.4	Komunikační a softwarová vrstva IoT	25
5.2	AI v odpadovém hospodářství.....	26
5.2.1	Směry využití AI v odpadovém hospodářství	26
5.3	Limity a rizika využití AI a IoT.....	27
5.4	Popis a zhodnocení současného stavu OH ve vybrané obci.....	30
5.4.1	Geografická a demografická charakteristika území	30
5.4.2	Charakteristika typu zástavby	30
5.4.3	Legislativní rámec a povinnosti obce.....	31
5.4.4	Organizace systému nakládání s odpady.....	32

5.4.5	Digitalizace obce.....	33
5.4.6	Produkce komunálního odpadu.....	34
5.4.7	Struktura produkce komunálního odpadu	34
5.4.8	Míra separace	36
5.4.9	Zhodnocení současného stavu odpadového hospodářství.....	37
5.4.10	SWOT analýza odpadového hospodářství obce.....	38
5.4.11	Návrh opatření.....	39
6	<i>Závěr.....</i>	40
7	<i>Seznam použitých zdrojů</i>	41
8	<i>Seznam obrázků</i>	46
9	<i>Seznam tabulek</i>	46
10	<i>Přílohy</i>	47

Seznam zkratek

AI (Artificial Intelligence) - umělá inteligence

DL (Deep Learning) – hluboké učení

CENIA – česká informační agentura životního prostředí

ČSÚ – český statistický úřad

GPS (Global Positioning System) – globální polohový systém

HF (High Frequency) – vysoká frekvence

IoT (Internet of Things) – internet věcí

KO – komunální odpad

LF (Low Frequency) – nízká frekvence

MMR – ministerstvo pro místní rozvoj

MŽP – ministerstvo životního prostředí

ML (Machine Learning) – strojové učení

NO – nebezpečný odpad

OH – odpadové hospodářství

OO – ostatní odpad

PAYT (Pay-As-You-Throw) – plat' za to, co vyhodíš

POH ČR – plán odpadového hospodářství České republiky

RFID (Radio Frequency Identification) – identifikace pomocí radiových vln

SKO – směsný komunální odpad

UHF (Ultra High Frequency) – ultravysoká frekvence

1 Úvod

V posledních letech dochází v celé EU i v ČR k postupnému zpřísnování požadavků na nakládání s odpady. Rostoucí množství komunálního odpadu (KO), postupné omezování skládkování a tlak na zvyšování míry recyklace vytvářejí na samosprávy významný ekonomický i organizační tlak. KO představuje z hlediska ekonomických nákladů i dopadů na životní prostředí významnou zátěž, neboť jeho součástí jsou jak využitelné složky, tak zbytkový odpad, jehož další nakládání je nákladné a environmentálně zatěžující.

Produkci KO přitom zásadně ovlivňuje každodenní chování jednotlivců a domácností. Pro mnoho obyvatel je odpad „neviditelnou“ součástí běžného života. Stačí ho odložit do nádoby a předpokládá se, že se o něj „někdo postará“. Lidé zpravidla nevidí přímé následky svého jednání, a proto nemají motivaci své chování měnit. Důsledky tohoto přístupu však plně dopadají na obec, která nese odpovědnost za zajištění celého systému odpadového hospodářství (OH) a za úhradu s ním spojených nákladů.

Velkým problémem je, že mnoho obcí nemá k dispozici dostatek detailních a spolehlivých dat o tom, jak jejich obyvatelé s odpady skutečně nakládají, jak třídí a jak jsou jednotlivé nádoby využívány. Dokud obec nedisponuje věrohodnými údaji o chování svých obyvatel, nemůže na konkrétní problémy v systému OH věcně poukazovat ani je účinně řešit. Bez hmatatelných důkazů je obtížné navrhnout změny ve frekvenci svozu, objemech nádob či v poplatkovém systému a zároveň je obhájit před zastupiteli i obyvateli. Produkce odpadu dlouhodobě roste. Proto je nezbytné hledat způsoby, jak lépe řídit jeho vznik, motivovat občany k odpovědnému chování a dostupný odpad maximálně využívat, ať už materiálově nebo energeticky.

Moderní technologie přinášejí v tomto směru nové možnosti. Internet věcí (Internet of Things, IoT) umožňuje pomocí RFID čipů, senzorů naplněnosti či vážících systémů na svozových vozidlech získávat přesná data o tom, kdy a v jakém stavu jsou nádoby sváženy. Nástroje umělé inteligence (Artificial Intelligence, AI) pak v budoucnu mohou pomoci tato data analyzovat, předpovídat naplněnost nádob, optimalizovat svozové trasy nebo identifikovat typické vzorce chování domácností. Obce tak mohou postupně přejít od odhadů k rozhodování založenému na datech.

2 Cíl práce

Cílem bakalářské práce je popsat a zhodnotit současný stav vybrané části systému OH v obci Jesenice u Rakovníka se zaměřením na nakládání s KO. Práce se soustředí zejména na organizaci systému sběru a svozu KO, strukturu produkce jednotlivých složek komunálního odpadu a úroveň jejich třídění.

Součástí práce je také přehled současných technologických řešení využívaných v oblasti OH, se zaměřením na technologie IoT a AI, které umožňují kvalitnější sběr, evidenci a vyhodnocování dat o produkci a nakládání s odpady.

V rámci provedené analýzy bude zhodnocen současný stav OH ve vybrané obci a budou identifikovány jeho silné a slabé stránky. Následně budou navržena optimalizační opatření zaměřená na zvýšení efektivity systému, zlepšení úrovně třídění KO a omezení množství směsného komunálního odpadu (SKO) s ohledem na environmentální a ekonomická hlediska.

3 Metodika práce

Zpracování práce bude vycházet z literární rešerše odborných zdrojů a analýzy dostupných dat z oblasti nakládání s KO. V první části práce bude provedena rešerše odborné literatury, legislativních předpisů EU a ČR a dalších relevantních zdrojů. Na základě těchto zdrojů bude zpracován teoretický přehled problematiky OH, vybraných druhů komunálního odpadu a systémů jeho sběru.

Dále budou na základě odborné literatury popsány možnosti využití moderních technologií v OH, zejména technologie IoT a AI.

Praktická část práce bude zaměřena na analýzu současného stavu OH ve vybrané obci. Bude provedena charakteristika území, popis organizace systému sběru a svozu KO. Dále se práce zaměří na vyhodnocení produkce KO a míry třídění jednotlivých složek na základě dat poskytnutých obcí.

Pro zhodnocení současného stavu systému bude využita SWOT analýza, která umožní identifikovat silné a slabé stránky odpadového hospodářství obce, stejně jako příležitosti a hrozby spojené s jeho dalším rozvojem.

Na základě výsledků provedené analýzy budou navržena optimalizační opatření zaměřená na zvýšení efektivity systému, zlepšení úrovně třídění KO a snížení množství SKO s ohledem na environmentální a ekonomická hlediska.

4 Charakteristika vybrané části odpadového hospodářství

Tato kapitola vymezuje rámec vybrané části OH se zaměřením na KO. Podkapitola 4.1 shrnuje právo EU a na něj navazující legislativní východiska v ČR, podkapitola 4.2 vymezuje základní pojmy a definice. V podkapitole 4.3 jsou charakterizovány vybrané druhy komunálního odpadu. V závěrečné podkapitole 4.4 jsou popsány systémy sběru KO.

4.1 Právní předpisy v oblasti OH

Odpadové hospodářství (viz definice kap. 4.2) se zaměřuje na problematiku vzniku odpadů a způsoby jejich nakládání. Zatímco v minulosti byla tato oblast řešena převážně na lokální úrovni, případně v rámci jednotlivých států. Postupem času se ukázalo, že produkce odpadů má významné dopady v globálním měřítku. V důsledku toho se otázkami OH zabývá stále větší počet mezinárodních institucí. Klíčovým nástrojem řízení tohoto systému jsou právní předpisy, které stanovují povinnosti jednotlivých subjektů. Ty určují cíle v oblasti předcházení vzniku odpadů a vymezují způsoby jejich využití a odstranění. Pro ČR mají v tomto ohledu zásadní význam zejména právní předpisy EU, z nichž vychází národní legislativa (Kuraš, 2014). Díky tomu došlo k významnému posunu v přístupu v ČR k ochraně životního prostředí a k nakládání s odpady. Opakované novelizace zákona o odpadech dokládají, že tato problematika je dlouhodobě aktuální a její význam v rámci environmentální politiky postupně narůstá (Altmann et al., 2010).

4.1.1 Směrnice Evropského parlamentu a rady č. 2008/98/ES

Základním právním předpisem EU v oblasti nakládání s odpady je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES o odpadech, označovaná jako rámcová směrnice o odpadech. Jejím hlavním cílem je ochrana životního prostředí a lidského zdraví. To zahrnuje předcházení vzniku odpadů, omezení jejich množství a nebezpečných vlastností a zajištění šetrného nakládání s odpady. Směrnice vytváří jednotný a závazný rámec pro všechny členské státy EU, který musí být promítnut do jejich národních právních řádů. Je významná zejména pro orgány veřejné správy, obce, původce odpadů a provozovatele zařízení pro nakládání s odpady, neboť stanovuje základní principy a povinnosti, jimiž se tyto subjekty musí řídit. Klíčovým prvkem směrnice je zavedení hierarchie nakládání s odpady, která určuje pořadí preferovaných způsobů nakládání

s odpady (viz obr. č.1). Směrnice rovněž definuje základní pojmy v oblasti OH. Díky tomu vytváří jednotnou terminologii napříč členskými státy a obsahuje ustanovení týkající se odpovědnosti za nakládání s odpady. Ustanovení rámcové směrnice o odpadech tak tvoří základ pro další rozvoj evropské politiky v oblasti oběhového hospodářství (viz definice kap. 4.2) a slouží jako základ pro tvorbu národních právních předpisů (Směrnice EU 2008/98/ES).

Obr. 1 Hierarchie odpadového hospodářství



Zdroj: RPG RECYCLING, 2026

4.1.2 Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2018/851

V důsledku změn v přístupu EU k nakládání s odpady byla rámcová směrnice 2008/98/ES v roce 2018 novelizována směrnicí (EU) 2018/851. Tato novelizace posiluje orientaci OH na principy oběhového hospodářství, zpřesňuje hierarchii nakládání s odpady a zavádí ambicióznější cíle v oblasti recyklace KO. Současně zvyšuje odpovědnost členských států za kvalitu třídění odpadů a za přesnější evidenci a vykazování dat o produkci a nakládání s odpady. Cílem je zajistit lepší kontrolu plnění stanovených cílů a jejich srovnatelnost mezi členskými státy (Směrnice EU 2018/851).

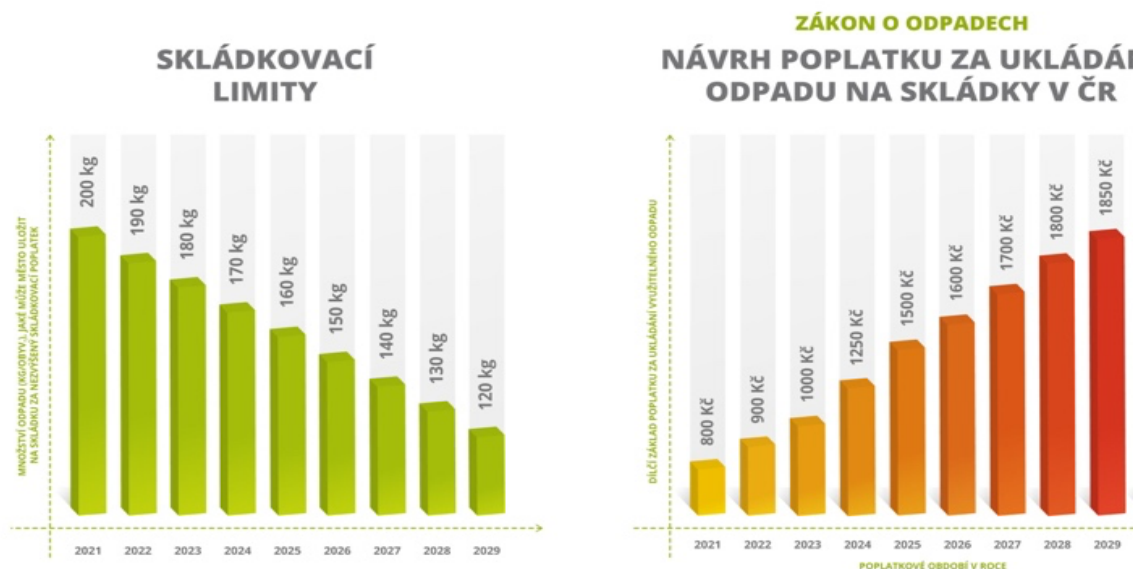
4.1.3 Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech

Zákon č. 541/2020 Sb., o odpadech, vstoupil v účinnost dne 1. ledna 2021 a nahradil dosavadní zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech. Nová právní úprava

reaguje na vývoj v oblasti ochrany životního prostředí, rostoucí produkci odpadů a zpřísňující se požadavky kladené na systém nakládání s odpady. Jak již bylo uvedeno výše, tento zákon vychází z příslušných právních předpisů EU. Představuje základní rámec současné právní regulace OH v ČR. Hlavním účelem zákona o odpadech je ochrana životního prostředí a lidského zdraví, předcházení vzniku odpadů, podpora jejich opětovného využití a recyklace a omezování skládkování, zejména u SKO. Zákon podporuje využívání odpadů jako druhotných surovin a rozvoj OH v souladu s principy oběhového hospodářství (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

V návaznosti na tyto obecné cíle stanovuje zákon o odpadech také konkrétní kvantifikované cíle odpadového hospodářství ČR. Ty představují závazné milníky pro další vývoj systému nakládání s KO. Zákon ukládá povinnost postupně zvyšovat úroveň přípravy k opětovnému použití a recyklace KO, a to nejméně na 55 % jejich celkové hmotnosti do roku 2025, na 60 % do roku 2030 a na 65 % do roku 2035. Současně je od roku 2035 stanoveno omezení ukládání komunálních odpadů na skládky na maximálně 10 % z jejich celkového množství a limit pro energetické využití komunálních odpadů ve výši maximálně 25 %, s možností jeho úpravy v závislosti na skutečném množství skládkovaných odpadů (JRK ČR, 2021). Konkrétní vývoj skládkovacích limitů a poplatků za ukládání odpadu na skládky v ČR je znázorněn na obrázku 2.

Obr. 2 Vývoj skládkovacích limitů a poplatků za ukládání odpadu v ČR



Zdroj: JRK ČR, 2021

Na tuto právní úpravu navazují další zákony, které společně vytvářejí základní legislativní rámec odpadového hospodářství v ČR. Jedná se zejména o zákon č. 542/2020 Sb., o výrobcích s ukončenou životností, který upravuje nakládání s vybranými výrobky po skončení jejich životnosti. Zákon č. 477/2001 Sb., o obalech, jenž stanovuje povinnosti týkající se obalů a obalových odpadů. Tyto právní předpisy doplňují obecnou úpravu nakládání s odpady a zajišťují komplexní regulaci OH, včetně vymezení odpovědnosti výrobců a dalších subjektů.

Zákon č. 541/2020 Sb. zahrnuje také evidenci a ohlašování odpadů jako klíčový nástroj řízení a kontroly OH. Zákon ve své třetí části ukládá původcům odpadů, obcím a dalším oprávněným osobám povinnost vést průběžnou evidenci o produkci a nakládání s odpady a podávat roční hlášení o těchto činnostech (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021). Podrobnosti k nakládání s odpady a souvisejícím evidenčním povinnostem jsou blíže rozpracovány v prováděcí vyhlášce č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Ohlašování údajů o produkci a nakládání s odpady probíhá prostřednictvím integrovaného systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí (ISPOP). Ten slouží jako centrální elektronický nástroj pro sběr, kontrolu a další využití dat orgány veřejné správy (CENIA, 2026).

