

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

VAKUUMSKI TRANSPORT PRI ZBIRANJU ODPADKOV

MATJAŽ BREŽNIK

VELENJE, 2017

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

VAKUUMSKI TRANSPORT PRI ZBIRANJU ODPADKOV

MATJAŽ BREŽNIK

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: viš. pred. dr. Anton Gantar

VELENJE, 2017

Številka: 726-4/2015-2

Datum: 10. 4. 2015

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Matjaž Brežnik** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Vakuumski transport pri zbiranju odpadkov.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Wacuum waste collection and transportation.

Mentor: viš. pred. dr. Anton Gantar.

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Navodili za izdelavo diplomskega dela.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Doc. dr. Boštjan Pokorny
dekan



Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

www.vsvo.si



IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Matjaž Brežnik, vpisna številka 34100003, študent visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in ekotehnologije, sem avtor diplomskega dela z naslovom VAKUUMSKI TRANSPORT PRI ZBIRANJU ODPADKOV, ki sem ga izdelal pod:

- mentorstvom viš. pred. dr. Anton Gantar.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a Sergeja Jekl, profesorica slovenščine in sociologije
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: 10. 01. 2017

Matjaž Brežnik

IZVLEČEK

Največjo težavo današnjega sveta predstavljajo odpadki. Sicer komunalni odpadki niso nič novega, obstajali so skozi vso zgodovino, spremenila pa se je količina in njihova sestava. Včasih se je namreč večina odpadkov, ki so nastali, ponovno razgradila. Danes se ne razgrajujejo tako in z naraščanjem števila prebivalstva se večja tudi njihova količina. Številna evropska mesta se tako soočajo s problematiko zbiranja odpadkov. Posebej še mesta, kjer omejitve predstavljajo ozke ulice in majhne površine, namenjene ločenemu zbiranju odpadkov. Sistem vakuumskega transporta pri zbiranju odpadkov prispeva k zmanjšanju onesnaženosti zraka, ki je pogosto problematika mestnih središč. Podzemni vakuumski transport za zbiranje in transport odpadkov velja za veliko prednost, posebej še v starejših urbanih območjih. Številne študije o okolju, javnem zdravju in kakovosti bivanja prebivalcev kažejo pomembne prednosti vakuumskega transporta.

Ključne besede: odpadki, razgradljivi odpadki, zbiranje odpadkov, vakuumski transport

ABSTRACT

Waste is one of the biggest problems of modern human society. Waste is not completely new phenomena – they have been present during the whole history of mankind – but their quantity and their composition in contemporary time are specific and consequently problematic. In the past, waste used to decompose in a very large scale. In contemporary era waste are not decomposing so efficiently anymore; firstly, the quantity of waste is much bigger as in the past due to large human population and secondly, waste composition is also more complicated to decompose easily as in the past. Many European cities are facing many problems regarding waste collection. Problems with waste collection are even larger in cities with narrow streets where there is very difficult to provide appropriate surfaces for separate waste collection. Vacuum-system-style-transport has helped tremendously with lowering air pollution, which is often a big problem within city-centers. However, the vacuum system style transport is also a solution for cities with larger population. An underground vacuum-system is a huge advantage, especially in older urban areas. Many studies on the environment, public health and quality of life are manifesting the important advantages of a vacuum-transport.

Key words: Waste, decomposing waste, waste collection, vacuum transport

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
1. 1 Namen in cilji diplomskega dela	1
1. 2 Metode dela	1
1. 3 Delovne hipoteze	2
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	3
2. 1 Zakonodaja na področju odpadkov	3
2. 2 Karakterizacija in klasifikacija odpadkov	4
2.2.1 <i>Nevarni odpadki</i>	6
2. 2. 2 <i>Nenevarni odpadki</i>	7
2. 2. 3 <i>Komunalni odpadki</i>	8
2. 2. 4 <i>Proizvodni odpadki</i>	9
2. 3 Ravnanje s komunalnimi odpadki v Evropski uniji	9
2. 4 Ravnanje s komunalnimi odpadki v Sloveniji	12
2. 5 Ravnanje z ostalimi odpadki v Sloveniji	16
3 ZBIRANJE IN TRANSPORT ODPADKOV	17
3. 1 Zbiranje komunalnih odpadkov	17
3. 2 Posebni načini zbiranja komunalnih odpadkov	25
3. 3 Transport odpadkov	26
4 VAKUUMSKI TRANSPORT ODPADKOV	29
4. 1 Prednosti sistema	33
4. 2 Slabosti sistema	33
4. 3 Primeri dobre prakse vakuumskega transporta odpadkov	34
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	38
6 POVZETEK	40
7 LITERATURA IN VIRI	42

KAZALO SLIK

Slika 1: Klasifikacijski seznam odpadkov.....	6
Slika 2: Simboli nevarnih snovi.....	7
Slika 3: Okvirna sestava komunalnih odpadkov	8
Slika 4: Hierarhija odpadkov	11
Slika 5: Količina odpadkov po regijah, 2013	13
Slika 6: Nastajanje odpadkov v Sloveniji v letu 2013.....	14
Slika 7: Sestava komunalnih odpadkov v Sloveniji v letu 2014.....	14
Slika 8: Količina odpadkov nastalih v Sloveniji v letih 2002–2015.....	15
Slika 9: Količina komunalnih odpadki v Sloveniji v letih 2002–2015	15
Slika 10: Celovit sistem ravnanja s komunalnimi odpadki	17
Slika 11: Ločene frakcije komunalnih odpadkov.....	19
Slika 12: Nevarne frakcije komunalnih odpadkov.....	20
Slika 13: Zbirni center ločenih frakcij.....	21
Slika 14: Ločeno zbiranje odpadkov.....	21
Slika 15: Zabojujnik za embalažo.....	22
Slika 16: Običajen način ločenega zbiranja odpadkov	23
Slika 17: Sestava ločeno zbranih frakcij komunalnih odpadkov (v t), ki so bile oddane v predelavo v obdobju 2005–2014.....	24
Slika 18: Cilji priprave za ponovno uporabo in recikliranje komunalnih odpadkov.....	25
Slika 19: Smetomat.....	26
Slika 20: Smetarsko vozilo z avtostiskalnico – potisno ploščo.....	27
Slika 21: Prikaz sistema vakuumskega zbiranja in transporta odpadkov.....	30
Slika 22: Sistem vakuumskih cevi.....	31
Slika 23: Stacionarni vakuumski sistem.....	31
Slika 24: Primer postaje v stacionarnem vakuumskem sistemu	32
Slika 25: Tovornjak s stiskalnico, ciklonom in vakuumsko-filtrirnim sistemom	32
Slika 26: Sistem zbiranja odpadkov na javnih površinah v starem mestnem jedru Leona ³⁴	
Slika 27: Primer zbiralnikov v soseski Hammarby Sjöstad	35
Slika 28: Mesto Zhuhai na Kitajskem	36
Slika 29: Prikaz rešitve s problemom smeti v Barceloni.....	37
Slika 30: Prikaz mobilnega vakuumskega sistema	37

1 UVOD

Obdajajo nas gorovja, gozdovi, travniki, morja in reke, bogat rastlinski in živalski svet. Narava nam veliko daje, ljudje pa skozi zgodovino iščemo načine, da bi živeli bolje in pozabljamo na to, da vsi naravni viri niso obnovljivi. Ne le da jih izkoriščamo, s hitrim načinom življenja naravo uničujemo tudi na drugačne načine. Največjo težavo današnjega sveta predstavljajo odpadki. Sicer odpadki niso nič novega, obstajali so skozi vso zgodovino, spremenila pa se je njihova količina in sestava. Včasih se je namreč večina odpadkov, ki so nastali, ponovno razgradila. Danes je veliko odpadkov težko razgradljivih in z naraščanjem prebivalstva se veča tudi njihova količina.

Številna evropska mesta se tako soočajo s problematiko zbiranja odpadkov. Posebej še mesta, kjer omejitve predstavljajo ozke ulice in majhne površine, ki so namenjene ločenemu zbiranju odpadkov ter prenatrpani prostori in visoke zahteve po varovanju okolja ter higienskih standardih. Sistem vakuumskega transporta pri zbiranju odpadkov prispeva k zmanjšanju onesnaženosti zraka, ki je pogosto problematika mestnih središč. Podzemni vakuumski sistem odpravlja potrebo po tovornjakih za zbiranje odpadkov ter problem prepolnih zabojnikov. Podzemni sistemi se ob upoštevanju arhitekturnih posebnosti preprosto umestijo v okolje. Z izboljšanjem higiene (sistem je hermetično zaprt) pa se zmanjša tudi število žuželk in škodljivcev.

Podzemni vakuumski sistem za zbiranje in transport odpadkov velja za veliko prednost, posebej še v starejših urbanih območjih. Študije o okolju, javnem zdravju in kakovosti bivanja prebivalcev kažejo pomembne prednosti vakuumskega transporta odpadkov.

1. 1 Namen in cilji diplomskega dela

Namen diplomskega dela je predstavitev sodobnih načinov ravnanja z odpadki, pri čemer sem se osredotočil na opis sistemov zbiranja komunalnih odpadkov ter na sistem podzemnega vakuumskega transporta odpadkov v svetu.

Cilj dela je analiza strokovne literature ter predstavitev primera dobre prakse uporabe vakuumskega transporta odpadkov, ocena prednosti in slabosti le-tega ter potencialna uporabnost sistema v slovenskih razmerah.

1. 2 Metode dela

Za preučevanje domače in tuje strokovne literature ter virov o načinih zbiranja in transporta komunalnih odpadkov ter vakuumskega transporta sem uporabil deskriptivno in komparativno metodo, saj sem le-to preučil, pregledal ter nato primerjal in povezoval podatke. Uporabil sem vire, ki so na voljo v slovenskih knjižnicah in preko spleta. Uporabil sem tako primarne kot sekundarne vire. Na osnovi tega sem nato postavil hipoteze in v nadaljevanju dela tudi ocenil njihovo ustreznost.

1. 3 Delovne hipoteze

V diplomskem delu bom preveril naslednje hipoteze:

Hipoteza 1: Sistem vakuumskega transporta odpadkov omogoča postopno zmanjševanje negativnih vplivov na okolje in s tem vpliva na reševanje okoljske problematike pri ravnanju z odpadki.

Hipoteza 2: Za slovenska mesta bi vzpostavitev vakuumskega transporta odpadkov pomenila velik investicijski in finančni projekt.

Hipoteza 3: V Sloveniji bi bila smotrnejša uvedba drugih modernih načinov zbiranja in transportiranja odpadkov.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

Vzrokov za enormno naraščanje količine odpadkov je več. V drugi polovici prejšnjega stoletja je potrošništvo postala vrednota in način življenja. V ZRN je v uporabi izraz »Wegwerfgesellschaft«, kar je težko prevesti, pomeni pa »družbo, ki živi v blagostanju in ki veliko stvari (predmetov, izdelkov, dobrin), ki bi jih lahko še kdaj uporabila, preprosto zavrže in kupi nove« (Deuches Wörterbuch 1989 v Rakar, Kodre, 2005). Z gospodarskega vidika je vzrok za takšno ravnanje želja po dobičku. Pospeševale pa so ga tudi neustrezne politike držav, posebej na lokalni ravni, ki so eksterne stroške ravnanja z odpadki socializirale, namesto da bi jih internacionalizirale. Problematika ravnanja z odpadki je predvsem razvitejše države prisila v oblikovanje ustreznih politik na državni in lokalni ravni.

V literaturi se pojavljata besedni zvezi gospodarjenje z odpadki in ravnanje z odpadki. Prva je nadpomenka, torej zajema tudi ravnanje z odpadki. Gospodarjenje je preprečevanje nastajanja odpadkov, zmanjševanje količin in zmanjševanje vplivov na okolje in ravnanje. Ravnanje z odpadki je omejeno na postopke od nastajanja odpadkov do končne odstranitve oziroma oskrbe, vključno s kontrolo postopkov in okoljevarstvenimi ukrepi. V sklopu ravnanja z odpadki so postopki, namenjeni uporabi odpadkov ali sestavin odpadkov oziroma njihovi ponovni uporabi, reciklaža za predelavo v surovine in izraba kurilne vrednosti odpadkov, razumljeni kot predelava odpadkov. Odstranjevanje odpadkov je predvsem biološka, termična, fizikalna predelava odpadkov, ki jih ni mogoče uporabiti, z namenom njihove končne oskrbe ter odlaganje odpadkov (ARSO, 2010).

2. 1 Zakonodaja na področju odpadkov

Slovenska zakonodaja na področju odpadkov se je v preteklem obdobju prilagajala mednarodnim konvencijam in predpisom Evropske unije (v nadaljevanju: EU), ki področje ravnanja z odpadki najpogosteje ureja z uredbami, direktivami in odločbami. Glavna naloga je predvsem dosledna in uspešna implementacija predpisov EU. Ko države podpišejo Pogodbo o Evropski uniji, se med drugim zavežejo, da bodo skrbale za izboljšanje okolja. Evropska komisija se namreč zaveda, da odpadkov ne moremo ukiniti, lahko pa jih ponovno uporabimo, kadar jih pravilno recikliramo. Nekatere države članice so že dosegle več kot 80 % stopnjo recikliranja (Evropska komisija, 2013). Na področju zakonodaje sta Evropski parlament in Svet sprejela veliko direktiv, ki narekujejo, kako je potrebno ločevati, sežigati, odlagati, predelovati, pošiljati odpadke ... Direktiva o odpadkih (2008/98/ES) je najbolj pomembna, saj predstavlja nadaljevanje tematske strategije o preprečevanju in recikliranju odpadkov. Državam naroča, da morajo preprečevati nastajanje odpadkov, jih pripraviti za ponovno uporabo in poleg recikliranja uporabljati tudi druge načine predelave (Evropski teden zmanjšanja odpadkov, 2015). Temeljna načela Direktive (2008/98/EC) o odpadkih so vključena tudi v slovensko Uredbo o odpadkih (Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015). Med najpomembnejšimi so:

- splošni cilji recikliranja do 2020:
- 50 % komunalnih odpadkov,
- 70 % nenevarnih gradbenih odpadkov,
- vključitev hierarhije ravnanja z odpadki v EU zakonodajo,
- vključitev pristopa »življenjskega cikla« pri obravnavi možnih načinov ravnanja z odpadki,
- uveljavitev definicije »stranskega proizvoda« (by-product), ki omogoča izključitev nekaterih snovi iz predpisov, ki obravnavajo odpadke, ter uveljavitev kriterijev, kdaj odpadek postane »sekundarna surovina«,
- razjasnitev definicije »recikliranja«, ki ne vključuje energetske izrabe in predelave odpadkov v sekundarna goriva,

- zahteve za ločeno zbiranje snovi, ki so sposobne recikliranja,
- zahteva za vključitev ciljev za zmanjševanje odpadkov v nacionalne programe,
- prekvalifikacija sežigalnic odpadkov z izrabo energije med naprave za predelavo odpadkov, če izpolnjujejo predpisane standarde,
- možnost, da države članice, ob upoštevanju svojih specifičnih razmer, uvedejo strožje zahteve »razširjene odgovornosti proizvajalcev (Gantar, 2016, 7).

Predpisom s področja odpadkov osnovo v večjem delu predstavlja Zakon o varstvu okolja (Ur. l. RS, št. 39/2006 z dopolnitvami), ki krovno ureja varstvo okolja. Prav tako določa temeljna načela in ukrepe, informacije o okolju, ekonomske, finančne instrumente ... Na podlagi tega zakona je bila leta 2015 sprejeta nova Uredba o odpadkih (Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015), ki je najpomembnejši pravni akt, ki določa pravila ravnanja z odpadki. Dopolnjena je s tremi skupinami podrejenih predpisov. V prvo skupino spadajo predpisi, ki obravnavajo posamezne vrste odpadkov (npr. embalaža in odpadna embalaža, baterije in akumulatorji, odpadna mineralna olja), predpisi v drugi skupini obravnavajo objekte in naprave za ravnanje z odpadki (predelava, odlaganje, sežiganje...), tretjo skupino pa oblikujejo predpisi o čezmejnem pošiljanju odpadkov. Vsa predpisana določila povzemajo določila evropske zakonodaje o ravnanju z odpadki. Uredba tudi določa, da je potrebno vzpostaviti ločeno zbiranje za odpadke, kot so papir, kovine, plastika in steklo. Zapisani so postopki odstranjevanja, postopki predelave in primeri ukrepov za preprečevanje nastajanja odpadkov. Seznam odpadkov ter seznam lastnosti, zaradi katerih se odpadki uvrščajo med nevarne odpadke, pa so neposredno opredeljeni v predpisih EU.

2. 2 Karakterizacija in klasifikacija odpadkov

Odpadek je snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči (Zakon o varstvu okolja, 2006). Odpadki se med seboj močno razlikujejo, zato je ustrezno ravnanje z njimi ključnega pomena za varovanje okolja in ljudi. Odpadki so zaradi svoje heterogenosti in izvirne nedefiniranosti težavni za zanesljivo opredelitev vrste in stopnje nevarnosti za okolje, to pa vpliva na označbo odpadka v seznamu odpadkov. Ključna lastnost je ekotoksičnost odpadka.

Ozaveščenost med ljudmi je pripomogla, da odpadke razvrščamo po različnih kriterijih. Največ odpadkov proizvedejo države, ki so gospodarsko bolj razvite. V Evropski uniji v povprečju ena oseba letno zavrže 6 ton odpadkov. Čeprav se ravnanje z odpadki v EU izboljšuje, je še vedno veliko možnosti za predelavo odpadkov iz lesa, stekla, plastike ... (European Commission, 2015).

Opadke lahko delimo oz. razvrščamo na različne načine (Marot, 2013,19). Iz dveh osnovnih vidikov jih razvrščamo:

- Po viru nastanka: zaradi opravljanja različnih človekovih dejavnosti, je množica odpadkov v seznamu razvrščena v 20 skupin in 111 podskupin.
- Z vidika nevarnostnega potenciala: isti seznam jih deli v nevarne in nenevarne odpadke.

