



## 5. SIMPOZIJUM

### “RECIKLAŽNE TEHNOLOGIJE I ODRŽIVI RAZVOJ”

Hotel „Zdravljak“, Soko Banja, 12.–15. septembar 2010. godine

Tehnički fakultet u Boru Univerziteta u Beogradu

Vojske Jugoslavije 12, 19210 Bor, Srbija

Telefon: +38130 424 555, 424556, Fax +38130 421 078

### SAVREMENA SREDSTVA ZA SAKUPLJANJE I TRANSPORT ČVRSTOG KOMUNALNOG OTPADA

### MODERN MEANS OF COLLECTION AND TRANSPORTATION MUNICIPAL SOLID WASTE

**Boban Cvetanović<sup>#</sup>, Miki Jovanović, Anica Milošević, Miloš Ristić**

Visoka tehnička škola strukovnih studija u Nišu, Aleksandra Medvedeva 20, Niš

**IZVOD** – Sakupljanje i odvoženje otpada predstavlja težak i složen zadatak, naročito u urbanim sredinama. S obzirom da šema nastajanja otpada postaje sve složenija, a ukupna količina otpada se povećava, logistika sakupljanja i odnošenja postaje sve komplikovanija. Postupci sakupljanja i odnošenja otpada predstavljaju najskuplju operaciju u celom sistemu rukovanja otpadom. Zato se velika pažnja mora posvetiti, kako samoj organizaciji, tako i upotrebi najefikasnijih sredstava i opreme za sakupljanje i transport otpada jer se time može znatno poboljšati čitav sistem upravljanja otpadom.

**Ključne reči:** komunalni čvrsti otpad, sakupljanje otpada, kontejner

**ABSTRACT** – Waste collection and driving is a difficult and complex task, especially in urban areas. Since the scheme of creation of waste becomes more complex, and the total amount of waste increases, the logistics of collecting the waste becomes more complicated. Procedures for collection and waste disposal are the most expensive operation in the whole system of handling waste. Therefore, great attention must be paid, as the organization itself, and the most efficient use of resources and equipment to collect and transport waste because it can significantly improve the entire system of waste management.

**Key words:** municipal solid waste, container, waste collection, container.

---

<sup>#</sup> osoba za kontakt: [boban.cvetanovic@vtsnis.edu.rs](mailto:boban.cvetanovic@vtsnis.edu.rs)

## UVOD

Svetska ekonomija se zasniva na potrošnji velike količine sirovih materijala, energije i zemljišta pri čemu trećina upotrebljenih resursa završava kao otpad i emisija gasova. U zemljama EU svake godine se stvori oko 4 tona otpada po glavi stanovnika pri čemu oko 500 kg čini otpad iz domaćinstava. Pod komunalnim otpadom podrazumeva se otpad iz domaćinstava (kućni otpad), kao i drugi otpad koji je zbog svoje prirode i sastava sličan otpadu iz domaćinstava (komercijalni otpad), odnosno otpad koji se sakuplja sa određene teritorijalne celine, najčešće opštine, u skladu sa propisima i planovima opštine. Najveći deo komunalnog otpada u zemljama EU se još uvek odlaže na deponije (45 %), ali se sve više reciklira ili kompostira (37 %), ili se spaljuje uz proizvodnju energije (18 %).

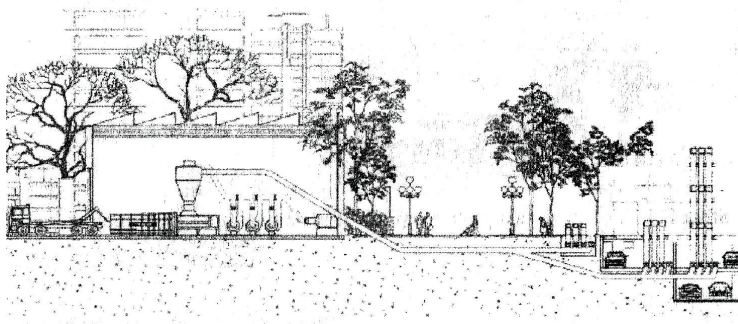
Sakupljanje i odnošenje otpada je težak i složen zadatak zato što se nastajanje otpada odigrava u svakom domaćinstvu, tržišnom centru i industrijskom postrojenju, kao i na ulici, parku, čak i na slobodnim površinama. Poznato je da sakupljanje otpada predstavlja skupu operaciju u celom sistemu rukovanja otpadom, a kako modeli nastanka otpada postaju sve više difuzni i kako se ukupne količine otpada povećavaju, logistika sakupljanja postaje sve kompleksnija. Iako su ovi problemi postojali i ranije, oni sada postaju kritičniji zbog visoke cene goriva i rada. Ova činjenica je vrlo značajna jer samo mala poboljšanja u operaciji sakupljanja mogu imati za posledicu značajnu uštedu u ukupnim troškovima.