Na zákonnou úpravu evidence a ohlašování navazují prováděcí vyhlášky, které konkretizují technické a organizační požadavky na nakládání s odpady. Mezi klíčové předpisy patří vyhláška č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování nebezpečných vlastností odpadů a vyhláška č. 306/2021 Sb., o skládkách odpadů, jež upravuje podmínky pro ukládání odpadů na skládky.

4.1.4 Katalog odpadů

Katalog odpadů je nedílnou součástí vyhlášky č. 8/2021 Sb., která jeho prostřednictvím zavádí jednotný systém klasifikace odpadů v ČR. Tato klasifikace představuje základní nástroj pro vedení přesné evidence a správné zařazování odpadů. Zároveň je nezbytným předpokladem pro volbu vhodného způsobu nakládání s nimi (Vyhláška č. 8/2021 Sb.).

Proces klasifikace odpadů je založen na hierarchickém uspořádání, které umožňuje jednoznačnou identifikaci jednotlivých druhů odpadů. Každý odpad je nejprve

posuzován podle své kategorie, která vyjadřuje jeho základní vlastnosti a míru nebezpečnosti. Posuzuje se zejména to, zda odpad vykazuje nebezpečné vlastnosti, jako je například toxicita nebo hořlavost. Na základě tohoto hodnocení se odpady dělí na ostatní odpady (kategorie OO) a nebezpečné odpady (kategorie NO). NO jsou v katalogu odpadů označeny symbolem „*“. Identifikace odpadu v katalogu odpadů se provádí pomocí šestimístního číselného kódu. Ten je strukturován do tří úrovní:

1. **Skupina** (první dvojčíslí): Definuje primární místo vzniku odpadu nebo průmyslové odvětví např. skupina 20 pro komunální odpady (viz příloha 1).
2. **Podskupina** (druhé dvojčíslí): Upřesňuje konkrétnější proces nebo činnost v rámci daného odvětví.
3. **Druh** (poslední dvojčíslí): Označuje již zcela konkrétní typ odpadu např. 20 01 01 pro papír a lepenku (Vyhláška č. 8/2021 Sb.).

4.1.5 Plán odpadového hospodářství

Plán odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) je základní strategický dokument státu, který stanovuje dlouhodobé směřování odpadového a oběhového hospodářství ČR v souladu s platnou legislativou a cíli EU. Vymezuje hlavní priority a principy nakládání s odpady, zejména dodržování hierarchie odpadového hospodářství. Dále vytváří rámec pro plánování a rozvoj OH na národní úrovni. Aktuální POH ČR je zpracován pro období 2025–2035 a slouží jako podklad pro rozhodování státu, krajů i obcí (MŽP, 2024).

Z pohledu obcí představuje POH ČR závazný koncepční rámec, který určuje směr rozvoje obecních systémů OH. Obce jsou v něm chápány jako klíčoví aktéři při naplňování stanovených cílů. Mezi tyto cíle patří zejména snižování produkce SKO, zvyšování míry třídění a recyklace a postupného omezování skládkování. Konkrétní kvantifikované cíle a závazné milníky tohoto vývoje jsou blíže rozpracovány v předchozí kapitole (viz kapitola 4.1.3).

4.2 Základní pojmy a definice

Následující pojmy a definice vymezuje terminologický základ nezbytný pro pochopení principů odpadového hospodářství, a to jak v rovině legislativní, tak v oblasti moderních technologických řešení, která se v tomto odvětví stále častěji prosazují.

Odpad - „Opadem je movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit “ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Původce odpadu - „Původcem odpadu se rozumí

- a) každý, při jehož činnosti vzniká odpad,
- b) právnická nebo podnikající fyzická osoba, která provádí úpravu odpadů nebo jiné činnosti, jejichž výsledkem je změna povahy nebo složení odpadu, nebo
- c) obec od okamžiku, kdy osoba odloží odpad podle § 59 a § 60 na místo obcí k tomuto účelu určené“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Odpadové hospodářství - „činnost zaměřená na předcházení vzniku odpadu, na nakládání s odpadem, na následnou péči o místo, kde je odpad trvale uložen, zprostředkování nakládání s odpady a kontrolu těchto činností“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Nakládání s odpady - „Nakládáním s odpady se rozumí shromažďování, soustředování, sběr, výkup, obchodování s odpady, přeprava, úprava, využití a odstranění odpadů “ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Soustředování odpadu - „umístění odpadu v prostoru, včetně jeho prvotního třídění pro účely odděleného soustředování a dočasného uložení odpadu v daném místě“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Oddělené soustředování odpadu - „soustředování odpadů, při kterém jsou jednotlivé odpady tříděny podle druhu, kategorie a materiálového složení odpadu za účelem usnadnění jejich následného zpracování“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Sběr odpadu - „soustředování odpadů právnickou osobou nebo podnikající fyzickou osobou od jiných osob za účelem jejich předání do zařízení ke zpracování odpadu, pokud uložení odpadu v zařízení ke sběru odpadů nepřesáhne dobu 9 měsíců“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Recyklace odpadu - „způsob využití odpadu, jímž je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky, ať pro původní nebo pro jiné účely; recyklace odpadu zahrnuje přepracování organických materiálů, ale nezahrnuje energetické využití a přepracování na materiály, které mají být použity jako palivo nebo jako zásypový materiál “ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Odstranění odpadu - „činnost, která není využitím odpadu, a to i v případě, že tato činnost má jako druhotný důsledek znovuzískání látek nebo energie“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Komunální odpad - „veškerý odpad vznikající na území obce při činnostech fyzických osob“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Dále zákon stanovuje, že KO je „směsný a tříděný odpad z domácností, zejména papír a lepenka, sklo, kovy, plasty, biologický odpad, dřevo, textil, obaly, odpadní elektrická a elektronická zařízení, odpadní baterie a akumulátory a objemný odpad, zejména matrace a nábytek, a dále směsný odpad a tříděný odpad z jiných zdrojů, pokud je co do povahy a složení podobný odpadu z domácností; komunální odpad nezahrnuje odpad z výroby, zemědělství, lesnictví, rybolovu, septiků, kanalizační sítě a čistíren odpadních vod, včetně kalů, vozidla na konci životnosti ani stavební a demoliční odpad“ (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

Využitelné složky komunálního odpadu - „jsou druhy KO získané odděleným sběrem, které lze po úpravě nebo přímo recyklovat či jinak materiálově využít (např. odděleně sebraný papír, sklo, plasty, kovy, textil aj.)“ (Kuraš, 2014).

Chytré město (Smart City) - je koncept rozvoje měst, jehož hlavním cílem je zajištění vysoké kvality života obyvatel prostřednictvím využívání moderních technologií, které podporují plnění hospodářských a sociálních cílů města (MMR, 2018).

Internet věcí (Internet of Things, IoT) - síť vzájemně propojených zařízení, která jsou schopna sbírat data ze svého okolí a vzájemně si je vyměňovat prostřednictvím internetu (Strnadová, 2023).

Umělá inteligence (Artificial intelligence, AI) - je to schopnost počítačových systémů napodobovat lidské dovednosti, jako je učení, uvažování, plánování či kreativní činnost (Evropský parlament, 2023b).

Oběhové hospodářství (neboli cirkulární ekonomika) - je model výroby a spotřeby založený na opětovném využívání, opravách, renovaci a recyklaci výrobků a materiálů s cílem prodloužit jejich životní cyklus a minimalizovat vznik odpadu (Evropský parlament, 2023a).

4.3 Vybrané druhy odpadů

Tato kapitola se zabývá charakteristikou KO a popisem jeho hlavních složek, které mají zásadní význam pro fungování obecního systému OH. Pozornost je zaměřena především na využitelné složky komunálního odpadu (viz definice kap. 4.2) a na způsob jejich třídění v obecním systému (viz obr. 4). Součástí kapitoly je rovněž popis SKO, který představuje zbytkovou frakci vznikající po vytrídění využitelných složek.

4.3.1 Komunální odpad

KO (viz definice kap. 4.2) je současně považován také odpad vznikající při činnostech právnických osob a fyzických osob oprávněných k podnikání. Podmínkou je, že je tento odpad zapojen do obecního systému nakládání s KO a je jako komunální odpad uveden v katalogu odpadů (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

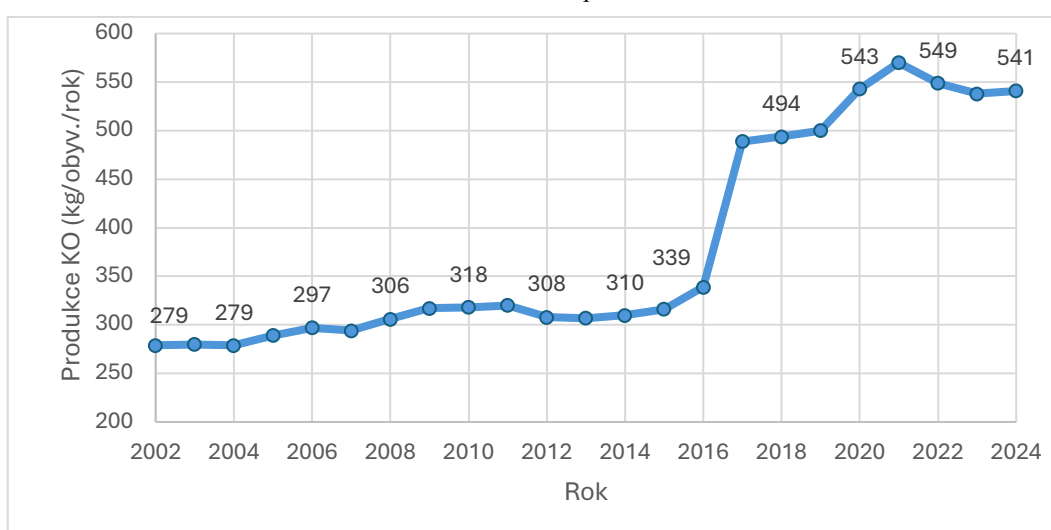
Z hlediska právního rámce je specifický tím, že jeho správa a organizace jsou svěřeny obcím, které odpovídají za vytvoření a provoz systému nakládání s KO na svém území. Obec stanovuje způsob sběru, odděleného soustřeďování, přepravy, využití a odstranění komunálního odpadu v souladu s platnou legislativou ČR. Součástí této odpovědnosti je povinnost obce převzít veškerý KO vznikající na jejím území z činností občanů. Obec zároveň zajišťuje oddělené soustřeďování vybraných složek komunálního odpadu, zejména SKO, biologicky rozložitelného komunálního odpadu (BRKO), papíru a lepenky, plastů, skla, kovů, jedlých olejů a tuků, textilu a nebezpečných odpadů z domácností. V rámci tohoto systému vystupuje obec při nakládání s KO v právním smyslu jako původce odpadu, čímž na sebe přebírá odpovědnost za plnění povinností vyplývajících z právních předpisů (Zákon č. 541/2020 Sb., 2021).

V roce 2024 došlo v ČR k meziročnímu nárůstu produkce komunálního odpadu o 8,9 %, přičemž celkové množství vyprodukovaného KO dosáhlo přibližně 5,9 milionu tun. Z tohoto objemu pocházelo zhruba 4,9 milionu tun od domácností a dalších subjektů zapojených do obecních systémů sběru odpadu. V přepočtu na jednoho obyvatele ČR činila produkce komunálního odpadu 451 kg na osobu za rok. Z hlediska složení KO převažoval SKO, který tvořil 57,4 % celkového množství. Následované nekovovými odpady (vytríděný papír, plast, sklo apod.) s podílem 15,9 % a BRKO, jež představovaly 14,8 %. V témže roce byla v ČR nejvýznamnějším způsobem nakládání s komunálním odpadem recyklace materiálu, která se na celkovém nakládání podílela 53,1 %. Druhým nejčastějším způsobem bylo zasypávání, tedy využití odpadu k terénním úpravám,

s podílem 24,4 %. Odstraňování komunálního odpadu skládkováním představovalo 14,7 %, zatímco energetické využití odpadu činilo 4,4 % a kompostování 3,1 %. Spalování a ostatní formy odstranění odpadu se na celkovém nakládání podílely pouze zanedbatelně (ČSÚ, 2025).

V evropském kontextu činila průměrná produkce v roce 2023 511 kg na obyvatele a podíl recyklace (materiálové recyklace a kompostování) dosáhl 48 %. Dlouhodobě je patrný posun od skládkování k recyklaci a energetickému využití (Eurostat, 2025).

Obr. 3 Produkce komunální odpadu v ČR období 2002-2024



Zdroj: vlastní zpracování podle Eurostat (2025)¹

4.3.2 Využitelné složky komunálního odpadu

- **Papír**

Papír (20 01 01) patří mezi významné využitelné složky komunálního odpadu, které se v domácnostech běžně vyskytují. Nejčastěji se jedná o noviny, časopisy, kartonové a papírové obaly, lepenku a kancelářský papír. Z materiálového hlediska je papír tvořen převážně celulóзовými vlákny získávanými ze dřeva nebo z recyklovaného

¹ Poznámka: V době zpracování práce nebyla dostupná aktuálnější statistická data, proto jsou použita data za roky 2023 a 2024. Nárůst produkce komunálního odpadu po roce 2016 je částečně ovlivněn změnou metodiky Eurostatu (zahrnutí odpadů podobných komunálním z podnikatelského sektoru) a zpřesněním evidence dat.

papíru. Délka a kvalita těchto vláken mají zásadní vliv na mechanické vlastnosti výsledného výrobku a jeho další využitelnost (Šťastná, 2007).

Materiálově lze papír využívat prostřednictvím recyklace. Recyklační proces spočívá v rozvláknění papíru ve vodním prostředí a v následném opětovném použití vláken při výrobě nových papírenských výrobků. V průběhu opakovaných recyklačních cyklů však dochází ke zkracování a oslabování vláken, čímž se snižuje jejich pevnost. Z tohoto důvodu lze papírová vlákna recyklovat pouze omezený početrát, přibližně pět až sedm cyklů, po jejichž překročení již nejsou vhodná pro výrobu nového papíru (Raidt, 2022).

V systému komunálního odpadového hospodářství je papír určen k oddělenému soustřeďování, zpravidla prostřednictvím modrých sběrných nádob. K materiálovému využití je vhodný pouze suchý a neznečištěný papír. Naopak papír znečištěný, mastný, vlhký, termopapír a hygienické papírové výrobky nejsou pro recyklaci vhodné a musí být odstraněny jako součást SKO (Šťastná, 2013).

- **Plast**

Rozvoj výroby plastů (20 01 39) významně ovlivnil strukturu KO, zejména v oblasti obalových materiálů. Díky nízké hmotnosti, dobré tvarovatelnosti a vysoké odolnosti vůči vodě, slunečnímu záření a mechanickému poškození se plasty staly běžnou součástí spotřebních výrobků. Z hlediska odpadového hospodářství však představují problematickou složku především z důvodu jejich dlouhé životnosti v prostředí a krátké doby užívání některých plastových výrobků (Siegle, 2010).

Z materiálového hlediska jsou plasty vyráběny z ropy a jedná se o polymery vznikající spojením monomerů. Podle chování při tepelném zpracování se plasty dělí na termoplasty a reaktoplasty. Termoplasty tvoří převážnou část plastových výrobků a vyznačují se schopností opakovaného tvarování při zvýšené teplotě, což umožňuje jejich materiálovou recyklaci. Reaktoplasty mají naopak síťovanou strukturu, jsou velmi odolné, avšak jejich recyklace je technologicky obtížná a v praxi omezená (Kuraš, 2014).

