

Saniranje urbanih deponija uz pomoć ukrasnih zeljastih i drvenastih biljaka

Vesna Vratuša, Nebojša Anastasijević,

Odsek za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, Šumarski fakultet, Univerzitet u Beogradu
vesnavsa@infosky.net

Abstract:

Vratuša, V., Anastasijević, N.: Reclamation of urban waste disposal sites by ornamental herbaceous and woody plants. Proceeding of the 8th Symposium of flora of Southeastern Serbia and Neighbouring Regions, Nis, 2005.

Safe disposal of urban waste still represents quite difficult ecological problem. Despite numerous techniques, visual and sanitary effects are still somewhat modest, and they do not meet the needs of modern urban habitat in ecological sense. Serious ecological effects are expected from the use of both herbaceous and woody plants for aesthetic, psychological, as well as ecological, actual recuperation. Paper discusses basic problems regarding waste disposal, presents results concerning preliminary survey of waste disposal sites in Belgrade, and elaborates recent experience in greenscaping waste tips in country and abroad.

Key words: urban waste, waste disposal sites, Belgrade, greenscaping

Uvod

Gradski otpaci i njihovo deponovanje i razlaganje postavljaju vrlo teško rešive ekološke probleme pred gradske vlasti u čitavom svetu. I pored postojanja mnogobrojnih savremenih tehnoloških postupaka, propisa i pomagala koji omogućuju relativno uspešno tehnološko regulisanje odlaganja urbanog otpada, njihovi vizuelni i sanitarno medicinski efekti i dalje su veoma skromni i u ekološkom smislu ne zadovoljavaju potrebe savremenog urbanog habitata. Zato se u modernom uređivanju urbanih i vanurbanih deponija ozbiljni ekološki efekti očekuju tek od sistematičnog korišćenja dobro odabranog biljnog materijala koji bi ispunjavao zahteve značajne za vizuelnu, estetsku, psihološku uz istovremenu ekološku, što znači realnu sanaciju prostora na kojem se nalaze zatvorene urbane deponije, odnosno otpadni materijal prekriven zemljom. U tom pristupu gotovo podjednako su funkcionalne i mogu biti korišćene zeljaste (trave, pojedini "prihvatljivi" korovi, cvetne jednogodišnje

i perenske vrste) i drvenaste biljne vrste (ukrasno drveće, žbunje, povijuše, drvenasto voće, itd.).

Osnovna problematika uređivanja deponija u Srbiji i Beogradu sasvim je retko bila predmet ozbiljnog i sistematskog proučavanja pejzažista. Čak i u teorijskom smislu, ovo je područje za koje u trenutnim okolnostima nema preterano mnogo interesa među istraživačima, pa se može reći da bi svaki izveštaj koji bi se na to odnosio bio dobrodošao. U tom cilju, u okviru ovog rada preduzeto je široko istraživanje osnovnih teorijskih saznanja o uređivanju komunalnih deponija u savremenom svetu, koje je dopunjeno preliminarnim istraživanjima mogućnosti upotrebe ukrasnog drvenastog i zeljastog materijala u sanaciji postojećih deponija u Beogradu. Jedan deo rezultata koji su dobijeni ovim tekućim istraživanjem, koje će se nastaviti i u narednom periodu, značajne teorijske pretpostavke i usmeravajuća dosadašnja iskustva u oblasti ozelenjavanja deponija u svetu i u našoj zemlji iznose se u narednom tekstu.

Osnovne karakteristike gradskih deponija

Nastajanje velike količine otpadaka u urbanom habitatu jedan je od danas najkarakterističnijih procesa inače dramatičnih izmena okolnosti koje vladaju u gradskom i prigradskom prostoru. Dok se dopremanje potrebnih sirovina, hrane i energije u savremeni grad izvodi i sa najvećih udaljenosti, što je omogućeno povoljnim savremenim transportom, odbacivanje upotrebljenih materija i danas se sprovodi kao nekad, odlaganjem u neposrednoj okolini naselja, a velikim delom i u samom gradskom tkivu. To je posledica ekonomskih razloga (skup transport) i nekih drugih sociološki shvatljivih ali vrlo specifičnih okolnosti: teško se može očekivati a retko se zaista i dešava da bilo koja lokalna zajednica, čak i uz visoku nadoknadu, prihvata odlaganje tuđeg, pogotovo tuđeg urbanog otpada na svojoj teritoriji. Zato su gradske deponije uvek, a ne samo danas, predstavljale ključni ispit za gradsku upravu, a njihovo rešavanje zavisilo je od znanja, savesti i ekonomske moći grada.

Moderne urbane deponije su danas po pravilu zone u kojima uređivanje i sanacija podrazumevaju smišljeno, pažljivo i odgovorno **sortiranje** i **odlaganje** urbanog otpada, njegovo efikasno slojevito **prekrivanje** zemljom (izolaciju) i konačno, definitivno uređivanje površine na način koji obezbeđuje iskorišćavanje ovog prostora na ekološki što je moguće efikasniji način, a to uvek znači – **ozelenjavanjem** kao završnicom. Na taj način, teren privremeno (nekoliko decenija) izuzet od konačnog korišćenja zbog procesa razlaganja i raspadanja komunalnog otpada, postaje atraktivniji, vizuelno vredniji i psihološki znatno manje agresivan za stanovnike neposredne okoline i grada u celini.

