

**SREDNJA ŠKOLA ANTUNA MATIJE RELJKOVIĆA
SLAVONSKI BROD**

ZBIRNJAVA NJE OTPADA

Interni materijal

Autor :

Emilija Ivković, dipl. ing. kemijske tehnologije

Slavonski Brod, 2012.

SADRŽAJ:

1. UVOD	2
2. OTPAD	3
3. VRSTE OTPADA	4
4. GOSPODARENJE OTPADOM	6
5. IZBJEGAVANJE I SMANJIVANJE OTPADA	9
6. ODVOJENO PRIKUPLJANJE OTPADA	11
7. PONOVNA UPOTREBA OTPADA	13
8. RECIKLIRANJE OTPADA	14
9. OBRADA OTPADA	18
10. ODLAGANJE OTPADA	22
11. OTPADNE VODE	25
12. GOSPODARENJE OTPADOM KROZ POVIJEST	31
13. UMJESTO ZAKLJUČKA	33

1. UVOD

Otpad je jedan od ključnih problema moderne civilizacije i neizbjegna posljedica našeg načina života. Povećanje blagostanja donosi brojne prednosti, ali i povećanje količina i štetnosti otpada.

Samo u jednoj godini u Hrvatskoj nastaje 9 milijuna tona otpada. To su dvije tone po stanovniku i ta količina raste 2% godišnje. Svatko od nas proizvede godišnje oko 270 kg otpada.

Otpad postaje problem broj jedan, prijeti izravno zdravlju ljudi, odnosno posredno onečišće tlo, vodu i zrak, jer čak 37% otpada završi na divljim odlagalištima i postaje smeće.

Otpadom nazivamo stvari koje nam više nisu potrebne. Kad te stvari završe u našoj okolini, nazivamo ih otpacima, a otpad koji se ne iskoristi, već se odloži na odlagalište, naziva se smeće.

Smeće je zapravo proizvod neprimjereno ljudskog ponašanja s vlastitim otpadom, ali je istovremeno i još nedovoljno otkriven izvor sirovina i energije. Otpad neće postati smeće ako s njim postupamo odgovorno.

Suvremene tehnike omogućuju potpuno iskorištanje gotovo svih vrsta i količina otpada, ali samo uz uvjet razumnog i odgovornog postupanja s njim. Jedan od osnovnih preduvjeta za iskorištanje otpada je odvojeno prikupljanje svake pojedine vrste otpada. Pomiješaju li se različite vrste otpada u vrećici ili kanti, nastaje smeće. U razvijenim zemljama izdvaja se oko jedna trećina ukupnog otpada (u RH samo oko 10 %). Izdvajanjem pojedinih tvari iz otpada dobivaju se korisne sekundarne sirovine, čijim se iskorištanjem štedi energija i prirodni resursi, a ujedno smanjuje količina otpada koja završava na odlagalištu i onečišće okoliš.

Važno je znati da svaki izbjegnuti kilogram otpada rezultira vrijednim doprinosom zaštiti prirode, a time i zaštiti zdravlja ljudi.

Temelj za promjene u postupanju s otpadom je ***osobna*** promjena.

Otpad nipošto ne smijemo odbaciti u prirodu. Time ćemo sačuvati okoliš i ljudsko zdravlje, te novac potreban za uklanjanje neodgovorno odbačenog otpada.

Najvažnija stvar koju se moramo sjetiti kada bacamo otpad je ovih pet riječi:

1. **Promisli** - promislite o stvarima koje kupujete i resursima koje iskorištavate - treba pokušati smanjiti potrošnju i smanjiti količinu otpada koju proizvodimo
2. **Smanji** - smanjite količinu svakodnevнog otpada
3. **Iskoristi** - ponovno iskoristite nešto prije negoli stvarno postane otpad
4. **Popravi** - popravite potrgane igračke, predmete i ostale stvari
5. **Recikliraj** - reciklirajte sve što se može reciklirati

Bilo bi dobro, barem povremeno, zapitati se: „Što sam danas učinio/učinila s otpadom u cilju zaštite okoliša i osiguranja zdravije budućnosti, kako svoje, tako i budućnosti svoje djece?“

I učiniti nešto.