Oddělený sběr plastů je v komunálním odpadovém hospodářství zpravidla zajišťován prostřednictvím žlutých sběrných nádob. Do těchto nádob patří zejména plastové obaly, fólie, sáčky, kelímky a sešlápnuté PET lahve. Naopak znečištěné obaly, obaly od nebezpečných látek nebo nevhodné plastové výrobky do systému tříděného sběru plastů nepatří (Šťastná, 2013).

- **Sklo**

Sklo (20 01 02) patří mezi materiály s dlouhodobým a širokým využitím. V komunálním odpadu se nejčastěji vyskytuje ve formě obalového skla určeného pro nápoje a potraviny. Z hlediska odpadového hospodářství se jedná o významnou složku komunálního odpadu, neboť sklo je plně recyklovatelným materiálem a při správném třídění představuje kvalitní druhotnou surovinu (Kreníková, 2014).

Zásadní výhodou skla je možnost jeho neomezené recyklace bez ztráty kvality. Skleněné střepy jsou po vytřídění přetavovány společně s původní surovinou, přičemž jejich využití snižuje spotřebu primárních surovin a energetickou náročnost výroby. Při dodržení požadované čistoty je kvalita recyklovaného skla srovnatelná se sklem vyráběným z původních surovin (Kuraš, 2014).

Třídění skla v komunálním odpadovém hospodářství probíhá prostřednictvím sběrných nádob bílé a zelené barvy. Bílé kontejnery jsou určeny pro čiré sklo, zatímco zelené kontejnery slouží ke sběru barevného skla. V případě jejich nedostupnosti lze barevné i čiré sklo odkládat do zeleného kontejneru. Do tříděného sběru skla patří zejména skleněné lahve, sklenice, střepy a tabulové sklo. Keramika, porcelán, zrcadla, varné sklo, žárovky, zářivky či sklo od chemických látek do těchto nádob nepatří. Vratné zálohované obaly jsou řešeny samostatným systémem zpětného odběru (Šťastná, 2013).

- **Biologicky rozložitelný komunální odpad**

Biologicky rozložitelný odpad (20 02 01), běžně označovaný jako bioodpad. Představuje obecnou kategorii odpadů biologického původu, které podléhají aerobnímu nebo anaerobnímu rozkladu. Tento typ odpadu vzniká v řadě hospodářských odvětví a výrobních činností, zejména v zemědělství, lesnictví, potravinářském, celulózo-papírenském a dřevozpracujícím průmyslu, jakož i v kožedělné a textilní výrobě. Součástí biologicky rozložitelného odpadu je rovněž biologicky rozložitelný komunální odpad, včetně odpadů vznikajících při údržbě veřejné zeleně (Altmann et al., 2010).

Pro účely obecního systému OH se z výše uvedené skupiny biologicky rozložitelného odpadu vymezuje BRKO, který představuje biologicky rozložitelnou složku komunálního odpadu schopnou aerobního i anaerobního rozkladu. Do této skupiny náleží zejména odpady ze zeleně, které jsou tvořeny odpady rostlinného původu vznikajícími při údržbě sadů a parků, sídlištní a uliční zeleně, travnatých hřišť a dalších

veřejných ploch, jakož i odpady ze zahrad fyzických osob. Součástí BRKO jsou dále odděleně sbírané biologicky rozložitelné odpady z kuchyní, domácností a stravovacích zařízení, souhrnně označované jako gastroodpad (Kuraš, 2014).

Ke sběru bioodpadu se v obcích nejčastěji využívají hnědé popelnice a kontejnery, případně velkokapacitní kontejnery určené zejména pro odpady ze zeleně. Další možností je odevzdávání bioodpadu ve sběrných dvorech. Součástí obecních systémů může být také domácí kompostování nebo provoz komunitních či obecních kompostáren (EKO-KOM, 2026).

Bioodpad je možné dále využívat především materiálovým a energetickým způsobem. Jeho biologické zpracování je realizováno dvěma základními technologickými postupy. Aerobním procesem dochází k rozkladu organické hmoty za přístupu kyslíku a ke vzniku kompostu, který je využitelný jako organické hnojivo nebo půdní kondicionér. Anaerobní proces probíhá bez přístupu kyslíku a jeho výsledkem je produkce bioplynu určeného k energetickému využití a fermentovaného zbytkového materiálu označovaného jako digestát (Kuraš, 2014).

4.3.3 Směsný komunální odpad

Směsný komunální odpad (20 03 01) představuje zbytkovou složku komunálního odpadu, která zůstává po oddělení soustředění recyklovatelných složek (např. papír, plasty, sklo, kovy) a biologicky rozložitelného odpadu. SKO je shromažďován do sběrných nádob, nejčastěji černé barvy (Šťastná, 2013).

Z hlediska kvality je pro směsný komunální odpad typické, že může obsahovat materiály, které by bylo možné odděleně vytrídít. Právě míra tohoto „zbytkového“ podílu je proto praktickým indikátorem funkčnosti systému třídění v obci. SKO zároveň představuje z ekonomického hlediska obvykle nejzatěžující složku obecního systému, protože jeho svoz a následné nakládání jsou finančně náročnější než u odděleně sbíraných složek. Po svozu je SKO předáván k dalšímu zpracování, nejčastěji k energetickému využití nebo k úpravě, případně k odstranění skládkováním v závislosti na regionální infrastruktuře (MŽP, 2024).

Obr. 4 Přehled třídění jednotlivých složek komunálního odpadu

JAK SPRÁVNĚ TŘÍDIT

Modré nádoby Výkupny	Žluté nádoby	Šedé kontejnery Výkupny, sběrný dvůr	Hnědé nádoby Kompostárna	Bílé a zelené nádoby	Černé nádoby Pozink popelnice
					
PAPÍR	PLAST	KOVY	BIO	SKLO	SMĚSNÝ ODPAD
Patří sem: ✓ Noviny, časopisy, letáky ✓ Knihy ✓ Brožury ✓ Katalogy ✓ Kancelářský a balicí papír ✓ Čisté papírové obaly ✓ Karton a lepenka	Patří sem: ✓ Sešlápnuté PET lahve ✓ Nápojové kartony ✓ Sáčky, tašky, fólie ✓ Plastové obaly od potravin (kelímky, vaničky apod.) ✓ Plastové obaly od drogerie (mýdlo, čisticí prostředky, kosmetika) ✓ CD/DVD obaly ✓ Strečové fólie	Patří sem: ✓ Plechovky od nápojů ✓ Konzervy od potravin ✓ Hliníková víčka od jogurtů ✓ Kovové uzávěry a víčka ✓ Kovové obaly od drogerie a kosmetiky ✓ Alobal	Patří sem: ✓ Zbytky jídel rostlinného původu ✓ Zbytky ovoce a zeleniny ✓ Květiny ✓ Kávové sedliny a filtry ✓ Čajové sáčky ✓ Hrnkové květiny včetně hlíny ✓ Skořápky od vajec a ořechů	Patří sem: ✓ Láhve od nápojů ✓ Zavařovací sklenice ✓ Flakony ✓ Tabulové sklo	Patří sem: ✓ Maso, kosti ✓ Sáčky z vysavače ✓ Smetky ✓ Popel ✓ Hygienické pomůcky ✓ Běžné žárovky ✓ Čisticí utěrky a houby ✓ Keramika a porcelán ✓ Trus zvířat ✓ Silně špinavé a mastné obaly
Nepatří sem: × Znečištěný papír × Voskovaný papír × Nápojový karton × Papírové kapesníky a ubrousky × Pausovací papír × Uhlový papír (kopírák) × Pořadače s kovovými komponenty	Nepatří sem: × Linoleum × PVC × Pryžové výrobky × Molitan × Videokazety × Obaly od olejů nebo silně znečištěné × Zbytky jídla × Obaly od nebezpečných látek	Nepatří sem: × Obaly od nebezpečných látek × Plynové lahve × Kabely a dráty × Elektrozařízení	Nepatří sem: × Maso, kosti, oleje a tuky × Tekuté a silně mastné potraviny × Cigarety a oharky × Smetky × Letáky a noviny	Nepatří sem: × Porcelán × Keramika × Drátěné sklo × Zrcadla × Varné sklo × Žárovky a výbojky × Běžné žárovky × Televizní obrazovky a monitory	Nepatří sem: × Úsporné žárovky a zářivky × Stavební odpad × Vyřazená elektronika

Zdroj: Černíkovice, 2026

4.4 Systémy sběru komunálního odpadu

Systém sběru KO představuje technický a organizační mezičlánek mezi původci odpadu a navazujícím systémem nakládání s odpady. Jeho správné nastavení významně ovlivňuje funkčnost celého systému, neboť zajišťuje pravidelné odstraňování vzniklého odpadu a předchází vzniku neřízených skládek. Zvolený způsob sběru zároveň určuje vhodnou technologii dalšího zpracování odpadu. Díky tomu má přímý dopad na ekonomickou efektivitu systému. Sběr odpadu přitom často tvoří až dvě třetiny celkových nákladů na nakládání s odpady, a proto musí být navržen s důrazem na hospodárnost a efektivitu (Kuraš, 2014).

V ČR je uplatňován systém odděleného sběru recyklovatelných složek komunálního odpadu za účelem jejich dalšího využití nebo recyklace. Obce mají zákonnou povinnost zajistit místa pro oddělené soustředování vybraných druhů KO, minimálně nebezpečných odpadů, papíru, plastů, skla, kovů, biologicky rozložitelného komunálního odpadu a jedlých olejů a tuků a textilu. Informace o systému sběru musí být

veřejně dostupné a vyhlášené prostřednictvím obecně závazné vyhlášky obce (Zhao, 2024).

Způsoby sběru KO lze rozdělit podle technického vybavení, dostupnosti sběrného místa a organizace sběru (Altmann et al., 2010).

4.4.1 Podle technického vybavení

- **Nádobový sběr**

Nádobový sběr představuje způsob sběru KO, který je využíván jak pro SKO, tak pro třídění složek komunálního odpadu. Odpad je shromažďován do sběrných nádob umístěných na veřejně přístupných místech nebo v blízkosti obytné zástavby (Altmann et., 2010). Nádobky se liší objemem i technickým provedením a jsou zpravidla barevně rozlišeny podle druhu. Objem sběrných nádob se pohybuje přibližně od 40 do 3 200 litrů, přičemž u obytné zástavby se nejčastěji nacházejí menší nádoby o objemech 120 l, 240 l nebo velké nádoby o objemu 1 100 litrů. (Voštová, 2009).

- **Pytlový sběr**

Pytlový sběr je alternativou k nádobovému sběru a je využíván zejména pro oddělený sběr využitelných složek komunálního odpadu, jako jsou plasty, nápojové kartony nebo kovy. Odpad je shromažďován do speciálně označených pytlů, které jsou v den svozu umístěny na určeném místě, často přímo u domu, a následně odvezeny svozovou společností (Chandrappa a Das, 2024). Tento způsob sběru vykazuje vysokou kvalitu vytríděných materiálů díky sběru přímo u zdroje vzniku odpadu (Slavík, 2004). Nevýhodou pytlového sběru je nižší nosnost pytlů, riziko jejich poškození a nutnost jejich opakovaného pořizování (Zhao, 2024).

4.4.2 Podle dostupnosti sběrného místa

- **Donáškový systém**

Donáškový systém je založen na síti sběrných míst (sběrných hnízd), která jsou vybavena více nádobami určenými pro oddělený sběr KO. Vzdálenost těchto míst od bydliště obyvatel se zpravidla pohybuje v rozmezí 50 až 150 metrů, v některých případech může být i vyšší. Sběrná hnízda jsou nejčastěji umístována na veřejně přístupných místech, například v ulicích, na sídlištích, v blízkosti obchodů, nákupních center nebo zastávek veřejné dopravy. Zásadním aspektem jejich umístění je zajištění

dobré dostupnosti jak pro obyvatele, tak pro svozovou techniku. Hlavní předností donáškového systému jsou nižší investiční náklady ve srovnání s odvozovým systémem, zatímco jeho nevýhodou je nižší komfort pro některé skupiny obyvatel (Voštová, 2009).

- **Odvozový systém**

Odvozový systém je rovněž určen k nakládání s odpadem vznikajícím v domácnostech a funkčně navazuje na donáškový systém sběru. Tento způsob sběru je typický zejména krátkou docházkovou vzdáleností ke sběrným nádobám určeným k odkládání odpadu. Sběrné nádoby jsou zpravidla umísťovány v takové blízkosti bydliště obyvatel, aby vzdálenost k nim nepřesahovala 50 metrů. V České republice je odvozový systém využíván především pro sběr SKO přímo od domovů obyvatel měst a obcí. Z pohledu občanů představuje tento systém vyšší míru komfortu při nakládání s odpadem. Současně však vyžaduje větší počet sběrných nádob, což se projevuje vyšší pracovní náročností a zvýšeným počtem svozů (Voštová, 2009).

- **Systém door-to-door**

V současné praxi je odvozový systém stále častěji realizován ve formě systému door-to-door, který rozšiřuje svoz odpadu přímo od jednotlivých domácností i na další složky komunálního odpadu. Vedle smíšeného komunálního odpadu jsou tímto způsobem sváženy také vybrané tříděné složky, zejména papír, plasty nebo biologicky rozložitelný odpad. V rámci systému door-to-door mohou být pro shromažďování odpadu využívány jak sběrné nádoby, tak pytle, v závislosti na místních podmínkách, typu zástavby a zvolené organizaci sběru. Tento způsob sběru navazuje na odvozový systém a představuje jeho rozšířenou a komfortnější variantu pro obyvatele obcí a měst (EKO-KOM, 2025).

4.4.3 Podle organizace sběru

- **Stacionární a mobilní sběr**

Sběr komunálního odpadu lze z hlediska organizace sběru rozdělit na stacionární a mobilní. Stacionární sběr je založen na existenci trvale umístěných sběrných míst, která jsou zpravidla vybavena kontejnery nebo sběrnými nádobami. Slouží obyvatelům obcí a měst k odkládání separovaných složek komunálního odpadu. Tento způsob sběru je charakteristický nutností docházky ke konkrétnímu sběrnému místu. Do stacionárního sběru spadají zejména donáškový a odvozový systém sběru odpadu, dále například sběr

léčiv v lékárnách nebo sběr baterií a drobných elektrospotřebičů. Mobilní sběr je naproti tomu charakteristický dočasným přistavením sběrných prostředků, nejčastěji kontejnerů, do předem stanovených míst a na omezenou dobu. Tento způsob sběru je využíván především pro vybrané složky KO, jako je biologicky rozložitelný odpad ze zahrad, stavební suť, objemný nebo nebezpečný odpad (Voštová, 2009).

