

**Broadband Competence Office,
Česká republika**

**Analýza některých
služeb s přidanou
hodnotou z hlediska
hospodaření obcí**

**Efektivní odpady v rámci
projektů Smart Cities**

Obsah

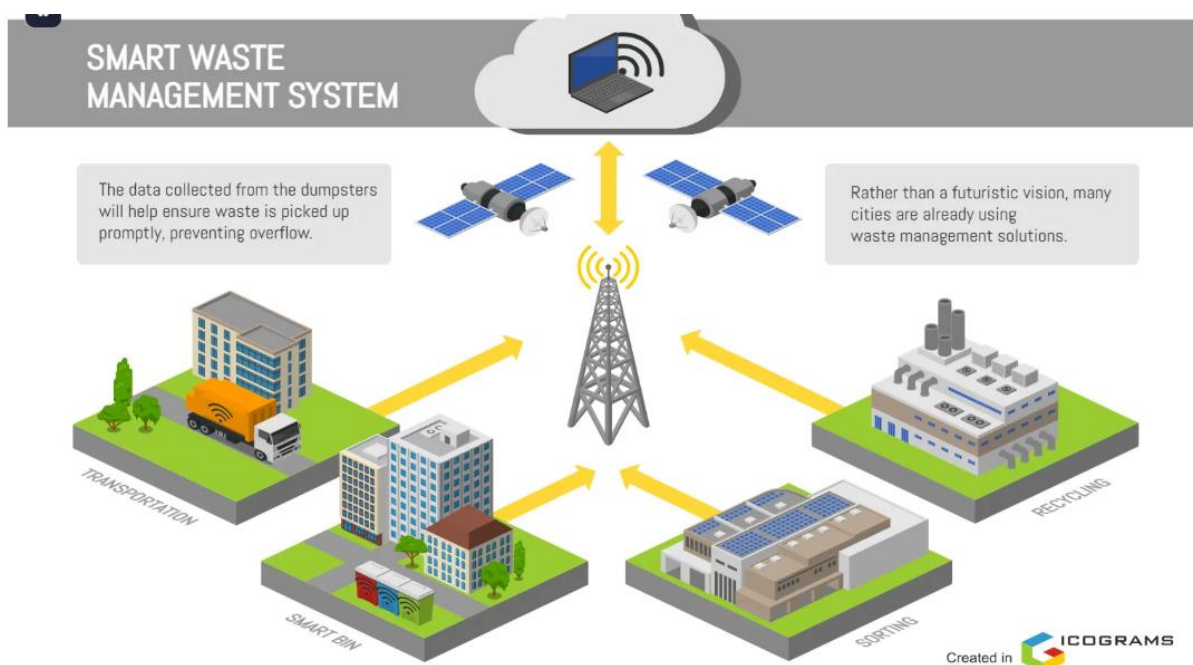
1. Úvod	3
1.1 Význam efektivního odpadového hospodářství pro obec	3
1.2 Úloha digitalizace a vysokorychlostních sítí (VHCN) v odpadovém hospodářství	3
1.3 Cíl analýzy.....	4
2. Výchozí stav v českých obcích	4
2.1 Současná praxe v odpadovém hospodářství	4
2.2 Rozšíření VHCN v obcích a jejich využití v oblasti odpadů.....	5
2.3 Bariéry a omezení rozvoje chytrého odpadového hospodářství	5
3. Možnosti a přínosy chytrého odpadového hospodářství	6
3.1 Přehled digitálních a chytrých řešení pro správu odpadů (např. chytré kontejnery, senzory naplněnosti, optimalizace tras sběru)	6
3.2 Vazba těchto řešení na infrastrukturu VHCN	7
3.3 Hlavní benefity pro obecní rozpočet	7
3.4 Přímé i nepřímé úspory nákladů na svoz a likvidaci odpadu	7
3.5 Ekologické a provozní přínosy (snížení emisí, lepší třídění, zvýšení efektivity).....	8
4. Rizika a potenciální nevýhody implementace	8
4.1 Investiční a implementační náročnost chytrých řešení	8
4.2 Provozní a technologická rizika (např. poruchy senzorů, kybernetická bezpečnost)	8
4.3 Závislost na dodavatelích a technologických platformách.....	9
5. SWOT analýza: Odpadové hospodářství s využitím VHCN v obci	9
5.1 Silné stránky	9
5.2 Slabé stránky	9
5.3 Příležitosti	10
5.4 Hrozby	10
6. Možné finanční a rozpočtové modely pro obec	11
6.1 Varianty financování (dotace, vlastní rozpočet, partnerství veřejného a soukromého sektoru).....	11
6.2 Přímé a dlouhodobé rozpočtové dopady.....	12
6.3 Ukázkový model návratnosti investice (ROI).....	12
7. Příklady z praxe	13
7.1 Inspirační případy z ČR nebo zahraničí (například projekty s nasazením chytrých kontejnerů, optimalizace tras svozu pomocí IoT a VHCN).....	13
7.2 Získané zkušenosti	16
8. Doporučení a další kroky pro obce.....	17

8.1	Jak postupovat při rozhodování o zavedení chytrého odpadového hospodářství	17
8.2	Klíčové milníky v procesu implementace	18
8.3	Na co si dát pozor (např. rizika, organizační úskalí, výběr technologií)	18
8.4	Nepodceňovat roli digitální infrastruktury a její dostupnost!	19
9.	Závěr	19
9.1	Shrnutí klíčových zjištění	19
9.2	Význam VHCN pro budoucnost chytré správy odpadů a efektivní Smart Cities	20
9.3	Trendy a směřování v nejbližších letech	20
9.4	Příležitost pro obce.....	20
9.	Leták pro obce	22
10.	Literatura.....	23

1. Úvod

Správa komunálního odpadu představuje jednu z klíčových úloh měst a obcí. S rostoucím počtem obyvatel, zvyšujícím se množstvím odpadu a požadavky na udržitelnost je nutné hledat nové, efektivnější přístupy k odpadovému hospodářství. Tradiční modely svozu odpadu často narážejí na limity v oblasti efektivity, transparentnosti a nákladů, což má přímý dopad na obecní rozpočty i životní prostředí.

Digitální technologie a rozvoj vysokorychlostních komunikačních sítí (VHCN) otevírají prostor pro zavádění chytrých řešení do praxe. Moderní systémy umožňují sbírat a analyzovat data z provozu v reálném čase – například pomocí chytrých kontejnerů se senzory naplněnosti nebo algoritmů pro optimalizaci tras. Taková řešení nejenže přispívají k optimalizaci nákladů na svoz odpadů, ale také podporují cíle udržitelného rozvoje a zvyšují kvalitu života obyvatel.