Za postupanje s otpadom vrijedi temeljno pravilo:

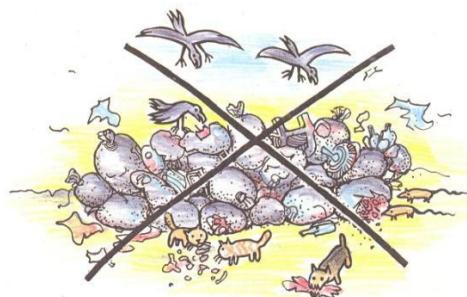


2. OTPAD

Ljudska aktivnost, gledano kroz povijest, nije značajno utjecala na okoliš sve do razvoja industrije. U prvotnim gradovima i naseljima dolazilo je do biološkog i biokemijskog onečišćenja što je dovodilo do epidemija zaraznih bolesti, a tek razvojem i stvaranjem društvenih zajednica počinje nagli utjecaj čovjeka na životni okoliš. Razvojem industrije i upotrebotom ugljena u proizvodnji energije u 18. stoljeću, dolazi do povećanja ispuštanja ugljičnih, sumpornih i dušičnih oksida, a novi val onečišćenja javlja se upotrebotom nafte i naftnih derivata. Razvojem kemije i primjenom kemijskih tvari u industriji raste doprinos i drugih štetnih tvari u onečišćenju okoliša.

U drugoj polovici 20. st zbog brzog razvoja tehnologije, naglog porasta stanovništva i urbanizacije, suvremena se civilizacija susreće s problemom otpada.

Povećanje porasta stanovništva dovodi do nevjerojatnog porasta potrošnje. Potrošnja je pokazatelj gospodarskog razvoja nekog društva, no ona je praćena nastankom odgovarajuće količine otpada. Interes o zaštiti okoliša kroz povijest je bio malen i svodio se na sporadične slučajeve. Tokom industrijalizacije želja za profitom je bila iznad svijesti o potrebi očuvanja okoliša. Prvi koraci i ekološko osvješćivanje javlja se tek poslije 1945. godine kada se zapaža da se broj bolesnih od određenih bolesti znatno povećava u industrijskim središtima.



Što je otpad?

Postoji više definicija otpada:

1. Prema Zakonu o otpadu RH otpad su tvari i predmeti koje je vlasnik (proizvođač otpada) odbacio, odložio ili namjerava odložiti
2. Otpad je sve ono što se u određenoj aktivnosti pojavljuje kao bezvrijedni nusproizvod
3. Podrazumijeva se kruti otpad koji nastaje u kućanstvu i industriji
4. Otpad je veliki problem, jer izravno prijeti zdravlju ljudi i okolišu (onečišćuje vodu, zrak i tlo)
5. Otpad nije gomila neiskoristivih tvari
6. Otpad je još nedovoljno otkriveni izvor sirovina i energije
7. Otpad je problem suvremene civilizacije i središnji problem zaštite okoliša

Poznata je izreka „*Otpad nije smeće*“ . Možemo si postaviti pitanje:

„*Što je to smeće i kada otpad postaje smeće?*“

Smeće je proizvod neprimjerenog ljudskog ponašanja.

Smeće je mješavina neodgovorno odbačenih, često vrlo dragocijenih, otpadnih tvari.

Najvažnije pitanje koje si moramo postaviti je:

ŠTO UČINITI DA OTPAD NE POSTANE SMEĆE?

Treba naučiti sve o otpadu, njegovim svojstvima, utjecaju na okoliš i zdravlje ljudi, te upoznati načine zbrinjavanja otpada na ekološki prihvatljiv način.

3. VRSTE OTPADA

Prema mjestu nastanka otpad može biti:

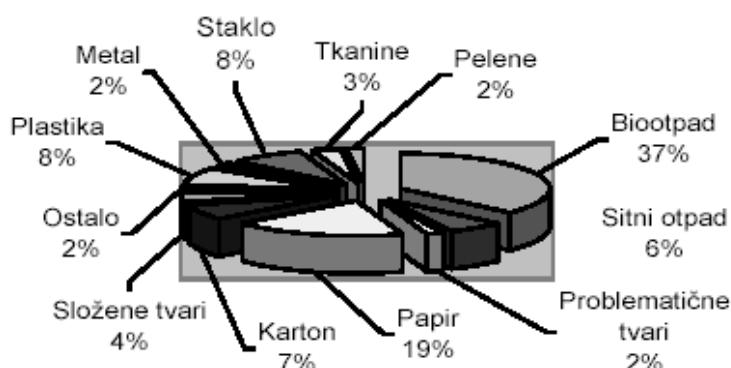
1. Komunalni otpad – otpad iz kućanstva i otpad sličan otpadu iz kućanstva, a nastaje u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima. Taj se otpad redovito prikuplja i zbrinjava u okviru komunalnih djelatnosti.