- **Sběrný dvůr**

Sběrný dvůr představuje obcí provozované zařízení určené ke shromažďování vybraných složek KO a dalších odpadů vznikajících v domácnostech, které není možné nebo účelné odkládat do běžných sběrných nádob. Povinnost zřízení sběrného dvora se vztahuje na obce s více než 2 000 obyvateli. Provoz sběrného dvora je zajišťován prostřednictvím různých shromažďovacích prostředků, zejména kontejnerů, sběrných boxů a zabezpečených skladů pro nebezpečné odpady. Odkládání odpadu probíhá pod dohledem odborně způsobilé obsluhy, jejímž úkolem je nejen dohlížet na bezpečný provoz, ale také zajistit správné třídění a shromažďování jednotlivých druhů odpadu. Konkrétní rozsah a množství přijímaných odpadů stanovuje obec individuálně a tyto informace zveřejňuje v obecně závazné vyhlášce, na úřední desce nebo na svých webových stránkách (Zhao, 2024). Sběrný dvůr zároveň umožňuje odevzdání využitelných složek odpadu, jako jsou papír, plasty, sklo nebo nápojové kartony

5 Možnosti implementace moderních technologií IoT a AI ve vybrané části OH

Odpadové hospodářství představuje jednu z klíčových oblastí, které obce v rámci své samosprávy řeší. S rostoucí snahou obcí o digitalizaci procesů a systematický sběr dat se v posledních letech stále častěji uplatňuje koncept Smart City (viz definice v kap. 4.2). Součástí je také Smart Waste Management, tedy chytré nakládání s odpady založené na integraci moderních digitálních technologií, zejména IoT a AI, které umožňují transformaci tradičních způsobů sběru, třídění a recyklace odpadu (Lakhout, 2025).

V rámci této kapitoly jsou popsány především digitální technologie, IoT prvky a vybrané oblasti umělé inteligence, jejichž implementace a využití spadá do kompetencí obcí jako provozovatelů systémů komunálního odpadového hospodářství. Pozornost je proto věnována zejména technologiím vztahujícím se ke sběrným nádobám, evidenci

produkce komunálního odpadu a systémům dynamického vážení odpadu. IoT prvky instalované přímo na svozových vozidlech, které jsou zpravidla zajišťovány svozovými společnostmi a slouží především k internímu řízení svozového procesu a vozového parku, nejsou předmětem této práce.

5.1 IoT v odpadovém hospodářství

Internet věcí (viz definice v kap. 4.2) představuje v rámci konceptu chytrého odpadového hospodářství základní technologickou vrstvu pro získávání provozních dat. Umožňuje kontinuální sběr informací v reálném čase a jejich přenos z terénu do digitálního prostředí. Tyto principy nacházejí významné uplatnění zejména v oblasti OH, která je charakteristická vysokou provozní složitostí a zapojením velkého množství fyzických i organizačních prvků. Prostřednictvím senzorů, identifikačních technologií a komunikačních sítí umožňuje IoT sledovat stav a využití jednotlivých částí systému, které byly dříve evidovány pouze administrativně nebo nebyly sledovány vůbec. V rámci systémů IoT v odpadovém hospodářství jsou proto využívány různé typy technických zařízení, jejichž společným cílem je získávání objektivních provozních dat. Mezi nejčastěji používané prvky patří identifikační technologie RFID (Radio Frequency Identification), senzorická zařízení, kamerové systémy a lokalizační technologie instalované jak na sběrných nádobách, tak na svozových vozidlech (Anagnostopoulos et al., 2017).

Využití IoT technologií v OH však nesměřuje pouze k technické optimalizaci jednotlivých procesů, ale především k lepší koordinaci všech klíčových zúčastněných stran. Moderní systém odpadového hospodářství zahrnuje obec, svozovou společnost, řidiče svozových vozidel a občany, jejichž role a potřeby jsou vzájemně provázané. Obec potřebuje mít přehled o fungování celého systému, kontrolu nad náklady a možnost vyhodnocovat kvalitu poskytovaných služeb. Zatímco svozová společnost vyžaduje efektivní nástroje pro řízení provozu, optimalizaci svozových tras a kontrolu plnění smluvních povinností. Řidiči svozových vozidel potřebují přehledné navigační podklady, jasně definované úkoly a jednoduchý způsob hlášení provozních problémů, aby se mohli soustředit na samotný výkon práce. Občané pak očekávají kvalitní a transparentní služby za přiměřené náklady a dostupné informace o fungování systému (Medvedev et al., 2015).

5.1.1 RFID technologie v evidenci sběrných nádob

Technologie RFID představuje klíčovou technologii v oblasti automatického sběru dat a identifikace. V kontextu konceptů Smart Cities a IoT slouží RFID jako základní prostředek pro propojení fyzických objektů, v tomto případě sběrných nádob s digitální infrastrukturou samospráv (Anagnostopoulos et al., 2017).

Každý RFID systém využívaný v oblasti OH je tvořen třemi základními prvky. Prvním z nich jsou RFID transpondéry (viz obr. 5) instalované přímo na sběrných nádobách či kontejnerech, které nesou jedinečný identifikační kód umožňující jejich jednoznačnou identifikaci. Druhou složku představují RFID čtecí zařízení umístěná zpravidla na svozových vozidlech (viz příloha 2). RFID čtečka je tvořena anténou, jejímž úkolem je bezkontaktně načítat informace uložené v těchto tagech. Třetí část systému tvoří centrální softwarová infrastruktura (backend), která přijatá data ukládá, spravuje a dále vyhodnocuje pro potřeby evidence, kontroly (Zhou a Ray, 2025).

Základním principem fungování RFID je interakce mezi čtečkou a tagem prostřednictvím rádiových vln (viz příloha 3), resp. elektromagnetického pole generovaného čtecím zařízením. Čtečka vysílá elektromagnetický signál, který vytváří aktivační pole v okolí antény. Pokud se RFID tag nachází v dosahu tohoto pole, dochází k jeho aktivaci. Tag poté odešle uložený identifikační kód zpět ke čtečce, která zachycený signál převede na digitální data pro další zpracování (Chowdhury a Chowdhury, 2007).

Klíčovou výhodou oproti optickým metodám identifikace (např. čárovým kódům) je skutečnost, že RFID technologie nevyžaduje přímou viditelnost mezi čtečkou a tagem. Elektromagnetické pole je schopno pronikat přes běžné materiály. Díky tomu je možné spolehlivé čtení i v náročných provozních podmínkách, kdy jsou nádoby znečištěny nebo vystaveny vlhkosti či klimatickým vlivům (Hannan et al., 2011). Díky vysoké míře automatizace systém současně snižuje nároky na manuální obsluhu během procesu svozu (Beneš a Švub, 2013).

Obr. 5 Ukázka RFID tagu a jejich montáže na odpadové nádoby



Zdroj: INISOFT, 2026

Z hlediska konstrukce a způsobu napájení lze RFID tagy rozdělit na aktivní, semipasivní a pasivní. Aktivní RFID tagy jsou vybaveny vlastním zdrojem energie, zpravidla baterií, která napájí jak vnitřní elektroniku, tak samotné vysílání signálu. To umožňuje dosažení větší čtecí vzdálenosti. Jejich využití je však limitováno vyššími pořizovacími náklady, nutností pravidelné údržby a omezenou životností napájecího zdroje. Semipasivní RFID tagy rovněž obsahují vlastní zdroj energie, který však slouží pouze k napájení vnitřní elektroniky. Samotná komunikace s čtecím zařízením probíhá až po aktivaci elektromagnetickým polem čtečky. Pasivní RFID tagy neobsahují žádný vlastní zdroj energie a jsou plně napájeny elektromagnetickým polem generovaným čtecím zařízením. Tato konstrukce se sice projevuje kratším dosahem čtení, avšak přináší nízké pořizovací náklady, vysokou provozní spolehlivost a prakticky neomezenou životnost tagu (RFID4U, 2026).

Významným technickým parametrem RFID technologie je frekvence přenosu, která zásadně ovlivňuje dosah čtení i stabilitu komunikace. RFID systémy se obvykle dělí do tří hlavních frekvenčních pásem: LF (Low Frequency), HF (High Frequency) a UHF (Ultra High Frequency). Nízkofrekvenční systémy (cca 125–134 kHz) se vyznačují kratším dosahem čtení, zpravidla do několika desítek centimetrů. Vysokofrekvenční systémy (13,56 MHz) umožňují dosah přibližně do 1 metru a jsou často využívány

v aplikacích vyžadujících stabilní identifikaci v omezeném prostoru. Ultravysokofrekvenční systémy (cca 860–960 MHz) umožňují čtení na vzdálenost několika metrů, v některých případech i přes 10 metrů, přičemž vyšší frekvence je citlivější na přítomnost kovových konstrukcí a kapalin (Intellistride, 2024).

5.1.2 Senzory naplněnosti v systému svozu

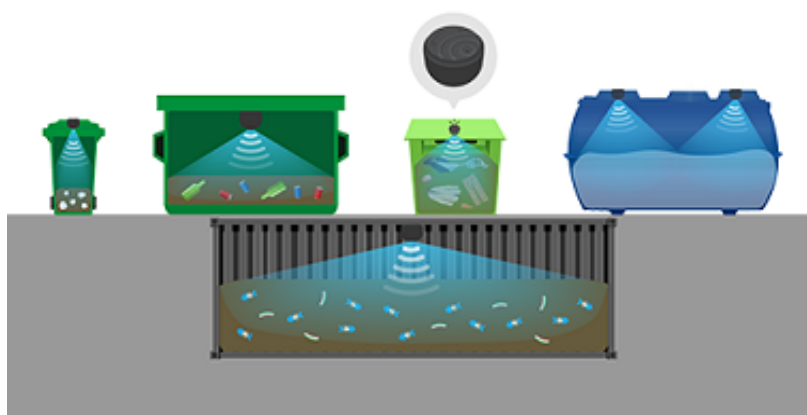
Dalším monitorovacím prvkem v systémech chytrého odpadového hospodářství je sledování stavu naplnění sběrných nádob v reálném čase. Senzory naplněnosti poskytují data o aktuálním objemu uloženého odpadu, která jsou využívána pro optimalizaci svozových tras a efektivní plánování vývozu. Dominantní technologií v této oblasti jsou ultrazvukové senzory (Tanaka, 2025).

Princip jejich fungování spočívá ve vysílání ultrazvukových vln, které se odrážejí od hladiny odpadu. Systém následně vypočítává vzdálenost mezi senzorem a povrchem odpadu. Senzor je zpravidla umístěn uvnitř horní části nádoby (viz. obr. 6 a příloha 4). Měřicí rozsah se může pohybovat od několika centimetrů až po několik metrů, což umožňuje instalaci v nádobách různých velikostí (Gade a Aithal, 2021). Alternativním způsobem jsou infračervené senzory. Ty však zpravidla neslouží ke kontinuálnímu měření hladiny, ale fungují jako detektory prahové hodnoty, které signalizují, že odpad dosáhl určité úrovně a přerušil infračervený paprsek (Ramly et al., 2020).

Přesnost měření zaplněnosti je ovlivněna především fyzikálními vlastnostmi snímaného obsahu a vnějšími vlivy prostředí. Problematickým faktorem je zejména schopnost různých materiálů pohlcovat vysílaný signál. Typicky se jedná o papír či textil, které mohou u ultrazvukových senzorů způsobovat odchylky v měření (Sasidharan et al., 2016).

Součástí některých senzorických řešení může být integrované teplotní čidlo. To slouží nejen ke korekci měření s ohledem na změny rychlosti šíření zvuku, ale zároveň umožňuje monitorování teploty uvnitř nádoby a včasnou signalizaci zvýšeného rizika vzniku požáru. U pokročilejších systémů mohou být senzory dále rozšířeny o doplňkové funkce, jako je určení polohy sběrné nádoby, využití technologií umožňujících detekci převrácení nádoby nebo přímou identifikaci samotného procesu výsypu (EKO-KOM, 2021).

Obr. 6 Princip senzoru naplněnosti sběrných nádob



Zdroj: Ecube Labs, 2016

Získaná data ze senzorů naplněnosti nacházejí praktické uplatnění zejména při řízení svozu odpadu. Na jejich základě lze přecházet od tradičního pevně stanoveného harmonogramu k dynamickému plánování svozových tras, které zohledňuje aktuální stav zaplnění jednotlivých nádob. Využití těchto dat umožňuje optimalizovat průběh svozu, zejména snížením počtu zbytečných zastávek a omezením celkové ujeté vzdálenosti svozových vozidel (Rentier, 2019).

5.1.3 Dynamické vážení

Významným prvkem monitorování produkce odpadu je stanovení jeho hmotnosti prostřednictvím vážicích systémů. V praxi se využívají statické a dynamické váhy. U statických vah je hmotnost odpadu měřena tak, že se svozové vozidlo umístí na váhu v klidovém stav. Tento způsob je však ekonomicky nákladný a současně neumožňuje stanovení hmotnosti jednotlivých nádob samostatně (Safdar, 2015).

Effektivnější alternativu představuje dynamické vážení odpadu, které umožňuje měření hmotnosti během manipulace s nádobou. Princip spočívá v instalaci snímače zatížení do vyklápěcího mechanismu svozového vozidla (viz příloha 5). Systém je vybaven akceleračními senzory a polohovými čidly, které kompenzují vliv zrychlení a vibrací vznikajících při pohybu nádoby. Tato kompenzace je zásadní pro dosažení dostatečné přesnosti dynamického měření (Merhaut, 2025).

Samotný vážicí systém automatizuje proces sběru dat a eliminuje potřebu manuálního zásahu obsluhy. Princip měření je založen na zaznamenání hmotnosti plné nádoby před vysypáním, následném změření hmotnosti prázdné nádoby a určení hmotnosti odpadu jako rozdílu těchto dvou hodnot (ELTE, 2025).

Měření probíhá v tzv. vážicím okně, které představuje časový a polohový interval během zdvihu a výklopu nádoby, kdy jsou splněny definované podmínky stability měření (např. omezené výkyvy a stabilizovaná poloha nádoby). V tomto intervalu systém vyhodnocuje data ze snímačů zatížení, aby byla získána reprezentativní hodnota hmotnosti (Merhaut, 2025).

V kombinaci s RFID technologií (viz kap. 5.1) je možné implementovat motivační systémy, například princip „Pay-As-You-Throw“ (PAYT), který umožňuje občanům platit na základě skutečně vyprodukovaného množství odpadu (Fajkus et al., 2021). Takové řešení podporuje spravedlivější nastavení poplatků a současně motivuje k minimalizaci produkce SKO.

5.1.4 Komunikační a softwarová vrstva IoT

Nedílnou součástí IoT zařízení využívaných v komunálním odpadovém hospodářství je jejich schopnost komunikace s nadřazeným informačním systémem. Funkčnost těchto řešení není založena pouze na samotném technickém hardwaru, ale rovněž na způsobu přenosu, ukládání a následného zpracování získaných dat (Petrásek, 2025). Ve většině případů výrobci IoT zařízení dodávají ke svým produktům vlastní softwarové aplikace. Obce nebo provozovatelé systému mohou díky nim sledovat informace o sběrných nádobách prostřednictvím webového nebo mobilního rozhraní. Tyto platformy obvykle zahrnují základní evidenci sběrných nádob, mapové přehledy jejich umístění a možnost exportu dat. Součástí jsou také jednoduché provozní reporty využitelné pro administrativní i kontrolní účely, včetně pasportizace nádob. Obec přitom zpravidla pracuje s daty v rozsahu a podobě definované dodavatelem daného technologického řešení.

Klíčovým předpokladem fungování těchto systémů je zajištění spolehlivého a efektivního přenosu dat mezi jednotlivými zařízeními a centrálním systémem. To souvisí s volbou vhodné komunikační technologie. Volba komunikačních technologií v systémech IoT závisí na konkrétních požadavcích. Patří mezi ně zejména dosah, přenosová rychlost a energetická náročnost. Pro aplikace vyžadující dlouhou životnost baterie a komunikaci na vzdálenosti v řádech kilometrů jsou využívány sítě typu LPWAN, zejména technologie LoRaWAN, Sigfox nebo úzkopásmové NB-IoT (Raj a Raman, 2017). V případech vyžadujících přenosy většího objemu dat v reálném čase

a širokého plošného pokrytí jsou využívány standardní mobilní sítě v rozsahu standardů 2G až po nastupující 5G (Ray, 2018).