1.1 Význam efektivního odpadového hospodářství pro obec

Efektivní odpadové hospodářství je pro moderní obce zásadní oblastí, která ovlivňuje finance, veřejné zdraví i ekologickou stopu obce. Neefektivní systémy svozu znamenají nejen vyšší provozní náklady (například kvůli zbytečným jízdám sběrných vozidel), ale i environmentální dopady v podobě vyšších emisí a neuspokojivé úrovně třídění odpadu. Z dlouhodobého pohledu má chytré nakládání s odpady potenciál podpořit cíle „zelených“ a chytrých měst – zejména v oblasti cirkulární ekonomiky, minimalizace odpadu a posílení odpovědného přístupu obce k životnímu prostředí.

1.2 Úloha digitalizace a vysokorychlostních sítí (VHCN) v odpadovém hospodářství

Digitalizace přináší do odpadového hospodářství zásadní změny. Důležitou roli zde hraje dostupnost spolehlivých a rychlých sítí nové generace (VHCN), které umožňují nasazení chytrých

zařízení (např. senzory v kontejnerech, vážicí systémy v autech, elektronická evidence). Tyto technologie umožňují v reálném čase monitorovat naplněnost nádob, efektivně plánovat svoz na základě skutečné potřeby, optimalizovat trasy a snižovat náklady i ekologickou zátěž. Bez kvalitní přenosové infrastruktury by tato řešení nebyla realizovatelná nebo by jejich provoz byl nespolehlivý a neefektivní.

Podobně jako u jiných služeb s přidanou hodnotou (VAS), spočívá „chytrost“ práce s odpady především ve změně řízení. Ze služeb, které jsou tzv. time-driven, tedy řízené časem (např. odvoz komunálního odpadu každý pátek dopoledne) na služby, které jsou event-driven, tedy řízené událostmi (např. naplnění odpadových nádob).

1.3 Cíl analýzy

Cílem této analýzy je zhodnotit potenciál zavádění chytrých řešení v odpadovém hospodářství na úrovni obcí. Analýza se zaměří na přínosy, limity a rizika této digitalizace, s důrazem na využití sítí VHCN jako nezbytné infrastrukturní základny. Dalším cílem je nabídnout obcím doporučení postupu, identifikovat možné bariéry a navrhnout reálné scénáře rozvoje, které povedou k dlouhodobě udržitelnému a efektivnímu odpadovému hospodářství v souladu s konceptem Smart City.

2. Výchozí stav v českých obcích

2.1 Současná praxe v odpadovém hospodářství

Většina českých obcí zajišťuje sběr a svoz komunálního odpadu prostřednictvím smluvních partnerů nebo vlastních technických služeb. Obvyklá jsou stanoviště kontejnerů na směsný a tříděný odpad, přičemž svoz probíhá zpravidla v pravidelných intervalech bez ohledu na aktuální naplněnost. Ve větších městech již fungují i systémy na sběr bioodpadu, elektroodpadu či nebezpečných složek.

Úroveň třídění odpadu v České republice dlouhodobě roste, ale stále existuje výrazný prostor pro zvýšení efektivity svozu a snížení provozních nákladů. Tradiční přístup ne vždy umožňuje rychle reagovat na změny potřeb obyvatel nebo na sezónní výkyvy v produkci odpadu.

Klíčové charakteristiky současného systému:

- manuální nebo poloautomatizovaná evidence naplněnosti (pokud vůbec),
- pevné svozové trasy s možností zbytečných výjezdů,
- omezená možnost sledování a vyhodnocování dat o provozu,
- jen částečné využití digitálních technologií,
- tlak na snižování nákladů a splnění environmentálních požadavků.



2.2 Rozšíření VHCN v obcích a jejich využití v oblasti odpadů

Na poli rozvoje vysokorychlostních sítí (VHCN), zejména optických sítí nebo moderních mobilních technologií (5G), Česko v posledních letech dosahuje postupného pokroku. Zatímco ve velkých městech je pokrytí solidní, v menších obcích a venkovských regionech dochází k rozšiřování pomaleji. Dostupnost VHCN je však zásadní pro nasazení pokročilých digitálních služeb – včetně chytrého odpadového hospodářství.

V praxi:

- Ve vybraných městech (např. Kolín, Praha) již byly testovány či implementovány pilotní projekty s chytrými kontejnery a optimalizací tras svozu odpadů, které využívají síťové připojení pro komunikaci s centrálními dispečinkami.
- V mnoha obcích je ale stále nasazení těchto technologií omezené právě kvůli slabší VHCN infrastruktuře.
- VHCN umožňuje online přenos dat ze senzorů, monitoring v reálném čase a rychlou odezvu na aktuální situaci – zásadní výhoda oproti tradičním řešením.

2.3 Bariéry a omezení rozvoje chytrého odpadového hospodářství

Zavádění chytrých řešení do odpadového hospodářství narazí na několik typických bariér:

- **Infrastrukturní omezení:** v obcích s horší dostupností VHCN je obtížné nasazovat systémy závislé na rychlém a spolehlivém internetu.
- **Finanční náročnost:** investice do modernizace (senzory, software, datová infrastruktura) mohou být pro menší obce zatěžující.
- **Chybějící personální a technické kapacity:** obce často postrádají zkušenosti a personál schopný spravovat pokročilá digitální řešení.

- **Regulační a organizační překážky:** nejednotný právní rámec, komplikovaná veřejná výběrová řízení nebo neochota změnit zaběhlé postupy.
- **Obavy z kybernetických hrozeb a ztráty kontroly nad daty:** implementace nových technologií přináší zvýšené požadavky na bezpečnost a správu dat.

Tyto bariéry je nutné zohlednit při plánování jakékoli transformace odpadového hospodářství, aby byl proces dlouhodobě udržitelný a přinesl reálné přínosy jak obci, tak jejím obyvatelům.

3. Možnosti a přínosy chytrého odpadového hospodářství

3.1 Přehled digitálních a chytrých řešení pro správu odpadů (např. chytré kontejnery, senzory naplněnosti, optimalizace tras sběru)

Moderní technologie otevírají nové možnosti efektivní správy odpadů v obcích. Mezi klíčová chytrá řešení patří:

- **Chytré kontejnery a jejich senzory:** Speciální senzory měří aktuální naplněnost každého kontejneru a automaticky odesílají informace do centrálního systému. Eliminují tak zbytečné výjezdy a přispívají k optimalizaci svozu.
- **Optimalizace tras svozu pomocí algoritmů:** Systémy plánují trasy svozu na základě aktuální naplněnosti, dopravní situace a provozních požadavků. Výsledkem je snížení počtu najetých kilometrů, úspora paliva a času.
- **Identifikace a monitorování svozových nádob:** RFID čipy nebo QR kódy umožňují sledovat pohyb jednotlivých kontejnerů, evidovat svoz a případné ztráty či poškození.
- **Automatizované vážení odpadu:** Vozidla vybavená vážicími systémy poskytují přesná data o množství odpadu, což umožňuje spravedlivější rozúčtování nákladů na jednotlivé domácnosti nebo firmy.
- **Webové a mobilní aplikace pro občany:** Umožňují nahlásit přeplněné kontejnery, získat informace o svozu či zpětně sledovat svozový kalendář.
- **Analytické nástroje a reporting:** Systémy vyhodnocují dlouhodobé trendy v produkci odpadu, identifikují problematické lokality a navrhují cílená opatření.