Sastav komunalnog otpada:

- biootpad (37%) – biorazgradivi otpad, približno trećina kućnog otpada zeleni otpad(cvijeće, lišće, trava), ostaci hrane idr.
- papir i karton (26%)- oko četvrtine kućnog otpada
- složene i problematične tvari 6%
- sitni otpad 6%
- plastika 8%
- staklo 8%
- metal 2%
- tkanina i pelene 5%
- ostalo

Teoretski se iz kućnog otpada može iskoristiti oko 80 %. Ostatak od oko 20 % čini sitni otpad(prašina), ali i neke također potencijalno iskoristive otpadne tvari kao npr. tekstil, guma i drvo.



Slika 1 . Sastav komunalnog otpada

Količina i sastav komunalnog otpada po stanovniku ovise o ekonomskom razvoju društva. Razvijenije društvo ima više otpada po stanovniku.

Ekonomski najrazvijenije zemlje: 0,8 – 2,2 kg otpada po stanovniku na dan
0,3 – 0,8 tona otpada godišnje po stanovniku

Zemlje u razvoju:
0,3 – 1,0 kg otpada po stanovniku na dan
0,1 – 0,36 tona otpada po stanovniku godišnje

Komunalni otpad u Republici Hrvatskoj

U Hrvatskoj komunalni otpad je po sastavu sličan otpadu iz drugih evropskih gradova.

Količina otpada u Hrvatskoje u porastu, a očekuje se daljnji značajniji porast s obzirom na gospodarski razvoj, naročito u turizmu, te uslijed povećane potrošnje. Godišnje nastane 1,2 milijuna tona komunalnog, te više od 6,8 mil. tehnološkog otpada. Svaki stanovnik godišnje odbaci oko 270 kg komunalnog otpada, to je oko 0,7 kg otpada po stanovniku na dan. Udio stanovništva obuhvaćen organiziranim skupljanjem otpada je u porastu.

2. Tehnološki (industrijski) otpad – nastaje u proizvodnim procesima, u gospodarstvu, ustanovama i uslužnim djelatnostima, a po količini, sastavu i svojstvima razlikuje se od komunalnog otpada.

Može biti **neprocesni** (ambalažni otpad, uredski otpad, tvornički restorani) i **procesni** (otpadne tvari specifične za svaku industriju i razlikuju se po kemijskim i fizikalnim svojstvima). Za nadzor toka i zbrinjavanje tehnološkog otpada propisane su posebne procedure, kojih se mora pridržavati svaki proizvođač odnosno vlasnik tehnološkog otpada.

Količina tehnološkog otpada ovisi o industrijskom razvoju zemlje. Godišnja količina industrijskog otpada po stanovniku u razvijenim zemljama iznosi i do nekoliko tona, a u nerazvijenim može biti čak manje od komunalnog. Sastav tehnološkog otpada ovisi o grani industrije koja ga proizvodi.

Za gospodarenje s tehnološkim otpadom mogu se koristiti usluge specijaliziranih tvrtki.

Prema svojstvima otpad može biti:

1. Opasni otpad – su opasne tvari koje ugrožavaju ljudsko zdravlje i okoliš kada se s njime nepravilno rukuje. Sadrži tvari koje imaju jedno od ovih svojstava: eksplozivnost, toksičnost, radioaktivnost, korozivnost, zapaljivost, kancerogenost... Potječe iz industrije, poljoprivrede, ustanova (instituti, bolnice i laboratorijski). Razvrstavaju se kao:

- otrovne otpadne tvari : cijanidi, spojevi teških metala
- zapaljive otpadne tvari: otpadna ulja, organska otapala
- korozinve otpadne tvari: kiseline, baze
- tvari zaravnog djelovanja: iz bolnica
- radioaktivni otpad

Manje količine opasnog otpada nastaju u domaćinstvu i zovu se **problematične tvari**

2. Neopasni otpad – otpad koji nema niti jedno od svojstava opasnog otpada i ne podliježe značajnim fizičkim, kemijskim i biološkim promjenama.