## OPREMA ZA SAKUPLJANJE ČVRSTOG KOMUNALNOG OTPADA

Sakupljanje otpada je organizaciono-tehnološka aktivnost koja uključuje sakupljanje i prenošenje otpada do mesta gde se vozilo prazni. Sakupljanje i transport komunalnog čvrstog otpada (u daljem tekstu KČO) može da se razmatra sa aspekta načina sakupljanja i vrste opreme koja se za to koristi.

Način sakupljanja otpada zavisi od aktivnosti ili lokacija gde je otpad nastao, kao i metoda koje se koriste za čuvanje otpada između sakupljanja, dok su operacije vezane za prevoz (odnošenje) i istovar slične za većinu sistema sakupljanja.

Posebno interesantan je podzemni pneumatski transport otpada gde se podzemnim sistemom otpad transportuje od kanala za odlaganje otpada (koji su ugrađeni u stambenim jedinicama) do centralizovanog postrojenja za procesiranje (slika 1).



Slika 1. Podzemni transport čvrstog otpada za stambenu četvrt

Za sakupljanje otpada danas se koriste kontejneri koji se prema načinu rada mogu klasifikovati u dve kategorije: prenosivi kontejneri i stacionarni kontejneri.

Prenosivi kontejneri (slika 2) su idealni za mesta na kojima je brzina nastajanja otpada velika, kao što su tržišni i poslovni centri, industrijska postrojenja, kao i mesta gde se sakuplja otpad od gradnje ili rušenja.



Slika 2. Prenosivi kontejneri

Zapremina ovih kontejnera iznosi od 4 do 9 m<sup>3</sup>. Upotrebom velikih prenosivih kontejnera smanjuje se učestalost pražnjenja, eliminišu se neugledni uslovi koji nastaju zbog prepunjavanja manjih kontejnera. Prednost upotrebe ovih kontejnera je što su oni različitih oblika i veličina, i mogu se koristiti za sakupljanje svih tipova otpada. Mana ovakvih kontejnera je da upotreba veoma velikih kontejnera često dovodi do niskog zapreminskog iskorišćenja (iskorišćenje kontejnera se definiše kao frakcija ukupne zapremine kontejnera momentalno ispunjena otpadom). Kod prenosivih kontejnera samo jedan kamion i vozač mogu da izvrše ciklus sakupljanja, a pražnjenje svakog kontejnera zahteva kružni ciklus do mesta za odlaganje ili stanice za transfer otpada. Otuda su veličina kontejnera i iskorišćenje od velikog značaja.

Kao podgrupu ovih kontejnera mogu se spomenuti pres kontejneri (slika 3) koji nakon prihvata komunalnog otpada samostalno vrše njegovo sabijanje (u odnosu i do 10:1) čime smanjuju gabarite otpada i smanjuju troškove odvoza na deponiju.



Slika 3. Pres kontejneri

Stacionarni kontejneri (slika 4) se koriste za sakupljanje svih tipova otpada, a dimenzije zavise od vrste i količine otpada koji se sakuplja, kao i broja tačaka nastajanja. Izrađuju se od galvanizovanog čelika ili ojačane plastike. Dele se na pokretne i nepokretne kontejnere (opremljeni točkovima ili ne).