3.2 Vazba těchto řešení na infrastrukturu VHCN

Nasazení výše zmíněných chytrých technologií je přímo závislé na dostupnosti spolehlivé a rychlé datové infrastruktury, jakou jsou sítě VHCN:

- **Reálný čas přenosu dat:** Sensory v kontejnerech vyžadují, aby informace o naplněnosti byly dostupné ihned pro efektivní plánování. To umožňuje pouze stabilní a kapacitní síť.
- **Pokrytí celého území obce:** VHCN garantuje i dostupnost služeb v odlehlejších částech obce, kde jinak může být signál slabý.
- **Bezpečný a robustní přenos dat:** Monitoring, automatizace i analytika vyžadují ochranu dat a spolehlivý provoz, což moderní infrastruktura umožňuje.
- **Integrace s dalšími službami Smart City:** Efektivní odpadové hospodářství je často propojeno s dalšími městskými systémy, jako je například doprava či energetika, a potřebuje rychlé sdílení dat v rámci celé digitální infrastruktury obce.

3.3 Hlavní benefity pro obecní rozpočet

Implementace chytrého odpadového hospodářství přináší významné finanční úspory a další rozpočtové výhody:

- **Snížení provozních nákladů:** Menší počet jízd sběrných vozidel znamená nižší spotřebu paliva a méně opotřebení vozového parku.
- **Úspora personálních nákladů:** Lepší plánování tras znamená méně přesčasů a nižší potřebu pracovní síly.
- **Možnost získání dotací:** Investice do chytré infrastruktury lze často financovat z dotačních titulů zaměřených na digitalizaci či ekologii.
- **Lepší plánování investic:** Přesná data o odpadu umožňují efektivnější plánování obnovy techniky i rozpočtování na další období.

3.4 Přímé i nepřímé úspory nákladů na svoz a likvidaci odpadu

Přímé úspory:

- Nižší náklady na palivo a provoz vozidel.
- Snížení servisních a údržbových nákladů.
- Méně zbytečných výjezdů.

Nepřímé úspory:

- Snížení environmentálních poplatků a rizika sankcí díky lepšímu třídění a snížení směsného odpadu.
- Menší pracovní zátěž zaměstnanců a nižší nemocnost.
- Dlouhodobě vyšší spokojenost obyvatel a lepší image obce, což může ovlivnit příjmy z daní a dotací.

3.5 Ekologické a provozní přínosy (snížení emisí, lepší třídění, zvýšení efektivity)

- **Snížení emisí CO₂ a dalších polutantů** díky efektivnější logistice a omezení nadbytečných jízd.
- **Lepší míra třídění odpadu** – včasný svoz zabraňuje přeplnění kontejnerů a podporuje správné rozdělení odpadu.
- **Rychlá reakce na problémy** (např. přeplnění, porucha nádoby) díky online monitoringu.
- **Možnost prediktivní údržby** – senzory upozorňují na netypické chování kontejnerů (např. mechanické poškození nebo požár), což zkracuje reakční dobu a snižuje škody.
- **Podpora cirkulární ekonomiky** – přesné analytické údaje poskytují podklady pro další rozvoj recyklačních a preventivních programů.
- **Zvýšení celkové efektivity provozu a komfortu obyvatel**, kteří mají k dispozici moderní a transparentní službu.

4. Rizika a potenciální nevýhody implementace

Zavádění chytrého odpadového hospodářství přináší řadu potenciálních rizik a nevýhod, které je nutné ještě před samotnou implementací pečlivě zvážit. Hlavními oblastmi jsou vysoké investiční nároky, provozní a technologická rizika a dlouhodobá závislost na dodavatelích či konkrétních technologiích.

4.1 Investiční a implementační náročnost chytrých řešení

- **Vysoké vstupní investice:** Pořízení a instalace chytrých kontejnerů se senzory, napojení na VHCN a nákup potřebného softwaru vyžadují výrazné počáteční finanční prostředky.
- **Skryté náklady:** Kromě přímých výdajů je nutné počítat i s náklady na školení personálu, integraci nových systémů do stávajících procesů, případné upgrady nebo údržbu infrastruktury.
- **Dlouhodobá návratnost:** Přínosy se projeví často až ve střednědobém či dlouhodobém horizontu, což může představovat problém zejména pro menší obce s omezeným rozpočtem.
- **Srovnání s tradičním svozem:** Tradiční modely svozu jsou známé a předvídatelné z hlediska nákladů, zatímco investice do chytrých řešení přinášejí vyšší nejistotu, zejména bez komplexní analýzy návratnosti.

4.2 Provozní a technologická rizika (např. poruchy senzorů, kybernetická bezpečnost)

- **Poruchovost a spolehlivost senzorů:** Chytré kontejnery a jejich technické prvky jsou vystaveny vnějším vlivům (počasí, vandalismus, znečištění), což může negativně ovlivnit jejich životnost a spolehlivost.
- **Kybernetická bezpečnost:** Propojení zařízení přes VHCN znamená vyšší nároky na zabezpečení dat a ochranu systémů proti kyberútokům či neoprávněným zásahům.

- **Závislost na datech a jejich správě:** Efektivní provoz je založen na správnosti a dostupnosti dat – jejich výpadek, nekonzistence či ztráta může vést k narušení služeb.
- **Problémy s interoperabilitou:** Různé technologie a platformy nemusí být mezi sebou plně kompatibilní, což může komplikovat integraci do stávajících systémů obce.
- **Přetížení informacemi:** Velký objem dat z různých zařízení vyžaduje pečlivou správu a schopnost efektivní analýzy, což může být pro menší samosprávy náročné.

4.3 Závislost na dodavatelích a technologických platformách

- **Riziko „vendor lock-in“:** Nasazení konkrétního systému nebo platformy může znamenat dlouhodobou závislost na jednom dodavateli, což omezuje flexibilitu při změně požadavků nebo při výběru služeb.
- **Rychlé zastarávání technologií:** Dynamický vývoj v oblasti digitálních technologií může způsobit, že investované řešení brzy zastará a bude nutná další investice do modernizace.
- **Správa a vlastnictví dat:** Klíčovým tématem je kontrola a bezpečné uchovávání dat, která mohou být uložena mimo obec (například v cloudu dodavatele), což může přinášet obavy o dostupnost, bezpečnost i legislativní soulad.
- **Omezené možnosti přizpůsobení:** Pokud obec využívá „uzavřená“ řešení, je často složité rozšiřovat nebo nastavovat nové funkce podle aktuálních potřeb.