3. Inertni otpad – neopasni otpad koji ne podliježe značajnim fizikalnim, kemijskim ili biološkim promjenama. Inertni otpad je netopiv u vodi, nije goriv, niti na koji drugi način reaktivan, niti je biorazgradiv, pa ne ugrožava okoliš, npr. građevinski otpad

	Austrija	Danska	Slovenija	Hrvatska
Broj stanovnika (miljuna)	8	5,3	2	4,45
Ukupna količina otpada (tona – godišnje)	28,6 miljuna	13,0 miljuna	8,4 miljuna	9 miljuna
Ukupna količina otpada po stanovniku (kg – dnevno)	3,575	2,453	4,200	2,093
Količina komunalnog otpada (tona – godišnje)	3,1 miljuna	3,1 miljuna	800.000	1,2 miljuna
Ukupna količina komunalnog otpada po stanovniku (kg – godišnje)	389	585	400	279

Tablica 1. Usporedba godišnjih količina otpada u četiri europske države

Jeste li znali da otpada ima i u Svemiru. Otkad je čovjek zakoračio izvan Zemljine orbite svaki put je tamo nešto i ostavio, kao što su odbačeni spremnici goriva, izgubljeni alati i dijelovi prastarih satelita koji prijete sudaru s letjelicama. Brzina kojom taj otpad leti oko Zemlje je 28.164 km/h i svaki sudar s otpadom je poput udara projektila. U Zemljinoj nižoj orbiti kreće se više od 17.000 komada većih od 10 cm. Naučnici upozoravaju da je količina smeća u Svemiru dosegla kritičnu točku, da se otpaci međusobno sudaraju i stavaraju još više krhotina što povećava rizike za svemirske brodove.

4. GOSPODARENJE OTPADOM

Odbaciti otpad nije rješenje

U svakodnevnom životu često se čini da je najvažnije otpad nekuda odvesti. Sigurno da je nužno, iz sanitarno-higijenskih razloga, redovito i organizirano odvoženje otpada, međutim time nije sve rješeno i stvarni problemi tek počinju.

Neorganizirano i nepropisno odlaganje otpada, bez primjerenog nadzora ima višestruke posljedice, često nepopravljive:

- uzrokuje dugotrajna i velika zagađenja, te postaje teret okolišu koji će netko ipak morati riješiti
- naknadna sanacija takvih odlagališta je vrlo skupa, a nepovoljni utjecaji na okoliš ne mogu se u potunosti ukloniti
- bespovratno se gube dragocijene materijalne i energetske vrijednosti otpada (zakonom je zabranjeno otpad koji se može iskoristiti odložiti na odlagalište)
- raspadanjem organske tvari nastaju CO₂ i CH₄, što utječe na efekt staklenika
- neispravno i nehigijenski odbačen otpad uzrok je požara i eksplozije
- glodari i insekti koji borave na odlagalištima prenose brojne zarazne bolesti
- vjetar raznosi otpad umanjujući estetski izgled i šire se neugodni mirisi
- nerazgradivi sastojci otpada i produkti koji nastaju njegovim raspadom dospijevaju u vodu, zrak i tlo (plinoviti štetni produkti, topljivi štetni produkti i biološki onečišćivači, teški metali i druge otrovne tvari), te izravno i neizravno utječu na živa bića.

Suvremeno rješenje za sve veće količine, volumen i štetnost otpada je provedba *Cjelovitog sustava gospodarenja otpadom*. Taj sustav obuhvaća *skup aktivnosti, odluka i mjera koje obuhvačaju ekonomski i po okoliš razumno upravljanje cjelokupnim ciklusom otpada od mesta nastanka, skupljanja, prijevoza i obrade u skladu s zakonskim obvezama*. Mora se provoditi tako da se ne dovodi u opasnost ljudsko zdravlje i ne smije štetiti okolišu.