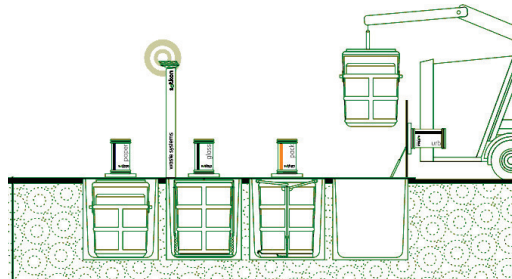


Slika 4. Stacionarni kontejneri (sa i bez točkova)

Tipovi kontejnera koji se koriste zavise od karakteristika i vrsta otpada koji se sakuplja, sistema za sakupljanje, frekvencije sakupljanja i dostupnog prostora za postavljanje kontejnera. Kod niskih stambenih kuća razlikuju se vrste kontejnera u zavisnosti od načina sakupljanja (manuelno u odnosu na mehaničko). Takođe, postoje razlike između srednjih i visokih stambenih zgrada u vrstama i veličini kontejnera koji se koriste. Zapremina pokretnih kontejnera iznosi od 1100 do 1700 l. Zapremina nepokretnih kontejnera može biti od 1500 do 3200 l.

Veličina kontejnera i iskorišćenje nisu tako kritični parametri kod stacionarnog sistema gde se koriste vozila sa mehaničkim pražnjenjem i sa kompaktorom, kao što je to slučaj sa prenosivim kontejnerima. Prevoz do postrojenja za iskorišćenje materijala, stanice za transfer, ili deponije, izvodi se kada je sadržaj velikog broja kontejnera sakupljen i kompaktiran i kada je vozilo za sakupljanje puno. Stoga je iskorišćenje vozila sa aspekta količine otpada koji se prevozi veće kod ovog sistema nego kod prenosivih kontejnera.

U poslednje vreme pojavljuju se novi tipovi kontejnera - podzemni kontejneri (slika 5). Njihova osnovna prednost jeste kapacitet koji može biti i do 5 m<sup>3</sup> dok istovremeno zauzima jednaku površinu kao 1100 L kontejner. Ovi kontejneri koriste temperaturu zemlje koja hladi pohranjenu sirovinu dok je gravitacija dodatno sabija oslobađajući pritom 30% prostora. Prazni se samo onda kada je 100% pun, a to je moguće nadzirati i putem računara. Za manipulaciju nisu potrebna visoko sofisticirana vozila, već vozilo s kranom kakvo danas poseduje svako komunalno poduzeće. Vreme pražnjenja iznosi do 3 minute kako bi se ispraznilo 5 m<sup>3</sup> sirovine. Ovi kontejneri su u celosti napravljeni od materijala koji se mogu reciklirati.



Slika 5. Podzemni kontejneri

## VOZILA ZA TRANSPORT OTPADA

### Pražnjenje kontejnera u vozilo

Za sakupljanje otpada od kuće do kuće, posebno u uskim ulicama, pogodno je koristiti „satelit vozilo“ koje nosi kontejner (slika 6). Kada se kontejner napuni, „satelit vozilom“ se otpad preveze do većeg vozila za sakupljanje (ili pres kontejnera) u koje se kontejner prazni mehaničkim putem. Zapremina kontejnera za satelit vozila iznosi obično od 2 do 5m<sup>3</sup>.



Slika 6. Satelit vozilo

Ukoliko se otpad sakuplja u pokretne kontejnere koriste se različiti tipovi vozila, a skoro sva vozila danas imaju sistem za kompaktiranje-sabijanje (rotacione prese ili pravolinijski sistem ploča). Vozilo sa pražnjenjem sa zadnje strane (slika 7) može biti „mini“ (zapremina 5-10m<sup>3</sup>, nosivosti od 1,3-3t), „medijum“ (zapremina 10-16m<sup>3</sup>, nosivosti od 4-6,7t) ili „maksi“ (zapremine od 16 do 26m<sup>3</sup>, nosivosti od 9 do 13t).



Slika 7. Vozila za sakupljanje otpada iz pokretnih kontejnera a-mini, b-medijum, c-maksi

Postoje i izvedbe vozila za pražnjenje stacionarnih kontejnera sa sistemom za pražnjenje sa strane ili prednje strane vozila (slika 8).