5.2 AI v odpadovém hospodářství

Samotný sběr a přenos dat nepředstavuje konečný cíl digitalizace odpadového hospodářství. Hlavní přínos těchto technologií spočívá ve schopnosti získaná data systematicky analyzovat a využívat pro optimalizaci řízení systému (Hannan et al., 2015). V návaznosti na to se do popředí dostává také využití umělé inteligence, která umožňuje transformovat provozní data na podklady pro prediktivní a optimalizační řízení systému. Mishra et al. (2022) tento přístup označují jako „inteligenci věcí“ (Intelligence of Things), kde IoT moduly fungují jako digitální neurony a modely umělé inteligence jako mozek systému. Senzorické prvky měří provozní parametry, data jsou ukládána do cloudového prostředí a následně analyzována prediktivními algoritmy strojového učení, které automatizují rozhodovací proces (viz. obr. 7).

Strojové učení (Machine Learning, ML) přitom představuje podmnožinu umělé inteligence založenou na algoritmech schopných učit se z historických i aktuálních dat bez explicitního programování jednotlivých pravidel. Princip spočívá v identifikaci vzorců a vztahů ve velkých datových souborech. Na jejich základě jsou vytvářeny predikce či optimalizační návrhy, například při předpovědi produkce odpadu, optimalizaci svozových tras nebo detekci anomálií. Pokročilou formou ML je hluboké učení (Deep Learning, DL), které využívá vícevrstvé neuronové sítě ke zpracování komplexních a nestrukturovaných dat. Uplatňuje se zejména při práci s obrazovými daty, například při automatizovaném třídění odpadu pomocí metod počítačového vidění. Tyto analytické přístupy jsou úzce propojeny s konceptem Big Data. Ten označuje rozsáhlé, rychle generované a různorodé objemy strukturovaných i nestrukturovaných dat pocházejících ze senzorů IoT, GPS zařízení, RFID tagů či mobilních aplikací. Právě tato datová základna umožňuje trénování modelů umělé inteligence a podporuje přechod od reaktivního k proaktivnímu, datově řízenému řízení odpadového hospodářství (Mishra et al., 2025).

5.2.1 Směry využití AI v odpadovém hospodářství

Umělá inteligence nachází v OH uplatnění v několika vzájemně provázaných oblastech, které přispívají ke zvyšování kvality a efektivitě celého systému.

Jedním z hlavních přínosů je predikce produkce odpadu. Na základě historických dat o produkci odpadu, hustotě obyvatelstva a dalších faktorů jsou modely strojového učení schopny předpovídat budoucí množství vznikajícího odpadu. Data přitom mohou pocházet nejen z IoT zařízení, ale také ze sociálních médií a online platforem. Tyto přístupy umožňují sledovat sezónní výkyvy produkce odpadu, přizpůsobovat harmonogram svozů dynamicky se měnícím podmínkám a efektivněji rozdělovat dostupné zdroje na základě analyzovaných vzorců produkce odpadu (Fuqaha a Nursetiawan, 2025).

Další oblastí využití je optimalizace svozových tras. AI systémy umožňují dynamické přizpůsobování plánů svozu na základě dat z GPS zařízení a aktuálních dopravních podmínek (Fuqaha a Nursetiawan, 2025). V praxi bylo prokázáno zkrácení doby svozu o 28,22 % a snížení ujeté vzdálenosti svozových vozidel o 36,8 % (Belyamani, 2025).

K významným aplikacím AI patří také klasifikace a automatizované třídění odpadu. Tyto systémy analyzují vizuální data a identifikují složení odpadu v reálném čase, přičemž třídí materiály do kategorií, jako jsou plasty, kovy, sklo, papír nebo organický odpad. Algoritmy umělé inteligence se zároveň průběžně zdokonalují učením z nových dat, což přispívá ke snižování chybovosti při klasifikaci jednotlivých materiálů (Fuqaha a Nursetiawan, 2025).

5.3 Limity a rizika využití AI a IoT

Navzdory prokazatelnému potenciálu však zavádění AI a IoT v odpadovém hospodářství naráží na řadu omezení a rizik, která mohou bránit jejich širšímu nasazení. Jedním z hlavních problémů je kvalita a dostupnost dat. Modely umělé inteligence vyžadují rozsáhlé a různorodé datové soubory. Data z oblasti OH jsou často neúplná, nestrukturovaná nebo postrádají jednotnou standardizaci. Nejednotnost dat mezi různými správními celky a jejich nedostatečná integrace mezi jednotlivými subjekty tak může výrazně komplikovat vývoj a implementaci AI řešení (Fuqaha a Nursetiawan, 2025). Další limit představují regionální rozdíly ve složení odpadu a provozních podmínkách systému. Model, který je natrénován na datech z jedné oblasti, může při aplikaci v jiném regionu vykazovat výrazně nižší přesnost. Ovlivňuje to zejména odlišné složení odpadu, míra kontaminace nebo rozdílné environmentálních podmínek (Belyamani, 2025).

Významnou oblast rizik představuje také ochrana soukromí a kybernetická bezpečnost. AI aplikace mohou zpracovávat citlivé informace o vzorcích nakládání s odpadem a chování jednotlivých uživatelů. To může představovat bezpečnostní riziko a potenciální ohrožení soukromí. IoT zařízení jsou navíc náchylná k kybernetickým útokům, které mohou narušit provoz celého systému, pokud nejsou dostatečně zabezpečena (Fuqaha a Nursetiawan, 2025).

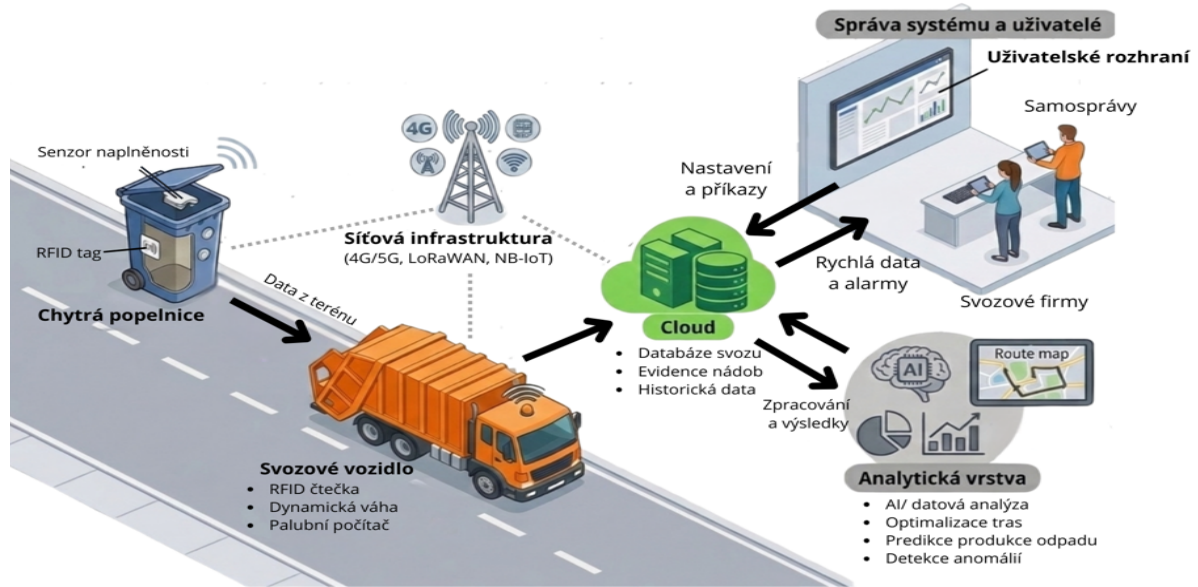
Dalším omezením je finanční náročnost těchto technologií. S tím souvisejí i vysoké požadavky na infrastrukturu. Implementace AI řešení vyžaduje značné počáteční investice do specializovaného softwaru, hardwaru a podpůrné infrastruktury. Pro menší organizace nebo obce může být tato finanční náročnost zásadní překážkou jejich širšího využití. V regionech s nedostatečnou digitální infrastrukturou, například s nestabilním internetovým připojením nebo nespolehlivým napájením, je plošné zavádění AI a IoT řešení navíc výrazně omezeno (Fuqaha a Nursetiawan, 2025).

Spolehlivost IoT zařízení je ovlivněna klimatickými podmínkami. Extrémní teploty, vlhkost a další environmentální vlivy mohou vést k poruchám zařízení, snížení přesnosti senzorů a zkrácení jejich životnosti. IoT zařízení jsou navržena pro určité provozní podmínky, a pokud dojde k jejich překročení, zvyšuje se pravděpodobnost selhání zařízení (Zhunissova et al., 2025).

Nelze opomenout ani etické a společenské dopady těchto technologií. AI algoritmy mohou obsahovat určité předsudky, které mohou vést k nespravedlivým rozhodnutím. Proto je důležité zajistit jejich transparentnost. Rostoucí automatizace procesů může ovlivnit pracovní příležitosti v odvětví a vyvolat otázky spojené s přesunem pracovních míst (Fuqaha a Nursetiawan, 2025).

Implementace digitálních technologií v OH by měla vycházet z reálných potřeb systému a ekonomických možností obce. Neměla by spočívat v plošném zavádění všech dostupných řešení. Cílem je jejich účelné využití v oblastech, kde mohou přinést reálný přínos pro řízení a provoz systému. Samotné zavedení těchto technologií však automaticky neznamená zlepšení fungování systému, protože jejich implementace vyžaduje postupnou práci s daty a změnu přístupu k řízení OH.

Obr. 7 Schéma využití IoT technologií při sběru a analýze dat v OH



Zdroj: vlastní zpracování (část obrázku generována pomocí AI, text a úpravy doplněny autorem)²

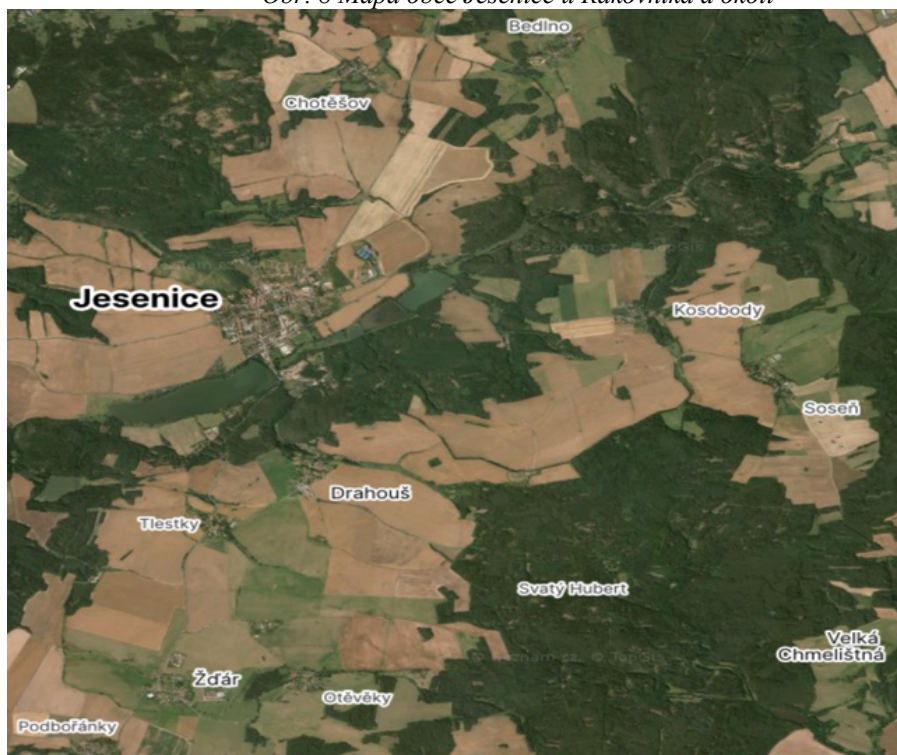
² Prompt: Izometrická 2D grafika znázorňující chytrý systém svozu odpadu (Smart Waste Management). Na obrázku jsou tyto prvky na bílém pozadí: vlevo modrá popelnice se senzorem naplněnosti a RFID čipu, vedle ní na silnici oranžové popelářské auto s anténou. Uprostřed je ikona vysílacího věže (4G/5G) a ikona zeleného cloudu se servery. Vpravo je moderní řídicí centrum s velkou obrazovkou (grafy a mapy) a dvěma postavami pracujícími u stolu. Styl je čistý, plochý, technický a přehledný, bez jakéhokoliv textu nebo nápisů.

5.4 Popis a zhodnocení současného stavu OH ve vybrané obci

5.4.1 Geografická a demografická charakteristika území

Město Jesenice se nachází v nejzápadnější části Středočeského kraje, na rozhraní s krajem Plzeňským a Ústeckým, přibližně 20 km západně od Rakovníka. Území obce o celkové rozloze 37,64 km² je prostorově členité. Zahrnuje šest oddělených místních částí: Jesenice, Bedlo, Chotěšov, Kosobody, Podbořánky a Soseň (viz obr. 8). Tato rozptýlená sídelní struktura je klíčovým faktorem, který ovlivňuje logistickou náročnost svozu odpadu a klade vysoké nároky na optimální rozmístění sítě sběrných hnízd.

Obr. 8 Mapa obce Jesenice u Rakovníka a okolí



Zdroj: Mapy.cz

Dle údajů Českého statistického úřadu mělo město k 1. 1. 2025 celkem 1632 obyvatel. V posledních deseti letech lze pozorovat mírně kolísavý vývoj s tendencí stagnace až mírného poklesu počtu obyvatel.

5.4.2 Charakteristika typu zástavby

Z hlediska typologie zástavby v obci jednoznačně převládá rodinná zástavba. Z celkového počtu 444 budov tvoří rodinné domy 88,5 % (393 objektů), zatímco bytové

domy představují 8,3 % (37 objektů) a zbylé objekty jsou ostatní ty tvoří 3,2 % (14 objektů). Území je charakteristické také relativně vysokým počtem rekreačních objektů přibližně 265. Tyto objekty představují v systému OH proměnnou složku, která zejména v letních měsících generuje nárůst produkce KO a zvyšuje nároky na kapacitu svozu. Dalším podstatným faktorem je absence plynofikace obce. Tento stav se v topné sezóně projevuje zvýšeným materiálovým podílem popela v rámci SKO, což zvyšuje jeho hmotnost i náklady na odstranění. Kromě rezidenčních objektů jsou do systému zahrnuty také veřejné instituce, zejména mateřská a základní škola, domy s pečovatelskou službou, knihovna a ordinace praktického lékaře. Tyto subjekty představují specifické producenty odpadu mimo sektor běžných domácností. Jejich provoz generuje odlišné nároky na třídění a objemy produkce.

5.4.3 Legislativní rámec a povinnosti obce

Město Jesenice zajišťuje nakládání s komunálním odpadem v souladu s platnou právní úpravou ČR. Konkrétní podoba nastavení systému vychází ze dvou klíčových obecně závazných vyhlášek města.

Základ systému stanovuje obecně závazná vyhláška o stanovení obecního systému odpadového hospodářství s účinností od 1. 1. 2024. Tato vyhláška vymezuje jednotlivé složky komunálního odpadu a povinnost jejich odděleného soustředování (zejména papíru, plastů včetně nápojových kartonů, biologicky rozložitelného odpadu, skla, kovů, textilu, nebezpečných a objemných odpadů a smíšeného komunálního odpadu). Dále určuje místa jejich sběru a upravuje provoz sběrného dvora. Další významnou vyhláškou je obecně závazná vyhláška č. 3/2024 o místním poplatku za odkládání komunálního odpadu z nemovité věci, která upravuje financování systému odpadového hospodářství města.