Kako će praktično izgledati jedna gradska deponija najčešće nije pitanje određenog standarda, jer to zavisi prevashodno od prirodnih uslova terena, odnosno od nekoliko osnovnih geografskih činilaca. Ako, recimo, postoje prirodna udubljenja na odgovarajućem lokalitetu, postoje i optimalni preduslovi da se u njima odlaže gradsko đubre. Kad, međutim, ovakvih prirodnih udubljenja (jaruge, vododerine, depresije) nema, vrlo dobro rešenje pruža odgovarajuća (po veličini, što znači i po širini i po dubini tačno dimenzionisana) rupa koja se ukopa u terenu, ali treba imati u vidu da to ponekad znači ogroman građevinski poduhvat. Na odabranoj površini za deponiju odlaže se otpad koji bi po pravilu trebalo da bude sortiran i klasifikovan, manje ili više detaljno razvrstan po kvalitetu i vremenu raspadanja, bar prema osnovnim razlikama u pogledu karaktera podeljen na organski i anorganski. Kad ova klasifikacija nije dovoljno

jednostavna ili nije moguća (kad se otpad prikuplja u zajedničkim kontejnerima bez razvrstavanja na mestu sakupljanja), treba nastojati da se odnos te dve komponente održava konstantnim u odlaganom otpadu. Sam način odlaganja otpada trebalo bi takođe da bude takav da na minimum svede rasturanje i razbacivanje đubreta izvan zone deponije, što podrazumeva parcelisanje, odlaganje po zonama, raspodelu odlaganja u skladu sa meteorološkim osobinama (vetar), kao i svakodnevno ili bar dovoljno često fiksiranje pojedinih slojeva otpada prekrivanjem materijalom za vezivanje raspadajućih materija (zemlja ili retko zemlja kojoj su dodati materijali za fiksiranje lakoraspršujućeg otpada) na jednom mestu. Treba stalno imati na umu da je otvorena, aktivna deponija urbanog habitata zbog nastajanja otpadnih gasova (tzv. biogas), brzog razvoja brojnih štetočina, glodara i bolesti područje ekološki vrlo niskog kvaliteta i vrednosti, pa se njenom zatvaranju, koje podrazumeva prestanak odlaganja đubreta, pristupa čim je to moguće, što znači da se korišćenje urbane deponije uvek vezuje za relativno kratak vremenski period, do dve decenije.

Zatvaranje komunalne deponije podrazumeva njeno konačno prekrivanje zemljom, a po pravilu to je višeslojni prekrivač u koji su ubačene danas veoma raznovrsne folije koje pojačavaju izolaciju otpada sa gornje strane (sprečavajući infiltraciju padavinskih voda i pomažući bočnom odvođenju padavina) što smanjuje mogućnosti prodiranja vode u dublje slojeve do rezervi podzemne vode, zatim lakšu kontrolu oslobođenog biogasa i, najzad, izolaciju okoline, odnosno sprečavanje kontakta ovih otpadnih materija i čoveka, životinja i biljaka. Veštački prekrivač zatvorene deponije u najvećem broju slučajeva ima i funkciju osnovice po kojoj treba rasprostrti zemlju u kojoj treba da uspevaju biljke za vizuelno i sanitarno uređivanje deponije. To mogu biti različite vizuelno i biološki prihvatljive - ne suviše agresivne korovske vrste -, zatim različite vrste travnjačkih biljaka, izvesne vrste ukrasnog žbunja i, najzad, pažljivo odabrano funkcionalno drveće. Danas se u svetu smatra da posle dve ili tri godine od zasnivanja travnjaka na jednoj zatvorenoj urbanoj deponiji može početi sadnja žbunja i drveća koje postepeno, tokom nekoliko godina ili jedne decenije čitavu bivšu deponiju pretvara u rekreativnu zonu, sportski teren ili u određenu kategoriju zelenih gradskih površina posebne namene.

Sve vrste deponija, a urbane deponije posebno, karakterišu se utvrđenim dimenzijama (ni prevelike, ni premale), što znači dubinom i ukupnom površinom, oblikom higijenskog uređivanja površine i vrstama izolacije neposredne

okoline od negativnog delovanja (raspadnutog) otpada, prethodno postavljenom izolacijom dna deponije zbog sprečavanja proceđivanja zagađene vode u dublje slojeve zemljišta, prekrivanjem popunjene deponije zemljišnim slojevima, itd. U profesionalnom smislu mora se uvek znati, odnosno mora biti dobro procenjeno vreme potpunog raspada nagomilanog otpada, a mora biti i utvrđen konačni oblik ozelenjavanja čitave površine posle zatvaranja deponije.

Sve deponije karakterišu se manjim ili većim stepenom uticaja na degradiranost okoline, i neposredne i dalje, ne samo u ekološkom i medicinskom smislu, nego i sa gledišta vizuelnog osiromašivanja pejzaža: činjenica je da ima vrlo malo nekih drugih područja na planeti koja bi ostavljala lošiji utisak na posmatrača a više štete po okolinu u ekološkom smislu. Zato je postupak njihovog uređivanja i vraćanja područja sa deponovanim otpadom prvobitnoj, originalnoj (najčešće poljoprivredni ili šumsko-livadski prostor) ili nekoj drugoj ekološki povoljnijoj funkciji, jedan od najvažnijih zadataka gradske vlasti u svakom današnjem i budućem gradskom naselju.