Cjelovito (suvremeno) gospodarenje otpadom obuhvaća sljedeće faze:

1. Izbjegavanje i smanjivanje otpada
2. Odvojeno prikupljanje otpada
3. Ponovna upotreba otpada recikliranje i obnavljanje otpadnih tvari
4. Oporaba otpada
5. Odlaganje otpada

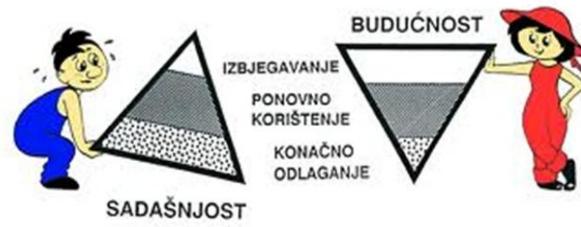
Iz shematskog priloga (str.) je vidljivo da suvremeni sustav gospodarenja otpadom počiva na tri osnovna elementa:

1. Izbjegavanje nastanka otpada
2. Vrednovanje otpada
3. Odlaganje ostatnog otpada

Danas se u gospodarenju otpadom uobičajeno koristi koncept **4R + 3E** mjere:

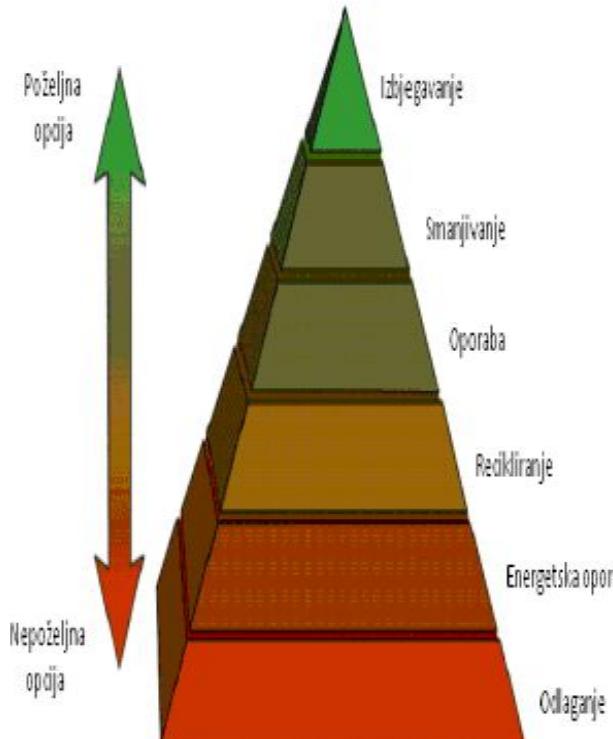
1. **Redukcion** – izbjegavanje/smanjivanje
2. **Reuse** – ponovna upotreba, bez obrade
3. **Recovery** – ponovna upotreba za istu namjenu uz obradu
4. **Recycling** – uporaba, materijalno i energijsko iskorištavanje otpada

1. **Educate** – osvijestiti i educirati o odgovornom postupanju s otpadom te povećati razumijevanje važnosti i mogućnosti gospodarenja otpadom
2. **Economise** – smanjiti troškove gospodarenja otpadom i uključiti troškove otpada u cijenu proizvoda/usluge po načelu »onečišćivač/zagađivač plaća«
3. **Enforce** – primjeniti koncepte učinkovitog postupanja s otpadom u zakonodavstvu i praksi, te uključiti u procese planiranja, odlučivanja i upravljanja sve zainteresirane u zakonodavstvu i praksi



Krajinji cilj *Cjelovitog sustava gospodarenja s otpadom* je potpuno napuštanje odlaganja otpada, odnosno razvoj *bezponijskog koncepta*.