5. SWOT analýza: Odpadové hospodářství s využitím VHCN v obci

5.1 Silné stránky

- **Zlepšení efektivity a snížení nákladů**

Chytrá řešení na bázi dat zrychlují reakci na skutečnou potřebu svozu, což eliminuje zbytečné jízdy a snižuje výdaje na provoz.
- **Okamžitý přístup ke klíčovým datům**

Přes VHCN lze v reálném čase monitorovat naplněnost kontejnerů a stav sběrových míst, což zvyšuje transparentnost i kontrolu nad provozem.
- **Podpora udržitelnosti a ekologie**

Efektivnější svoz znamená méně emisí, úsporu paliv a lepší předpoklady pro kvalitní třídění odpadu.
- **Zvýšení spokojenosti obyvatel**

Rychlejší reakce na přeplněné nádoby, minimalizace zápachu nebo znečištění, možnost zapojení veřejnosti přes mobilní aplikace.

5.2 Slabé stránky

- **Vysoké počáteční investiční náklady**

Pořízení a implementace chytré infrastruktury může být finančně náročná, zejména pro menší obce.

- **Závislost na dostupnosti kvalitní VHCN infrastruktury**

Tam, kde není adekvátní pokrytí, není možné plně využít potenciál chytrých řešení.

- **Technologická složitost a potřebná odbornost**

Pro správu nových systémů je třeba školený personál a nové kompetence, což může být problém při omezených kapacitách.

- **Potenciální problémy s interoperabilitou**

Nesoulad různých technologií může zvyšovat náklady i složitost celého systému.

5.3 Příležitosti

- **Možnost získání dotačních prostředků a partnerství**

Evropské a národní fondy podporují digitalizaci a ekoinovace, což sníží zátěž pro obecní rozpočty.

- **Rozvoj dalších Smart City služeb**

VHCN umožní integrovat odpadové hospodářství s dalšími oblastmi – mobilita, bezpečnost, energetika.

- **Zlepšení komunikace s občany a transparentnosti**

Digitální řešení umožňují veřejnosti aktivně se zapojit do systému a přispět ke změně návyků.

- **Rychlejší reakce na legislativní i společenské změny**

Adaptabilita systému umožňuje snadněji reagovat na nové ekologické či právní požadavky.

5.4 Hrozby

- **Kybernetická a datová rizika**

Vyšší míra digitalizace zvyšuje riziko útoků na infrastrukturu a ohrožení osobních dat.

- **Riziko zastarávání technologií**

Rychlý vývoj IT znamená nebezpečí, že investovaná řešení budou během několika let morálně zastaralá.

- **Regulační a právní omezení**

Nové předpisy nebo změny v ochraně dat mohou komplikovat provoz a zvyšovat náklady.

- **Zpoždění nebo omezení rozvoje VHCN**

Problémy s výstavbou sítí mohou zabránit rychlé implementaci nebo limitovat rozšíření chytrých řešení na celém území obce.



SWOT analýza ukazuje, že implementace chytrého odpadového hospodářství s využitím VHCN přináší řadu významných výhod pro obecní správu, občany i životní prostředí. Úspěšný rozvoj však vyžaduje nejen kvalitní fyzickou a digitální infrastrukturu, ale i promyšlené řízení rizik a dlouhodobou strategii. Klíčem k úspěchu jsou cílené investice, otevřenost novým technologiím a aktivní hledání synergií s dalšími oblastmi chytré samosprávy.

6. Možné finanční a rozpočtové modely pro obec

Úspěšná implementace chytrého odpadového hospodářství je podmíněna nejen technologickými řešeními a infrastrukturou, ale zejména reálnými možnostmi financování a pochopením dlouhodobého dopadu na obecní rozpočet. Ukážeme si některé možné varianty financování, rozpočtové dopady a model návratnosti investice.

6.1 Varianty financování (dotace, vlastní rozpočet, partnerství veřejného a soukromého sektoru)

- **Evropské a státní dotace**

Možné využít například Modernizační fond, Operační program Životní prostředí (OPŽP), Integrovaný regionální operační program (IROP) nebo některé specifické výzvy zaměřené na digitalizaci a Smart City.

Výhodou je možnost významné spolufinancování, nevýhodou složitost administrace a dlouhá doba schvalování.

- **Vlastní obecní rozpočet**

Výstavba a provoz mohou být hrazeny přímo z rozpočtu obce. Výhodou je rychlost rozhodnutí a větší kontrola nad projektem, nevýhodou pak možná zátěž pro financování jiných priorit.

- **Partnerství veřejného a soukromého sektoru (PPP projekty)**

Soukromá firma může investici zrealizovat a provozovat systém po určitou dobu za jasně definovaných podmínek. Obec platí službu formou poplatků nebo sdílení úspor.

- **Zelené nebo municipální dluhopisy**

Některá města vydávají tzv. zelené dluhopisy na financování ekologických projektů. Je to varianta vhodná převážně pro větší samosprávy s přístupem na finanční trh.

- **Leasing a pronájem technologií**

Leasing chytrých kontejnerů, senzorů či svozových vozidel minimalizuje počáteční investici a rozkládá platby do delšího období.

Podobně jako v dalších analýzách, i zde bychom rádi upozornili na výhody, které může přinést SYNERGIE jednotlivých služeb s přidanou hodnotou.

Služby s přidanou hodnotou, postavené na vysokorychlostních a vysokokapacitních sítích jsou službami, které přináší (nebo mohou přinášet) skutečnou hodnotu. Samotné sítě mohou být pro jejich provozovatele málo atraktivní, což zvláště u menších obcí bude dáno hustotou obyvatel a ekonomických subjektů (potenciálních zákazníků). Služby s přidanou hodnotou jsem témy, které mohou výrazně měnit vyváženost CENY a HODNOTY.

6.2 Přímé a dlouhodobé rozpočtové dopady

Přímé dopady:

- Počáteční investice do technologií, instalace a zaškolení personálu.
- Pravidelné náklady na správu systému, software a servis.

Dlouhodobé dopady:

- **Úspory na provozních nákladech:** Nižší výdaje za palivo a údržbu vozového parku díky optimalizaci tras.
- **Snížení četnosti výjezdů:** Méně najetých kilometrů, menší opotřebení techniky.
- **Lepší evidence a transparentní rozúčtování nákladů:** Přesná data umožní férovější rozdělení nákladů mezi domácnosti/firmy.
- **Snížení rizika pokut:** Efektivní třídění a kontrola snižuje riziko sankcí za nedodržení legislativních limitů.
- **Možný nárůst spokojenosti obyvatel:** Přispívá ke zvýšení kvality života, což může mít pozitivní dopad na příjmy z daní.