Poleg te osnovne delitve odpadkov se odpadki lahko delijo še na druge načine:

- Ločimo jih na komunalne in nekomunalne odpadke. V prvo skupino sodijo gospodinjski odpadki in njim podobni odpadki iz industrije, obrti in storitvenih dejavnosti. Pri komunalnih odpadkih pa govorimo še o ločenih frakcijah komunalnih odpadkov, nevarnih frakcijah komunalnih odpadkov in o kosovnih odpadkih.
- Zelo pomembna z vidika funkcionalnosti in zlasti predelave je delitev odpadkov po materialnem sestavu: biološko razgradljivi odpadki (zelena biomasa, ostanki hrane rastlinskega izvora in krme, papir in karton, les, delno tekstil), steklo, plastika, kovine, sestavljeni materiali (kompoziti), odpadno usnje, kože, krzno, gume in gumi, kisline,

- lugi, topila, barve, laki, kiti, smole, kemikalije, mineralna olja, kamenje, zemlja, žlindra, pepel, mulji ...
- Odpadke pogosto ločimo tudi na tiste iz primarnih dejavnosti (npr. kmetijstva, gozdarstva, rudarstva), odpadke iz industrije, iz energetike ter odpadke iz gradbeništva.
- Posebno skupino tvorijo odpadki iz naprav za obdelavo odpadkov in naprav za čiščenje odpadne vode (blato čistilnih naprav).

Seznam (katalog) odpadkov predstavlja kvalitativni instrument za sistematično razvrščanje vseh vrst odpadkov, ki nastanejo v procesu človekove produkcije in reprodukcije. Evropski seznam odpadkov razvršča le-te po procesu nastanka v 20 skupin (839 vrst odpadkov, 405 potencialno nevarnih vrst odpadkov).

Po dveh desetletjih uporabe seznama lahko izpostavimo nekatere pomanjkljivosti (Grilc, 2013):

- pojav novih vrst odpadkov, ki se jih ne da razvrstiti po sedanjem seznamu,
- nekatere vrste odpadkov ne obstajajo več (opuščeni procesi),
- potreba po vnosu t. i. zrcalnih oznak z namenom ureditve statusa potencialno nevarnih vrst odpadkov, ki se pojavljajo tako v nevarni kot nenevarni obliki,
- premajhna ali prevelika diferenciacija vrst odpadkov,
- preciziranje poimenovanja posameznih vrst odpadkov, uskladitev imenovanja podobnih vrst odpadkov.

Kriteriji za razvrščanje odpadkov so kvantitativni in kvalitativni. Kvalitativni kriteriji so tisti, »po katerih se odpadki razvrščajo v seznam.../ Vnaprej se odpadkom pripišejo določene lastnosti.« Tovrstno ločevanje ni najboljše, saj odpadke samo razdeli, ne pove pa kaj več o tem, kako se s takimi odpadki ravna, kako se jih odlaga, reciklira... Po teh kriterij se odpadki razdelijo še na nevarne in nenevarne. Kvantitativni kriteriji pa ugotavljajo lastnosti odpadkov, in sicer s poizkusnimi in analitičnimi metodami, ki dopolnjujejo kvalitativne instrumente. To pomeni, da če je po kvalitativnih kriterijih nek odpadek uvrščen med nevarne, lahko nato s temi metodami ugotovimo, da dejansko ni nevaren in se nato uvrsti na seznam nenevarnih odpadkov. Ti kriteriji pa dajejo informacije, kako naj ravnamo z določenimi odpadki (Zore, 2015,19).

01	Odpadki iz iskanja, rudarjenja, dejavnosti kamnolomov, litikalne in kemične predelave mineralnih surovin
02	Odpadki iz kmetijstva, vrtnarstva, ribogojstva, gozdarstva, lova in ribištva, priprave in predelave hrane
03	Odpadki iz obdelave in predelave lesa ter proizvodnje lvmnih plošč in pohištva, vlaknin, papirja in kartona
04	Odpadki iz industrije usnja, koža in tekstilij
05	Odpadki iz rafinerij nafte, čiščenja zemeljskega plina in pirolize premoga
06	Odpadki iz anorganskih kemijskih procesov
07	Odpadki iz organskih kemijskih procesov
08	Odpadki iz proizvodnje, priprave, dobave in uporabe sredstev za površinsko zaščito (barve, laki in emulzije), lepil, tesnilnih mas in tiskarskih barv
09	Odpadki iz fotografske industrije
10	Odpadki iz termičnih procesov
11	Odpadki iz kemične obdelave in površinske zaščite kovin in drugih materialov; hidrometalurgija barvnih kovin
12	Odpadki iz postopkov oblikovanja ter litikalne in mehanske površinske obdelave kovin in plastike
13	Oljni odpadki in odpadki tekočih goriv (razen jedilnih olj iz točk 05 in 12)
14	Odpadna organska topila, hladilna sredstva in potisni plini (razen 07 in 08)
15	Odpadna embalaža; absorbenti, čistilne kope, filtrirna sredstva in zaščitna oblačila, ki niso navedeni drugje
16	Odpadki, ki niso navedeni drugje v klasifikacijskem seznamu
17	Gradbeni odpadki in odpadki iz rušenja objektov (vključno z zemeljskimi izkopi z onesnaženimi območji)
18	Odpadki iz zdravstva ali veterinarstva in/ali z njima povezanih raziskav (razen odpadkov iz kuhinj in restavracij, ki ne izhajajo neposredno iz zdravstva ali veterinarstva)
19	Odpadki iz naprav za ravnanje z odpadki, čistilnih naprav ter priprave pitne vode in vode za industrijsko rabo
20	Komunalni odpadki (gospodinjstvi in njim podobni odpadki iz trgovine, proizvodnih, poslovnih, storitvenih in drugih dejavnosti ter javnega sektorja), vključno z ločenimi frakcijami

Slika 1: Klasifikacijski seznam odpadkov
(Vir: <https://www.gzs.si/pripone/oei38782d19291.pdf>)

2.2.1 Nevarni odpadki

Uredba o odpadkih (Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015) opredeljuje nevarne odpadke, kot odpadke z eno ali več nevarnih lastnosti. V seznamu odpadkov so označeni s šestmestno številčno oznako in zvezdico, npr.:

10 01 04* elektrofitrski pepel in kotlovski prah iz kurilnih naprav na kurilno olje
10 01 13* elektrofitrski pepel iz emulgiranih ogljikovodikov, uporabljenih kot gorivo
(Gantar, 2016).

Ti odpadki so lahko jedki, strupeni, vnetljivi, rakotvorni, kužni, oksidativni, ekotoksični, mutageni, eksplozivni ali zdravju škodljivi. Tudi po prenehanju njihove uporabe so nevarni za okolje.

Nevarni odpadki so odpadki, ki imajo eno ali več lastnosti nevarnih snovi, zato zahtevajo še posebej pazljivo ravnanje. Tudi ko nevarne snovi niso več uporabne, moramo poskrbeti, da ne pridejo v stik z okoljem ali z ljudmi, saj so težko razgradljive in povzročajo človeštvu in naravi ogromno škodo. Nastajajo tako v industriji, obrtni in kmetijski proizvodnji ter pri

predelavi kot tudi v gospodinjstvih. Pri prepoznavanju nevarnih odpadkov so nam lahko v pomoč simboli, ki jih najdemo na njihovi embalaži (Ustvarjajmo zdravo okolje, 2016).

Nevarni odpadki imajo vsaj eno od naslednjih nevarnih lastnosti:

- HP 1 Eksplozivno
- HP 2 Oksidativno
- HP 3 Vnetljivo
- HP 4 Dražilno – draženje kože in poškodba oči
- HP 5 Specifična strupenost za ciljne organe (STOT)/strupenost pri vdihavanju
- HP 6 Akutna strupenost
- HP 7 Rakotvorno
- HP 8 Jedko
- HP 9 Infektivno
- HP 11 Mutageno
- HP 12 Sproščanje akutno strupenega plina
- HP 13 Povzroča preobčutljivost
- HP 14 Ekotoksično
- HP 15 Odpadki, ki lahko kažejo zgoraj navedeno nevarno lastnost, ki jih izvorni odpadki neposredno ne kažejo (Gantar, 2016)



Slika 2: Simboli nevarnih snovi
(Vir: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/971/index1.html>)

Vedno se v to skupino prištevajo odpadki, ki vsebujejo substance, ki so, ali nevarne takoj ali pa vplivajo na življenje oziroma zdravje živih bitij (Zore, 2015,11).

2. 2. 2 Nenevarni odpadki

Po Uredbi o odpadkih (Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015) se nenevarni odpadek ne uvršča med nevarne odpadke po seznamu odpadkov in ne vsebuje zvezdice(*). Ravnanje z nenevarnimi odpadki zajema procese fizikalne in kemijske obdelave, sežig odpadkov, biološko obdelavo ali katerokoli drugo metodo obdelave.

2. 2. 3 Komunalni odpadki

Komunalni odpadek je odpadek iz gospodinjstva ali njemu po naravi ali sestavi podoben odpadek iz proizvodnje, trgovine, storitvene ali druge dejavnosti (Zakon o varstvu okolja, Ur. l. RS, št. 39/2006).

Komunalni odpadki so najbolj heterogena skupina odpadkov. Koncept celovitega ravnanja s komunalnimi odpadki se neprestano prilagaja trenutni povprečni sestavi komunalnih odpadkov, trgu potreb po sekundarnih surovinah ter stanju tehnik in tehnologij ravnanja s komunalnimi odpadki. Sestavljeni so iz organskih materialov (biološko razgradljivi odpadki, biološko težko razgradljivi odpadki ...) ter anorganski materialov (kovine, steklo ...) (Kosi, 2014, 9).



Slika 3: Okvirna sestava komunalnih odpadkov
(Vir: Kosi, 2013)

Komunalni odpadki se v osnovi delijo na organske in neorganske elemente v odpadkih (Slika 3). Neorganski ne predstavljajo večje nevarnosti za okolje. Je pa v tej skupini kar nekaj vrst potencialnih vrst odpadkov, ki jih je mogoče reciklirati. Zahtevnejša je večja skupina odpadkov organskih materialov, med katerimi je večina nevarnih odpadkov – majhna, vendar pomembna skupina odpadkov v celovitem sistemu ravnanja z odpadki (Kosi, 2014, 9).

Preostali organski odpadki se delijo na biološko razgradljive (sestavljene so iz velikega dela vode in suhih organskih snovi) ter na biološko nerazgradljive organske odpadke. Biološko razgradljive odpadke je smiselno v največji meri vrniti nazaj v naravo (Kosi, 2014, 9). Biološko razgradljivi odpadki so torej odpadki naravnega izvora, ki nastajajo v gospodinjstvih, v kmetijstvu, gozdarstvu in drugih proizvodnih dejavnostih. Delimo jih na biološke (poljščine, sadje, zelenjava ...) ter zelene odpadke (ostanki iz vrtov, nasadov ...) (Organski odpadki, 2016).

Za namen našega dela bomo komunalne odpadke kategorizirali v skladu s podrobnejšim seznamom skupine 20. Tam so komunalni odpadki opredeljeni kot »komunalni odpadki in

njim podobni odpadki iz industrije, obrti in storitvenih dejavnosti«. Z zvezdico * so označene nevarne snovi (ARSO, Seznam odpadkov, 2006):

- 20 01 01 Papir in lepenka
- 20 01 02 Steklo
- 20 01 08 Biorazgradljivi kuhinjski odpadki
- 20 01 10 Oblačila
- 20 01 13* Topila
- 20 01 14* Kisline
- 20 01 15* Alkalije
- 20 01 19* Pesticidi
- 20 01 21* Fluorescentne cevi in drugi odpadki, ki vsebujejo živo srebro
- 20 01 23* Zavržena oprema, ki vsebuje klorofluorogljike
- 20 01 25 Jedilna olja in maščobe
- 20 01 26* Olje in maščobe, ki niso zajete pod 20 01 25
- 20 01 27* Barve, tiskarske barve, lepila in smole, ki vsebujejo nevarne snovi
- 20 01 29* Čistila, ki vsebujejo nevarne snovi
- 20 01 31* Zdravila
- 20 01 33* Baterije in akumulatorji
- 20 01 35* Zavržena električna in elektronska oprema, ki vsebuje nevarne snovi
- 20 01 36 Zavržena električna in elektronska oprema, ki ni zajeta pod 200121, 200123 in 200135
- 20 01 37* Les, ki ne vsebuje nevarnih snovi
- 20 01 38 Drugi les, ki ni naveden pod 200137*
- 20 01 39 Plastika
- 20 01 40 Kovine
- 20 02 01 Biorazgradljivi odpadki
- 20 03 01 Mešani komunalni odpadki
- 20 03 07 Kosovni odpadki

2. 2. 4 Proizvodni odpadki

Imenujemo jih tudi industrijski odpadki, saj nastajajo v industriji oziroma v njenih sorodnih panogah. Sestava in oblika sta odvisni od vhodnih materialov, proizvodnih procesov ... Pri vsaki vrsti proizvodnje imamo različne odpadne materiale (Zore, 2015, 11).

Ostanek proizvodnje se lahko šteje za stranski proizvod kadar:

1. Nadaljnja uporaba ostanka proizvodnje je zagotovljena in ne zgolj mogoča.
2. Ostanek proizvodnje se lahko neposredno uporabi brez kakršne koli nadaljnje obdelave.
3. Ostanek proizvodnje se proizvaja kot sestavni del proizvodnega procesa.
4. Ostanek proizvodnje izpolnjuje zahteve, določene za njegovo uporabo s predpisi, ki urejajo proizvode, varstvo okolja in varovanje človekovega zdravja, njegova nadaljnja uporaba pa ne bo škodljivo vplivala na okolje in človekovo zdravje (Program ravnanja z odpadki, 2016, 13).

2. 3 Ravnanje s komunalnimi odpadki v Evropski uniji

Ravnanje s komunalnimi odpadki pomeni zbiranje, prevažanje, predelavo in odstranjevanje komunalnih odpadkov. Sem pa seveda spada tudi nadzorovanje tega (Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, 2013).

Na območju držav EU je bil v obdobju zadnjih let dosežen pomemben napredek na področju ravnanja z odpadki in izvajanja zakonodaje o odpadkih. V načrtih je poudarjena potreba po

uporabi gospodarskih instrumentov za izboljšanje ravnanja s komunalnimi odpadki, npr. za obdavčitve in prepovedi odlaganja in sežiganja odpadkov, sheme za odgovornost proizvajalcev in spodbude za preprečevanje nastajanja odpadkov ter za njihovo ponovno rabo in recikliranje. Druga priporočila se nanašajo na učinkovitejši nazor in statistično analizo, učinkovitejše ločevanje odpadkov, boljše upravljanje, posodobitev strategij za ravnanje z odpadki in ukrepe za boljše sodelovanje javnosti (Evropska komisija, 2013).

Ravnanje z odpadki se je v Evropski uniji občutno spremenilo. Če je še leta 2010 velik delež (37 %) trdnih komunalnih odpadkov (kar predstavlja 10 % vseh odpadkov, nastalih v EU) pristal na odlagališčih, danes 38 % tega reciklirajo oziroma kompostirajo oziroma sežigajo za pridobivanje energije (21 %). Recikliranje najbolj pripomore k manjšemu onesnaževanju okolja, saj odpadke preusmerja stran od odlagališč. Prav tako zmanjšuje potrebo po pridobivanju primarnih surovin. Prinaša pa tudi pomembne gospodarske in družbene koristi, in sicer ustvarja gospodarsko rast, spodbuja inovacije, ustvarja delovna mesta in pripomore k zagotavljanju razpoložljivosti ključnih virov. Je prednostna naloga evropske in svetovne politike, saj pomeni prehod na zeleno gospodarstvo.

Direktive Evropske unije o odpadkih omejujejo odlaganje in spodbujajo recikliranje in ponovno uporabo odpadkov. Dodatna spodbuda za vse večji gospodarski pomen recikliranja je povečano povpraševanje po tovrstnih materialih, posebno v hitro rastočih azijskih gospodarstvih.

Politika upravljanja z odpadki v EU si prizadeva za zmanjšanje vplivov komunalnih odpadkov na okolje in zdravje ter za povečanje učinkovitosti obnovljivih virov. Dolgoročni cilj politike je zmanjšanje količine odpadkov pri viru nastanka ter doseganje višje stopnje recikliranja. Z upoštevanjem hierarhije ravnanja z odpadki se je v obdobju 2001–2010 odlaganje komunalnih odpadkov zmanjšalo za skoraj 40 milijonov ton, količina sežganih komunalnih odpadkov se je povečala za 15 milijonov ton ter količina recikliranih in kompostiranih komunalnih odpadkov se je povečala za 28 milijonov ton (Odpadki in materialni viri, Evropska agencija za okolje, 2016).

V letu 2014 je bilo v EU-28 49 % zbranih komunalnih odpadkov recikliranih, 12 % kompostiranih in 39 % odloženih na odlagališča (Medmrežje 1).

Poznamo več temeljnih načel ravnanja z odpadki. Odpadke je treba obdelati in z njimi ravnati tako, da nista ogrožena ne človekovo zdravje in ne okolje (Gantar, 2016, 6). Upoštevati je treba hierarhijo ravnanja z odpadki (Slika 4). Okvirna direktiva o odpadkih namreč določa hierarhijo ravnanja z odpadki in na prvo mesto postavlja preprečevanje nastajanja, ponovno uporabo in recikliranje, šele nato sežiganje z energetske izrabo. Popolno izvajanje zakonodaje EU o odpadkih bi omogočilo 72 milijard evrov prihranka na leto, povečalo letni promet sektorja EU za ravnanje z odpadki in recikliranje za 42 milijard evrov ter do leta 2020 ustvarilo 400.000 delovnih mest (Evropska komisija, 2013).