Sve navedene mjere čine cjelinu i međusobno su sustavno povezane. Dobro gospodarenje otpadom treba započinjati mjerama *prevencije*, odnosno izbjegavanjem stvaranja otpada. Kod već nastalog otpada treba odabrati optimalnu metodu postupanja s otpadom koja će proizvesti najmanji rizik za ljudsko zdravlje i okoliš. Na zadnjem mjestu bi trebalo biti samo odlaganje otpada. Takav način gospodarenja naziva se „**hijerarhija otpada**“ - na vrhu su postupci koji su poželjniji, dok su manje poželjni postupci pri dnu. Iako se danas najveći dio otpada odlaže na odlagališta, takav način zbrinjavanja otpada smatra se najmanje poželjnim, a treba mu pribjegavati kada se iscrpe sve ostale mogućnosti

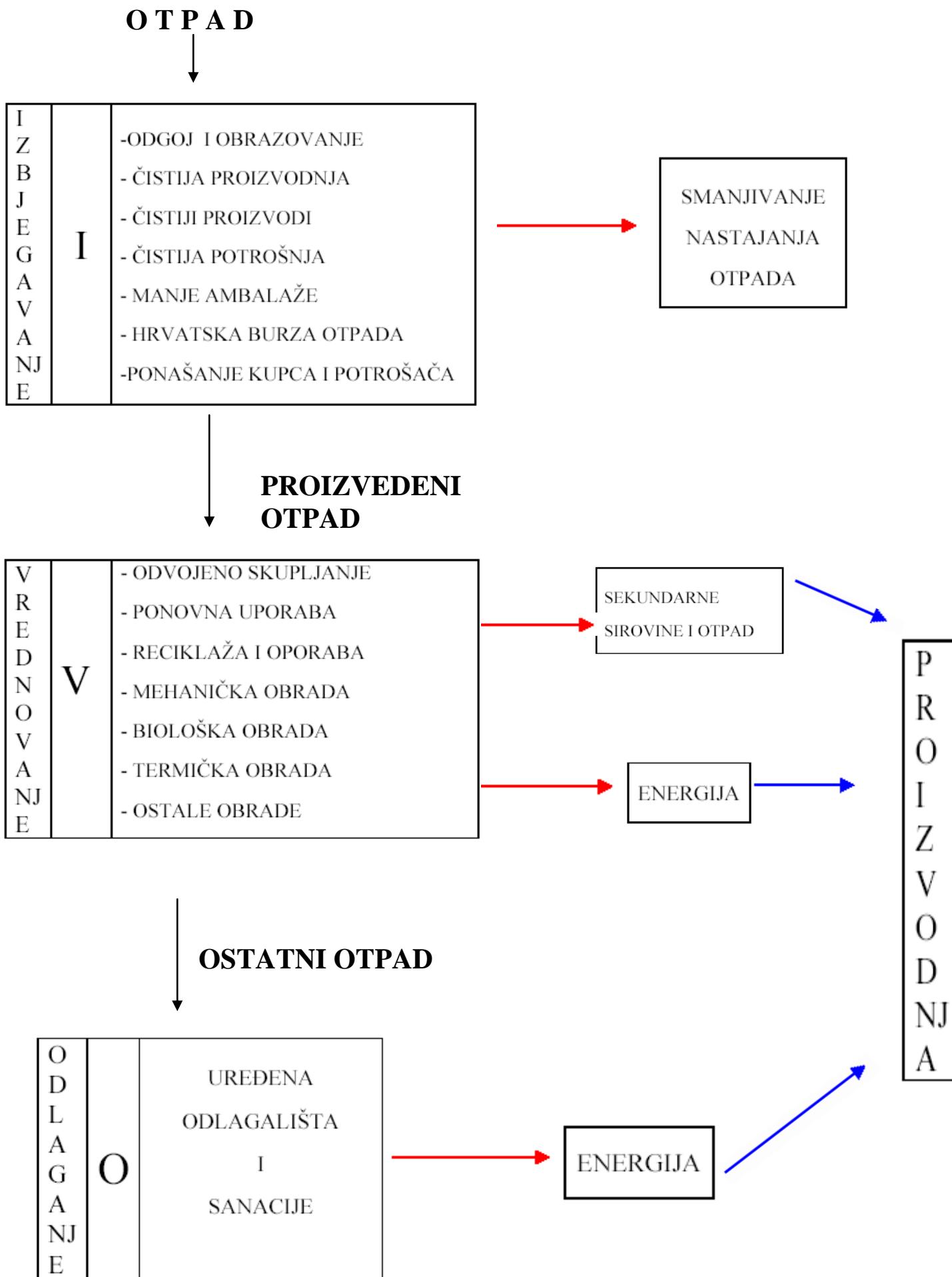


Slika 2. Hijerarhija otpada

U Hrvatskoj ne postoji sustavno gospodarenje otpadom. Još uvijek jedini način brige o otpadu je njegovo odlaganje vrlo često na ne odgovarajući način (Tablica)