Izbor lokacije za urbanu deponiju uvek treba da bude zasnovan na realnim kriterijumima koji, uglavnom, zavise od geografskih osobenosti terena. To po pravilu treba da budu mesta nizvodno (ako postoji reka) od gradske teritorije ili bar nizvodno od užeg gradskog jezgra, zatim položaj na kojem većim delom godine vetar duva od grada ka đubrištu, prostor do kojeg postoji dobar prilaz, teritorija koja nije pogodna za neku drugu namenu i ne može se bolje upotrebiti za neki drugi oblik urbanog korišćenja (poljoprivreda, stanovanje, rekreacija), zatim površina koja se može relativno efikasno i jednostavno izolovati, odvojiti od neposredne okoline, što znači i površina dovoljno udaljena od stambeno-poslovne urbane teritorije i, najzad, teritorija koju je relativno lako uklopiti po zatvaranju deponije u okolni prostor i koju je lako ozeleneti. Dobro odabran lokalitet olakšava sam po sebi i sve buduće radove na samoj aktivnoj deponiji, efikasno i brzo odlaganje otpada (dobar transport, dostupnost, jednostavno sortiranje i lakše homogenizovanje otpada), očuvanje prihvatljivog kvaliteta vazduha u okolini (odvođenje biogasa na bezbedan način) i zaštitu podzemnih voda (povoljnom filtracijom i sprečavanjem mešanja padavinskih voda sa podzemnim tokovima), uštede u radovima na saniranju i uređivanju same deponije (tanji zemljišni prekrivač, bolje korišćenje biljnog materijala) i konačno vizuelno unapređivanje – oplemenjivanje - prostora (maskiranjem pomoću biljaka na samoj deponiji ili uz njene ivice).

U svetu se kriterijumi za izbor lokacije za deponije zasnivaju na velikom broju elemenata, što prema postojećim propisima važi gotovo u potpunosti i za Srbiju. Tako se kriterijumi koji se primenjuju na oko 150 registrovanih urbanih deponija teritorije Srbije (zvanična gradska đubrišta), čija je ukupna površina preko 750 ha i na koja se odloži godišnje preko 250.000 tona otpada, sastoje od ukupno 49 merila kojima se definiše stepen pogodnosti za izbor lokacije za deponije. Kriterijumi grupisani u dve osnovne kategorije (isključivi i neisključivi) matematički su svedeni na uporedive vrednosti (na tzv. "skali pogodnosti"). Kad je o Beogradu reč, u ozbiljnom istraživanju bilo je utvrđeno samo sedam potencijalnih lokacija za buduće nove (inače neophodne) gradske deponije, od čega su samo tri bile prihvatljive (Zbegovište, proširenje stare deponije Vinča i Ugrinovci), ali ni jedna od njih nije definisana kao lokalitet visokog stepena povoljnosti.

Broj ukupno potrebnih deponija u pojedinim urbanim habitatima jeste po pravilu veliki, što zavisi pre svega od veličine površine grada (i broja stanovnika), od karaktera "proizvedenog" otpada i ukupne zapremine postojećih odlagališta. Beograd je, na primer, proizvođač prosečno oko 1.000 tona smeća tokom dana, što u godišnjem iznosu prelazi povremeno i količinu od 400.000 tona. Ako se ima u vidu da je u zapreminskom pogledu ova količina smeća godišnje veća od 1.500 m³, jasno je da je lociranje, uređivanje i zatvaranje popunjenih i otvaranje novih deponija, kao i njihovo pouzdano i ekološki prihvatljivo saniranje, uređivanje i pretvaranje u zone druge namene posao ne samo hitan, nego i stalno aktuelan. U tom smislu je očigledno i da stara beogradska deponija na Adi Huji, zatvorena zbog nepodnošljivog smrada i sasvim loše lokacije, zamenjena deponijama u Batajnici i Vinči, danas može da predstavlja izvrstan primer lošeg (sasvim nedovoljnog) saniranja površine gradskih đubrišta, iako je to površina koja ima veliku potencijalnu vrednost za grad.

Sastav i struktura otpada urbanog habitata su vrlo složeni. Povremene analize koje nadležni sprovode pokazuju da se na gradske deponije odlaže relativno konstantan materijal, koji, pored ostalog, čine: hartija (papir, karton, ambalaža) u količini od oko 25 % od ukupnog otpada, drvo (oko 0,5 %), tekstil (oko 1,5 %), otpaci uglja (0,5 %), guma i plastika (3 %), životinjske materije (2,5 %), staklo (8 %), građevinski materijal (porcelan, opeke, šut, šljunak, kamen, oko 0,5 %), biljne materije (5 %), metal (2 %) i mešavina različitih otpadnih materija različitog mehaničkog karaktera i ekoloških karakteristika, u količinama koje su vrlo

promenljive i zavise od perioda u godini i ekonomsko-industrijskih uslova u gradu, koji se stalno menjaju (Daniel, 1994). Ovi i drugi specifični otpadni materijali koji se u manjim količinama i povremeno odlažu na urbanim deponijama, generišu mnogobrojna štetna jedinjenja u atmosferu. Među njima su najvažniji primarni zagađivači: metan, O₂, benzol, hloroform, vinilhlorid, toluol, N₂S, trihloretilen, etanol, ksilol i brojne rastvorene zagađujuće materije. Ove poslednje se brzo spuštaju naniže i, ako ne postoji dobra izolacija ili pouzdan proces prethodnog filtriranja, dopiru do podzemnih voda utičući na njihovo manje ili veće zagađivanje (Dobson, Moffat, 1995). Treba takođe reći da ove primarne zagađujuće materije stupaju u različite reakcije u spoljnoj sredini (atmosferi i zemljišnom rastvoru) u kojoj uz dodatno delovanje sunčeve svetlosti i toplote, odnosno uz katalitičko dejstvo različitih materija u zemljištu formiraju raznovrsne složene materije, sekundarne zagađivače, koje su gotovo sve štetne po zdravlje ljudi, životinja i biljaka.