Vso odgovornost za ustrezno ravnanje z odpadki prevzame povzročitelj, ki odpadke bodisi odda zbiralcu odpadkov bodisi predelovalcu odpadkov. Načrtovanje, proizvodnja, distribucija, potrošnja in uporaba izdelkov pa morajo biti taki, da pripomorejo k preprečevanju nastajanja odpadkov.

Okvirna direktiva o odpadkih določa splošni okvir za preprečevanje nastajanja odpadkov in ravnanje z njimi v EU. Vpeljuje in opredeljuje osnovne pojme ter določa načela za ravnanje z odpadki, kot je hierarhija odpadkov, v kateri ima prednost preprečevanje nastajanja. Postavlja visoke cilje pri recikliranju odpadnega papirja, kovin, plastike in stekla iz gospodinjstev, pa tudi gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju objektov (Odpadki in materialni viri, Evropska agencija za okolje, 2016).



Slika 4: Hierarhija odpadkov
(Vir: ARSO, Kazalci okolja)

Direktiva 2008/98/ES o odpadkih v 28. in 29. členu določa obveznost priprave načrtov ravnanja z odpadki (priprava programa preprečevanja nastajanja odpadkov). Načrti ravnanja z odpadki morajo slediti zahtevam iz Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži ter iz Direktive 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih. Program preprečevanja odpadkov predstavlja samostojen program ali del načrta ravnanja z odpadki.

Kljub predpisanim zahtevam in obveznostim doseganja ciljev s krovnimi predpisi med državami članicami prihaja do velikih razlik v količini nastalih komunalnih odpadkov in pri načinih ravnanja z njimi. Koželj (2009, 19) izpostavi zaskrbljujoče stanje glede ločenega zbiranja odpadkov, deleža predelave, prednostnega recikliranja, predvsem pa slabo infrastrukturo za obdelavo komunalnih odpadkov.

Po podatkih Eurostata se je količina nastalih komunalnih odpadkov v državah članicah v obdobju veljavnosti šestega okoljskega akcijskega programa v obdobju od leta 2002 do leta 2012 povprečno zmanjšala za 6,6 %. V obravnavanem obdobju se je količina odloženih komunalnih odpadkov povprečno zmanjšala za 40 %, količina sežganih komunalnih odpadkov za 36 %, količina komunalnih odpadkov, predelanih v kompost, se je povečala za 34 %, količina recikliranih komunalnih odpadkov pa za 39 %. Trendi ravnanja s komunalnimi odpadki so se v preučevanem obdobju skladno s petstopenjsko hierarhijo izboljšali, kljub temu pa ostaja še vedno veliko možnosti tako za izboljšanje preprečevanja nastajanja odpadkov kot tudi za ravnanja z njimi. Po zgledu nekaterih držav članic je mogoče doseči 70 % delež priprave komunalnih odpadkov za ponovno uporabo in recikliranje. V letu 2012 je Nemčija 46,5 % nastalih komunalnih odpadkov reciklirala.

V Splošnem okoljskem akcijskem programu Unije do leta 2020 »Dobro živeti ob upoštevanju omejitev našega planeta« je Evropska komisija ravnanje z odpadki opredelila kot prednostni cilj ter določila, da morajo države članice v obdobju do leta 2020 z doslednim uvajanjem petstopenjske hierarhije ravnanja z odpadki in drugih ukrepov zagotoviti, da bo odlaganje odpadkov na odlagališčih omejeno zgolj na odpadke, ki jih ni mogoče reciklirati, ter da reciklirani odpadki postanejo pomemben in zanesljiv vir surovin za EU (Revizijsko poročilo, Ravnanje s komunalnimi odpadki, 2015).

Evropska komisija je v decembru 2015 sprejela nov ambiciozen sveženj ukrepov. Največ sprememb s področja odpadkov stremi k temu, da bi evropska podjetja in potrošniki prešli h krožnemu in s tem h konkurenčnejšemu gospodarstvu, v katerem se viri uporabljajo bolj trajnostno. Sveženj prinaša tudi spremenjene zakonodajne predloge o odpadkih z ambicioznimi cilji. »Skupni cilj EU do leta 2030 je 65 % recikliranja komunalnih odpadkov, 75 % recikliranja odpadne embalaže in zavezujoč cilj zmanjšati količino odpadkov, ki končajo na odlagališčih, na največ 10 % komunalnih odpadkov«. (Program ravnanja z odpadki, 2016)

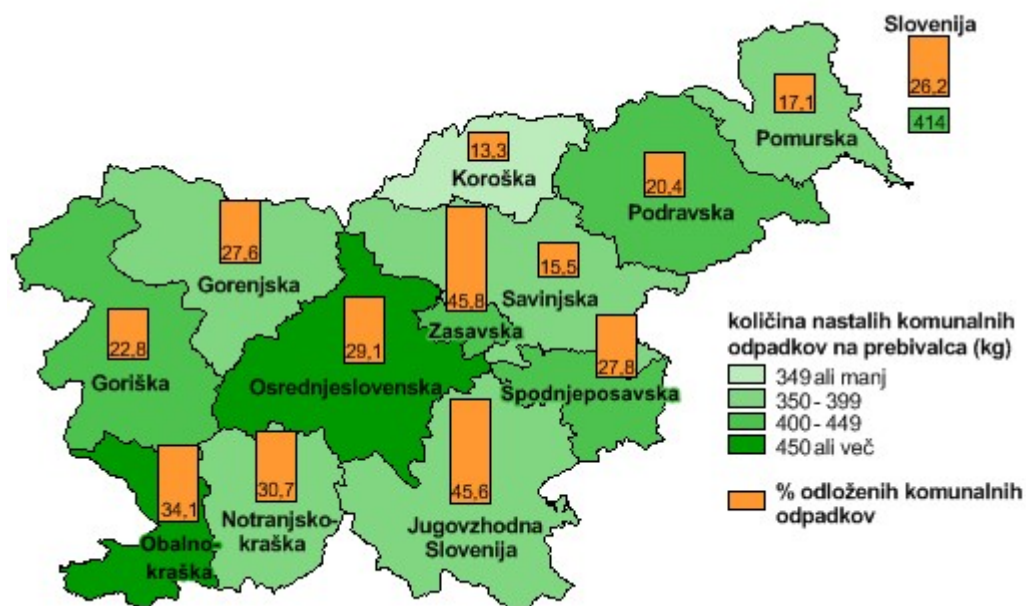
2. 4 Ravnanje s komunalnimi odpadki v Sloveniji

Urejanje ravnanja s komunalnimi odpadki predstavlja eno težjih področij ravnanja z odpadki, pri čemer imajo veliko vlogo in odgovornost lokalne skupnosti in država. Na eni strani se pojavljajo težave pri uveljavljanju ločenega zbiranja komunalnih odpadkov, na drugi strani pa problematika ustrezne obdelave mešanih komunalnih odpadkov in odlaganje preostankov odpadkov po obdelavi. V zadnjih letih se je v Sloveniji uspešno uvedel sistem ločenega zbiranja odpadkov. Odpadke, ki jih ni mogoče odložiti v okviru ločenega zbiranja, je mogoče, brez posebnega doplačila, prepustiti v zbirnem centru. Okoljska zavest, ozaveščenost in obveščenost ljudi o možnostih prepuščanja odpadkov pa, kljub navedenemu, ostaja na ravni, ki ne preprečuje odmetavanja odpadkov v naravo.

Pomemben dejavnik je tudi cena storitev javne službe, ki bi morala spodbujati ločeno zbiranje odpadkov. V Sloveniji primanjkuje število kapacitet za obdelavo mešanih komunalnih odpadkov, kamor spadajo tudi biološko razgradljivi odpadki iz gospodinjstev. Okoljski cilji zavezujejo lokalne skupnosti h gradnji tovrstnih objektov in objektov za odlaganje ostankov po obdelavi odpadkov (sežigalnice, odlagališča). Za gradnjo so na voljo sredstva iz t.i. kohezijskega sklada. Vendar se ti objekti, razen v redkih primerih, v preteklih letih niso gradili (Buda in Keuc, 2010,11).

V zadnjih letih so se v Sloveniji v skladu z zakonodajo postavile zbiralnice najmanj štirih frakcij komunalnih odpadkov, in sicer za papir, steklo, kovino, plastiko, uvaja pa se tudi ločeno zbiranje organskih kuhinjskih odpadkov. Zajem komunalnih odpadkov poteka pretežno kot odvoz (Zore, 2015, 55).

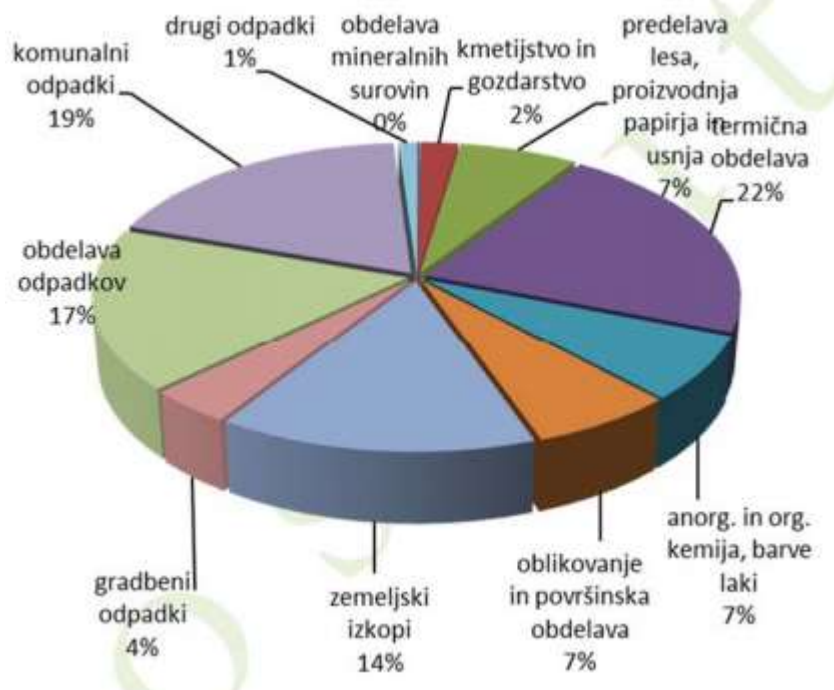
Okoljski cilji so zapisani tudi v operativnem programu, ki je nastal na osnovi Resolucije o nacionalnem programu varstva okolja (Ur. l. RS, št. 2/2006). Za obdobje 2012–2020 so podrobneje razčlenjeni cilji, usmeritve in naloge, ki se nanašajo na ravnanje s komunalnimi odpadki. Glavni namen tega operativnega programa pa je prikazati obstoječe stanje v Sloveniji na področju ravnanja s komunalnimi odpadki ter na osnovi tega, in ob upoštevanju zakonodaje EU, do leta 2020 predvideti cilje in ukrepe na omenjenem področju. Ker v Sloveniji komunalne odpadke v večji meri še vedno odlagamo, je eden od glavnih ciljev uveljavljanje tudi drugih postopkov pri recikliranju oziroma shranjevanju odpadkov. Ena glavnih usmeritev ravnanja z odpadki v Sloveniji je ločeno zbiranje odpadkov na izvoru in učinkovita obdelava mešanih komunalnih odpadkov v napravah za mehansko biološko obdelavo (Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki, 2013).



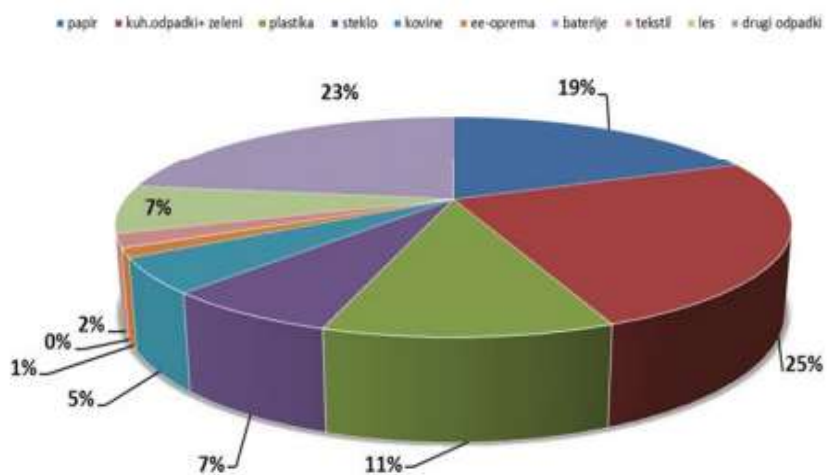
Slika 5: Količina odpadkov po regijah, 2013
(Vir: Odpadki Slovenija, 2013)

Podatke o količinah odpadkov in o ravnanju z njimi pridobivamo s statističnim zajemom podatkov. Zakonska podlaga za statistično zbiranje informacij o odpadkih je Zakon o državni statistiki (Ur. l. RS, št. 45/2009) in Letni program statističnih raziskovanj (Ur. l. RS, št. 32/2016). Zakonodajna ureditev ravnanja z odpadki se je v preteklih letih pomembno spreminjala. Intenzivno uveljavljanje novejših zakonodaje po letu 1998 kaže rezultate v pravni ureditvi, ki obsega skupno več kot dvajset podzakonskih aktov in predpisov, sprejetih na osnovi zakona o varstvu okolja.

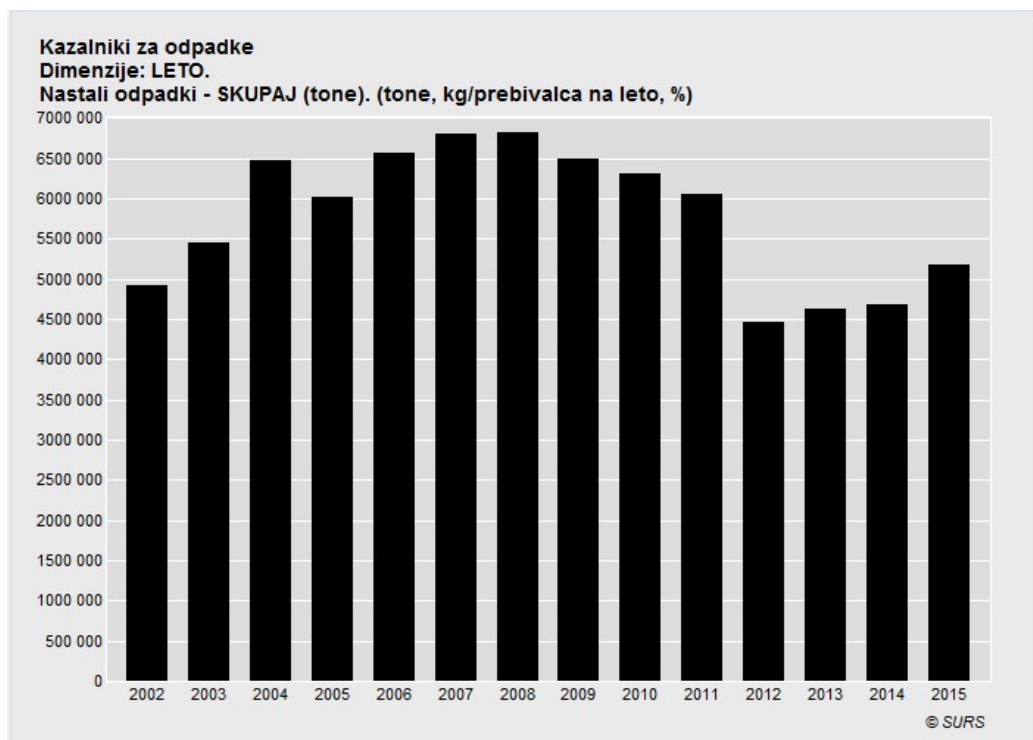
V letu 2007 je v Sloveniji (RS) nastalo 885.595 ton komunalnih odpadkov (2.907 ton nevarnih komunalnih odpadkov). V primerjavi z letom 2006 se je količina nevarnih komunalnih odpadkov povečala za 99 % ter količina komunalnih odpadkov za 2,3 % (Koželj, 2009, 18). S slike 5 (podatki za leto 2013) je razvidno, da najmanj odpadkov na prebivalca v Sloveniji pridelajo v Savinjski regiji, največ pa v JV Sloveniji ter v Zasavski regiji. V Sloveniji letno nastane več kot 400 kg komunalnih odpadkov na prebivalca. Količina nastalih komunalnih odpadkov je bila največja v letu 2008 (922.829 t) in se je povečala za približno 8,5 % glede na leto 2002 (850.740 t), po letu 2008 pa se je količina nastalih komunalnih odpadkov zmanjšala približno sorazmerno zmanjšanju bruto družbenega proizvoda. V letu 2014 je nastalo 891.708 t komunalnih odpadkov, od teh 6.789 t nevarnih. Količina ločeno zbranih frakcij komunalnih odpadkov se je v letu 2014 glede na leto 2002 znatno povečala in znaša 7 % vseh zbranih komunalnih odpadkov. Količina komunalnih odpadkov se je od leta 2003 do 2008 povečala za 17 %. V letu 2009 je količina prvič v preučevanem obdobju po letu 2003 upadla, kar se je nadaljevalo do leta 2011. V letu 2012 je količina komunalnih odpadkov začela rasti in v letu 2013 je predstavljala 19 % vseh odpadkov v Sloveniji (Slika 6) Slika 7 prikazuje, da v Sloveniji v sklopu komunalnih odpadkov pridelamo največ kuhinjskih in zelenih odpadkov (25 %), pa tudi papirja (19 %) in plastike (11 %) (Program ravnanja z odpadki, 2016).