Celý systém je nastaven v souladu s principem hierarchie nakládání s odpady. Současně musí město dosáhnout zákonem stanovených cílů míry třídění komunálního odpadu. Významným ekonomickým faktorem je postupné navyšování poplatku za ukládání odpadu, jak je znázorněno na obr. 2. Tento vývoj vytváří výrazný tlak na snižování produkce smíšeného komunálního odpadu a omezení skládkování. Město je rovněž povinno každoročně podávat hlášení o produkci a způsobech nakládání s odpady prostřednictvím systému ISPOP

- **Místní poplatek za odkládání komunálního odpadu**

S účinností od 1.7. 2024 byl zaveden místní poplatek za odkládání komunálního odpadu z nemovité věci na základě obecně závazné vyhlášky č. 3/2024. Poplatek je stanoven na principu PAYT, přičemž jeho výše je závislá na objednané kapacitě nádob na SKO.

5.4.4 Organizace systému nakládání s odpady

Město Jesenice má zaveden obecní systém odděleného soustředování komunálního odpadu. Občané jsou povinni odděleně shromažďovat papír, plast, včetně nápojových kartonů, sklo, kovy, biologicky rozložitelný odpad, textil, nebezpečný odpad a objemný odpad.

- **Svozová společnost**

Svoz komunálního odpadu je zajišťován externí společností Marius Pedersen a.s. Tato společnost zabezpečuje pravidelný svoz SKO, svoz tříděných složek, nakládání s nebezpečnými odpady a předání odpadu k dalšímu využití nebo odstranění v souladu s legislativou.

- **Sběr složek komunálního odpadu**

Sběr tříděných složek komunálního odpadu je realizován především prostřednictvím sítě sběrných hnízd rozmístěných na území města. V případě plastů je systém od roku 2024 doplněn o sběr formou door-to-door, a to prostřednictvím individuálních sběrných nádob nebo pytlů označených logem města. Tato kombinace sběrných metod zvyšuje dostupnost třídění pro obyvatele a vytváří předpoklady pro snižování podílu směsného komunálního odpadu.

Směsný komunální odpad je svážen nádobovým systémem sběru přímo od jednotlivých nemovitostí. K dispozici jsou nádoby o objemech 120 l, 240 l a 1100 l. V lokalitách, které jsou z technických důvodů obtížně přístupné je povolen a zjištěn pytlový sběr.

Systém je dále rozšířen o sběrný dvůr, který představuje centrální infrastrukturu pro odevzdávání jak běžných tříděných složek, tak i specifických druhů odpadu. Občané zde mohou odevzdávat biologicky rozložitelný odpad, kovy, objemný odpad, nebezpečné složky komunálního odpadu, jedlé oleje a tuky, textil, elektrozařízení a další

vybrané komodity. Biologicky rozložitelný odpad je tak primárně soustřeďován prostřednictvím sběrného dvora. U bioodpadu vznikajícího při údržbě zahrad je současně podporováno jeho přednostní využití formou domácího kompostování. Součástí areálu je rovněž RE-USE centrum podporující opětovné využití vybraných movitých věcí.

5.4.5 Digitalizace obce

Město Jesenice aktivně implementuje moderní technologická řešení spadající do konceptu Smart City s cílem optimalizovat provozní náklady, zpřesnit evidenci produkce odpadu.

Jedním z klíčových kroků této modernizace bylo zavedení RFID technologie spočívající v osazení sběrných nádob pasivními RFID čipy pracující v nízkofrekvenčním pásmu (LF, 134,2 kHz), vyráběnými společností Moba. Implementace probíhala zejména v průběhu roku 2023, přičemž v první fázi byly prioritně osazeny nádoby na SKO. Tento postup reflektoval skutečnost, že směsný komunální odpad představuje objemově nejvýznamnější a ekonomicky nejnáročnější složku komunálního odpadu.

V současnosti je RFID technologií vybaveno celkem 1 246 sběrných nádob, z toho 834 nádob na SKO a 411 nádob na plast. U zbývajících nádob určených pro ostatní tříděné složky probíhá postupné instalování čipů. Povinnost označení sběrných nádob RFID čipem je zároveň zakotvena v obecně závazné vyhlášce o stanovení obecního systému odpadového hospodářství, která stanoví, že všechny nádoby SKO zapojené do obecního systému musí být tímto identifikačním prvkem vybaveny. Nádoby, které nejsou opatřeny RFID čipem, nejsou svozovou společností vyváženy.

RFID systém je dále propojen s technologií dynamického vážení. Dodávanou společností MOBA, instalovanou na svozových vozidlech. Na základě těchto technologií obdrží město od svozové společnosti po každém svozu elektronický report, který obsahuje přehled svezených nádob včetně identifikace RFID kódu, data svozu, počtu výsypů a skutečné hmotnosti odpadu u každé jednotlivé nádoby.

5.4.6 Produkce komunálního odpadu

Produkce odpadů ve městě Jesenice za období 2021–2025 je uvedena v tabulce 1.

Tab. 1 Produkce komunálního odpadu v Jesenici u Rakovníka (2021–2025)

Rok	2021	2022	2023	2024	2025
Celková produkce KO (t)	434,45	486,93	587,09	655,71	627,47

Zdroj: vlastní zpracování podle dat obce Jesenice u Rakovníka

Z údajů vyplývá, že v roce 2021 dosáhla celková produkce odpadu hodnoty 434,49 tun, což představuje nejnižší množství ve sledovaném období. V následujících letech, až do roku 2024, došlo k výraznému nárůstu produkce, a to o 221,22 tun, tedy o 50,9 % oproti roku 2021. Tento výrazný nárůst však nelze jednoznačně interpretovat jako skutečné navýšení materiální produkce odpadu. Souvisí především se systémovými změnami v organizaci odpadového hospodářství města, zejména zavedením přesnější evidence prostřednictvím RFID čipů na sběrných nádobách, důslednějším vykazováním produkce v rámci ohlašovacích povinností, zavedením místního poplatku motivujícího k evidenci skutečné produkce odpadu a implementací systému sběru plastů metodou door-to-door. Tyto změny měly pozitivní vliv na produkci odpadu v roce 2025, kde došlo k mírnému poklesu celkové produkce odpadu na 627,47 tun, což představuje snížení o 28,24 tun, tedy o 4,3 % oproti roku 2024. Tento vývoj lze interpretovat jako stabilizaci systému po implementaci uvedených opatření a postupné přizpůsobení obyvatel novému motivačnímu nastavení odpadového hospodářství.

V roce 2025 činila produkce KO ve městě Jesenice v přepočtu na jednoho obyvatele 384,5 kg/obyv./rok. Podle dostupných statistik z roku 2024 se průměrná produkce komunálního odpadu v ČR pohybuje přibližně na úrovni 451 kg/obyv./rok. Produkce města tak zůstává přibližně o 66,5 kg na obyvatele nižší než celorepublikový průměr, což lze hodnotit jako relativně příznivý stav.

5.4.7 Struktura produkce komunálního odpadu

V tab. 2 je uvedena struktura produkce komunálního odpadu ve městě Jesenice podle jednotlivých složek.

Tab. 2 Produkce jednotlivých složek KO v obci Jesenice u Rakovníka (2021–2025)

Druh odpadu	Produkce 2021 (t)	Produkce 2022 (t)	Produkce 2023 (t)	Produkce 2024 (t)	Produkce 2025 (t)
Tříděný odpad celkem	89,89	107,41	114,27	131,76	151,35
Plast	36,58	34,81	32,73	46,32	61,41
Papír a lepenka	30,69	32,19	34,08	36,75	28,03
Sklo	17,46	28,92	32,56	33,05	35,46
Kovy	1,41	9,39	8,129	7,5	17,74
Textil	5,16	2,1	6,77	8,14	8,71
Směsný komunální odpad	302,61	320,22	347,98	323,07	330,15
Biologicky rozložitelný odpad	24,58	38,57	81,837	79,96	50,01
Objemný odpad	17,37	19,34	0	60,73	27,57
Nebezpečný odpad	0,04	1,39	1,67	2,23	1,23
Ostatní odpad (dřevo - 20 01 38)	0	0	41,34	57,96	67,16

Zdroj: vlastní zpracování podle dat obce Jesenice u Rakovníka

Z tabulky struktury produkce odpadu v letech 2021-2025 vyplývá významná proměna skladby komunálního odpadu. Nejvýraznější změnu lze sledovat u tříděného odpadu, jeho množství vzrostlo z 89,89 tun v roce 2021 na 151,35 tun v roce 2025, což představuje nárůst o 68,4 %. Tento vývoj potvrzuje pozitivní dopad zavedení systému door-to-door a motivačního místního poplatku, které zvýšily komfort i ekonomickou motivaci občanů ke třídění. U jednotlivých tříděných složek je patrný zejména výrazný nárůst plastů (z 36,58 tun na 61,4 tun) a skla (z 17,46 tun na 35,46 tun). Významný vývoj lze sledovat rovněž u kovů, kde došlo ke dvojnásobnému nárůstu produkce. Struktura komunálního odpadu však zahrnuje i další materiálově využitelné složky, zejména biologicky rozložitelný odpad a dřevo (20 01 38). Bioodpad vykazuje ve sledovaném období dynamický vývoj, s nárůstem v letech 2023 a 2024 a následnou stabilizací v roce 2025.

U směsného komunálního odpadu lze v období 2021-2023 sledovat postupný nárůst produkce, kdy jeho množství vzrostlo z 302,61 tun v roce 2021 na 347,98 tun v roce 2023, což představuje nejvyšší hodnotu ve sledovaném období. Tento vývoj může souviset se zpřesněním evidence odpadu a důslednějším vykazováním produkce. V roce 2024 dochází k poklesu na 323,07 tun, což naznačuje první efekt zavedených systémových opatření. V roce 2025 se produkce mírně zvýšila, nicméně stále zůstává pod úrovní roku 2023. Přestože absolutní množství SKO kolísá, jeho podíl na celkové produkci odpadu se postupně snižuje v důsledku výraznějšího růstu tříděných složek.

Tento trend lze hodnotit pozitivně, neboť odpovídá snaze o omezení skládkování a zvýšení materiálového využití odpadu.

5.4.8 Míra separace

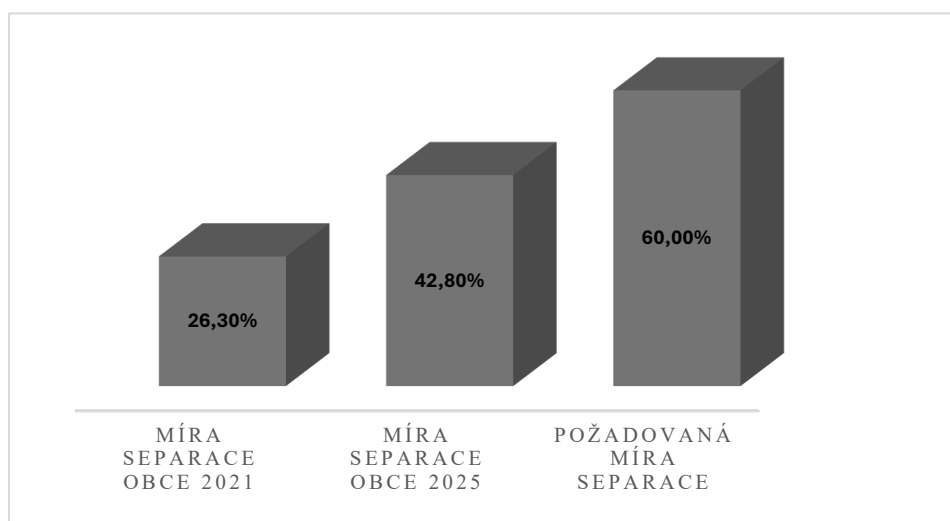
Míra separace komunálního odpadu byla stanovena podle následujícího vztahu:

$$\text{Míra separace \%} = \frac{\text{Tříděné složky} + \text{BRKO} + \text{Ostatní odpad}^*}{\text{Celková produkce KO}} \times 100$$

*Poznámka: Do kategorie „ostatní odpady“ je zahrnuto dřevo (kód odpadu 20 01 38), které je v obci rovněž materiálově využíváno.

V roce 2021 dosahovala míra separace 26,3 %, zatímco v roce 2025 činila již 42,8 %. Mezi jednotlivými roky došlo k nárůstu separace o 16,5 %, což představuje výrazné zlepšení ve struktuře nakládání s odpady. Vývoj je znázorněn v obr. 9.

Obr. 9 Vývoj míry separace komunálního odpadu



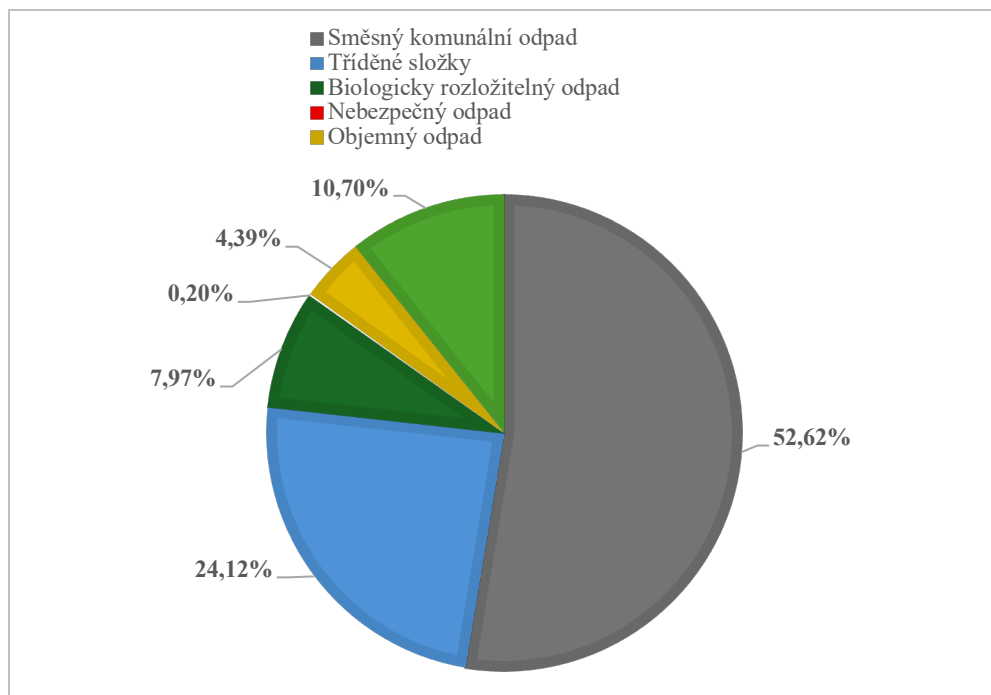
Zdroj: vlastní zpracování

Obr. 9 zároveň porovnává dosaženou hodnotu s legislativně požadovanou mírou separace ve výši 60 % v roce 2025. Ačkoli dosažená hodnota v 42,8 % zatím nedosahuje zákonného cíle stanoveného zákonem č. 541/2020 Sb., je patrný výrazný pozitivní trend ve vývoji míry separace. Pro dosažení požadované úrovně bude nezbytné pokračovat v opatřeních směřujících ke snižování podílu SKO a dalšímu rozvoji třídění.

Struktura komunálního odpadu v roce 2025 je znázorněna v obrázku č. 10. Největší podíl na celkové produkci stále představuje směsný komunální odpad (52,62 %), což naznačuje přetrvávající potenciál pro další zvýšení míry separace. Tříděné složky tvoří 24,12 %,

biologicky rozložitelný odpad 7,97 % a dřevo (20 01 38) 10,70 %. Zbývající podíl připadá na objemný a nebezpečný odpad

Obr. 10 Struktura komunálního odpadu v obci Jesenice u Rakovníka v roce 2025



Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku je patrné, že materiálově využitelné složky tvoří významnou část produkce odpadu. Převaha směsného komunálního odpadu však naznačuje prostor pro další optimalizaci systému. Celkově lze konstatovat, že mezi lety 2021 a 2025 došlo k výraznému posunu směrem k vyšší míře materiálového využití odpadu. To potvrzuje pozitivní dopad zavedení systému door-to-door, motivačního místního poplatku i zpřesnění evidence prostřednictvím RFID čipů.