Prosečno vreme razlaganja urbanog otpada od kojeg zavisi proces deponijskog sleganja smatra se u teorijskom smislu konstantom (dve, tri ili više decenija), ali ono u stvari nigde nije isto i zavisi od mnogo činilaca. Sleganje površinskih slojeva je brže, dok se u dubljim slojevima otpad razlaže mnogo duže (i sleganje se zato oseća duže), i čitavih 50 godina (Dunn, 1995). To uglavnom isključuje mogućnosti da se površine zatvorenih deponija koriste kao lokacije za veće objekte tokom jednog dugačkog vremenskog perioda, jer na njima dolazi do sigurnog pucanja i rušenja. Isto tako, pojava deponijskog gasa onemogućava realnu upotrebu prostora uređene deponije bez posebnih odvodnih sistema (cevi) koji smešu gasova iz sastava biogasa odvođe bezbedno u atmosferu.

Deponijski gas, biogas, po pravilu se sastoji od metana i ugljendioksida. Prvi kao lakši od vazduha ima smer kretanja naviše, a može izazvati eksplozije u koncentraciji od već 5 % u vazduhu (treba znati da vrlo često koncentracija iznad deponije može dostići i vrednost od 15 %), a drugi, teži od vazduha može kretanjem naniže dovesti do zagađenja (odnosno povećanja pH vrednosti podzemne vode. Metan koji je očigledno opasniji u dobro saniranim deponijama sabira se uz pomoć cevi u bunarima za degazaciju, odakle se bezbedno ispušta u atmosferu ili se sakuplja na tehnološki pouzdan način i koristi za industrijsku eksploataciju. Iako prve faze raspadanja metana traju svega oko tri meseca, četvrta može potrajati i 10 i više godina. Međutim, štetni produkti razlaganja urbanog otpada nikako se ovim ne

iscrpljuju; iznad mnogih urbanih deponija utvrđena su i nesporno kancerogena gasovita jedinjenja benzol, hloroform i vinilhlorid, kao i ne manje toksična jedinjenja toluol, N₂S, trihloretilen, etanol i ksilol. To predstavlja dodatne razloge da se degazacija deponijskog prostora obavlja po strogim tehničkim uputstvima (Vratuša, 2005).

Količina zemlje potrebne da se deponija uspešno zatvori, kao i dnevne potrebe za zemljom potrebnom da se dnevni (ili dvodnevni) otpad fiksira, zavise takođe od dobro razrađenog načina odlaganja otpada, tokom čitavog vremena korišćenja deponije. Slojevi zemlje, uglavnom glinovitog karaktera (jeftinija i efikasnija!) različite moćnosti (od nekoliko destina centimetara do više od jednog metra) koji predstavljaju osnovni materijal za prekrivanje, mogu biti kombinovani sa različitim materijalima, čak i sa deponijskim muljem (mulj preostao posle prečišćavanja deponijskog filtrata) u količinam do 50 % ukupno potrebne zemlje za prekrivanje.

Osnova rekultivacije prostora deponije i postupci ozelenjavanja deponija

Proces uređivanja komunalne deponije mora biti takav da (1) odvoji deponovani otpadni materijal od okolne sredine (izolovanje u sanitarno-higijenskom smislu, sprečavanje nekontrolisanog delovanja otpadnih gasova na atmosferu i filtrata iz raspadnutog otpada na podzemne vode, vizuelno popravljavanje prethodno vrlo narušenog pejzaža) i (2) omogućiti u što kraćem roku korišćenje teritorije nekadašnje dopnije za druge urbane namene, što u praksi najčešće znači da pomogne da se što pre stvore uslovi koji od nekadašnje deponije stvaraju rekreativnu površinu ili rezervat autohtonih vrsta biljaka i životinja ("rezervati divljine") (Daniel, D. 1994). U tehnici uređivanja urbane deponije veoma važnu ulogu igra, kao što je rečeno, sloj kojim se ona konačno pokriva posle zatvaranja. Ovaj sloj nekad se spravljao samo od zemlje glinovitog karaktera, kojom se, kao u procesu baštenskog kompostiranja, jednostavno prekrivao teren posle završetka odlaganja đubreta. Sa porastom saznanja o nedovoljnoj efikasnosti ovakvog izolatora, njegova debljina i slojevitost su rastle, izolacione karakteristike su još unapređivane sabijanjem pojedinih zemljišnih slojeva, a konačno i korišćenjem veštački načinjenih materijala koji se umeću između pojedinih slojeva zemlje i kojima se pojačava zaprečavanje nekontrolisanog oticanja filtrata u niže slojeve, a biogasa u atmosferu. Tako u savremenom pristupu uređivanju urbanih deponija mogu da se sretnu vrlo složene prekrivke, uglavnom petoslojne, nekad sastavljene od mnogo