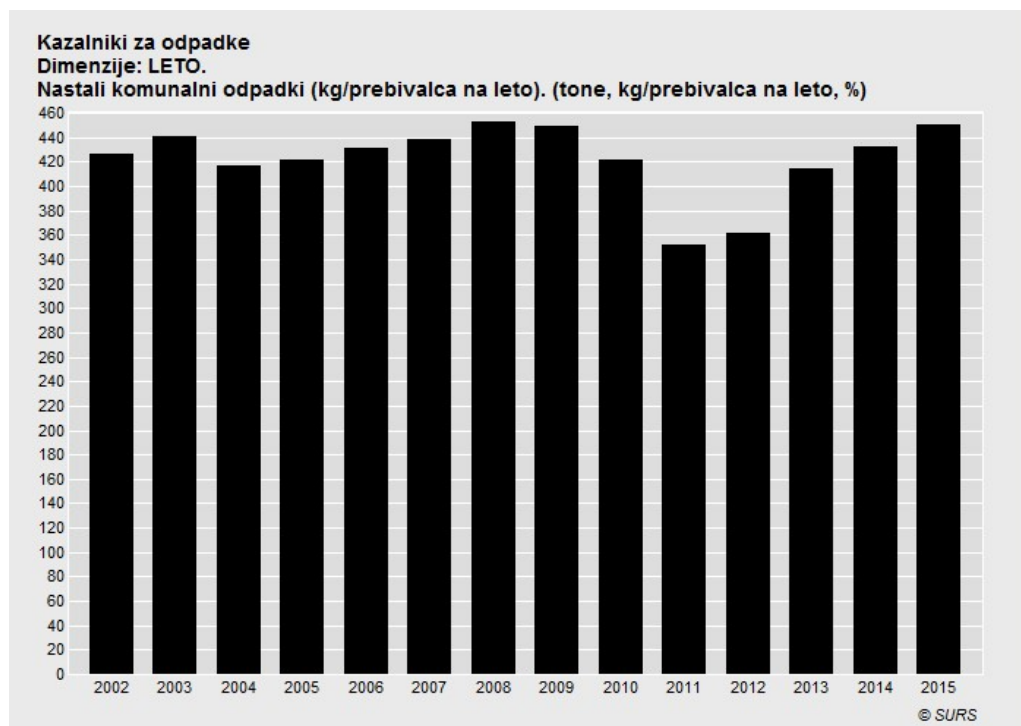
Slika 6: Nastajanje odpadkov v Sloveniji v letu 2013
(Vir: Program ravnanja z odpadki, 2016)



Slika 7: Sestava komunalnih odpadkov v Sloveniji v letu 2014
(Vir: Program ravnanja z odpadki, 2016)



Slika 8: Količina odpadkov, nastalih v Sloveniji v letih 2002–2015
(Vir: SURS, Kazalniki za odpadke)



Slika 9: Količina komunalnih odpadkov v Sloveniji v letih 2002–2015
(Vir: SURS, Kazalniki za odpadke)

V Sloveniji je leta 2014 nastalo največ gradbenih odpadkov in zemeljskih izkopov, 24 %, sledili so komunalni odpadki, 19 %, največ, kar 25 % je bilo odpadne embalaže, odpadki iz termičnih procesov predstavljajo 17 %, odpadki iz naprav za obdelavo odpadkov (15 %), nato pa sledijo odpadki iz obdelave in predelave lesa, proizvodnje papirja in usnja in odpadki iz anorganskih in organskih procesov ter barv (Program ravnanja z odpadki, 2016).

V zadnjih letih se povečuje delež ločeno zbranih frakcij komunalnih odpadkov, ta je v letu 2012 znašal 40 %. Delež zbranih mešanih komunalnih odpadkov je v letu 2012 znašal 60 %. Reciklaža komunalnih odpadkov narašča (sežig ostaja minimalen, manj kot odstotek). V EU je bilo v letu 2013 na osebo recikliranih 131 kg komunalnih odpadkov, v Sloveniji pa 157 kg komunalnih odpadkov na prebivalca. Leta 2014 je bilo v Sloveniji recikliranih 49 % komunalnih odpadkov, 12 % kompostiranih in 39 % odloženih na odlagališča. V letu 2013 je Slovenija dosegla stopnjo recikliranja komunalnih odpadkov 62 %, kar pomembno presega povprečje EU, tj. 43 % (Eurostat, 2015).

2. 5 Ravnanje z ostalimi odpadki v Sloveniji

Značilnost ravnanja z odpadki v Sloveniji je relativno majhen delež njihove energetske izrabe. V pogledu prioritet je uporaba odpadkov kot sekundarno gorivo sicer za osnovno izrabo, vendar marsikdaj tržne, ekonomske in okoljske okoliščine dajejo prednost sežigu odpadkov. Če ni primerne trga za manj kakovostne izdelke iz recikliranih surovin, če je njihova predelava tehnološko zahtevna in draga in če je njihova energetska izraba okoljsko sprejemljiva, ima ta način ravnanja vsekakor prednost (Buda in Keuc, 2010,11).

Trenutna politika v Sloveniji v zvezi z ravnanjem z odpadki sledi ciljem iz Resolucije o Nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (Ur. l. RS, št. 2/2006). Največ odpadkov je torej nastalo v letih 2004–2008, v letu 2013 pa se je zmanjšala za okoli 30 %. Največ odpadkov nastaja pri izvajanju proizvodnih in storitvenih dejavnosti.

Pri gospodarjenju z odpadki se pojavlja več problemov. Eden večjih je problem povezan s postopki zbiranja, transporta, obdelave, predelave in končne odprave odpadkov. Postopki namreč ne smejo biti škodljivi za živa bitja oziroma moteči za okolje. Naslednji problem predstavlja prostor, kjer se odpadki na naraven, poltehničen ali tehnično kontroliran način odstranjujejo oziroma obdelujejo. Problemi s tega področja zahtevajo kompleksnejše rešitve. Tako je potrebno preprečiti nastajanje odpadkov, odpadke je potrebno zajemati na primeren način, jih pripraviti tako, da postanejo neškodljivi in jih vračati nazaj v uporabo. Poglavitno je tudi, da poiščemo ustrezne deponije. Med vsemi odpadki imajo komunalni, zaradi različnih medijev, lastnosti in razpršenosti vira nastanka, posebno mesto (Zore, 2015, 7).

Država pa se mora pri načrtovanju politike na tem področju držati načela petstopenjske hierarhije ravnanja z odpadki. Temeljiti bi morala tudi na načelu, da kdor onesnažuje, plača, saj še vedno velja pravilo, da je najboljši odpadek tisti odpadek, ki ga ni. Odlaganje odpadkov bi bilo potrebno omejiti samo na tiste, ki jih nikakor ni moč razgraditi. Da pa bi to dosegli, je potrebno na državni in lokalni ravni vzpostaviti učinkovit sistem upravljanja. Usmerjenost k trajnostnemu razvoju in optimalnemu ravnanju z odpadki mora biti strateška naloga države. In čeprav je država na tem področju veliko naredila, jo čaka še kar nekaj dela. Največjo pozornost je potrebno usmeriti v preusmeritev toka odlaganja v tok postopka predelave oziroma recikliranja odpadkov (Buda in Keuc, 2010, 56).

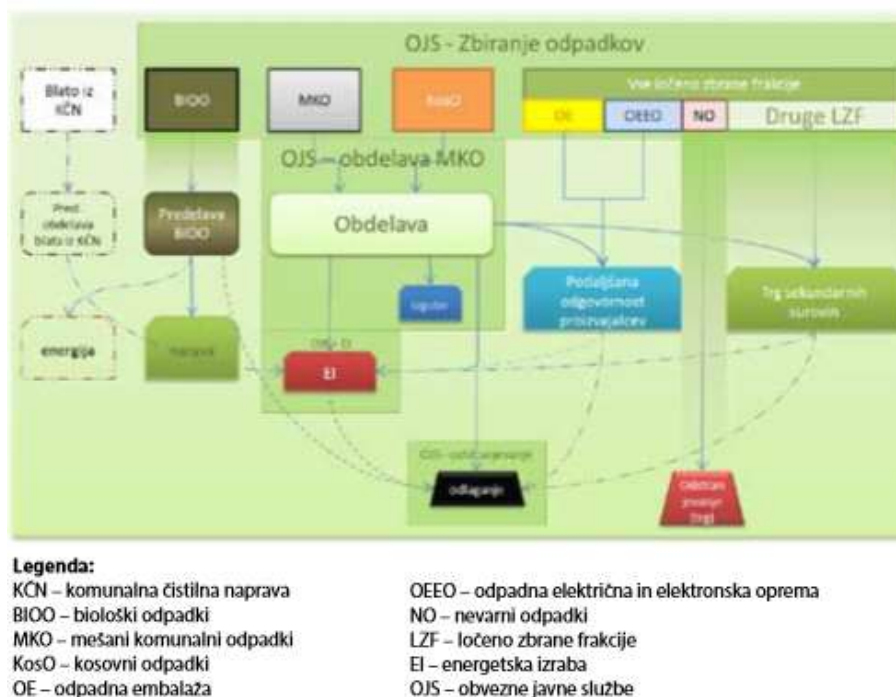
3 ZBIRANJE IN TRANSPORT ODPADKOV

Zbiranje in transport odpadkov sta opredeljena kot zbiranje odpadkov, ki ga izvajajo javne komunalne službe ali pooblašenci za zbiranje. Zajema transport odpadkov na kraj ravnanja z odpadki ali njihovega odlaganja, ločeno zbiranje odpadkov, transport nevarnih odpadkov ter čiščenje ulic in javnih površin (Marot, 2013,23).

3. 1 Zbiranje komunalnih odpadkov

»Zbiranje odpadkov je prva faza ravnanja z odpadki. Tehnično mora biti prilagojeno naslednjim fazam oziroma nadaljnji obravnavi.« (Zore, 2015, 45) Ker obstaja več možnosti predelave odpadkov, je možnih tudi več vrst zbiranja odpadkov. Zbiranje komunalnih odpadkov ima svojstvene značilnosti. Poteka v stiku s porabniki, to je s prebivalci, saj je zbiranje odpadkov fizično vezano na prostor, kjer odpadki nastajajo (Zore, 2015).

Pri zbiranju odpadkov je pomemben celovit sistem ravnanja z odpadki. Pri tem je potrebno upoštevati kako, kje, koliko in kaj ločeno zbirati na izvoru, kaj obdelati za ponovno uporabo, reciklažo ali za energetska izrabo. Pomembno je tudi, kako prevzemati odpadke, da bodo primerni za ponovno reciklažo ali obdelavo, ter kam odlagati odpadke, ki ostanejo neizkoriščeni (Kosi, 2014, 23).



Slika 10: Celovit sistem ravnanja s komunalnimi odpadki
(Vir: Kosi, 2014)

Razvoj tehnik obdelave in sortiranja je v zadnjih letih izredno napredoval. Pri celovitem zbiranju odpadkov (Slika 10) je potrebno manj transporta pri zbiranju, obdelava in sortiranje odpadkov pa poteka v enem procesu (Kosi, 2014, 19).

»Komunalne odpadke sestavljajo mešani komunalni odpadki, kosovni odpadki, ločeno zbrane frakcije ter druge frakcije komunalnih odpadkov. Ločeno zbrane frakcije se delijo na nenevarne (npr. papir, steklo, kovine, plastika, tekstil, biološki odpadki) in nevarne frakcije.

Druge frakcije komunalnih odpadkov so odpadki s pokopališč, s tržnic, s čiščenja cest.« (Program ravnanja z odpadki, 2016, 36)

V 18. členu Uredbe o odpadkih (Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015) je zapisano, da je odpadke iz papirja, kovine, plastike in stekla treba zbirati ločeno, podrobneje pa so zahteve za ločeno zbiranje komunalnih odpadkov opredeljene v Odredbi o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki (Ur. l. RS, št. 21/2001). V prilogah odredbe so določene tudi ločene frakcije in nevarne frakcije komunalnih odpadkov (Sliki 9 in 10), na katere se nanaša predpisani najmanjši obseg oskrbe.

Opadke ločeno zbiramo v zbiralnicah in v zbirnih centrih. Zbiralnica ločenih frakcij je predpisana najmanj na vsakih 500 prebivalcev. Tam se zbirajo lepenka in papir, drobna odpadna embalaža iz stekla ter iz plastike in sestavljivih materialov ter drobna odpadna embalaža iz kovine. »Zbiralnice ali ekološki otoki so utrjen, vodoprepusten plato, opremljen z zbirnimi posodami.« Pomembno je, da je za okoliške prebivalce lahko dostopen (Zore, 2015, 56). Zbirni centri ločenih frakcij so v naseljih z več kot 8.000 prebivalci (slika 11). Urejeni so za zbiranje vseh vrst ločenih frakcij in kosovnih odpadkov.

Nevarne frakcije v manjših naseljih (več kot 1.000 prebivalcev) pobirajo vsaj enkrat letno s premično zbiralnico, v naseljih z več kot 25.000 prebivalci pa morajo biti urejene stacionarne zbiralnice, običajno kot sestavni del zbirnih centrov.

Opadki se ločujejo in odlagajo v različne zabojnike. Lahko v zabojnike v zbiralnicah (zabojniki za papir in kartonsko embalažo ter stekleno in mešano embalažo – le za blokovno gradnjo), v zabojnike za gospodinjstvo (zabojniki za mešane komunalne odpadke, zabojniki za biorazgradljive odpadke, zabojniki za mešano embalažo), v zabojnike za obrtnike, podjetnike, javne ustanove (zabojniki za mešane komunalne odpadke, zabojniki za biorazgradljive odpadke, zabojniki za mešano embalažo, zabojniki za papir in kartonsko embalažo, zabojniki za stekleno embalažo). Nevarni odpadki se zbirajo ob različnih akcijah (premična zbiralnica na določenih lokacijah), prav tako kosovni odpadki (naročilo odvoza kosovnih odpadkov z naročilnico). Komunalne odpadke lahko oddamo tudi v zbirnih centrih. Vedno bolj se uveljavlja ločeno zbiranje na viru nastanka z več zabojniki pri individualnih stanovanjskih stavbah (Centrih, Očepek, 2015).

Klasifikacijska številka odpadka	Naziv odpadka	Opombe
20 01	Ločeno zbrane frakcije	
20 01 01	Papir in lepenka	Papir in lepenka vseh vrst in velikosti
20 01 02	Steklo	Steklo vseh velikosti in oblik
20 01 10	Oblačila	
20 01 11	Tekstil	
20 01 25	Jedilna olja in maščobe	
20 01 28	Barve, črnila, lepila in smole, ki ne vsebujejo nevarnih snovi	
20 01 30	Detergenti, ki ne vsebujejo nevarnih snovi	
20 01 34	Baterije in akumulatorji, ki so ločeno zbrani in niso v skupinah 16 06 01, 16 06 02 in 16 06 03	
20 01 36	Električna in elektronska prema, ki ni v skupinah 20 01 21, 20 01 23 in 20 01 35	
20 01 38	Les, ki ne vsebuje nevarnih snovi	
20 01 39	Plastika	
20 01 40	Kovine	
20 01 41	Odpadki iz čiščenja dimnikov	
20 03 07	Kosovni odpadki	
15 01	Embalaža vključno z ločeno zbrano embalažo, ki je komunalni odpadek	
15 01 01	Embalaža iz papirja in kartona	
15 01 02	Embalaža iz plastike	
15 01 03	Embalaža iz lesa	
15 01 04	Embalaža iz kovine	
15 01 05	Embalaža iz sestavljenih materialov	
15 01 07	Embalaža iz stekla	

Slika 11: Ločene frakcije komunalnih odpadkov

(Vir: Odredba o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki)

Klasifikacijska številka odpadka	Naziv odpadka	Opombe
20 01	Ločeno zbrane frakcije	
20 01 13	Topila	Organska in halogenirana topila
20 01 14	Kislina	
20 01 15	Baze	
20 01 17	Fotokemikalije	
20 01 19	Pesticidi	Pesticidi in biocidi
20 01 21	Fluorescentne cevi in drugi odpadki, ki vsebujejo živo srebro	
20 01 23	Oprema, ki vsebuje klorofluorogljike ali klorofluorogljikovo-dike	Hladilniki, zamrzovalniki, toplotne črpalke in klimatske naprave za uporabo v gospodinjstvih
20 01 27	Barve, črnila, lepila in smole, ki vsebujejo nevarne snovi	
20 01 29	Detergenti, ki vsebujejo nevarne snovi	
20 01 33	Baterije in akumulatorji, ki so v skupinah 16 06 01, 16 06 02 in 16 06 03	
20 01 35	Oprema, ki ni v skupini 29 01 21 ali 20 01 23 in vsebuje nevarne snovi	TV sprejemniki, radijski sprejemniki, osebni računalniki, tiskalniki in druga elektronska oprema, ki je v splošni, neprofesionalni rabi
20 01 37	Les, ki vsebuje nevarne snovi	
15 01	Embalaža vključno z ločeno zbrano embalažo, ki je komunalni odpadek	
15 01 10	Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi	
15 01 11	Kovinska embalaža, ki vsebuje nevaren porozni ovoj, kot je azbest, in prazne tlačne posode	

Slika 12: Nevarne frakcije komunalnih odpadkov

(Vir: Odredba o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki)



Slika 13: Zbirni center ločenih frakcij
(Vir: Medmrežje 4)

Ločeno zbiranje odpadkov iz gospodinjstev je odgovornost vsakega posameznika. Pomeni, da skrbno in strokovno ter pravilno razvrstimo odpadke že na mestu njihovega nastanka in jih potem pravilno odložimo na zanje predvidena mesta. Zato moramo poskrbeti za ločeno zbiranje papirja, stekla, odpadne embalaže in bioloških odpadkov že doma. Prav tako je potrebno izločiti nevarne in kosovne odpadke (Kako ločujemo odpadke, 2015). Kam odlagamo posamezne skupine odpadkov, prikazuje slika 14.