6.3 Ukázkový model návratnosti investice (ROI)

Níže je uveden zjednodušený model návratnosti investice, který může sloužit jako orientační příklad pro menší obec (vstupní hodnoty lze upravit podle konkrétních podmínek):

Tabulka

Položka	Investice (tis. Kč)	Rok 1 (tis Kč)	Rok 2 (tis Kč)	Rok 3 (tis Kč)	Rok 4 (tis Kč)	Rok 5 (tis Kč)	Poznámka
Počáteční investice (senzory, systém)	2 000						Investice
Provoz a správa systému		250	250	250	250	250	
Odhadovaná úspora na provozu		600	600	600	600	600	
Odhadovaná úspora na pokutách		100	100	100	100	100	
Celkové roční úspory		700	700	700	700	700	
Roční CashFlow	-2 000	450	450	450	450	450	
Kumulované CashFlow	-2 000	-1 550	-1 100	-650	-200	250	

Výpočet návratnosti investice:

- **Čistá roční úspora:** 700 000 Kč (úspory) – 250 000 Kč (provoz) = **450 000 Kč**
- **Doba návratnosti:** 2 000 000 Kč ÷ 450 000 Kč ≈ **4,4 roku**
- **Celkové přínosy** (za 10 let):
 - Úspory 7 000 000 Kč (při stejném trendu)
 - Bez přičtení přínosů z vyšší spokojenosti obyvatel či environmentálních benefitů

Poznámka: Pro detailnější finanční analýzu je vhodné zohlednit i inflaci, možné dotační příjmy, respektive další provozní komplikace.

Obce mají k dispozici více možností financování chytrých řešení v odpadovém hospodářství. Klíčové je vždy transparentně vyhodnotit reálnou návratnost investice včetně nepřímých dopadů na rozpočet, provoz i kvalitu života obyvatel. Efektivní využití VHCN přitom snižuje provozní náklady a zvyšuje efekt přijatých opatření.

7. Příklady z praxe

Praktické zkušenosti z českých i zahraničních měst ukazují, že zavádění chytrého odpadového hospodářství přináší reálné úspory i zlepšení služeb pro občany, ale také řadu provozních i organizačních výzev. Tyto příklady mohou být inspirací i poučením pro ostatní obce.

7.1 Inspirativní případy z ČR nebo zahraničí (například projekty s nasazením chytrých kontejnerů, optimalizace tras svozu pomocí IoT a VHCN)

Praha

- **Podzemní kontejnery s IoT senzory:**

Praha provozuje více než 420 podzemních kontejnerů vybavených ultrazvukovými senzory, které sledují naplněnost, přetížení i teplotu (požární prevenci). Data jsou přenášena do cloudového systému, kde se vyhodnocuje vytíženost a plánují svozové trasy. Systém umožňuje optimalizovat četnost i trasu svozu, což vede k úsporám pohonných hmot, času

i peněz. Město plánuje rozšíření systému včetně aplikací pro řidiče a občany, kteří budou moci zjistit stav nejbližší nádoby v reálném čase. Projekt byl oceněn v soutěži Chytrá města 2019 a Komunální projekt roku 2023.

- **Kompresní odpadkové nádoby Bigbelly:**

Tyto solární koše mají kapacitu 120 litrů a díky kompresní jednotce až 4× zvýší objem oproti běžnému koši. Koše komunikují přes SIM kartu s cloudovým dispečinkem, který analyzuje a optimalizuje svoz. Výsledkem je až 80 % snížení počtu svozů a 60 % snížení počtu košů v ulicích. Bigbelly umožňuje i třídění odpadu přímo na ulicích.

- **Chytrý svoz odpadu s AI:**

Nově Praha testuje zapojení umělé inteligence do systému. AI bude analyzovat data ze senzorů, navrhnout optimální frekvence a trasy svozu a tím dále zvyšovat efektivitu a snižovat náklady.

Nový Jičín

- **Elektronický evidenční systém s QR kódy:**

Každá nádoba na odpad (popelnice, kontejner) je označena unikátním QR kódem. Mobilní terminály při svozu načítají kódy a evidují množství odpadu. Systém poskytuje detailní přehled o naplněnosti, četnosti svozů a umožňuje optimalizaci tras. Město má přesná data pro plánování i kontrolu svozové firmy. Systém lze rozšířit o motivační programy pro občany, například slevy za lepší třídění.

- **Door-to-door systém tříděného sběru:**

Nový Jičín zavedl systém sběru tříděných odpadů přímo od domu. Každá domácnost dostává nádobu na plasty a kovy, která je svázena přímo od domu. Systém je pohodlnější, stabilnější než pytle a motivuje k většímu třídění. Cílem je snížit množství směsného odpadu a reagovat na zpřísnující legislativu.

Trojanovice

- **Systém ECONIT s QR kódy a motivačním programem:**

Obec používá od roku 2009 systém ECONIT, kde jsou pytle na tříděný odpad označeny unikátními kódy. Po svozu je každý pytel zvážen a zaevidován. Občané mají přístup k údajům o svém odpadu online a získávají body za třídění, které se promítají do slevy na poplatku za odpad (až 15 Kč za pytel, nejlepší třídiči mohou platit i nulu). Systém motivuje k vyšší míře třídění, která dosahuje až 80 %. Obec díky tomu výrazně snížila množství směsného odpadu a zvýšila příjmy z prodeje vytříděných surovin⁷.

Hlavní přínosy projektů v ČR:

- Snížení provozních nákladů díky omezení „zbytečných“ výjezdů
- Rychlejší reakce na problémy (např. přeplnění, poškození nádoby)
- Přesnější přehled o skutečné produkci odpadu v jednotlivých lokalitách

- Zvýšení motivace občanů ke třídění díky férovějšímu rozúčtování nákladů

Barcelona

Barcelona patří mezi evropské lídry v oblasti chytrého odpadového hospodářství díky dlouhodobým investicím do technologií a inovací. Klíčové prvky:

- **Pneumatický systém sběru odpadu (Envac):**

Město provozuje největší síť podzemních pneumatických sběrných stanic v Evropě, pokrývající cca 200 000 obyvatel. Odpady jsou vhazovány do chytrých vstupních šachet (nově modernizovaných s větší kapacitou a ergonomií) a následně automaticky odsávány podzemními trubkami do centrální sběrné stanice. Tento systém snižuje zápach, hluk i dopravní zátěž, umožňuje monitoring v reálném čase a optimalizuje svoz.