podslpjeva (sedam, pa i deset) odnosno kombinovanih materijala za izolovanje, sastavljenih od peska, šljunka, zemljišnog materijala, reciklovanog otpada, geomembrane, asfalta, geotekstila, ugljenih briketa i biljnog pokrivača (za zaštitu od erozije, ulepšavanje i promenu namene terena). Ove prilično raznovrsne komponente različito se koriste, u različitom odnosu i u različitoj moćnosti, po pravilu utoliko efikasnije ukoliko je čitav prekrivač i svaki njegov sloj deblji (Daniel, 1994). Razmeštanje slojeva zavisi od osobina klime, posebno padavina, a jedan od osnovnih principa prekrivanja jeste olakšavanje oticanja vode od padavina izvan zone deponovanog otpada, što se postiže oblikovanjem mase otpada i oblikovanjem prekrivača u obliku krovne konstrukcije, sa kosinama koje odvede veliki deo padavina u područje izvan otpadnog materijala.

Navedeni materijali za prekrivanje imaju različite osobine i funkcije. Najvažniji među njima jeste zemlja, koja kao osnovni materijal omogućava rast biljaka, a sem toga zadržava u sebi i isparavanjem i transpiracijom vraća izvesne količine vode u atmosferu. Zanimljivi su i briketi od uglja koji dobro deluju protiv raznošenja otpada pomoću vetra, pa su u aridnim predelima odlična zaštita od eolske erozije. Dobar gornji zaštitni sloj sam po sebi ne samo što sprečava prodor vode od padavina u otpad, nego i štiti slojeve ispod od niskih i visokih temperatura, kao i od kontakata sa životinjama i prodiranjem korenja biljaka unutar otpadne mase. S druge strane, drenažni sloj pomaže u prikupljanju i odvođenju procedene vode iz gornjih slojeva prekrivača deponije, barijerni sloj onemogućava otpadnim gasovima da se kreću haotično i emituju se u atmosferu na neželjenim mestima, dok efikasan sloj za prikupljanje biogasa reguliše sprovođenje gasa iz mase otpada direktno u bunare za degazaciju, iz kojih se gasovita smeša može pumpama sprovođiti do boca koje se kasnije koriste u eksploataciji kao energetska izvor (Daniel, 1994).

Bez obzira na složene i često vrlo razlovsne materijale u prekrivaču deponije, većina autora koji izučavaju metode i efekte saniranja urbanih deponija slaže se u mišljenju da najznačajniji element u saniranju deponija predstavlja biljni materijal, jer biljke imaju i u prirodi presudnu ulogu u regulisanju vodnog režima predela, odnosno sprečavanju vode da prodre u tle, u ovom slučaju u masu otpada. Biljke takođe imaju i nezamenljivu funkciju u snižavanju intenziteta erozije, i eolske i vodne. Međutim, izvesne uticaje korenovog sistema biljaka treba na deponijama označiti kao štetne ili potencijalno štetne, jer se njegovim radom mogu otvoriti pukotine u zemljišnom materijalu koje

olakšavaju prodiranje padavina u masu otpada i intenziviranje razvoja biogasa ili zagađivanje podzemnih voda. Zato je neophodno da se masa zemlje za prekrivanje urbane deponije koju na kraju kruniše sadnja odabranih vrsta biljaka oformi, komponuje i oblikuje tako da se ove mogućnosti svedu na najmanju meru. Takav efikasan, zaprečavajući, tzv. barijerni sloj zemlje zbog tih razloga jeste realtivno visok, najmanje 50 cm, a često ga treba ojačavati asfaltom. Neki autori savetuju da minimalni sloj kompaktirane gline i komponenata za ojačavanje bude čak i dvostruko deblji, oko 100 cm, dok ukupna debljina složenog i u takvom slučaju zaista efikasnog prekrivača urbane deponije dostiže i čitava 2 i po metra (Vratuša, 2005).

Sam postupak zasnivanja efikasnog prekrivača deponije uz pomoć biljaka ponekad se onačava kao bioinženjerijski menadžment, a veoma se preporučuje u humidnim krajevima i tamo gde je nivo podzemne vode visok. Uopšte, kretanje vode sa površine deponije (padavine, zalivanje biljaka) je trojako: ona se delimično vraća u atmosferu u složenom procesu evapotranspiracije, delimično otiče duž kosina površine deponije, a delimično se proceduje, prodirući uglavnom vrlo duboko u samu otpadnu masu. Međutim, očigledno je da se u procesu evapotranspiracije samo jedan deo padavinske vode vrati u atmosferu, a istovremeno je prekrivanje sasvim nepropusnim materijalom koji bi svu padavinsku vodu odveo nastranu ne samo vrlo skupo, nego i nepraktično i ružno. Zato se ponegde u razvijenim zemljama u cilju smanjivanja količine procedene vode koriste tzv bioinženjerijski prekrivači, kombinacija nepropusnih materijala (negde fiberglas) i biljaka (obično zimzelenih vrsta sa vrlo gustim četinama). Istovremeno, estetski kvalitet ovako prekrivene deponije veoma je visok, a uz dobro formiranu osnovu ozelenjavanja od odabrane biljne vrste može se mnogo lakše kao estetska dopuna koristiti i mnoštvo drugih ukrasnih vrsta žbunja i drveća (Daniel, 1994).