Lokacije prepuščanja ločeno zbranih odpadkov	papir, karton	steklena embalaža	odpadna embalaža	biološki odpadki	zeleni obrez	nevarni odpadki	kosovni odpadki	električna in elektronska oprema	ostali odpadki
ZBIRNO MESTO				+	+				+
ZBIRALNICA	+	+	+						
ZBIRNI CENTER	+	+	+		+	+	+	+	
PREMIČNA ZBIRALNICA						+			
AKCIJA NAROČNIŠKO							+		

Slika 14: Ločeno zbiranje odpadkov
(Vir: Kako ločujemo odpadke)

Odpadke iz gospodinjstev ločeno zbiramo in prepuščamo na različnih, za njih namenjenih mestih. Zabojniki za embalažo v velikostih 240 l in 700 l so postavljeni v zbiralnicah tako v blokovni kot tudi v individualni gradnji. Zbiralnice z zabojniki so namenjene oddaji embalaže, ki nastane v gospodinjstvu. Ostali povzročitelji tovrstnih odpadkov (podjetja, obrtniki, javne

ustanove...) imajo zabojnike za embalažo na svojem odjemnem mestu. Vsaka oddana mešana embalaža mora biti spraznjena in stisnjena (Centrih Ocepek, 2015).

Barve zabojnikov veljajo za območje delovanja posameznih družb za ravnanje z odpadki. Tako pri Snagi embalažo odlagamo v za to namenjene zabojnike z rumenim pokrovom ali pa v vreče, ki jih dobijo posamezna gospodinjstva. Odlagamo plastenke, konzerve in pločevinke, votlo sestavljeno embalažo mleka, sokov ipd. (tetrapak), plastenke čistil in pralnih sredstev, plastične vrečke in jogurtove lončke, plastično embalažo šamponov, zobnih past in tekočih mil, embalažo CD-jev in DVD-jev, plastično in alu folijo, v katero so zaviti izdelki, embalažo iz stiropora (Kako ločujemo odpadke, 2015).



Slika 15: Zabojunik za embalažo
(Vir: Priročnik za pravilno ločevanje odpadkov v gospodinjstvih)

V zabojnike za papir odlagamo časopise in revije, zvezke in knjige, prospekte in kataloge, pisemske ovojnice, pisarniški in ovojni papir, papirnate nakupovalne vrečke, kartonsko embalažo in lepenko.

V zabojnike z zelenim pokrovom odlagamo steklo, in sicer steklenice živil in pijač, stekleno embalažo zdravil in kozmetike, kozarce vloženih živil, drugo stekleno embalažo.

V rjave zabojnike odlagamo kuhinjske odpadke in zeleni vrtni odpad (zelenjavne in sadne odpadke vseh vrst, jajčne lupine, kavno usedlino in filter vrečke, pokvarjene prehrabne izdelke, kuhane ostanke hrane in gnilo sadje, papirnate robčke, brisače in papirnate vrečke, odpadno vejevje, travo in listje).

V črn zabojnik pa odlagamo ostale odpadke. Mednje sodijo plenice in mačji pesek, ohlajen pepel in vrečke iz sesalca, tkanine, usnje in šiviljski odpadki, kasete, filmi in fotografije, pluta in guma, keramika, porcelan in klasične žarnice z žarilno nitko, izolacijsko in avtomobilsko

steklo. Ostale odpadke (kosovne, električne...) pa zbirajo v regijskih centrih po državi (Kako ločujemo odpadke, 2015).

Zbirno mesto	biološki odpadki	hišno kompostiranje ali rjavi zabojnik
	ostali odpadki	sivi zabojnik
	odpadna embalaža	rumena vreča, zabojnik / rumeni pokrov
	papir in drobna papirna embalaža	zabojnik / rdeči pokrov ali povezan papir
Ekološki otok (zbiralnica)	papir in drobna papirna embalaža	zabojnik / rdeči pokrov
	steklena embalaža	zabojnik / beli pokrov
	odpadna embalaža	zabojnik / rumeni pokrov
Zbirni center	različne vrste ločenih kosovnih, nevarnih in nenevarnih odpadkov	
Premična zbiralnica	nevarni odpadki	
Akcija / naročniško	kosovni odpadki	



Slika 16: Običajen način ločenega zbiranja odpadkov
(Vir: Priročnik za pravilno ločevanje odpadkov v gospodinjstvih)

Seveda se kljub ukrepom zmanjševanja odpadkom ne da popolnoma izogniti. Vendar moramo vedeti, kam in kje odpadke oddajamo (Slika 16). Pomembno je tudi zavedanje o tem, zakaj je odpadke potrebno ločevati:

- v svetu je vse manj surovin,
- količine odpadkov iz leta v leto naraščajo,
- odlagališča odpadkov postajajo polna,
- prostora za ureditev novih odlagališč je vse manj,
- nova zakonodaja s področja ravnanja z odpadki nas zavezuje k ločevanju odpadkov na izvoru njihovega nastanka,
- ločevanje odpadkov ima številne prednosti,
- razbremenitev okolja z odpadki, ohranjanje naravnih virov, varčevanje z energijo,
- odpadki, ki bi končali na odlagališču, lahko postanejo v drugačni obliki ponovno uporabni (Priročnik za pravilno ločevanje odpadkov v gospodinjstvu, 2015).

Tako zbrane odpadke podjetja, ki se ukvarjajo z odpadki, predajo ali pa reciklirajo. Embalažo predajo embalažnim družbam, ki iz plastične embalaže izdelujejo npr. ohišja za kemične svinčnike in vžigalnike, vrečke, preproge, avtomobilske dele in čopiče ... Iz votle embalaže (tetrapaka), ki je sestavljena iz kartona, polietilena in aluminijeve folije, pa s postopkom

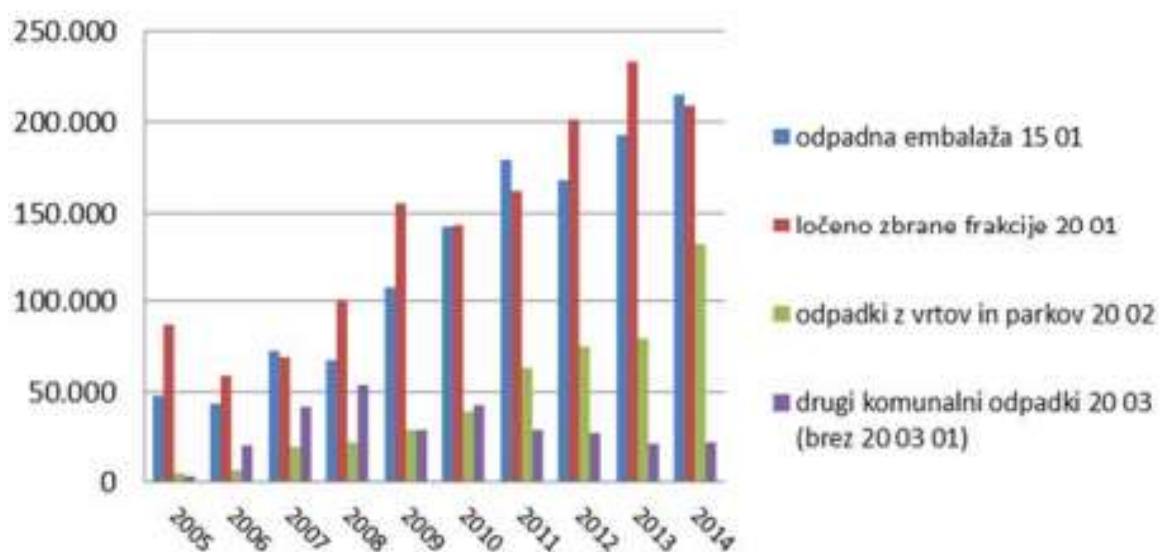
termičnega stiskanja izdelujejo tudi posebne plošče Tectan, ki se uporabljajo v pohištveni industriji.

Papir in karton predelovalci pripravijo za obdelavo, in sicer odstranijo lepilo, vezavo, kovinske dele in smeti. Nato surovine primerno predelajo in izdelajo papirnate vrečke, toaletni papir in papirnate brisače, kartonsko embalažo za jajca, kuverte, zvezke, mape.

Biološke odpadke prepeljejo v različne regionalne centre, kjer poteka nadaljnja predelava. Sicer lahko te odpadke kompostiramo na vrtu. Biološki odpadki, pomešani z ostalimi komunalnimi odpadki, povzročajo velike količine toplogrednih plinov, nastanek nevarnih organskih kislin in neprijeten vonj na odlagališčih in zbirnih mestih.

Preostale odpadke predelajo z mehansko obdelavo v različnih centrih. Najprej jih v drobilniku zdrobijo, da potujejo v sito, ki loči različne vrste odpadkov. Naprave ločijo različne frakcije odpadkov, lahke od težkih (bioloških), nato po barvi in dimenzijah (tridimenzionalne od dvodimenzionalnih). V nadaljnjem postopku izločijo plastiko in različne barve stekla, odberejo pa tudi druge kovine, na primer aluminij. Vse te snovi so namenjene v reciklažo, česar se ne da ponovno uporabiti, pa predelajo v gorivo (Ločevanje odpadkov).

Izvajanje dejavnosti priprave za ponovno uporabo in recikliranje ločenih frakcij komunalnih odpadkov se ne uvrščata med opravljanje storitev javne službe. Na podlagi podatkov za leto 2014 je ocenjeno, da je ponudba za recikliranje odpadnega papirja, stekla, plastike in kovin v Sloveniji in njeni širši okolici dovolj velika, da bodo tudi za predvidene količine teh ločenih frakcij v letu 2020 zagotovljene zmogljivosti za njihovo recikliranje, cena recikliranja pa se bo oblikovala na podlagi tržnih mehanizmov. Nekoliko slabše je stanje na področju ponudbe za recikliranje bioloških odpadkov, za kompostiranje (aerobno obdelavo) ali anaerobno obdelavo v bioplinarnah z naknadnim kompostiranjem pregnitega blata. V letu 2014 je bilo zbranih za obdelavo in oddanih v predelavo 108.476 t ločeno zbranih bioloških odpadkov (v to količino ni vključenih 55.903 t bioloških odpadkov iz restavracij). V letu 2014 je bilo ločeno zbrano za namen predaje v predelavo (pretežno v recikliranje) 576.948 t frakcij komunalnih odpadkov. V letu 2014 je bilo v napravah za predelavo komunalnih odpadkov v Sloveniji predelano okoli 744.753 t komunalnih odpadkov, od teh je bilo v tem letu v predelavo sprejetih 578.186 t odpadkov iz Slovenije in 294.452 t iz tujine (Program ravnanja z odpadki, 2016, 50–51).



Slika 17: Sestava ločeno zbranih frakcij komunalnih odpadkov (v t), ki so bile oddane v predelavo v obdobju 2005–2014

Vir: (Program ravnanja z odpadki, 2016)

V programu ravnanja z odpadki je med drugim zapisano, da bo Slovenija do leta 2020 skrb namenjala recikliranju odpadkov in se bo s tem približala ciljem EU. V skladu s tem ciljem je treba posamezne frakcije komunalnih odpadkov zaradi kvalitetnejšega recikliranja ločeno zbrati že na njihovem izvoru, če je to tehnično in okoljsko izvedljivo. Ukrepi tega programa za doseganje cilja priprave za ponovno uporabo in recikliranje komunalnih odpadkov podpirajo uporabo recikliranih odpadnih materialov, predvsem papirja, plastike, stekla, kovin in bioloških odpadkov in preprečujejo njihovo energetsko neučinkovito termično obdelavo ali okolju neprijazno odlaganje. Cilj tega programa je zmanjšati količino odpadkov oziroma povečati možnosti za njihovo recikliranje (Slika 18) (Program ravnanja z odpadki, 2016).

VRSTA ODPADKOV	2014		2020	
	predelava		priprava za ponovno uporabo in recikliranje	
	delež, oddan v predelavo (%)	količina, oddana v predelavo (t/leto)	ciljni delež, oddan v predelavo (%)	ciljna količina, oddana v predelavo (t/leto)
Odpadni papir	71,6	121.088	75,6	133.114
Biološki odpadki	72,4	159.297	74,8	171.727
Odpadna plastika	19,1	17.906	33,9	33.612
Odpadno steklo	70,1	42.837	80,2	49.607
Odpadne kovine	72,6	33.353	87,6	41.763
Drugo, vključno z mešano embalažo	42,3	107.137	45,7	118.834

Slika 18: Cilji priprave za ponovno uporabo in recikliranje komunalnih odpadkov
(Vir: Program ravnanja z odpadki, 2016)

3. 2 Posebni načini zbiranja komunalnih odpadkov

V Sloveniji poznamo tudi primere podzemnih zbiralnic. S podzemnimi zbiralnicami v središču Ljubljane nadomeščajo običajne zabojnike za odpadke, ob tem pa sproščajo javne površine, lepšajo podobo in večajo prometno varnost v mestnem središču. Prve podzemne zbiralnice so postavili leta 2008, trenutno pa je v Ljubljani postavljenih 59 tovrstnih zbiralnic. Podzemne zbiralnice za embalažo, steklo in papir imajo odprtine, zato lahko ločene frakcije vanje odlaga kdorkoli. Drugače je s podzemnicami za mešane in bio odpadke – ti dve sta zaprti s pokrovom, odpiranje pa je mogoče samo s posebno kartico. Ti dve podzemnici sta namreč namenjeni stanovalcem (gospodinjstvom in pravnim osebam), ki dobijo posebno identifikacijsko kartico za odpiranje, sistem pa to registrira, kar služi kot osnova za obračun storitev (Podzemne zbiralnice za odpadke v ožjem centru Ljubljane, 2008).

Podzemni zabojnik je sestavljen iz vnaprej izdelanih elementov, ki se na posamezni lokaciji vgradijo in prilagodijo okolici. Zaradi take tehnologije je vgradnja zelo hitra in skorajda nemoteča za okolico. Sestavni deli podzemnega zbiralnika so:

- betonski vložek iz vodonepropustnega betona,
- vložek iz nerjaveče pločevine,
- zabojnik za odpadke velikosti 5 m³ (razen za steklo, ki je velikosti 4 m³),
- dvizni pokrov z nadzemno enoto za oddajanje odpadkov.

Več podzemnih zabojnikov sestavlja zbiralnico. Praznjenje zabojnikov se opravlja s posebnim vozilom. Praznjenje poteka deloma avtomatizirano in pod vodstvom voznika. Samo praznjenje podzemnih zabojnikov je razdeljeno na več faz. V prvi fazi se vozilo stabilizira, zavaruje se lokacija in onemogoči se dostop v neposredno bližino delovne operacije, zagotovi pa se tudi napajanje elektrike za dvigovanje pokrova zbiralnice. V drugi fazi voznik z upravljanjem hidravlične roke dvigne zabojnik in ga izprazni v vozilo. Zadnja faza je vračanje zabojnika v prvotni položaj in zapiranje pokrova. Čas praznjenja enega zabojnika je okoli tri in pol minute in je odvisen od zahtevnosti lokacije (Podzemne zbiralnice za odpadke v ožjem centru Ljubljane, 2008).

V Ljubljani deluje tudi t.i. smetomat (Slika 19) – poseben zabojnik z integrirano stiskalnico, ki je namenjen zbiranju preostanka mešanih komunalnih odpadkov. Zbiranje preostanka odpadkov s smetomatom je prvi in zaenkrat edini tovrstni sistem v Ljubljani. Smetomat je v celoti nadomestil obstoječe zabojnike za preostanek odpadkov, za odlaganje pa je potrebna posebna identifikacijska kartica, preko katere Snaga evidentira in spremlja odlaganje odpadkov. Zaradi vgrajene stiskalnice lahko odložimo do petkrat večjo količino odpadkov, kot je velikost zabojnika samega (Smetomat, 2015).



Slika 19: Smetomat
(Vir: Smetomat, 2015)

3. 3 Transport odpadkov

Transport odpadkov delimo na dve fazi:

- transport od vira nastanka oz. predaje odpadkov,
- zbirni transport do sistemov za predelavo, obdelavo in odstranjevanje odpadkov.

Transport odpadkov predstavlja povezavo med različnimi fazami gospodarjenja z odpadki. Prilagojen mora biti različnim načinom zbiranja in tudi nadaljnjemu ravnanju z odpadki. Danes se v svetu najbolj uporabljajo cestna vozila, železnica in vodni transport. Poznani so tudi pnevmatični in hidravlični sistemi (Zore, 2015, 49–50).

Sistemi transporta odpadkov so notranji (ob mestu nastanka) in zunanji. Notranji predstavljajo mehanski, hidravlični in pnevmatski tekoči trak ter vlačilec za zbirne posode na kolesih in viličar. Zunanji se deli na cestni, železniški, vodni ter letalski (Marot, 2013, 35).

Transport odpadkov torej lahko poteka po cestah, po železnici, z ladjami, lahko pa tudi po cevovodih v vodnem mediju ali s pomočjo potisnega plina. Izbor načina transporta in vrste transportnih sredstev je odvisen od:

- lokacije, vrste in količine odpadkov,
- načina ravnanja z odpadki,
- dolžine transportne poti,
- značilnosti terena,
- zakonodaje ...

Transport s cestnimi vozili je najstarejši in najpogostejši način transporta. Vozila, ki opravljajo to dejavnost, morajo biti ekonomična glede stroškov nabave in uporabe. Zasnova vozil mora biti prilagojena prometu po javnih prometnih površinah, potrebno pa je biti tudi pozoren, da skupna teža ne presega dovoljene. Biti morajo takšna, da v posameznem območju omogočajo tako zbiranje kot odvoz. Poleg teže vozil je potrebno upoštevati tudi njihovo višino. Pomembno je tudi, da so postopki natovarjanja in raztovarjanja preprosti in zanesljivi. Cestna vozila so za prevoz odpadkov zaprtega tipa – keson in so opremljena z mehanizmi in opremo za mehanično praznjenje zbirnih posod v vozilo. Imajo tudi mehanizme za nakladanje zabojnika, mehanizme za stiskanje oziroma drobljenje odpadkov ter mehanizme za iztros. Nekatera vozila imajo prostornino razdeljeno s pregradnimi stenami, kar preprečuje mešanje frakcij med seboj pri praznjenju zbirnih posod in iztrosu odpadkov iz vozila (Zore, 2015, 50–51).