- **IoT senzory a data:**

Město využívá senzory pro sledování naplněnosti košů, které umožňují optimalizaci svozu na základě aktuálních dat. Systém je součástí širší strategie Smart City Barcelona, která zahrnuje i další oblasti (osvětlení, doprava, voda).

- **Door-to-door tříděný sběr:**

Od roku 2023 se rozšiřuje systém door-to-door sběru tříděného odpadu, který v pilotních částech zvýšil míru třídění z 30 % na 70 % během několika dní¹⁵.

- **Energetické využití odpadu:**

Část odpadu je využívána k výrobě tepla pro městské systémy vytápění.

Singapur

Singapur je globálním lídrem v efektivitě a inovacích v odpadovém hospodářství, zejména díky omezenému prostoru a vysoké hustotě obyvatelstva:

- **Pneumatické systémy a centralizovaný sběr:**

V mnoha obytných a komerčních čtvrtích jsou instalovány podzemní pneumatické systémy, které odpad automaticky přepravují potrubím do centrálních sběrných míst. To zásadně snižuje potřebu tradičních svozových vozů, emise i zápach.

- **Chytré senzory a automatizace:**

Senzory v kontejnerech a koších monitorují naplněnost a umožňují optimalizaci svozu. Například chytré koše Bigbelly s interním lisem a solárním napájením jsou nasazeny v průmyslových parcích a automaticky hlásí plnost obsluze přes mobilní síť, což zkrátilo čas svozu až o 80 %.

- **AI a edukace:**

Projekty jako BINgo využívají AI a IoT pro rozpoznávání recyklovatelných materiálů a edukaci uživatelů přímo při vkládání odpadu do koše.

- **Waste-to-Energy (WTE):**

Velká část nerecyklovatelného odpadu je energeticky využita v moderních spalovnách, které vyrábějí elektřinu. Do roku 2030 chce Singapur zvýšit recyklaci na 70 % a snížit množství odpadu na skládce o 30 %.

Amsterdam

Amsterdam je průkopníkem v zavádění chytrých technologií pro odpadové hospodářství:

- **Podzemní kontejnery s RFID:**

Většina čtvrtí využívá podzemní kontejnery, do kterých obyvatelé vhazují tříděný odpad. V některých částech jsou kontejnery vybaveny RFID čtečkami – obyvatelé mají přístupové karty pro vřazování odpadu, což umožňuje přesnou evidenci a motivaci k třídění.

- **Senzory a optimalizace svozu:**

Senzory v kontejnerech sledují naplněnost, data jsou využívána pro plánování tras svozu, což snižuje zbytečné jízdy a náklady. Systémy jako Mr. Fill využívají solární energii a interní lis, čímž zvyšují kapacitu a snižují četnost svozu až o 75 %.

- **AI pro monitoring veřejného prostoru:**

Amsterdam získal ocenění GO SMART Award 2021 za AI systém, který pomocí kamer a strojového učení automaticky detekuje odhozený odpad na ulicích. Systém v reálném čase sdílí informace s městskými službami, což umožňuje rychlý zásah a zvyšuje čistotu města.

- **Smart biowaste bins:**

Nové chytré koše (např. od startupu Spore) identifikují kontaminaci bioodpadu a monitorují naplněnost, čímž zvyšují efektivitu svozu a pomáhají plnit legislativní požadavky na třídění.

7.2 Získané zkušenosti

Na základě výše uvedených případů lze shrnout několik klíčových principů pro úspěšné zavedení chytrého odpadového hospodářství:

- **Postupné pilotní ověřování:** Testování na malé části území s postupnou expanzí na základě skutečných výsledků.
- **Dostupnost silné digitální infrastruktury:** Spolehlivé VHCN jsou základním předpokladem pro stabilitu a efektivitu systému.
- **Spolupráce s občany:** Zapojení veřejnosti do systému (například možností nahlásit přeplněný kontejner, přístup ke statistikám) zvyšuje přijetí nových řešení a motivaci k lepšímu třídění.
- **Hybridní řešení:** Kombinace pevných i mobilních sítí, různých technologií podle lokálních podmínek.

- **Důraz na kybernetickou bezpečnost, správu dat a škálovatelnost:** Systémy musí být nejen funkční, ale i bezpečné a připravené na budoucí rozvoj či integraci s dalšími službami města.

Příkladové projekty v ČR i zahraničí prokazují, že digitalizace a kvalitní síťová infrastruktura jsou klíčem k dlouhodobě efektivní a udržitelné správě komunálního odpadu. Dobrymi kroky jsou pilotní testování, aktivní komunikace s občany a plánování rozvoje Smart City služeb tak, aby přinášely



8. Doporučení a další kroky pro obce

Zavedení chytrého odpadového hospodářství představuje pro obec významnou investici i organizační změnu. Úspěch závisí na systematickém přístupu, zapojení relevantních aktérů a pečlivém plánování. Následující doporučení a kroky mohou posloužit jako návod pro efektivní implementaci.

8.1 Jak postupovat při rozhodování o zavedení chytrého odpadového hospodářství

- **Zhodnocení výchozího stavu:**

Proveďte analýzu současného odpadového hospodářství – jeho efektivity, nákladovosti a provozních problémů.

- **Stanovení cílů a priorit:**

Určete, čeho chce obec zavedením chytrých řešení dosáhnout (např. snížení nákladů, zlepšení třídění, ekologické cíle, zvýšení komfortu obyvatel).

- **Zapojení stakeholderů:**

Aktivně zapojte technické služby, samosprávu i veřejnost do přípravy a komunikace projektu.

- **Ověření dostupnosti digitální infrastruktury:**

Prozkoumejte možnosti připojení k VHCN a případnou nutnost rozšíření infrastruktury.

- **Zpracování předběžné studie proveditelnosti:**

Vyhodnoťte ekonomickou návratnost, technickou proveditelnost a možná rizika.

- **Využití inspirace z dobré praxe:**

Seznamte se s úspěšnými projekty v ČR nebo zahraničí a vycházejte z osvědčených postupů.

8.2 Klíčové milníky v procesu implementace

1. **Zpracování projektového záměru a schválení základní strategie.**

2. **Výběr vhodných technologií a dodavatelů** (otevřeným výběrovým řízením).

3. **Zajištění financování projektu** (vyhledání dotačních titulů, příprava rozpočtu, případně uzavření partnerství).

4. **Pilotní ověření v části obce:**

Spusťte malý pilotní projekt pro ověření technologie a procesů.

5. **Vyhodnocení pilotu a případná úprava projektu** na základě reálných výsledků i zpětné vazby.