5.4.9 Zhodnocení současného stavu odpadového hospodářství

Na základě provedené analýzy produkce a struktury KO lze konstatovat, že systém odpadového hospodářství obce prošel v období 2021-2025 významnou modernizací. Zavedení RFID technologie, implementace systému door-to-door a přechod na princip PAYT, představující zásadní kroky směrem k efektivnějšímu a transparentnějšímu řízení systému. Pozitivním vývojem je zejména nárůst množství vytríděných složek odpadu a postupné zvyšování míry separace, která v roce 2025 dosáhla hodnoty 42,8 %. Tento trend potvrzuje funkčnost zavedených motivačních nástrojů i rostoucí environmentální odpovědnost obyvatel. Navzdory pozitivnímu vývoji však zůstává

hlavním strukturálním problémem systému vysoký podíl SKO, který v roce 2025 tvoří více než polovinu celkové produkce. Tento stav představuje významnou výzvu z hlediska plnění zákonných cílů v oblasti přípravy k opětovnému použití a recyklace KO.

Specifické charakteristiky obce, zejména převaha rodinných domů, rozptýlená zástavba, velké množství rekreačních objektů a absence plynofikace, ovlivňují významně strukturu produkovaného odpadu i logistiku jeho svozu. Tyto faktory limitují rychlost transformace systému a je nutné je zohlednit při návrhu dalších opatření.

Současný systém lze hodnotit jako stabilizovaný a technologicky modernizovaný. Zároveň však vykazuje výrazný potenciál dalšího rozvoje, zejména v oblasti datově řízeného rozhodování, optimalizace provozu a inteligentního řízení produkce odpadu.

5.4.10 SWOT analýza odpadového hospodářství obce

Na základě analytického zhodnocení byla v tabulce č. 3 zpracována SWOT analýza identifikující klíčové vnitřní a vnější faktory ovlivňující fungování systému.

Tab. 3 SWOT analýza OH

	Pozitivní	Negativní
Vnitřní	Silné stránky	Slabé stránky
	• Zavedený systém PAYT • RFID technologie a dynamické vážení • Door-to-door systém • Rostoucí míra separace • Stabilizovaná evidence odpadu	• Vysoký podíl SKO • Nedosažení zákonných cílů • Logistická náročnost svozu • Sezónní výkyvy produkce
Vnější	Příležitosti	Hrozby
	• Implementace IoT a AI • Digitalizace sběrného dvora • Rozvoj komunitního kompostování • Možnost dotační podpory • Informační kampaně	• Růst skládkovacího poplatku • Riziko nesplnění legislativních cílů • Rostoucí produkce odpadu

Zdroj: vlastní zpracování

5.4.11 Návrh opatření

Zjištění vyplývající ze SWOT analýzy naznačují potřebu další systematické optimalizace systému OH s důrazem na snížení podílu SKO a rozvoj digitalizace.

Klíčovým cílem je omezení produkce SKO, který i přes pozitivní trend zůstává dominantní složkou celkové produkce. V tomto směru je vhodné systematicky pracovat s daty získanými prostřednictvím RFID technologie a pravidelně vyhodnocovat produkci odpadu. Analytické zpracování těchto dat umožní identifikovat oblasti s nadprůměrnou produkcí SKO a zaměřit na ně cílené opatření. Současně je žádoucí průběžně hodnotit účinnost systému PAYT a jeho dopad na chování obyvatel. Posílení environmentální osvěty a pravidelná komunikace s občany mohou podpořit změnu návyků a přispět k dalšímu snižování produkce směsného odpadu.

Další významnou oblastí rozvoje je zvýšení podílu materiálově využitelných složek odpadu, zejména biologicky rozložitelné frakce. Zavedení komunitního kompostování ve vhodných lokalitách může přispět ke zvýšení míry separace. Stejně tak i optimalizace rozmístění nádob na tříděný odpad. Současně je vhodné rozvíjet RE-USE aktivity, které podporují prevenci vzniku odpadu a principy cirkulární ekonomiky.

Zásadní potenciál dalšího rozvoje spočívá v prohlubování digitalizace systému a postupném přechodu k inteligentnímu řízení založenému na principu IoT a AI. Stávající RFID infrastruktura umožňuje rozšíření systému o senzory naplněnosti kontejnerů a online monitorování svozových dat. Integrace těchto nástrojů může vést k optimalizaci svozových tras a efektivnějšímu využití provozních kapacit. V delším horizontu lze využít nástroje umělé inteligence pro prediktivní modelování produkce odpadu, identifikaci sezónních výkyvů a analytické vyhodnocení účinnosti jednotlivých opatření. Dalším krokem může být digitalizace sběrného dvora, která umožní přesnou evidenci množství a druhů odevzdávaného odpadu. Získaná data mohou obci pomoci lépe řídit systém a plánovat jeho další rozvoj.

Navržená opatření směřují k postupné transformaci systému odpadového hospodářství směrem k inteligentnímu a datově řízenému modelu. Kombinace organizačních, motivačních a technologických nástrojů může přispět k dosažení zákonných cílů a dlouhodobé stabilizaci systému.

6 Závěr

Bakalářská práce se zabývala popisem a zhodnocením OH v obci Jesenice u Rakovníka. Zaměřila se na nakládání s KO a možnosti jeho optimalizace pomocí moderních technologií. Cílem bylo posoudit současný stav, analyzovat strukturu produkce odpadu a navrhnout opatření ke zvýšení efektivity systému a snížení množství SKO.

V teoretické části práce byl zpracován přehled legislativního rámce odpadového hospodářství EU a ČR a vymezeny základní pojmy související s nakládáním s odpady. Součástí této části byla také charakteristika vybraných druhů KO a popis způsobů jejich sběru. Práce se rovněž zaměřila na moderní technologická řešení v OH, zejména IoT a AI, které umožňují lépe sbírat a vyhodnocovat data o produkci odpadu.

Praktická část se zaměřila na analýzu odpadového hospodářství v obci Jesenice u Rakovníka. Na základě dostupných dat byla vyhodnocena produkce komunálního odpadu, jeho složení i úroveň třídění. Ukázalo se, že obec v posledních letech výrazně modernizovala svůj systém odpadového hospodářství. Zavedla RFID technologii na sběrné nádoby, systém door-to-door a princip PAYT. Pozitivním výsledkem je zvýšení míry třídění, která v roce 2025 dosáhla 42,8 %. Přesto zůstává hlavním problémem vysoký podíl směsného komunálního odpadu. Ten stále tvoří více než polovinu celkové produkce. To ukazuje, že stále existují rezervy, zejména v oblasti třídění bioodpadu a motivace obyvatel.

Navržená opatření se zaměřují především na lepší využití dat z RFID technologie a další rozvoj digitalizace. Využití prvků IoT a AI může pomoci lépe plánovat svozové trasy a zefektivnit řízení celého OH. Zároveň může přispět ke snížení provozních nákladů. Práce ukazuje, že kombinace motivačních nástrojů a moderních technologií má v praxi smysl. Klíčovou roli přitom hraje práce s daty, která umožňuje lépe pochopit chování obyvatel a cíleně systém upravovat. Do budoucna lze očekávat, že význam těchto technologií bude dále růst. Obce, které je dokážou efektivně využít, mohou dosáhnout lepších ekologických i ekonomických výsledků.

Za hlavní přínos práce lze považovat zhodnocení odpadového hospodářství v obci Jesenice u Rakovníka a návrh opatření, která jsou v praxi realizovatelná.

7 Seznam použitých zdrojů

ALTMANN, Vlastimil; Petr VACULÍK a Miroslav MIMRA, 2010. Technika pro zpracování komunálního odpadu. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. ISBN 978-80-213-2022-2.

ANAGNOSTOPOULOS, Theodoros et al., 2017. Challenges and Opportunities of Waste Management in IoT-Enabled Smart Cities: A Survey. IEEE Transactions on Sustainable Computing [online]. 2(3), 275–289 [cit. 2026-01-15]. Dostupné z: doi:10.1109/TSUSC.2017.2691049

BELYAMANI, Imane, 2025. Artificial intelligence in waste management systems: Applications, challenges, and prospects. Waste Management Bulletin [online]. 3(4), 100269 [cit. 2026-01-19]. ISSN 2949-7507. Dostupné z: doi:10.1016/j.wmb.2025.100269

BENEŠ, Filip a Jiří ŠVUB, 2013. RFID v odpadovém hospodářství. DPS [online]. č. 2 [cit. 2026-03-18]. Dostupné z: <https://www.dps-az.cz/clanky/id:4302/rfid-v-odpadovem-hospodarstvi>

CENIA, 2026. ISPOP – Základní informace [online]. [cit. 2026-01-10]. Dostupné z: <https://www.ispop.cz/zakladni-informace/>

CHANDRAPPA, Ramesha a Diganta DAS, 2012. Storage and Collection. In: Solid Waste Management: Principles and Practice. Berlin: Springer. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-642-28681-0_3

CHOWDHURY, B. a M. U. CHOWDHURY, 2007. RFID-based real-time smart waste management system. In: 2007 Australasian Telecommunication Networks and Applications Conference (ATNAC 2007). Christchurch: IEEE, s. 175–180 [cit. 2026-02-24]. Dostupné z: doi:10.1109/ATNAC.2007.4665232

ČERNÍKOVICE, 2026. *Třídění odpadu* [online]. [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: <https://www.cernikovice.cz/obec-1/odpady/trideni-odpadu/>

ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2025. Produkce odpadu vloni vzrostla o šest procent [online]. [cit. 2026-01-18]. Dostupné z: <https://csu.gov.cz/produkty/produkce-odpadu-vloni-vzrostla-o-sest-procent>

ECUBE LABS, 2016. Bin Level Sensors: 5 Reasons Why Every City Should Track Their Waste Bins Remotely [online]. [cit. 2026-03-18]. Dostupné z: <https://www.ecubelabs.com/bin-level-sensors-5-reasons-why-every-city-should-track-their-waste-bins-remotely/>

EKO-KOM, a.s., 2021. Čipování sběrných nádob na odpad [online]. [cit. 2026-02-18]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2021/11/24/cipovani-sbernych-nadob-na-odpad/>

EKO-KOM, a.s., 2025. Door-to-door: Jak funguje odvozový systém sběru v ČR [online]. [cit. 2026-02-18]. Dostupné z: <https://www.samosebou.cz/2025/03/14/door-to-door-jak-funguje-odvozny-system-sberu-v-cr/>

EKO-KOM, a.s., 2026. Bioodpad [online]. [cit. 2026-02-18]. Dostupné z: <https://www.jaktridit.cz/cz/trideni/tridene-odpady/bioodpad/>

ELTE Group, 2025. Inteligentní řešení pro nakládání s odpady: Výhody dynamického vážicího systému [online]. [cit. 2026-02-12]. Dostupné z: <https://eltegroup.eu/cs/news/inteligentni-reseni-pro-nakladani-s-odpady-vyhody-dynamickeho-vaziciho-systemu/>

EUROSTAT, 2025. Municipal waste generation [online]. [cit. 2026-01-10]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/env_wasmun_custom_15352477/default/table?lang=en

EVROPSKÝ PARLAMENT, 2023a. Oběhové hospodářství: definice, význam a přínos [online]. [cit. 2026-01-13]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/topics/cs/article/20151201STO05603/obehove-hospodarstvi-definice-vyznam-a-prinos>

EVROPSKÝ PARLAMENT, 2023b. Umělá inteligence: definice a využití [online]. [cit. 2026-01-13]. Dostupné z: <https://www.europarl.europa.eu/topics/cs/article/20200827STO85804/umela-intelligence-definice-a-vyuziti>

FAJKUS, Marcel et al., 2021. Fiber-Optic Bragg System for the Dynamic Weighing of Municipal Waste: A Pilot Study. IEEE Access [online]. 9, 1–1 [cit. 2026-03-12]. Dostupné z: doi:10.1109/ACCESS.2021.3095219

FUQAHA, Sameh a Nursetiawan NURSETIAWAN, 2025. Artificial Intelligence and IoT for Smart Waste Management: Challenges, Opportunities, and Future Directions. Journal of Future Artificial Intelligence and Technologies [online]. 2(1), 24–46 [cit. 2026-03-13]. Dostupné z: doi:10.62411/faith.3048-3719-85

GADE, D. S. a P. S. AITHAL, 2021. Smart City Waste Management through ICT and IoT driven Solution. International Journal of Applied Engineering and Management Letters [online]. 5(1), 51–65 [cit. 2026-02-20]. Dostupné z: doi:10.47992/IJAEML.2581.7000.0092

HANNAN, M. A.; Maher AREBEY; R. A. BEGUM a Hassan BASRI, 2011. Radio Frequency Identification (RFID) and communication technologies for solid waste bin and truck monitoring system. Waste Management [online]. 31(12), 2406–2413 [cit. 2026-02-09]. ISSN 0956-053X. Dostupné z: doi:10.1016/j.wasman.2011.07.022

HANNAN, M. A. et al., 2015. A review on technologies and their usage in solid waste monitoring and management systems: Issues and challenges. Waste Management [online]. 43, 509–523 [cit. 2026-02-11]. Dostupné z: doi:10.1016/j.wasman.2015.05.033

- INISOFT s.r.o., 2023. Katalog SVOZ ELTE INISOFT [online]. [cit. 2026-03-14]. Dostupné z: https://www.inisoft.cz/d-doc/1/553/638677773703466667/Katalog%20SVOZ_ELTE_INISOFT.pdf
- INISOFT s.r.o., 2026. Svozové společnosti [online]. [cit. 2026-03-14]. Dostupné z: <https://www.inisoft.cz/svozove-spolecnosti>
- INTELLISTRIDE, 2024. Choosing the Right RFID Frequency: A Guide to LF, HF, and UHF [online]. [cit. 2026-01-26]. Dostupné z: <https://www.intellistride.com/blog/choosing-the-right-rfid-frequency-a-guide-to-lf-hf-and-uhf/>
- IOTPORT, 2020. IoT a chytrý management odpadu [online]. [cit. 2026-02-24]. Dostupné z: <https://www.iotport.cz/iot-a-chytry-management-odpadu>
- JRK ČR s.r.o., 2021. Průvodce novým zákonem o odpadech [online]. [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: <https://www.meneodpadu.cz/pruvodce-novym-zakonem-o-odpadech/>
- KRENÍKOVÁ, Věra, 2014. Odpady a druhotné suroviny II. Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem. ISBN 978-80-7414-871-2.
- KURAŠ, Mečislav, 2014. Odpady a jejich zpracování. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor. ISBN 978-80-86832-80-7.
- LAKHOUIT, Abderrahim, 2025. Revolutionizing urban solid waste management with AI and IoT: A review of smart solutions for waste collection, sorting, and recycling. Results in Engineering [online]. 25, 104018 [cit. 2026-03-01]. Dostupné z: doi:10.1016/j.rineng.2025.104018
- MAPY.CZ, 2026. Letecká mapa [online]. [cit. 2026-03-12]. Dostupné z: <https://mapy.com/cs/letecka>
- MEDVEDEV, Alexey et al., 2015. Waste Management as an IoT-Enabled Service in Smart Cities. In: Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. Cham: Springer, s. 104–115 [cit. 2026-02-20]. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-23126-6_10
- MERHAUT, Matouš: Návštěva firmy MOBA Česko & Slovensko Autodoprava Řehák, s.r.o. a rozhovor s její managementem, Říjen 2025
- MINISTERSTVO PRO MÍSTNÍ ROZVOJ ČR, 2018. Metodika Smart Cities [online]. [cit. 2026-01-15]. Dostupné z: https://mmr.gov.cz/getmedia/f76636e0-88ad-40f9-8e27-cbb774ea7caf/metodika_smart_cities.pdf.aspx?ext=.pdf
- MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ, 2024. Plán odpadového hospodářství České republiky 2025–2035 [online]. Praha: Ministerstvo životního prostředí [cit. 2026-01-19]. Dostupné z: https://mzp.gov.cz/system/files/2025-06/OCEO-POH_CR_2025_2035_MPR-20250609.pdf