Cestni transport odpadkov je mogoče opraviti z različnimi posodami in različnimi tipi vozil. Klasični sistem prevoza odpadkov temelji na kamionih, ki imajo pritrjeno stalno napravo za stiskanje in shranjevanje odpadkov in tak kamion zbira odpadke na več lokacijah in jih vozi na zbirno mesto. V primeru kontejnerjev pa kamion, ki ima ustrezno podvozje in dvigalo, pripelje na določeno lokacijo in odpelje celoten kontejner. Takšen kamion lahko dnevno opravi več voženj, odvisno od lokacije in običajno ne potrebuje spremstva delavcev kot klasični kamioni za odpadke.

Poznamo 3 vrste zabojnikov za odpadke, namenjenih za cestni transport:

- samonakladalni, naklada se z verigo na tovarnjaku, ima 5–15 m³ prostornine,
- kotalni prekucnik, naklada se z roko na tovarnjaku, kolesa zadaj omogočajo kotaljenje zabojnika, ima 15–40 m³ prostornine in
- avtostiskalnica na tovarnjaku – smetar s potisno ploščo stisne odpadke na večjo specifično težo, prihranek pri prostoru (Marot, 2013, 42–43).



Slika 20: Smetarsko vozilo z avtostiskalnico – potisno ploščo
(Vir: Ločevanje odpadkov)

Pomanjkljivost tovrstnega transporta je povezana s hitrostjo prevoza ter velikostjo vozila, saj je učinkovitost zbiranja odpadkov tako velikokrat odvisna od prometnih tokov in vremenskih razmer ter od dostopnosti vozil do zbirnih mest. Ker so stroški odvoza vedno višji, se pojavljajo v praksi novi postopki, in sicer prekladanje. To pomeni, da manjša vozila zbirajo odpadke znotraj zbirnega območja ter nato odpadke pripeljejo do večjega vozila, kjer se pretovorijo na večja vozila in nato ta transportirajo odpadke naprej (Zore, 2015, 51–52).

Celoten sistem ravnanja z odpadki (zbiranje, prevozi, pretovori ...) je zahteven logističen sistem, saj so odpadki razpršeni po različnih lokacijah. Na začetku poti so uporabniki in ekološki otoki, sledijo zbirni centri, kjer se zbirajo odpadki od uporabnikov. Glede na način predelave ali odlaganje je potrebno za nekatere odpadke urediti tudi skladišča, kjer se nekateri odpadki začasno skladiščijo in tudi obrate za razgradnjo. V sistemu zbiranja in transporta so še reciklažni obrati ali reciklažni centri, kjer poteka proces reciklaže. Na koncu celotnega procesa se reciklirani material proda, medtem ko se nekoristen material odpelje na komunalno deponijo. Glede na to, da imamo več vrst recikliranega materiala, je tudi kupcev recikliranega materiala več, s tem pa tudi več prevozov (Marot, 2013, 43–44).

4 VAKUUMSKI TRANSPORT ODPADKOV

Avtomatiziran sistem zbiranja odpadkov s podtlakom, znan tudi kot pnevmatski odvoz odpadkov, temelji na transportu odpadkov preko podzemnih pnevmatskih cevi z visoko hitrostjo do zbiralne postaje, kjer se stisnejo in shranijo v ustrezne posode (Automated vacuum collection, 2016).

Vse naj bi se, leta 1950, začelo s preprostim vprašanjem, in sicer kako to, da v bolnišnici Sollefteå na Švedskem vakuumsko odstranijo prah iz vseh kotov z enim samim sistemom, ne morejo pa podobnega sistema narediti za smeti. Prisotni so bili inženir Torsten Karefelt, odgovoren za tehnično delo v bolnišnici, Olle Genberg, glavni arhitekt, Sten Olsson, svetovalec za ogrevalne in vodovodne sisteme in Olof H. Hallström, lastnik in direktor Centralsug AB. Leta 1961 so v Centralsug AB, v bolnišnici Sollefteå, namestili prvi sistem vakuumskega zbiranja odpadkov. Leta 1965 so sistem namestili v novo stanovanjsko zgradbo v naselju Hallonbergen (Envac, 2016).

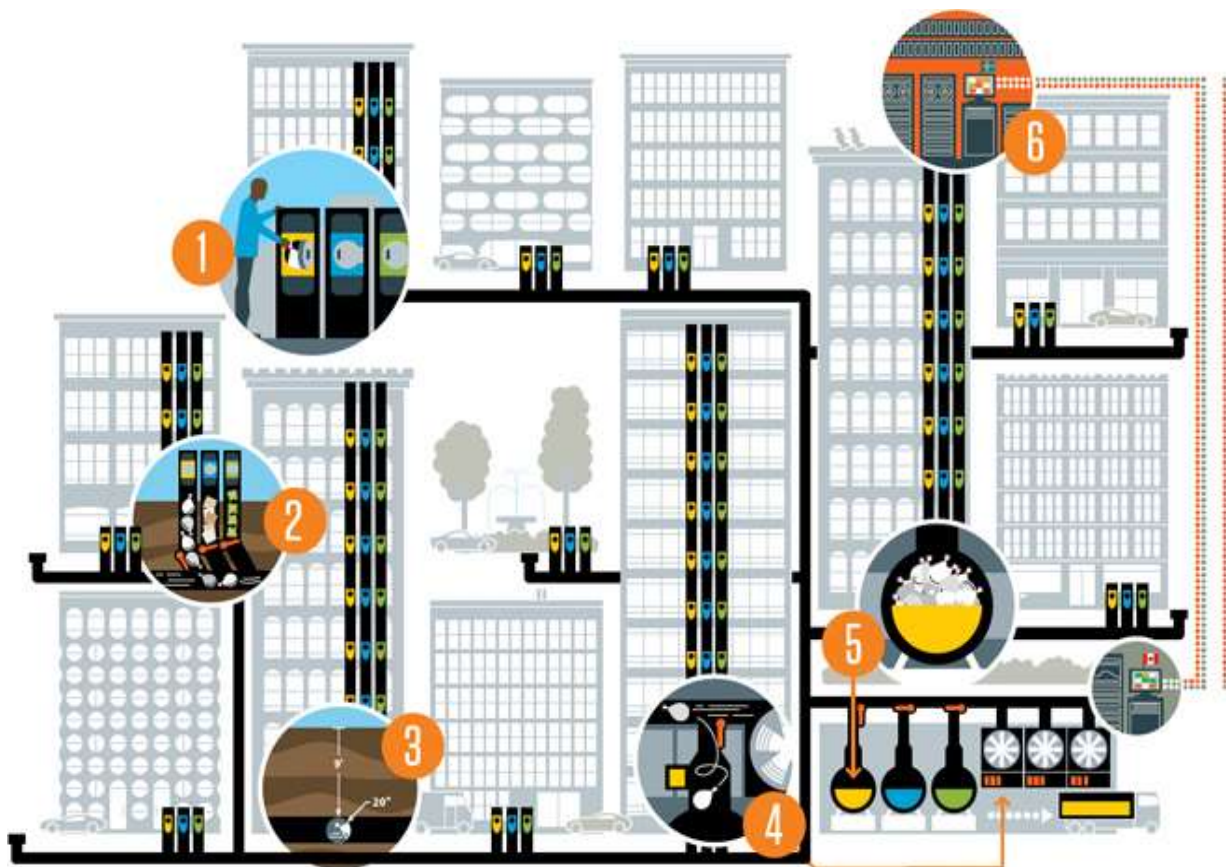
Za lažjo izvedbo vakuumskega transporta ti sistemi običajno vsebujejo mline oz. rezalnike, ki zmanjšajo velikost transportiranih delov odpadkov. Pnevmatiki mlini delujejo na principu drobljenja in rezanja materiala na ovirah, in sicer na nožih in na rešetkah, ki so v notranjosti cevi. Odpadki se po ceveh s pomočjo zraka transportirajo zelo hitro in pri tem se porabi veliko energije. Enostavnejše izvedbe so primerne za transport lažjih odpadkov, na primer papirja, plastike

Zahtevnejši sistemi uporabljajo mline z rotorji oziroma turbinami. Ti mlini so lahko postavljeni vertikalno ali horizontalno. Zračni curki so nato vanje usmerjeni pod določenim kotom. Zrak skozi sistem kroži na dva načina. Na eni strani služi za hlajenje materiala, po drugi strani pa omogoča transport odpadkov skozi postopek mletja. V okolici rotorja in ohišja se ustvarja zračni vrtnec in stopnja mletja se pri prehodu skozi zračni vrtnec zvišuje. Ti mlini pa lahko meljejo:

- industrijske odpadke,
- termoplaste, duroplaste,
- gume,
- komunalne odpadke,
- elektronske dele,
- folije,
- umetne mase in papirne lepenke (Zore, 2015, 71–72).

Ko je posoda polna, se transportira stran in izprazni. Pnevmatiki transport odpadkov temelji na vakuumskega oziroma podtlaknem cevnom sistemu. To pomeni, da odpadki potujejo po cevovodu pod določenim pritiskom. Uporablja se podtlak v cevnom sistemu, ki je oblikovan podobno kot vodovodno omrežje. Za tovrstni transport potrebujemo posebno opremo ter izdelan dovolj kakovostni cevni sistem (Zore, 2015, 52). Odpadki po podzemnih ceveh potujejo z veliko hitrostjo do zbiralnih postaj, kjer se stisnejo in zaprejo v posode. Ko se posoda napolni, se prepelje drugam in se nato izprazni. Sistem omogoča recikliranje in ločevanje odpadkov. Sam postopek se začne z odlaganjem smeti v sesalne odprtine, ki se imenujejo portali. Ti portali se lahko pojavljajo tako na javnih površinah kot tudi na zasebnih površinah. V ceveh so posebni senzorji, ki omogočajo, da po ceveh potuje le ena vrsta odpadkov, skrbijo pa tudi za to, da opozarjajo, ko se napolnijo posode s smetmi. Cevi so pod zemljo speljane tako, da pozimi ne pomrznejo. Cevi se stekajo v osrednjo predelovalno napravo, od tam pa se nato preusmerijo do končnih zbiralnikov oziroma večjih odlagališč. Smeti se po ceveh transportirajo s pomočjo industrijskega ventilatorja, ki omogoča hitrost 45 km/h. Ta hitrost je dovolj velika, da se odpadki v ceveh ne zataknejo. S pomočjo senzorjev se na koncu sistema smeti zbirajo v ustrezne koše oziroma zbiralna mesta, ki jih nato prepeljejo na primerna odlagališča. Sistem cevi je lahko speljan tudi pod vodo. Sicer pa je sistem primeren v gosto naseljenih območjih in omogoča okolju prijazno zbiranje odpadkov

do narave, brez močnih vonjev (Automated vacuum collection in Subterranean Waste Disposal for Vancouver).



Slika 21: Prikaz sistema vakuumskega zbiranja in transporta odpadkov
(Vir: Subterranean Waste Disposal for Vancouver)

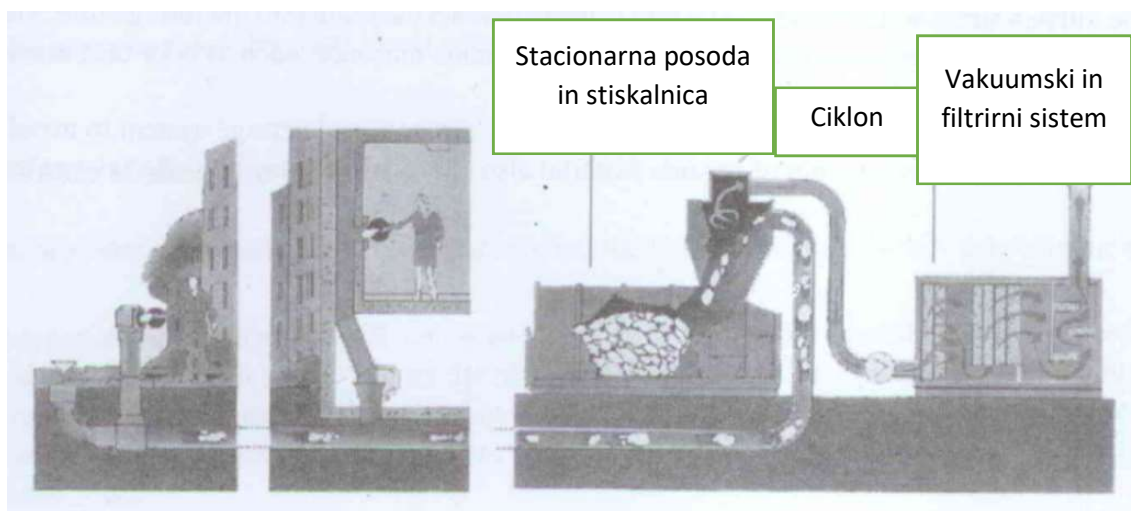
Sistem vakuumskega zbiranja in transporta odpadkov je razviden na sliki 21. Natančneje je sistem prikazan s pomočjo sličic. Slika 1 prikazuje sesalne lopute, t. i. portale, ki se uporabljajo za odlaganje odpadkov. Lahko stojijo na javni površini ali so zasebna last. V sistemu so senzorji (Slika 2), ki evidentirajo količino odpadkov, ki potuje proti centralnemu sistemu. Pod zemljo ležijo 20-palčne široke cevi (Slika 3), ki imajo dve funkciji. Prva je ta, da sistem obvarujejo pred morebitno zmrzaljo, druga pa je ta, da povezujejo različne portale. Industrijski ventilatorji (Slika 4) omogočajo, s pomočjo podtlaka (tudi do 45 km/h), prenos odpadkov po sistemu. Hitrost je dovolj velika, da se odpadki ne zataknejo in ovirajo poti. Vsi odpadki se zberejo v zbiralnem sistemu (Slika 5), kjer se stisnejo, pravilno ločijo in so pripravljeni za prevoz na drugi objekt. Sistem se upravlja na daljavo (Slika 6).

Sistem vakuumskih podzemnih cevi, ki so speljane iz različnih portalov, je prikazan na sliki 22. Podtlak z veliko hitrostjo odpadke potisne skozi cevovodni sistem, ki je povezava od portala do postaje. Sistemi cevi so največkrat speljani pod zemljo, včasih pa so speljani tudi v stenah posameznih zgradb. Pomemben del cevne sistema so ventili, ki omogočajo, da sistem deluje brez zamašitev s smetmi (Automated vacuum collection, 2016).



Slika 22: Sistem vakuumskih cevi
(Vir: Medmrežje 2)

Stacionarni vakuumski sistem (Slika 23) ima zbiralno postajo, do katere vodijo cevi, ki so speljane iz gospodinjstev ali iz različnih poslovnih prostorov. Sistem lahko uporabljajo uporabniki na površini do 2.000 metrov oziroma v strnjenih naseljih. To pomeni, da ga lahko uporablja okoli 8.000 stanovanj. Cevi so v takšnem sistemu speljane horizontalno pod zemljo, njihov premer pa je med 350 in 500 mm. Odpadke uporabniki odvržejo skozi loputo in ti se nato s pomočjo vakuuma (20 m/s) transportirajo do stacionarnih posod in stiskalnic. Ti zabojniki lahko zberejo do 12 ton odpadkov. Ti odpadki se nato stisnejo in zaprejo v posodi, s pomočjo ciklona transportirajo do vakuumskega in filtrirnega sistema. S tem se zmanjša smrad v okolici, pa tudi onesnaženost okolja, saj smeti ni potrebno odvažati sproti (Christensen, 2011). Ko se posode napolnijo, jih odpeljejo. Vendar je odvoza odpadkov manj kot pri klasičnem odvozu smeti. Prav tako lahko odvoz načrtujejo takrat, ko je obremenitev prometa najmanjša (Automated vacuum collection, 2016).

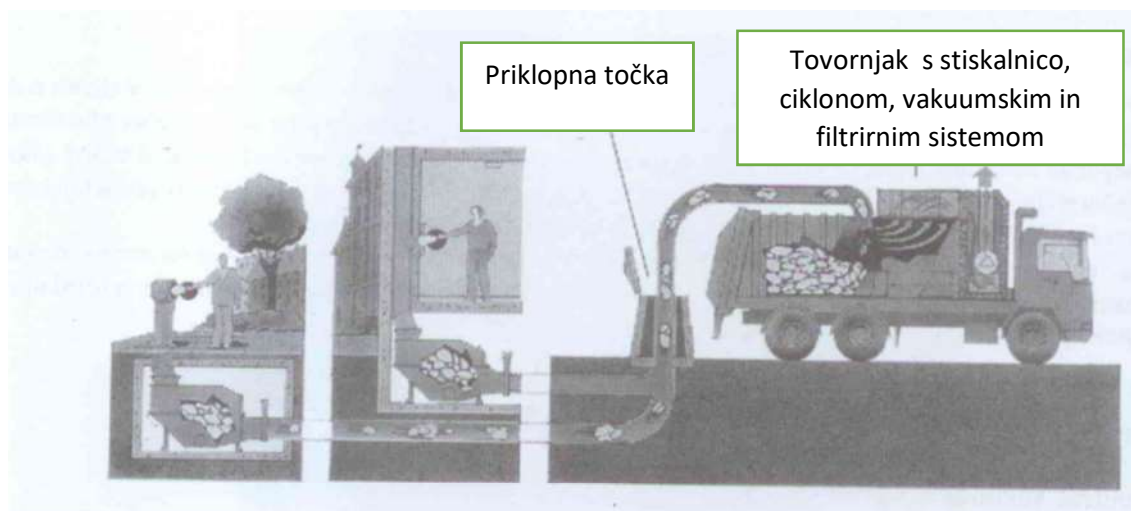


Slika 23: Stacionarni vakuumski sistem
(Vir: Christensen, 2011)



Slika 24: Primer postaje v stacionarnem vakuumskem sistemu
(Vir: Automated vacuum collection, 2016)

Mobilni vakuumski sistem (Slika 25) temelji na tem, da se odpadki zbirajo v tovornjaku. Sistem je sestavljen iz lopute, skozi katero posamezniki odvržejo odpadke, cevi, ki so speljane do zabojnikov. Ti se redno praznijo in so nameščeni na obrobju mest, in sicer na lahko dostopnih področjih. Potreben je tudi poseben tovornjak, ki se s sistemom poveže s pomočjo cevi, po katerih se odpadki s pomočjo podtlaka transportirajo v tovornjak. Tovornjaki so opremljeni s stiskalnico, ciklonskim sesalnikom in z vakuumskim in filtrirnim sistemom, ki razvršča odpadke. Moderni tovornjaki imajo nameščeno tudi tehniko, ki odpadke stehta. Tako točno vemo, koliko odpadkov se je zbralo in odpeljalo. Pri odvažanju delavci ne pridejo v stik s smetmi, zmanjša se število zaposlenih, prav tako se zmanjša smrad v okolici (Christensen, 2011).