6. **Postupné rozšíření projektu na další části obce.**

7. **Školení pracovníků a informační kampaň pro veřejnost.**

8. **Zavedení rutinního provozu a průběžný monitoring – sběr dat, analýza výsledků a pravidelné vyhodnocování.**

8.3 Na co si dát pozor (např. rizika, organizační úskalí, výběr technologií)

- **Podcenění provozních a technologických rizik:**

Myslete na pravidelnou údržbu, kybernetickou bezpečnost i krizové scénáře vyplývající z výpadků systémů.

- **Nerealistická očekávání:**

Nečekejte okamžitý finanční efekt, návratnost investice je většinou střednědobá až dlouhodobá.

- **Vazba na konkrétního dodavatele ("vendor lock-in"):**

Smluvně si zajistěte vlastnictví a kompatibilitu dat, možnosti napojení dalších technologických řešení a flexibilitu při změně poskytovatele.

- **Kvalita veřejné komunikace:**

Nedostatečná komunikace s veřejností může vést ke špatné přijatelnosti nového systému, nepochopení výhod či zvýšení počtu stížností.

- **Compliance a soulad s legislativou:**

Dbejte na ochranu osobních údajů, kybernetickou bezpečnost a splnění všech zákonných povinností.

8.4 Nepodceňovat roli digitální infrastruktury a její dostupnost!

- **Digitální infrastruktura je klíčem k úspěchu:**

Kvalitní VHCN je nezbytná pro spolehlivý provoz senzorických a datových systémů.

- **Provedte audit a včas řešte slabá místa pokrytí:**

Plánujte rozvoj pokrytí ve spolupráci s poskytovateli telekomunikačních služeb.

- **Myslete na škálovatelnost:**

Zvolte řešení, která je možné rozšířit i na další služby (doprava, energetika, komunikace s občany).

- **Integrace s dalšími Smart City službami:**

Zapojte odpadové hospodářství do širšího konceptu digitálně řízené a datově řízené obce.

Pečlivý a systematický postup při rozhodování a implementaci výrazně zvyšuje šanci na úspěch projektu. Důkladná příprava, postupné pilotování, kvalitní digitální infrastruktura a zapojení relevantních aktérů jsou základními stavebními kameny pro dlouhodobě efektivní a udržitelné chytré odpadové hospodářství v obci.

Poznámka: Služby s přidanou hodnotou jsou ovšem službami, které mohou na svém počátku představovat poměrně velkou investici. Přesto není vysloveně nutné budovat v rámci jednoho kroku, jako služby „na klíč“. Velice důležité je, aby pro takové služby bylo pochopení a „společenská“ objednávka obyvatel a případně i dalších subjektů na území obce.

Projekt BCO má mezi svými úkoly i popularizační a osvětovou činnost. Tak, aby obce, kterých se takové možnosti týkají, měli dostatek informací a času na vytvoření vlastního názoru a na vytvoření vlastních cílů v této oblasti. A na to, aby všichni mohli dojít k přesvědčení, že bez moderních technologií (mějme na mysli síť VHCN) to prostě nejde.

9. Závěr

Implementace chytrého odpadového hospodářství s využitím VHCN přináší českým obcím jasné benefity – úspory, vyšší efektivitu provozu, ekologický přínos i zvýšení komfortu obyvatel. Cesta k této transformaci je však spojena s potřebou strategického plánování, překonávání překážek a neustálé adaptace na nové výzvy.

9.1 Shrnutí klíčových zjištění

- **Smart řešení nejsou otázkou budoucnosti, ale současnosti:**

Příklady z českých i zahraničních měst dokazují, že digitalizace odpadového hospodářství je realistická i pro menší samosprávy.

- **Kvalitní VHCN je nezbytným předpokladem:**

Bez stabilní digitální infrastruktury není možné spolehlivě provozovat chytrá zařízení ani datovou analytiku.

- **Ekonomický a environmentální efekt je měřitelný:**

Úspory na provozních nákladech, snížení emisí a lepší třídění odpadu přinášejí hmatatelné výsledky.

- **Úspěch závisí na důsledném řízení rizik a plánování:**

Důraz na bezpečnost, interoperabilitu, otevřenost systému a školení personálu podmiňují bezproblémový provoz.

9.2 Význam VHCN pro budoucnost chytré správy odpadů a efektivní Smart Cities

- **Zajištění financování:**

Aktivní vyhledávání dotačních titulů a partnerských projektů urychlí a zlevní implementaci.

- **Vzdělávání a informovanost:**

Investice do školení zaměstnanců i informování veřejnosti zásadně podporuje přijetí nových řešení.

- **Zapojení občanů a transparentnost:**

Komunikace přínosů a možnost zpětné vazby zvyšují úspěšnost a efektivitu projektu.

- **Důraz na kyberbezpečnost:**

Včasná prevence hrozeb a správná správa dat chrání systém před vnějšími i vnitřními riziky.

9.3 Trendy a směřování v nejbližších letech

- **Propojování s dalšími Smart City oblastmi:**

Integrace odpadového hospodářství s dopravou, energetikou či krizovým řízením přinese ještě větší synergii a úspory.

- **Rozvoj prediktivní analýzy a automatizace:**

Budoucnost je v chytrých systémech, které umí samy předvídat poruchy, plánovat servis a připomínat potřebu intervence.

- **Flexibilita a škálovatelnost řešení:**

Výběr technologií by měl vždy umožňovat budoucí rozšiřování, ať už v rámci obce, nebo v rámci regionálních partnerství.

9.4 Příležitost pro obce

Chytré odpadové hospodářství s využitím VHCN není pouze o moderních technologiích – je to o změně uvažování, dlouhodobé strategii a odvaze inovovat. Klíčem je nebát se začít, postupovat

po dílčích krocích, aktivně vyhodnocovat výsledky a být otevřený inspiraci zvenčí. Obce, které začnou včas a s rozmyslem, si zajistí lepší kvalitu života svých obyvatel i udržitelný rozvoj do budoucna.

Budoucnost komunálního odpadového hospodářství je neodmyslitelně spjata s digitalizací a kvalitní infrastrukturou. Každá obec má možnost začít postupně, testovat pilotní projekty a inspirovat se těmi, kteří už na této cestě uspěli. Odvaha ke změně a důraz na dlouhodobou udržitelnost budou tou nejlepší investicí do budoucnosti obce i jejích obyvatel.

9. Leták pro obce

Chytré odpadové hospodářství v obci

Proč modernizovat odpadové hospodářství?

- **Rostoucí množství odpadu** a tlak na udržitelnost kladou na obce nové nároky.
- Tradiční svoz (pevné trasy, manuální evidence) je neefektivní, zvyšuje náklady i ekologickou zátěž.
- Digitální technologie a vysokorychlostní síť (VHCN) umožňují zavádět *chytrá řešení* – senzory v kontejnerech, optimalizace tras, online monitoring.