Da bi mogle uspešno da se razvijaju na deponijama mnoge vrste biljaka treba da savladaju neke ozbiljne ekološke prepreke, teškoće koje se najpre manifestuju nepovoljnim uticajem deponijskih gasova, koji ometaju njihov normalan razvoj, ne samo direktnim putem, kroz stome, nego i indirektno, posle pretvaranja pojedinih gasova u kiseline i akumulacije takvih jedinjenja u zemlji. Tu je i izvesna suprotstavljenost zahteva u vezi s padavinama kad je o ukrasnim biljakama i biljkama uopšte reč: s jedne strane padavine treba ukloniti, a s druge, one su (i ne samo one) nužne za normalan rast biljaka. Zato je rešavanje takve nedoumice

često povezano sa kompromisima koji se, na žalost, uspostavljaju po pravilu na račun biljnog materijala.

I pored jasnog saznanja o koristi od ozelenjavanja deponija, o gajenju biljaka na uređenim urbanim deponijama postoji danas u svetu mnogo nedoumica. Jedna od najvažnijih u razvijenom svetu jeste neistražena ili nedovoljno istražena sposobnost pojedinih vrsta biljaka da podnose zalivanje filtratom nastalim od procedene tečnosti iz otpada, primenom svojevrsnog "kruženja vode na deponiji". Upotreba vode procedene iz otpada zasniva se na tehnički obezbeđenom prikupljanju procedene tečnosti iz mase otpada u bazenu za vodu (deponijski recipijent), u kome se odvija proces taloženja i (eventualno) proces izvesnog tehnološkog prečišćavanja. Jedan deo ovako pripremljene vode pumpama se dovodi do površine deponije i koristi se za kvašenje otpadnog materijala koje pomaže u njegovom kompaktiranju, a drugi deo upotrebljava se u zalivanju biljaka, strogo utvrđenim količinama vode. Proračun količina više se oslanja na dubinu i brzinu prodiranja vode u supstrat, nego što polazi od potreba biljaka. Zbog toga što se kretanje vode stalno mora kontrolisati i zalivanje mora da se obavlja vrlo često, a malim količinama vode (što je inače suprotno osnovnom principu zalivanja kao mere negovanja ukrasnih biljaka). U većini slučajeva, međutim, nastaju različita oštećenja biljaka posle tretiranja ovako pripremljenom vodom, kao to se pokazalo i da je samo mali broj vrsta pogodan za ozelenjavanje svežih deponija, onih u kojima je proces raspadanja otpada još uvek intenzivan.

Sistematizovanje uzroka slabog uspeha biljaka na deponijama nije sasvim jednostavno, ali osnovni izvori štetnih uticaja na biljne organizme, među kojima se svakako nalaze i elementi odgovorni za relativno brzo i često propadanje biljaka u ovim zonama jesu:

- povećana temperatura u zemljišnom materijalu na površini deponije (nekad i za 30⁰C),
- javljanje dubinskog ili površinskog požara u otpadnoj masi i dugotrajno tinjanje vatre,
- uvećana koncentracija metana i ugljendioksida,
- smanjenje količine kiseonika,
- mala dubina sloja (kvalitetne) zemlje za sadnju i rast biljaka,
- zbijenost zemlje na površini zbog teških mašina koje tretiraju deponiju,
- nedostatak vode i loš kvalitet vode za zalivanje i
- povećavanje kiselosti zemljišta.

Za razliku od nekih razvijenih zemalja Evrope i sveta, u kojima je pitanje ozelenjavanja završna

faza uređivanja urbanih deponija, zbog čega je ono zasnovano na dobro smišljenim istraživanjima i rezultatima ogleda koji se dugo i sistematično sprovode, tehničko uređivanje deponija urbanog otpada u Srbiji, iako još pre više decenija regulisano solidnim propisima, zasnovanim na svakodnevnim postupcima i sistematskoj brizi o otpadnim materijama (principima koji u osnovi važe i u Evropskoj uniji), nikako ne obuhvata i obavezno ozelenjavanje. Na žalost, i sami tehnički propisi se često zanemaruju, a povremeno i grubo krše. Prema propisima, recimo, u svakom urbanom naselju u Srbiji, obavezno je postojanje odlagališta lokalnog otpada, što znači da svaki grad sa više od 50.000 stanovnika mora imati uređenu deponiju u koju se otpad slaže uz svakodnevnu kompresiju, kompaktiranje valjcima ili buldozerima, a na kraju svakog radnog dana mora se ovako složeni otpadni materijal prekrivati slojem zemlje od 10 do 30 cm debljine. Obavezna je upotreba zaštitnih folija, odozgo i bočno, a takođe i izgradnja vertikalnih kanala (bunara) u sabijenoj otpadnoj masi, koji treba da omoguće kontrolisano oslobađanje biogasa. Isto tako, zakonski je obavezno konstantno kontrolisanje kvaliteta gasa i vode, kako bi se sprečilo preveliko zagađivanje okoline, kontrolišu se debljina završnog sloja zemlje od 30-50 cm debljine i obavezuju se odgovarajuća preduzeća da brzo izvrše prethodno predviđenu rekultivaciju područja deponije. Međutim, metode same rekultivacije, a posebno postupci i obaveze koji su sastavni deo procesa ozelenjavanja i pejzažnog uređivanja nisu ni definisani, niti propisani.