Slika 25: Tovornjak s stiskalnico, ciklonom in vakuumsko-filtrirnim sistemom
(Vir: Christensen, 2011)

Vakuumski sistem zbiranja odpadkov ne uporabljajo le gospodinjstva, ampak se ga vedno bolj poslužujejo tudi bolnišnice, letališča in večje hotelske verige. Sistem je še posebej primeren za bolnišnice, saj se na relativno malem, ograjenem prostoru ustvari dnevno velika količina odpadkov. Odpadki niso le hrana, ki je v bolnišnicah dnevno ostaja veliko, ampak tudi ostali odpadni medicinski materiali, ki velikokrat zahtevajo še posebno varnost pri transportu

in zbiranju. Največjo težavo, poleg higiene, v bolnišnicah predstavlja tudi dnevni transport odpadkov. Bolnišnice so največkrat zgrajene ob mestnih središčih, kjer je velik pretok dnevnega prometa. Ker so bolniki bolj dovzetni za okužbe, imajo bolnišnice glede odpadkov oziroma higiene na sploh stroge predpise. S tem, ko se odločijo za tovrstne sisteme (največkrat mobilne), zmanjšajo možnost, da bi bolniki prišli v stih z odpadki, na minimum. S podobnim sistemom se srečujejo tudi večja letališča. Odpadki se ustvarjajo 24 ur na dan, vse dni v letu, in sicer tako v gostinskih lokalih kot tudi na samih terminalih. Potreba po dnevnem odvozu odpadkov je tako velika. Pri tem pa letališča ob tradicionalnem načinu odvažanja odpadkov naletijo na logističen problem, saj so največkrat na prometno zelo obremenjenih cestnih križiščih in dnevni odvoz smeti stanje le še poslabša. Z vakuumskim sistemom se izboljša sama higiena na letališčih, pa tudi težav s transportom ni toliko, saj poteka bolj poredko in se lahko časovno izvede v tistih delih dneva, ko je prometna obremenjenost najmanjša (Envac head office, 2015).

4. 1 Prednosti sistema

Prednosti takega načina zbiranja in transporta pred ostalimi so:

- Neodvisnost od cestnih in drugih transportnih povezav. Na sam transport tudi ne vplivajo prometne razmere na cestah ali neugodni vremenski pogoji.
- Transport je takojšnji in neprekinjen. Ni vezan na pogostost zbiranja odpadkov.
- Ni negativnih vplivov na okolje.
- Udobje uporabnikov sistema (Zore, 2015, 52–53).

Sistem so vpeljala že mnoga velika mesta. Tudi zaradi tega, ker onemogoča razmnoževanje podgan oziroma ostalega mrčesa. Sistem ima dolgo življenjsko dobo, dosedanje izkušnje kažejo, da zdržijo do 50 let, preden je na samem sistemu potrebno narediti prva popravila. Ne kazi izgleda mesta, saj so cevi speljane pod zemljo. Manj je zaposlenih delavcev in manj možnosti za nesreče pri delu. Prav tako se v konicah dneva (največkrat zjutraj) ne pojavljajo zastoji zaradi odvoza smeti. Potrebni je tudi manj vozil za odvoz smeti, kar dolgoročno pomeni manjše onesnaževanje okolja. Čeprav je ena loputa za vse vrste odpadkov, se ti kasneje v sistemu ločijo. Prav tako mestnega izgleda ne kvarijo zabojniki za smeti (Clark in Long, 2015).

4. 2 Slabosti sistema

Sistem ima tudi nekaj slabosti (Zore, 2015, 53):

- Visoki investicijski in obratovalni stroški.
- Zahtevno projektiranje in vzdrževanje sistema.
- Zahtevno čiščenje zraka na izhodu iz centralne postaje.
- Tehnični problemi zanesljivosti obratovanja sistema.
- Slabost sistema se kaže tudi pri količinah odpadkov in vzdrževanju podtlaka pri večjih sistemih oziroma daljših cevovodih, saj ni možno enostavno vzpostaviti hierarhije omrežja.
- Ker težko ugotovimo količino odpadkov na posameznika ali na skupino, tudi zmanjševanje odpadkov s pomočjo stimulacije cene ni izvedljivo.
- Ločevanje odpadkov je tehnično veliko zahtevnejše.
- Zbiranje večjih kosov je oteženo.

Težavo povzroča zlasti gradnja teh podzemnih sistemov, in sicer za prebivalce mest, saj je v tem času otežen prevoz po mestih, prav tako pa je povzročenega veliko hrupa. Težava se pojavi tudi takrat, kadar se sistem zamaši (Underground pneumatic waste, 2013).

4. 3 Primeri dobre prakse vakuumskega transporta odpadkov

Leon, Španija

Tudi v Španiji, kot v drugih državah, se srečujejo s težavo zbiranja odpadkov. Posebej še v mestih, ki imajo zgodovinske in druge pomembne stavbe. Eno izmed takšnih mest je tudi mesto Leon. Mesto Leon je prestolnica v pokrajini Kastilji, v SZ delu Španije. Spada med srednje velika mesta, v katerem živi približno 150.000 prebivalcev. Najpomembnejši del mesta je staro mestno jedro, ki ima bogato kulturno dediščino, z mnogimi pomembnimi stavbami še iz rimskih časov.

Kot nekatera druga velika mesta so se tudi v Leonu srečevali z veliko količino, zlasti komunalnih, odpadkov. Še večji problem je predstavljal transport teh odpadkov oziroma njihov odvoz, saj so veliki transportni tovornjaki v ozkih ulicah povzročali gnečo, prav tako pa so ob prevozu poškodovali spomeniško zaščitene stavbe.

Sprejeli so odločitev o prenovi starega dela mesta in se ob tem odločili, da bodo prešli na vakuumski sistem transporta odpadkov. Zabojnike je zamenjal sistem podzemnih cevi, ki ne kazi mestnega jedra, odpadke pa se s pomočjo vakuuma transportirajo do končne naprave za odlaganje. Odpadki se tam sortirajo in se samodejno postavijo v velike zabojnike na robu mesta.

Odločili so se za uporabo sistema, ki omogoča dve vrsti zbiranja odpadkov (slika 26). Imajo rumeni in zeleni sistem. Zeleni je primeren za zbiranje bioloških odpadkov, rumeni pa za zbiranje papirja in kartona. Sistem ne omogoča zbiranja stekla. Ta se zbira še na tradicionalen način, z odvažanjem. V sistem so vključena tako stanovanja kot tudi zunanje površine in posamezne restavracije (Underground pneumatic waste, 2013).



Slika 26: Sistem zbiranja odpadkov na javnih površinah v starem mestnem jedru Leona
(Vir: Underground pneumatic waste, 2015)

Območje zbiranja odpadkov zajema 4.000 prebivalcev ter 150 barov in restavracij. Skupaj dnevno pridelajo okoli 10.000 kg odpadkov, ki se zberejo z vakuumskim sistemom, zraven tega pa še 1.000 kg stekla na dan. Skupni stroški projekta so znašali 5,2 milijona evrov, delno je bila investicija financirana z nepovratnimi evropskimi sredstvi. Letni stroški vzdrževanja so ocenjeni na nekoliko manj kot 100.000 evrov.

Ob oceni projekta so našli tako negativne kot pozitivne učinke. Največja pozitivna točka je ta, da v mestu ni več smradu in da izgleda ne kazijo zabojniki in koši s smetmi. Po mestnem jedru se več ne vozijo veliki tovornjaki, s čimer so zmanjšali tudi tovrstno onesnaževanje.

Velika prednost je tudi ta, da omogoča ločevanje odpadkov že pri samem odlaganju. Negativne strani projekta so povezane predvsem s samo investicijo. Zajemajo visoke stroške pri vzpostavitvi sistema ter hrup, ki ga povzroči kopanje jarkov in polaganje cevi. Slaba stran bi lahko bila tudi, da bi se sam sistem zamašil, vendar v Leonu do tega problema še ni prišlo. Prebivalce so izobraževali, kako naj uporabljajo sistem. Tri mesece je deloval poskusno, po mestu pa so bili izobešeni plakati, ki so jih poučevali, kako sistem deluje in katere so njegove prednosti, prav tako pa so izobraževanja potekala tudi v šolah. Izkušnje so kasneje pokazale, da se sistem obnese zelo dobro, da so stroški na prebivalca manjši, zato so po vzgledu Leona vakuumski sistem uvedli še v Palmi de Mallorci, Vitorii in Sevilli (Underground pneumatic waste, 2013).

Hammarby Sjöstad, Stockholm, Švedska

Dober primer avtomatiziranega transporta odpadkov je tudi soseska Hammarby Sjöstad v Stockholmu. Projekt so začeli izvajati leta 2007, dokončan pa naj bi bil leta 2017. Je primer, kako lahko mesto zaživi na nov način in kako se lahko ob tem ohrani neokrnjena narava ob jezerih. Pri vpeljevanju tega sistema so namreč upoštevali načela trajnostnega razvoja. Cilji, ki so si jih zadali, so bili zmanjšanje količine odpadkov, za 50 % manj prevoza s težkimi vozili, ki po mestu odvažajo odpadke ter boljše ločevanje odpadkov. Sistem uporablja 8.500 stanovanj oziroma 20.000 stanovalcev. Zbiralniki so postavljeni pred same stanovanjske zgradbe, opremljeni pa so tudi s plakati, ki so namenjeni poučevanju uporabnikov. Izdelani so tako, da ne kazijo podobe naselja (Envac, 2016b).



Slika 27: Primer zbiralnikov v soseski Hammarby Sjöstad
(Vir: Envac, 2016a).

Zhuhai na Kitajskem

V mestu Zhuhai na Kitajskem so se odločili, da bodo mesto in njegov razvoj čim bolj povezali z okolju prijaznimi sistemi. Gre za veliko mesto (okoli 4 milijone prebivalcev) (Slika 28) in tradicionalni sistem zbiranja odpadkov jim je predstavljal težave. Težave so bile s samim zbiranjem, saj je v mestu veliko prebivalcev, kesonov za smeti pa je bilo premalo. Po mestu

se je širil smrad, razširjale in razmnoževale pa so se tudi podgane in ostale živali. Problem je predstavljal tudi transport odpadkov s tovornjaki, saj je v samem mestu velik prometni kaos, ki so ga veliki tovornjaki še poslabšali. Tako so se tudi odločili za avtomatski sistem zbiranja odpadkov MetroTaifun®. Zasnovali so ga tako, da omogoča zbiranje odpadkov tako iz stanovanjskih kot tudi iz pisarniških kompleksov. Z izvedbo so začeli leta 2015 in jo v letu 2016 zaključili.

V sistemu zbiranja odpadkov je 18 stolpnic, ki so v sistemu tako imenovanega gospodinjanskega zbiranja odpadkov, stolpnica, v kateri so poslovni prostori ter ulice, na katerih so posamezne restavracije in trgovine. Uporablja ga 7.000 uporabnikov. Sistem sestavlja 6 t. i. reciklirnih postaj. Sestavlja ga 1.900 m podzemnih cevi in ima 542 dovodnih cevi. Omogoča pa ločeno zbiranje papirja, kartona in plastike, odpadkov, ki se jih v mestu proizvede največ, okoli 12 ton dnevno.

Nov sistem zbiranja in transporta odpadkov je omogočil, da je mesto bolj mirno, ni neprijetnih vonjav in hrupa tovornjakov, polepšala pa se je tudi podoba samega mesta. Racionalizirali so tudi objekte, saj ni potrebno toliko prostora za zbiranje odpadkov. Avtomatski sistem zbiranja nekaterih vrst odpadkov MetroTaifun® je za mesto velik napredek (Zhuhai in China, 2015).



Slika 28: Mesto Zhuhai na Kitajskem
(Vir: Zhuhai in China, 2015)

Barcelona, Španija

V Barceloni so se med prvimi začeli zavedati težav z odpadki. Kot veliko mesto z velikim številom prebivalcem (1,6 milijona), ki se jim vsakodnevno pridružijo tudi turisti, so proizvedli velike količine odpadkov. Leta 1994 so začeli načrtovati in pripravljati projekt vakuumskega sistema zbiranja in transporta odpadkov, ki se je zaključil leta 2002 in istega leta začel tudi delovati.

Predstavlja rešitev za staro mestno jedro (Slika 29), kjer je otežen dostop tovornjakov, prav tako pa so v tem delu mesta zgradbe, ki imajo veliko kulturno vrednost. Sistem uporabljajo tako gospodinjstva kot tudi gostinski objekti in trgovine. Zmogljivost sistema je velika, saj dnevno v tem delu mesta proizvedejo 2,5 ton odpadkov. Sistem ima 125 dovodov ter 91 cistern, do katerih je od portalov speljanih 3.600 m cevi.

V starem mestnem jedru v Barceloni uporabljajo mobilni sistem (Slika 30). Uporabljajo tovornjake, ki redno praznijo 91 cistern na t. i. priklopnih postajah. Praznjenje poteka hitro in tiho in se navadno vrši v tistem času dneva, ko je v mestu najmanj obiskovalcev. S tem se izognejo tudi prometnim zamaškom. Ker ne uporabljajo več klasičnega transporta odpadkov, se je promet v tem delu mesta zmanjšal za 90 %. Prav tako v mestu ni več izpostavljenih zabojnikov, zato lahko prostor v tem delu izkoristijo v druge namene. Z novim sistemom, ki ne potrebuje več velikih tovornjakov, varujejo objekte, ki imajo kulturno in zgodovinsko vrednost. Zmanjšal se je smrad v mestu, prav tako je manj mrčesa in podgan. Podoba mesta se je izboljšala in postala bolj funkcionalna (Mobile systems in Barcelona, 2016).



Slika 29: Primer zbiralnikov odpadkov v mestnem jedru Barcelone
(Vir: Mobile systems in Barcelona, 2016)



Slika 30: Prikaz mobilnega vakuumskega sistema
(Vir: Envac head office, 2014)

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

Odpadki so del našega vsakdana, saj jih ljudje nenehno ustvarjamo in so neizbežen stranski produkt človekovega bivanja in njegove proizvodnje. Pojavlja pa se težava, ker z naraščanjem števila prebivalstva narašča tudi količina odpadkov. Ker vsi odpadki niso razgradljivi, v skladu z načeli trajnostnega razvoja sledimo temu, da bi se količina odpadkov zmanjšala, da bi se odpadki ponovno uporabili oziroma reciklirali ali vsaj energetsko izrabili. Učinkovito ravnanje z odpadki je tako ena od vidnejših nalog in velik izziv na področju ravnanja z odpadki. Največja težava pri celostnem ravnanju z odpadki je ta, da imajo odpadki različne lastnosti in različen izvor. Na tem področju se zato sistem ravnanja hitro spreminja in tehnično nenehno nadgrajuje.

Eden od teh sistemov je tudi vakuumski transport odpadkov. Vakuumskega transporta odpadkov v Sloveniji še nimamo, saj nimamo za to postavljene mreže zbiranja odpadkov. Komunalni odpadki se zbirajo ločeno. V gospodinjstvu so tako najpogostejši odpadki papir, karton, steklo, plastika, mešani in biološki odpadki. Zajem odpadkov poteka pretežno kot odvoz.

Poleg tega posebej zbiramo kosovne odpadke, in sicer največkrat po sistemu »od vrat do vrat«. Ena od možnosti so tudi zbirni centri, kamor lahko posamezniki pripeljejo odpadke.

Pojavlja se vprašanje, ali je to sistem prihodnosti. V diplomskem delu smo želeli osvetliti tako pozitivne kot tudi negativne strani vakuumskega transporta pri zbiranju odpadkov. Zagotovo je njegova največja prednost ta, da se v samih mestih zmanjša neprijeten vonj in da mesta brez postavljenih zabojnikov kažejo lepšo podobo, pridobivajo prostor, ki ga lahko izrabijo za druge namene. Zmanjša se tudi hrup v mestih, saj se odvoz z velikimi tovornimi vozili zmanjša tudi do 60 %. Sistem po svetu uporabljajo že nekatera večja mesta (Kopenhagen, Barcelona, London, Stockholm...), vendar pa za samo mesto vzpostavitev sistema predstavlja velik finančni zalogaj. Menimo, da je to eden od dejavnikov, zakaj sistem še ni bil uveden v Sloveniji. Pri nas smo namreč pri zagotavljanju sredstev odvisni od občinskih proračunov in od državnega proračuna, deloma tudi od denarja, ki se steka iz naslova taks za obremenjevanje okolja zaradi odlaganja odpadkov ter od sredstev EU. Slednje črpajo (ali so črpala) tudi mesta, ki so se odločila za vzpostavitev omenjenega sistema. Negativne strani sistema se, kot smo ugotovili pri izvedbi diplomskega dela, nanašajo predvsem na samo izgradnjo sistema v mestih. To so na primer velik finančni vložek za izgradnjo, prometne ovire in hrup ob gradnji sistema (predvsem pri kopanju rovdov za polaganje cevi) ter možni tehnični zapleti. Slednjih pri opisanih primerih v nobenem sistemu nismo zasledili.