Hlavní přínosy pro obec

- **Snížení nákladů:** méně zbytečných výjezdů, úspora paliva, nižší opotřebení techniky.
- **Lepší plánování:** přesná data pro rozpočty i investice, možnost spravedlivějšího rozúčtování nákladů.
- **Ekologický efekt:** méně emisí CO₂, lepší třídění, rychlá reakce na přeplněné nádoby.
- **Vyšší spokojenost občanů:** moderní služby, možnost zapojení veřejnosti přes aplikace.

Jaká chytrá řešení lze využít?

- **Senzory naplněnosti** v kontejnerech (automatické hlášení, plánování svozu dle potřeby)
- **Optimalizace tras** svozu pomocí algoritmů (nižší náklady, méně emisí)
- **Identifikace nádob** (RFID/QR kódy, přesná evidence)
- **Vážení odpadu** na svozových vozech (férové poplatky)
- **Aplikace pro občany** (hlášení přeplnění, informace o svozu)
- **Analytika a reporting** (dlouhodobé trendy, cílená opatření).



Inspirace z praxe

- **Praha:** podzemní kontejnery se senzory, AI pro optimalizaci tras, solární kompresní koše Bigbelly (úspora až 80 % svozu)
- **Nový Jičín:** elektronická evidence, door-to-door třídění, motivační programy pro občany
- **Barcelona, Amsterdam, Singapur:** podzemní pneumatické systémy, IoT senzory, automatizace, AI pro monitoring.

10. Literatura

1. IoT a chytrý management odpadu. IoTPort.
<https://www.iotport.cz/iot-a-chytry-management-odpadu>
2. Praha chce zapojit umělou inteligenci do projektu Chytrý svoz odpadu. BusinessInfo.cz.
<https://www.businessinfo.cz/clanky/praha-chce-zapojit-umelou-inteligenci-do-projektu-chytry-svoz-odpadu-vyuzije-pracoviste-cvut-zamerene-na-digitalni-inovace/>
3. Když koš je plný, aneb Smart City a kompresní odpadkové nádoby Bigbelly Solar. TZB-info.
<https://www.tzb-info.cz/fm-sluzby/16169-kdyz-kos-je-plny-aneb-smart-city-a-kompresni-odpadkove-nadoby-bigbelly-solar>
4. Chytré odpadové hospodářství pomocí platformy Sensoneo Digital Waste Management. HW.cz.
<https://automatizace.hw.cz/chytre-odpadove-hospodarstvi-pomoci-platformy-sensoneo-digital-waste-management.html>
5. Nový Jičín zavádí chytrý systém nakládání s odpady. Meneodpadu.cz.
<https://www.meneodpadu.cz/novy-jicin-zavadi-chytry-system-nakladani-s-odpady/>
6. Systém, který sleduje stav odpadu a vrací obcím peníze. TZB-info.
<https://www.tzb-info.cz/fm-sluzby/15054-system-ktery-sleduje-stav-odpadu-a-vraci-obcim-penize>
7. Systém, který sleduje stav odpadu a vrací obcím peníze. Zajímej.se.
<https://zajimej.se/system-ktery-sleduje-stav-odpadu-a-vraci-obcim-penize/>
8. Chytrý svoz odpadu. Smart Prague.
<https://smartprague.eu/projekty/chytry-svoz-odpadu>
9. Nový Jičín se rozhodl zavést door to door systém. Komunální ekologie.
<https://www.komunalniekologie.cz/info/novy-jicin-rozhodl-zavest-door-to-door-system-reaguje-tim-na-novou-odpadovou-legislativu>
10. Jak může vypadat chytré odpadové hospodářství? IMS FSV UK.
<https://ims.fsv.cuni.cz/jak-muze-vypadat-chytre-odpadove-hospodarstvi>
11. Nádoby a QR kódy – Eko Web Nový Jičín.
<https://ekoweb.novyjicin.cz/odpady/smesny-komunalni-odpad/nadoby-a-qr-kody/>

Barcelona

1. Barcelona City Council. Urban Ecology. Environment and Urban Services. (2021). **Barcelona Zero Waste Plan 2021–2027**. [Executive summary].

<https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/130444/1/01%20Pla%20Residu%20Zero%20Barcelona%20-%20Resum%20Executiu-en-GB.pdf>

2. Envac Group. (2025). **Barcelona's Envac system is being modernised.**

<https://www.envacgroup.com/news/barcelonas-envac-system-is-being-modernised/>

3. bee smart city. (2018). **Barcelona Smart City: A Journey Towards a Citizen-Centric Smart City.**

<https://www.beesmart.city/en/smart-city-blog/smart-city-portrait-barcelona>

4. LOGI – Scientific Journal on Transport and Logistics. (2025). **Integrating Logistics and Information Systems in Urban Waste Management: The Case of Barcelona.**

<https://sciendo.com/pdf/10.2478/logi-2025-0003>

5. International Journal of Innovative Science and Research Technology. (2024). **Development of Smart Waste Management Technologies Using IoT: A Review.**

<https://www.ijisrt.com/assets/upload/files/IJSRT24DEC267.pdf>

Singapur

1. National Environment Agency Singapore. (2019). **Solid Waste Management Technology Roadmap.**

<https://www.nccs.gov.sg/files/docs/default-source/default-document-library/solid-waste-management-technology-roadmap.pdf>

2. OpenGov Asia. (2022). **Singapore Launches Smart Bins to Boost Recycling.**

<https://opengovasia.com/2022/10/10/singapore-launches-smart-bins-to-boost-recycling/>

3. Seaside Sustainability. (2024). **Beyond the Bin: Unveiling Singapore's Trash Transformation.**

<https://www.seasidesustainability.org/post/beyond-the-bin-unveiling-singapore-strash-transformation>

4. ResearchOnline@JCU. (2021). **Managing waste in the smart city of Singapore.**

<https://researchonline.jcu.edu.au/67454/>

Amsterdam

1. Heijnen, M. (2019). **Improving the waste collection planning of Amsterdam.** [Master thesis, University of Twente].

https://essay.utwente.nl/78290/1/Heijnen_MA_BMS.pdf

2. Circular Innovation Lab. (2022). **Smart Cities and IoT: The Future of Waste Management.**

<https://www.circularinnovationlab.com/post/smart-cities-and-iot-the-future-of-waste-management>

3. IoT Living Lab. (2024). **IoT Living Lab – Amsterdam Smart City.**
<https://amsterdamsmartcity.com/projects/iot-living-lab>

4. VANG-HHA. (2016). **Innovative waste management for a circular economy in the Netherlands.**
https://vang-hha.nl/publish/pages/111444/bachelor_ibe_ws1516_sperl_louisa_953038_innovativewaste-managementinnl.pdf