Slika 8. Vozilo sa mehanizmom za pražnjenje sa bočne ili sa prednje strane vozila

Danas, vozilo za prikupljanje otpada ne mora imati samo dobar učinak, maksimalan kapacitet i stabilnost, već i ekološki sastav za prikupljanje otpada i organskih materijala. Za takve potrebe dizajnirano je vozilo za prikupljanje otpada s dve komore (slika 9), koje može sakupljati dva različita tipa otpada u isto vreme i u istom ciklusu. Idealno je za domaćinstva i biološki otpad. Postoje dva uređaja za presovanje koja rade nezavisno što znači da se dva tipa otpada ne mešaju. To je posebno korisno prilikom pražnjenja kontejnera.



Slika 9. Dvokomorno vozilo za prikupljanje otpada

Neka vozila imaju i dodatnu opremu koja omogućuje pranje posuda za otpad (slika 10).



Slika 10. Vozila sa dodatnom opremom za pranje kontejnera

Ako je transportna dužina do mesta odlaganja u jednom smeru veća od 20 km otpad bi trebalo da se doprema do transfer stanica. Transfer ili pretovarne

stanice su prostori, objekti i postrojenja u kojima se otpad iz jedne opštine ili regije, nakon izdvajanja sastojaka koji se mogu ponovo upotrebiti, reciklirati ili preraditi, balira i priprema za transport do konačnog odlagališta, odnosno regionalne deponije. Razlika je u tome, što se otpad sada ne odlaže kao ranije, već se na istom prostoru iz njega izdvajaju korisni sastojci, npr. staklo, papir, plastika, metali, organske materije, a zatim se svaka od tih komponenti zasebno skladišti, pakuje na odgovarajući način i transportuje na dalji tretman. Preostali otpad, koji se mora odložiti na deponiju, takođe se privremeno skladišti i, kada se skupe dovoljne količine, odvozi na regionalnu deponiju.

#### **Vozila za transport prenosivih kontejnera**

Za prevoz otpada koji je sakupljen u prenosive kontejnere koriste se kiperi i kamioni sa sistemom za hidraulično podizanje kontejnera (slika 11). Sistem kod koga se koriste vozila opremljena hidrauličnim ramom idealan je za sakupljanje svih tipova čvrstog otpada na mestima gde je velika količina nastalog otpada i gde se sakuplja otpad velike zapremine (papir) pa su potrebni veliki kontejneri. Kontejneri sa otvorenim gornjim delom se mogu koristiti i kod skladišta ili gradilišta. Pošto se prevozi velika zapremina otpadnog materijala, upotreba ovih vozila u kombinaciji sa velikim kontejnerima ima veliku primenu, posebno kod privatnih servisa za sakupljanje.



Slika 11. Vozilo za prevoženje prenosivih kontejnera

#### **ZAKLJUČAK**

Razvoj sistema za sakupljanje otpada kretao se od uvođenja kompaktora u vozila za sakupljanje i odnošenje, preko razvoja mehanizovanog sistema za pražnjenje kontejnera. Danas se teži potpuno automatizovanom sakupljanju komunalnog čvrstog otpada. Sledećih godina izazov je ko-sakupljanje, odnosno zajedničko sakupljanje i odnošenje mešanog otpada i reciklabilnih materijala da bi se smanjili troškovi sakupljanja. Pored uvođenja novih tehnologija kod sakupljanja materijala, jedna od inovacija u ovom funkcionalnom elementu upravljanja otpadom je određivanje putanje sakupljanja, odnosno pražnjenja kontejnera primenom odgovarajućeg softvera.

Cilj svakog od primenjenih softvera je se svedu na najmanju moguću meru uloženi rad i ukupno rastojanje koje pređe vozilo za sakupljanje. Učestalost sakupljanja je u direktnoj vezi sa količinom i karakteristikama otpada, i sa sanitarnim i estetskim uticajima, ali se pri optimizaciji rute sakupljanja moraju

uzeti u obzir i drugi parametri kao što su dužina putanje, broj vozila na terenu, kapacitet vozila, broj kontejnera.

#### LITERATURA

1. Ristić, M., Vuković, M., *Upravljanje čvrstim otpadom*, Tehnički fakultet u Boru, Univerzitet u Beogradu, 2006.
2. Jovičić, N., Jelić, D., Bošković, B., Šušteršić, V., *Održivo upravljanje otpadom i mogućnosti iskorišćenja energije iz gradskog otpada*, Zbornik radova Festival kvaliteta, Kragujevac, 2007.
3. [www.sotkon.com](http://www.sotkon.com)