Glede na opisane značilnosti vakuumskega sistema zbiranja in transporta odpadkov, lahko tudi ocenimo ustreznost naših predhodno postavljenih hipotez.

Hipotezo 1: Sistem vakuumskega transporta odpadkov omogoča postopno zmanjševanje negativnih vplivov na okolje in s tem vpliva na reševanje okolijske problematike pri ravnanju z odpadki predhodno navedene okolijske prednosti takšnega sistema potrjujejo.

Potrdimo lahko tudi hipotezo 2: *Za slovenska mesta bi vzpostavitev vakuumskega transporta odpadkov pomenila velik investicijski in finančni projekt.* Slovenska mesta bi del denarja lahko črpala tudi iz projektov, ki jih za tovrstno problematiko namenja EU, vendar bi bil delež sredstev, ki bi jih morali nameniti sami, še zmeraj visok. Investicija v prvi fazi pomeni gradbena dela, nato pa sledi še nabava tehnološke opreme, sistem pa je potrebno nato tudi vzdrževati in redno servisirati, kar pa pomeni, da bi v ta namen bilo potrebno tudi izobraziti ustrezen kader. V primeru, da bi se za sistem odločili, pa menimo, da bi bila bolj smiselna uvedba mobilnega vakuumskega sistema, saj bi se s tem izognili projektiranju in financiranju stacionarnih postaj, pa tudi naša mesta sama po sebi niso tako velika in ne proizvedejo

neobvladljive količine odpadkov. Enako velja, če bi se za sistem odločil kateri od UKC centrov.

Hipotezo 3, da bi: v *Sloveniji bila smotrnejša uvedba drugih modernih načinov zbiranja in transportiranja odpadkov*, lahko tudi potrdimo. V Ljubljani že poznajo in uporabljajo t. i. »smetomat« in podzemne zbiralnice. Prvega bi bilo zagotovo smiselno uvesti v večino slovenskih mest, saj lahko nadomesti večje število obstoječih zabojnikov za preostanek odpadkov, zaradi vgrajene stiskalnice pa lahko sprejme do petkrat večjo količino odpadkov, kot je velikost zabojnika samega. V mestih bi se na tak način rešili prepolnih zabojnikov in tudi neprijetnega vonja, praznjenje smetomata pa je, zaradi možnosti zbiranja večjih količin odpadkov, manj pogosto, kot je praznjenje posameznih zbiralnikov. Prav tako prebivalci plačajo po sistemu, koliko odložiš, toliko plačaš in ne pavšalno po zabojnikih oziroma v stanovanjskih stavbah po številu prijavljenih stanovalcev v stanovanjih. Ker ni potrebnih večjih gradbenih posegov, je primeren tako za strnjena blokovska naselja kot tudi za mestna središča. Druga rešitev, predvsem za večja slovenska mesta (Maribor, Celje, Koper) bi bila postavitev podzemnih zbiralnic. Zabojniki bi prenehali kaziti izgled mest, zmanjšal bi se smrad v mestih, sprostile bi se javne površine, ki bi se lahko namenile za druge dejavnosti. Prav tako bi stanovalci plačali toliko, kolikor odpadkov bi v te podzemne zbiralnice odložili.

Sistem vakuumskega zbiranja in transporta komunalnih odpadkov ima torej kar nekaj okoljskih prednosti, je pa v fazi izgradnje tehnično in finančno zelo zahteven in zato v sedanjí fazi primeren le za omejena območja mest, ki imajo posebne kulturne, zgodovinske ali naravovarstvene značilnosti.

6 POVZETEK

Z naraščanjem prebivalstva narašča tudi količina odpadkov. Ker vsi niso razgradljivi, v sklopu načel trajnostnega razvoja sledimo temu, da bi se količina odpadkov zmanjšala oziroma da bi se odpadki ponovno uporabili oziroma reciklirali. Odpadki imajo različne lastnosti in različen izvor in ravno zaradi tega se sam sistem ravnanja z odpadki hitro tehnično nadgrajuje.

Eden od takih sistemov je tudi vakuumski transport odpadkov. Namenjen je ločenemu zbiranju odpadkov in je rešitev za mesta z ozkimi ulicami, majhnimi površinami in omogoča visoke zahteve po varovanju okolja ter higienskih standardih. Sistem vakuumskega transporta pri zbiranju odpadkov prispeva k zmanjšanju onesnaženosti zraka. Podzemni vakuumski sistem odpravlja potrebo po tovornjakih za zbiranje odpadkov ter prepolne zabojnike. Ob upoštevanju arhitekturnih posebnosti se preprosto umesti v okolje. Z izboljšanjem higiene pa se zmanjša tudi število žuželk in škodljivcev.

Sistem ima tako pozitivne kot negativne učinke. V mestih se zmanjša hrup, izgled mesta, funkcionalnost površin se poveča, zmanjša se število žuželk ... Po drugi strani pa za samo mesto vzpostavitev sistema predstavlja velik finančni zalogaj. Ugotovili smo, da sistem vakuumskega transporta odpadkov omogoča postopno zmanjševanje negativnih vplivov na okolje in s tem vpliva na reševanje okoljske problematike pri ravnanju z odpadki.

Vakuumskega transporta odpadkov v Sloveniji še nimamo, saj nimamo za to postavljene mreže zbiranja odpadkov. Za slovenska mesta bi vzpostavitev vakuumskega transporta odpadkov pomenila velik investicijski in finančni projekt. V Sloveniji bi bila zato smotrnejša uvedba drugih modernih načinov zbiranja in transportiranja odpadkov, na primer smetomata in podzemnih zbiralnic.

Sistem vakuumskega zbiranja in transporta komunalnih odpadkov ima torej kar nekaj okoljskih prednosti, je pa v fazi izgradnje tehnično in finančno zelo zahteven in zato v sedanjí fazi primeren le za omejena območja mest, ki imajo posebne kulturne, zgodovinske ali naravovarstvene značilnosti.

SUMMARY

While human population is generally increasing the amount of waste is rising as well. Not all waste can be decomposed. In the context of sustainable development principles to reduce the amount of waste we should reuse it or recycle it. Waste has different properties and origins and therefore the recycling system itself has rapid technical upgrades.

One of these technical upgrades is the vacuum-transport system. This system is proposed for cities with narrow streets and small opened surfaces. It provides high environment- and hygiene-protection standards. Vacuum-transport system for waste collecting contributes to reduce air pollution. Underground-vacuum-system eliminates trucks from waste collecting process and it eliminates also overflowing containers. Regarding architectural specifics of every single urban environment underground-vacuum-system (UVC) is simply placed into the appropriate place. UVC improves hygiene and consequently contributes to reducing the number of insects and pests.

Vacuum-transport-system has its positive and negative effects. The noise is decreasing, the outlook and functionality of the city is increasing, the number of rodents is decreasing... On the other hand, is vacuum-transport-system installation a big financial challenge for local communities. With our research we have concluded that the system of vacuum-transport

ensures a systematic decrease of negative effects on the environment while collecting waste. Moreover, the system provides an important step forward in trash disposal problematic.

Vacuum-transport system is not yet implemented in Slovenia because there is a lack of proper waste collection network. Building such a system would be a huge financial burden for Slovenian cities and towns. From financial point of view, it seems, more suitable system for Slovenia would be a system of underground waste disposal.

The system of waste vacuum-transport has some environmental benefits, but is technical and financial challenge. It seems the system of waste vacuum-transport would be suitable in Slovenia only in smaller scale – for parts of cities and towns with special cultural, historical or environmental heritage.

7 LITERATURA IN VIRI

ARSO (2010). Medmrežje:

<http://www.arso.gov.si/o%20agenciji/knji%C5%BEnica/publikacije/Arso%20v%20letu%202010.pdf> (12. 10. 2016)

ARSO. Seznam odpadkov. (2006). Medmrežje:

http://www.arso.gov.si/varstvo%20okolja/odpadki/po%C5%A1iljke%20preko%20meja/PRILOGA_III_IIIA_IIIB_IV_IVA_pre%C4%8Di%C5%A1%C4%8Deno_21102014.pdf (11. 10. 2016).

ARSO. Kazalci okolja. Medmrežje: http://kazalci.arso.gov.si/?data=indicator&ind_id=403 (12. 10. 2016).

Automated vacuum collection. Medmrežje:

https://en.wikipedia.org/wiki/Automated_vacuum_collection (12. 10. 2016)

Buda, K. in Keuc, A. (2010). Najboljši je tisti odpadek, ki ga ni. Odpadki v Sloveniji. Jože Volfand (ur.). Celje. Fit media.

Cetirih Ocepek, A. (2015). Optimizacija zbiranja in prevoza komunalnih odpadkov v Šaleški dolini. Diplomsko delo. Velenje. Visoka šola za varstvo okolja.

Christensen, T. H. (2011). Solid Waste Technology & Management, Wiley.

Clark, B in Long, A. (2015). Advantages of Automated Vacuum Collection Facilities.

Medmrežje: <http://foresternetwork.com/daily/waste/waste-collection/advantages-of-automated-vacuum-collection-facilities/> (8. 11. 2016).

Envac a. (2016). Medmrežje:

http://www.envacgroup.com/projects/europe/hammarby_sjostad (8. 11. 2016).

Envac b. (2016). Medmrežje: http://www.envacgroup.com/about-us/vacuum-system_history (8. 11. 2016).

Envac head office. (2015). Medmrežje:

<http://www.envacgroup.com/MediaBinaryLoader.axd?MediaArchive> (2. 12. 2016).

European Commision. (2015). Medmrežje: http://ec.europa.eu/environment/index_en.htm (3. 10. 2016).

Eurostat (2015). Medmrežje: <http://ec.europa.eu/eurostat> (3. 10. 2016)

Evropska komisija (2013). Medmrežje: http://europa.eu/pol/pdf/flipbook/sl/environment_sl.pdf (19. 9. 2016)

Evropski teden zmanjšanja odpadkov. (2015). Medmrežje:

https://www.gzs.si/zbornica_komunalnega_gospodarstva/vsebina/Skupaj-za-bolj%C5%A1o-dru%C5%BEbo/Evropski-teden-zmanj%C5%A1evanja-odpadkov (20. 9. 2016).

Gantar, A. (2016). Ravnanje z odpadki. Študijsko gradivo. Velenje. Visoka šola za varstvo okolja.

Grilc, V. (2013). Novosti pri klasifikaciji odpadkov v EU. Celovito ravnanje z odpadki. Strokovno posvetovanje, Ljubljana. Zveza ekoloških gibanj Slovenije.

Kako ločujemo odpadke. Medmrežje: <http://www.snaga-mb.si/kako-lo%C4%8Dujemo-odpadke.html> (24. 10. 2016).

Klasifikacijski seznam odpadkov. Medmrežje: <https://www.gzs.si/pripone/oei38782d19291.pdf> (13. 10. 2016).

Kosi, B. (2014). Gospodarjenje z odpadki. Ravnanje z odpadki v našem vsakdanu – iz prakse v prakso. Martina Kranjc, Ludvik Hriberšek, Branko Kosi, Petra Hercog (ur.).

Kosi, B. (2013). Celoviti sistema ravnanja s komunalnimi odpadki. V Celovito ravnanje z odpadki, strokovni posvet. Moravske Toplice. 2013, str. 13–25.

Koželj, I. (2009). Operativni program odstranjevanja odpadkov s poudarkom na ravnanju s komunalnimi odpadki. Celovito ravnanje z odpadki – okoljsko ogledalo Slovenije. Logar et al. (ur.). Celje. Fit media.

Letni program statističnih raziskovanj, Ur. l. RS, št. 32/2016.

Ločevanje odpadkov. Medmrežje: <https://sites.google.com/site/locevanjeodpadkov213/home> (21. 9. 2016)

Ločevanje odpadkov. Lep planet. Medmrežje: <http://www.lep-planet.si/o-recikliranju/locevanje-odpadkov/> (12. 10. 2016).

Marot, M. (2013). Gospodarjenje z odpadki. Interno gradivo. Medmrežje: http://studentski.net/gradivo/vis_eru_vok_god_sno_studijsko_gradivo_01?r=1 (25. 10. 2016).

Medmrežje 1:
http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Environmental_protection_expenditure (9. 9. 2016).

Medmrežje 2:
<http://cleanmiddleeast.ae/articles/44/envac-environmentally-sustainable-waste-management.html> (28. 10. 2016).

Medmrežje 3: <http://www.vancitybuzz.com/2012/06/envac-waste-disposal/> (17. 10. 2016).

Medmrežje 4: <http://okoljepiran.si/dejavnosti/sektor-javnih-storitev/odpadki/odlaganje-komunalnih-odpadkov/> (17. 10. 2016)

Mobile systems in Barcelona.

Medmrežje: http://www.envacgroup.com/projects/southern_europe/mobile-vacuum-systems-in-barcelona (2. 12. 2016)

Nilsson, P. (2010) Waste Collection: Equipment and Vehicles, in Solid Waste Technology & Management, Volume 1 & 2 (ed T. H. Christensen), John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK.

O evropskem tednu zmanjšanja odpadkov. Medmrežje: https://www.gzs.si/zbornica_komunalnega_gospodarstva/vsebina/Skupaj-za-bolj%C5%A1o-dru%C5%BEbo/Evropski-teden-zmanj%C5%A1evanja-odpadkov (19. 9. 2016).

Odpadki in materialni viri, Evropska agencija za okolje. Medmrežje:
<http://www.eea.europa.eu/sl/themes/waste> (20. 9. 2016).

Odredba o ravnanju z ločeno zbranimi frakcijami pri opravljanju javne službe ravnanja s komunalnimi odpadki, Ur. l. RS, št. 21/2001.

Operativni program ravnanja s komunalnimi odpadki. Medmrežje:
http://www.mop.gov.si/nc/si/medijsko_sredisce/novica/article/1328/6559/ (3. 9. 2016).

Organski odpadki. Medmrežje: <http://www.lep-planet.si/kaj-lahko-recikliramo/organski-odpadki/> (18. 6. 2016).

Odpadki Slovenija (2013). Medmrežje: <http://www.stat.si/StatWeb/prikazi-novico?id=5494&idp=13&headerbar=11> (14. 10. 2016).

Podzemne zbiralnice za odpadke v ožjem centru Ljubljane. (2008). Medmrežje:
http://www.jhl.si/sites/default/files/jhl_si/aktualno/datoteke/2101_podzemne_zbiralnice_za_odpadke_v_ozjem_centru_mesta_ljubljane.pdf (7. 11. 2016).

Priročnik za pravilno ločevanje odpadkov v gospodinjstvu. (2015). Medmrežje:
http://www.snaga-mb.si/assets/Datoteke/Publikacije/e_book_SNAGA.pdf (24. 10. 2016).

Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije. (2016). Medmrežje:
http://www.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/varstvo_okolja/operativni_programi/op_odpadki.pdf (11. 10. 2016).

Rakar, A. in Kodre, N. (2005). Analiza stroškov in koristi ločenega zbiranja komunalnih odpadkov. Medmrežje: <ftp://ksh.fgg.uni-lj.si/acta/a39ar.pdf> (11. 10. 2016).

Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja, Ur. l. RS, št. 2/2006.

Revizijsko poročilo: Ravnanje s komunalnimi odpadki, 2015. Medmrežje: <http://www.rs-rs.si/rsrs/rsrs.nsf/l/1E9ABEA8D6A3E108C1257EB2004249FF> (25. 9. 2016).

Simboli nevarnih snovi. Medmrežje: <https://eucbeniki.sio.si/nar6/971/index1.html> (18. 10. 2016).

Smetomat.(2015). Medmrežje: <http://www.snaga.si/zbiranje-odvoz-odpadkov/smetomat> (7. 11. 2016).

Subterranean Waste Disposal for Vancouver. Medmrežje:
<http://www.vancitybuzz.com/2012/06/envac-waste-disposal/> (7. 11. 2016).

SURS (Statistični urad Republike Slovenije). Medmrežje:
http://pxweb.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=2700001S&ti=&path=../Database/Okolje/27_okolje/01_27000_kazalniki/&lang=2 (5. 1. 2017).

Štesl, M. (2013). Ravnanje s tekstilnimi komunalnimi odpadki. Diplomsko delo. Velenje. Visoka šola za varstvo okolja.

Underground pneumatic waste. (2013). AITES. Medmrežje: <http://www.ita-aites.org/en/use-of-underground-spaces/energy-and-water/urban-utilities/underground-pneumatic-waste> (7. 11. 2016)

Uredba o odpadkih, Ur. l. RS, št. 37/2015, 69/2015.

Ustvarjajmo zdravo okolje (2016). Medmrežje: <http://www.saubermacher-komunala.si/si/novice/178> (18. 10. 2016)

Zakon o varstvu okolja, Ur. l. RS, št. 39/2006 z dopolnitvami .

Zakon o državni statistiki, Ur. l. RS, št. 45/2009.

Zhuhai in China. Medmrežje:
http://www.metrotaifun.com/automatic_solid_waste_collection_system/index.php/en/references/selected-references/zhuhai-project (2. 12. 2016)

Zore, J. (2015). Gospodarjenje z odpadki. Učbenik za modul gospodarjenje z odpadki v programu okoljevarstveni tehnik. Celje. Fit media.