- MISHRA, Biswo et al., 2025. Smart Waste Management Systems Using Big Data and Machine Learning Technologies. *International Journal of Environmental Sciences* [online]. s. 1147–1153 [cit. 2026-02-21]. Dostupné z: doi:10.64252/4ds7bc79
- MISHRA, Sushruta; Lambodar JENA a Tarek GABER, 2022. Prioritized and predictive intelligence of things enabled waste management model in smart and sustainable environment. *PLOS ONE* [online]. 17(8), e0272383 [cit. 2026-02-20]. Dostupné z: doi:10.1371/journal.pone.0272383
- PETRÁSEK, Vlastimil, 2025. Nové technologie v odpadovém hospodářství [online]. Bakalářská práce. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava [cit. 2026-03-10]. Dostupné z: <https://dspace.vsb.cz/server/api/core/bitstreams/f8c99625-a7ac-45b1-a5c0-d4b7f7683919/content>
- RAIDT, Gerda, 2022. Co s odpadem?: encyklopedie pro školáky. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-1857-9.
- RAJ, Pethuru a Anupama C. RAMAN, 2017. The Internet of Things: Enabling Technologies, Platforms, and Use Cases. 1. vyd. Boca Raton: Auerbach Publications. ISBN 978-1-315-27039-5. Dostupné z: doi:10.1201/9781315273095
- RAMLY, Ruwaida et al., 2020. IoT E-Waste Monitoring System to Support Smart City Initiatives. *International Journal of Integrated Engineering* [online]. 13(2), 1–7 [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: doi:10.30880/ijie.2021.13.02.001
- RAY, P. P., 2018. A survey on Internet of Things architectures. *Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences* [online]. 30(3), 291–319 [cit. 2026-03-08]. ISSN 1319-1578. Dostupné z: doi:10.1016/j.jksuci.2016.10.003
- RENTIER, A. M., 2019. Improving the Waste Collection Problem using Sensorized Containers [online]. Rotterdam: Erasmus University Rotterdam [cit. 2026-03-14]. Dostupné z: <https://thesis.eur.nl/pub/45933/Rentier.pdf>
- RFID4U, 2026. How to Select a Correct RFID Tag – Passive vs. Active [online]. [cit. 2026-01-19]. Dostupné z: <https://rfid4u.com/rfid-passive-active/>
- RPG RECYCLING, s.r.o., 2026. Životní prostředí [online]. [cit. 2026-01-11]. Dostupné z: <https://www.rpgrecycling.cz/zivotni-prostredi-1691674058>
- SAFDAR, Mehran, 2015. A Mobile Vehicle Weight Sensor and its Application in Transportation (Case Study: Municipal Solid Waste Collection Vehicles). In: 1st International Electronic Conference on Remote Sensing [online]. Basel: MDPI, 6 June 2015 [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: doi:10.3390/ecrs-1-d015
- SASIDHARAN, Adarsh et al., 2016. Performance comparison of Infrared and Ultrasonic sensors for obstacles of different materials in vehicle/robot navigation applications. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* [online]. 149(1), 012141 [cit. 2026-02-20]. Dostupné z: doi:10.1088/1757-899X/149/1/012141

SENSONEO, 2026. Waste Fill Level Monitoring [online]. [cit. 2026-03-18]. Dostupné z: <https://www.sensoneo.com/waste-fill-level/>

SIEGLE, Lucy, 2010. Recycle: the essential guide. Vyd. 2. Black Dog Press. ISBN 1907317023.

SLAVÍK, Jan, 2004. Ekonomické modely hodnocení komplexních nákladů v odpadovém hospodářství. ISBN 8086684237.

STRNADOVÁ, Lenka, 2023. Jednoduše. Praha: Euromedia Group. ISBN 978-80-242-9293-9.

ŠŤASTNÁ, Jarmila, 2007. Kam s nimi: jak správně třídit odpady a všechno, co s tím souvisí. Praha: Česká televize. ISBN 80-850-0572-7.

ŠŤASTNÁ, Jarmila, 2013. Všechno, co potřebujete vědět o odpadech a neměli jste se koho zeptat. Praha: EKO-KOM. ISBN 978-80-904833-1-6.

TANAKA, Yuki, 2025. IoT-Enabled Smart Waste Management Systems Using RFID and Sensors. International Journal of Advanced Research in Computer Science and Engineering (IJARCSE) [online]. 1(4), 27–35 [cit. 2026-02-27]. ISSN 3071-0154. Dostupné z: <https://ijarcse.org/index.php/ijarcse/article/view/87>

VOŠŤOVÁ, Věra, 2009. Logistika odpadového hospodářství. Praha: České vysoké učení technické v Praze. ISBN 978-80-01-04426-1.

XU, He; Shen WEIWEI; Peng LI; Jiawei ZHU a Ruchuan WANG, 2017. A novel algorithm L-NCD for redundant reader elimination in P2P-RFID network. *Journal of Algorithms & Computational Technology* [online]. 11, 1748301816688020 [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: doi:10.1177/1748301816688020

ZHAO, Shuran. Návrh systému sběru recyklovatelných složek komunálního odpadu a nových možností jejich využití. Praha, 2024. Disertační práce. Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta [online]. [cit. 2026-01-11]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/ax9vb0/>

ZHOU, Ray, 2025. What is RFID waste management? [online]. [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: <https://jiarfidtag.com/cs/what-is-rfid-waste-management/>

ZHUNISSOVA, Dinara; David TOPPING a James EVANS, 2025. Climate Risks to IoT Devices in Kazakhstan: Projections and Adaptation Strategies [online]. [cit. 2026-03-20]. Dostupné z: doi:10.20944/preprints202509.0466.v1

SMĚRNICE Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic.

SMĚRNICE Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/851 ze dne 30. května 2018, kterou se mění směrnice 2008/98/ES o odpadech.

VYHLÁŠKA č. 8/2021 Sb., o Katalogu odpadů a posuzování vlastností odpadů.

VYHLÁŠKA č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

VYHLÁŠKA č. 274/2021 Sb., o podrobnostech vedení evidence odpadů.

VYHLÁŠKA č. 306/2021 Sb., o skládkách odpadů.

VYHLÁŠKA č. 445/2022 Sb., kterou se mění vyhláška č. 273/2021 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

ZÁKON č. 541/2020 Sb., o odpadech, ve znění pozdějších předpisů.

8 Seznam obrázků

Obr. 1 Hierarchie odpadového hospodářství

Obr. 2 Vývoj skládkovacích limitů a poplatků za ukládání odpadu v ČR

Obr. 3 Produkce komunální odpadu v ČR období 2002-2024

Obr. 4 Přehled třídění jednotlivých složek komunálního odpadu

Obr. 5 Ukázka RFID tagu a jejich montáže na odpadové nádoby

Obr. 6 Princip senzoru naplněnosti sběrných nádob

Obr. 7 Schéma využití IoT technologií při sběru a analýze dat v OH

Obr. 8 Mapa obce Jesenice u Rakovníka a okolí

Obr. 9 Vývoj míry separace komunálního odpadu

Obr. 10 Struktura komunálního odpadu v obci Jesenice u Rakovníka v roce 2025

9 Seznam tabulek

Tab. 1 Produkce komunálního odpadu v Jesenici u Rakovníka (2021–2025)

Tab. 2 Produkce jednotlivých složek KO v obci Jesenice u Rakovníka (2021–2025)

Tab. 3 SWOT analýza OH

10 Přílohy

Příloha 1 Přehled katalogových čísel komunálních odpadů (skupina 20)

20	KOMUNÁLNÍ ODPADY (ODPADY Z DOMÁCNOSTÍ A PODOBNÉ ŽIVNOSTENSKÉ, PRŮMYSLOVÉ ODPADY A ODPADY Z ÚŘADŮ), VČETNĚ SLOŽEK Z ODDĚLENÉHO SBĚRU
20 01	Složky z odděleného sběru
20 01 01	Papír a lepenka
20 01 01 01	Kompozitní a nápojové kartony
20 01 02	Sklo
20 01 08	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven
20 01 08 01	Biologicky rozložitelný odpad z kuchyní a stravoven rostlinného původu
20 01 10	Oděvy
20 01 11	Textilní materiály
20 01 13*	Rozpouštědla
20 01 14*	Kyseliny
20 01 15*	Zásady
20 01 17*	Fotochemikálie
20 01 19*	Pesticidy
20 01 21*	Zářivky a jiný odpad obsahující rtuť
20 01 23*	Vyřazená zařízení obsahující chlorofluorohydrovody
20 01 25	Jedlý olej a tuk
20 01 26*	Olej a tuk neuvedený pod číslem 20 01 25
20 01 27*	Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice obsahující nebezpečné látky Barvy, tiskařské barvy, lepidla a pryskyřice neuvedené pod číslem 20 01 27
20 01 28	
20 01 29*	Detergenty obsahující nebezpečné látky
20 01 30	Detergenty neuvedené pod číslem 20 01 29
20 01 31*	Nepoužitelná cytostatika
20 01 32*	Jiná nepoužitelná léčiva neuvedená pod číslem 20 01 31
20 01 33*	Baterie a akumulátory, zařazené pod čísla 16 06 01, 16 06 02 nebo pod číslem 16 06 03 a netříděné baterie a akumulátory obsahující tyto baterie
20 01 34	Baterie a akumulátory neuvedené pod číslem 20 01 33
20 01 35*	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení obsahující nebezpečné látky neuvedené pod čísly 20 01 21 a 20 01 23
20 01 35 01*	Vyřazené motorové stroje, přístroje a zařízení obsahující nebezpečné látky určené k použití v domácnosti
20 01 35 02*	Tiskařské tonerové kazety mající nebezpečné vlastnosti
20 01 36	Vyřazené elektrické a elektronické zařízení neuvedené pod čísly 20 01 21, 20 01 23 a 20 01 35
20 01 36 01	Vyřazené motorové stroje, přístroje a zařízení určené k použití v domácnosti neuvedené pod číslem 20 01 35 01

20 01 36 02	Tiskařské tonerové kazety neuvedené pod číslem 20 01 35 02
20 01 37*	Dřevo obsahující nebezpečné látky
20 01 38	Dřevo neuvedené pod číslem 20 01 37
20 01 39	Plasty
20 01 40	Kovy
20 01 40 01	Měď, bronz, mosaz
20 01 40 02	Hliník
20 01 40 03	Olovo
20 01 40 04	Zinek
20 01 40 05	Železo a ocel
20 01 40 06	Cín
20 01 41	Odpady z čištění komínů
20 01 99	Další frakce jinak blíže neurčené
20 02	Odpady ze zahrad a parků (včetně hřbitovního odpadu)
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 02 02	Zemina a kameny
20 02 03	Jiný biologicky nerozložitelný odpad
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 01 01	Odděleně soustřeďovaný popel z domácností
20 03 02	Odpad z tržišť
20 03 03	Uliční smetky
20 03 04	Kal ze septiků a žump
20 03 06	Odpad z čištění kanalizace
20 03 07	Objemný odpad
20 03 99	Komunální odpady jinak blíže neurčené

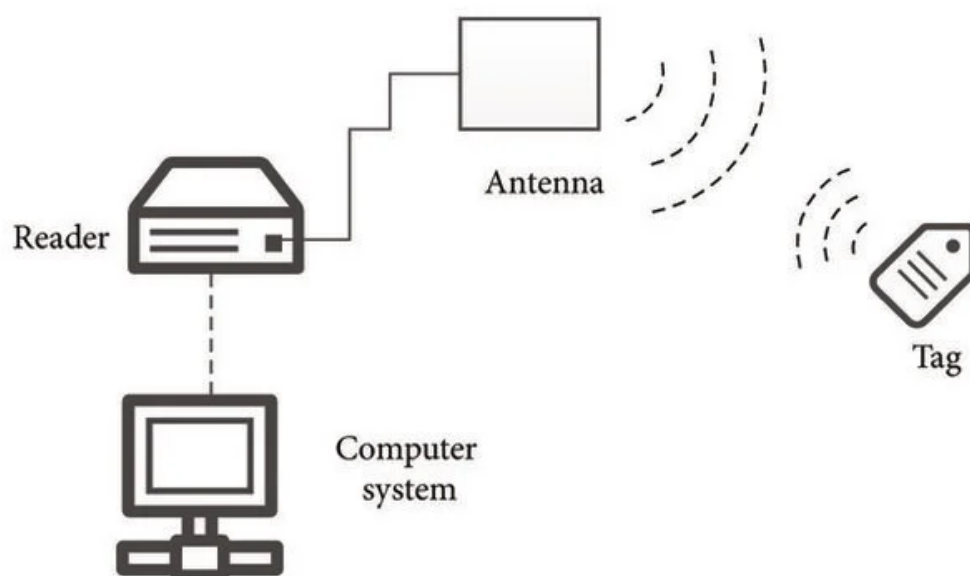
Zdroj: vlastní zpracování podle vyhlášky č. 8/2021 Sb., Katalog odpadů.

Příloha 2 Montáž RFID antén na svozovém vozidle pro identifikaci sběrných nádob



Zdroj: INISOFT, 2023

Příloha 3 Schéma principu fungování RFID systému



Zdroj: Xu et al., 2017

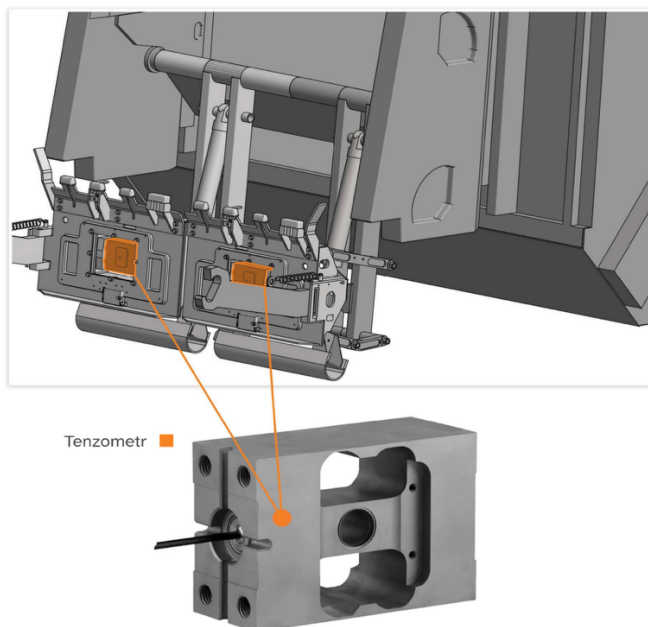
Příloha 4 Ultrazvukový senzor pro monitorování naplněnosti odpadového kontejneru



Zdroj: Sensoneo, 2026

Příloha 5 Instalace systému dynamického vážení na vyklápečí svozového vozidla

Montáž systému dynamického vážení popelnic na děleném vyklápečí



Zdroj: INISOF, 2023