Još manje je u propisima uređivanja deponija u Srbiji obrađeno pitanje kvaliteta odabranog biljnog pokrivača, o čemu ne postoji nikakav komentar. Iz toga proizilazi sasvim neprihvatljivo stanje, u kojem se o uređivanju tako važnog segmenta urbane teritorije može razgovarati na neobavezan način, a samo ozelenjavanje ponekad je potpuno degradirano kao postupak. U takvom miljeu ozelenjavanje domaćih urbanih deponija smatra se više pitanjem estetskih (i moralnih) shvatanja onog ko sprovodi konačno uređivanje prostora (a to su često neprofesionalne organizacije koje sa pejzažnim uređivanjem prostora nemaju nikakve veze), nego pitanjem sprovođenja odgovarajućih zakona ili određene inženjerske delatnosti. Istini za volju, istraživanja koja bi trebala da leže u osnovi svih pa i domaćih propisa ove vrste, zasnovana na ogledima lokalnog karaktera, zaista su veoma retka i sasvim nedovoljna da bi se mogla koristiti u tom smislu. Ipak, neka saznanja i u domaćoj sredini već postoje i, uz savesno kombinovanje sa stranim iskustvima, ona bi mogla da budu odličan putokaz u konačnom

uređivanju urbanih deponija ozelenjavanjem, i to širom Srbije.

Stanje deponija u Beogradu nije drugačije od stanja u drugim gradovima Srbije, zbog čega može biti istovremeno i dobro polazište na kojem treba da se zasniva buduće uređivanje urbanih deponija kod nas, kao i solidna opšta osnova iz koje se može naslutiti pravac i kvalitet istraživačkog rada koji treba da pruži praktične odgovore na pitanja konačnog uređivanja i ozelenjavanja urbanih deponija.

Izgradnja zelene površine na deponiji koja je konačno zatvorena i u koju se otpad više ne odlaže, najpre podrazumeva prekrivanje otpadne mase završnim, dovoljno moćnim i kvalitativno odgovarajućim zemljišnim materijalom, uz dosledno sproveden odabran i prethodno opisan tehnički postupak izolacije otpada i saniranja okolnine od štetnog uticaja biogasa i eventualnog proceđivanja padavinske vode do podzemnih voda. To praktično znači da se kao medijum za budući rast biljaka zahteva da preko kompaktiranog i složenog otpada bude rasprostrta masa u biološkom smislu kvalitetne zemlje, tolike minimalne debljine da u njoj dobro i bez ometanja mogu rasti trave, žbunje i drveće (Danić, 1994).

Racionalnost u prekrivanju deponija uz poštovanje potreba biljaka nalaže da se u ovom smislu upotrebi 0,7 – 1,5 m dubok sloj zemlje, što istovremeno zahtevaju i propisi u Evropskoj Uniji. Međutim, za sadnju drveća mestimično će biti potreban i dublji sloj zemlje, što znači da će na pojedinim mikrolokacijama biti neophodno stvaranje posebne konstrukcije, tzv. uzdignuta sadnja. Ovo znači da se drvo sa dubokim korenima mora posaditi više, a da bi se to postiglo sadnja se za te potrebe izvodi na prethodno oformljenom brdašcu (jedno ili grupa stabla) ili nasipu (niz stabala, drvored). Za trave i žbunaste vrste ukrasnog bilja smatra se da dubina od 70 cm predstavlja dovoljno moćan zemljišni sloj u kome ove biljke mogu uspešno da egzistiraju. Samo u retkim slučajevima sadnja se može izvoditi odmah, u doneseno i razasuto zemljište; mnogo češće nužno je njegovo popravljnje (što se u izvesnim prilikama može izvesti i pre konačnog prekrivanja deponije, ali je to vrlo retko).

Popravka osobina zemljišta i njegovo privođenje uspešnoj sadnji najčešće u praksi znači unošenje određene količine peska ili krečnog đubriva, da bi se poboljšao mehanički sastav ili kiselost. Vrlo poželjno je ako je potrebno da se unošenje hranljivih materija (organskog đubriva) izvrši pre konačnog rasprostiranja poslednjeg, gornjeg sloja zemlje (prekrivanje deponijskog materijala obavlja se u slojevima), a u svakom

slučaju popravljnje površinskog sloja treba izvesti odmah posle njegovog donošenja, vodeći računa o kotama terena u skladu s projektom (Vratuša, 2005). Stevom trava otpočinje proces ozelenjavanja, koji nekad može biti započet i tri godine pre drugih radova na ozelenjavanju. Pre setve trava dobro je izgraditi podzemnu (ispodpovršinsku) mrežu cevi za zalivanje; to je veoma korisno kad se očekuje (u praksi je to u našim uslovima vrlo čest slučaj) ili kad se zaista i pokaže analizom sakupljenog vodnog filtrata da nije obezbeđen dovoljan visok kvalitet vode za zalivanje, odnosno kad je prečišćavanje procedene vode slabo. Uopšte, stalno treba imati na umu da će trava uspevati samo ako joj je dostupna dovoljna količina vode. Zasnivanje travnjaka po pravilu se izvodi setvom smeše odgovarajućih vrsta, otpornih na sušu, ali i nekih vrsta odabranih na osnovu prethodne analize samoniklih zeljastih biljaka sa rudina i livada u okolini. Osim setvom, iako sasvim retko, travnjak na deponiji može nastati i busenovanjem livadskih trava, a još ređe postavljanjem visokodekorativnih tepih-travnjaka.

Godinu ili dve po setvi trave, kad se travnjak uspostavi, pristupa se sadnji žbunja, u prethodno iskopanim sadnim jamama dubine i širine nešto veće od dimenzija busena (koji ne treba da bude manji od 50 x 50 cm). Posle godinu ili dve, dakle oko četiri godine od početka ozelenjavanja deponije, a ponekad – kad je u pitanju bezopasan otpad ili je tokom eksploatacije bilo vrlo dobro uređeno odlaganje otpada – i istovremeno sa sadnjom žbunja, može se pristupiti i sadnji drveća. Sadne jame u ovom slučaju su znatno veće. U prethodno pripremljene sadne jame, dubine oko 100 cm i iste tolike širine, dodaje se prilikom zatrpavanja sadnica u masu iskopanje zemlje prethodno umešan dodatak pregorelog stajnjaka ili treseta, u količinama od 25 do 40 %. Treba naglasiti da štednja u ovom pogledu kasnije samo može da bude izvor dodatnih teškoća u održavanju prihvatljive kondicije drveća.

Količina semena trava treba da bude i trostruka u odnosu na uobičajene količine, dok starost sadnica žbunja i drveća ne treba da bude prevelika, čak treba da bude i niža nego starost standardnih sadnica; mlađe biljke lakše se privikavaju na vrlo teške uslove sredine ovih lokaliteta. Starost žbunja je optimalna kad su individue stare samo dve, a drveća već oko 4 godine.

Izbor vrsta biljaka koje će se u ozelenjavanju koristiti zavisi od mnogo činilaca, a konačni spisak može se dati samo kad se u potpunosti poznaju ekološke prilike na lokaciji. Treba, međutim, težiti da se koriste vrste koje dobro podnose sušu, u

svakom slučaju vrste koje su bar za nijansu otpornije na suva staništa od autohtonih vrsta u okolini deponije. Važno je da konačni spisak vrsta iz kojeg će se birati one za ozelenjavanje deponije uvek polazi od pregleda biljaka koje rastu u neposrednoj okolini. Ako postoje ili se mogu očekivati neposredni kontakti biljaka sa deponijskim gasom, onda vrste koje se koriste treba da budu otporne i na sadržaj pojedinih štetnih materija u biogasu. Takođe, treba birati vrste sa plićim korenom, zatim vrste koje ne zahtevaju veće količine vode ni u mladosti. Ako je prostor izložen vetrovima, sadnja u grupama pomoći će drveću da se lakše učvrsti u tlu, a u tom slučaju je dobro da i same odabrane vrste pripadaju grupi nižih biljaka. Kao i u mnogim sličnim slučajevima, optimalno je rešenje ako se kao sadni materijal koriste biljke proizvedene na samoj deponiji ili na drugom odlagalištu sličnih osobina. U tome treba slediti primer pošumljavanja jalovišta, u kojima najviše uspeha imaju upravo sadnice proizvedene od autohtonih vrsta na licu mesta.

Stresovi kojima su izložene posađene biljke direktno zavise od pažljive i uporne brige, tj. od intenziteta negovanja posađenog biljnog materijala. Korišćenje dobrog (što znači nepropustljivog) barijernog sloja ispod nasute zemlje sprečiće korenje da prodiere u otpadni materijal, ali ako do toga ipak dođe, opstanak gotovo svih upotrebljenih vrsta zavisiće najviše od stanja u kome se otpadni materijal trenutno nalazi, odnosno od stepena njegove degradiranosti. Racionalnost upravo stoga i nalaže da se sa sadnjom sačeka dve ili tri godine od zatvaranja deponije, jer je u tom trenutku proces raspadanja i razlaganja otpada već odmakao. Isto tako, to je razlog što se upotreba debelih slojeva kompaktirane gline ili visokokvalitetnih folija može smatrati jednom od notornih obaveza pejzažiste, još pre nego što se uopšte otpočne sa pripremanjem za sadnju. Još tačnije, to su osnovni preduslovi ozelenjavanja. Bez tih osnovnih pretpostavki ni sama sadnja neće dovesti do pravog ozelenjavanja, a čitav kompleks napora u izgradnji zelene površine na urbanoj deponiji predstavljaće samo nepotrebno rasipanje novca i snage.

Literatura

- Daniel, D. (1994): Surface Barriers: Problems, Solutions and Future Needs. 33-th Hanford Symposium on Health and Environment, 441-487. Pasco, WA, USA
- Dobson, M. & Moffat J. (1995): A-Reevaluation of Objections to the Tree planting on Containment Landfills. *Waste Management and Research*, No. 13. 579-600
- Dunn R. (1995): Successful development of closed landfill sites. Waste disposal by landfill-symposium GREEN 93. 527-533. Bolton. Balkema, Rotterdam
- Gilman E.F. (1990): Tree root growth and development. Response to culture, management and planting. *Journal of environmental horticulture*, No 8, 220-227
- Vratuša V. (2005): Urbana ekologija. Rukopis udžbenika za studente Odseka za pejzažnu arhitekturu i hortikulturu, Šumarski fakultet, Beograd

Summary

Reclamation of urban waste disposal sites by ornamental herbaceous and woody plants Vratuša, V., Anastasijević, N.

*Faculty of Forestry, Department for Landscape Architecture and Horticulture
vesnavsa@infosky.net*

Urban waste disposal sites represent degraded areas of the highest order. Their reclamation calls not only for safe and technically secure disposal of waste material, but also aesthetic reparation after their closure. The best way of doing so is by greenscaping, which enables establishment of urban green space, local recreative zone or just more pleasant, visually acceptable and ecologically enhanced areas within urban boundaries, at the site of former urban waste disposal land.