	Austrija	Danska	Slovenija	Hrvatska
Recikliranje	34,3%	14%	10%	3,5%
Biološka obrada	21,7%	-	12%	1%
Termička obrada	14,7%	81%	-	-
Odlaganje	28,5%	5%	73%	95,5%
Obrada opasnog otpada	0,8%	-	-	-

Tablica 2. Načini postupanja s otpadom u nekim zemljama



Slika 3. Shematski prikaz cjelevitog gospodarenja s otpadom

5. IZBJEGAVANJE I SMANJIVANJE OTPADA

Stvarati manje otpada znači čuvati ljudsko zdravlje, štititi okoliš i štedjeti novac

Riješiti problem otpada ne znači ukloniti ga, nego djelovati *preventivno* u sprečavanju njegovog nastajanja tj. rješavati probleme u korijenu, a ne onda kad se pojave.

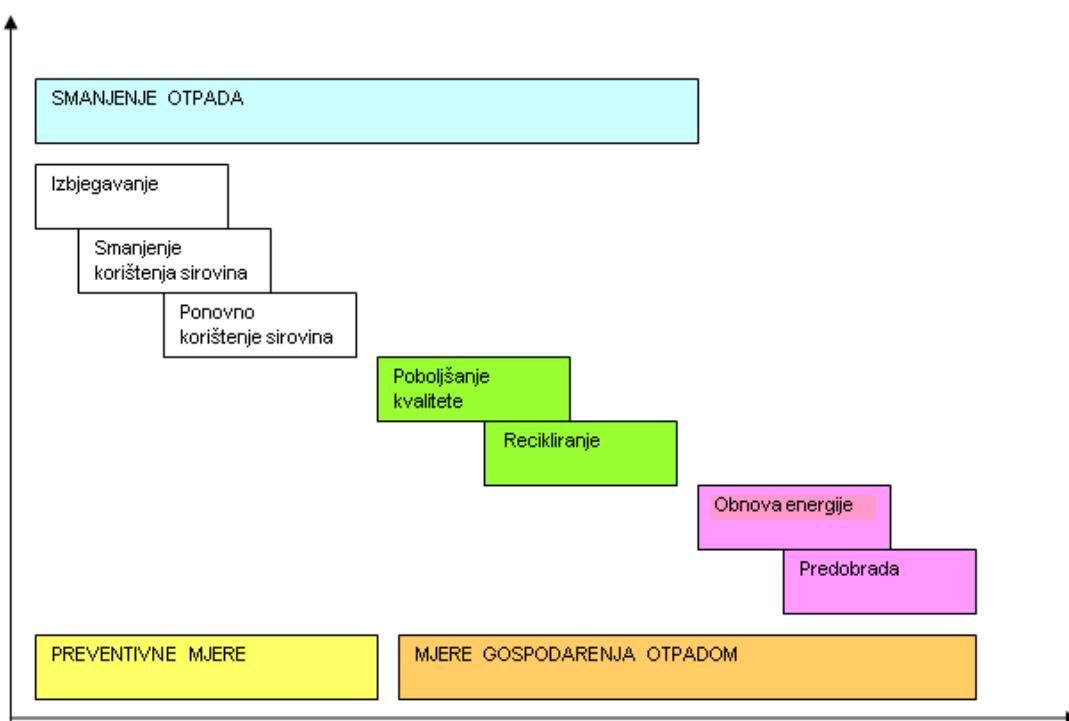
Izbjegavanje nastajanja otpada je **najpovoljnija metoda** za rješavanje problema otpada. Zajedno s drugim mjerama za smanjivanje nastajanja otpada čini **najvažniju** kariku u sustavu gospodarenja otpadom i zaštite okoliša.

Mjere za izbjegavanje i smanjivanje otpada se mogu i moraju provoditi u svakom trenutku i na svakom mjestu (domaćinstvu, uredu, industriji, kod kupovanja, rekleracije, na izletu....).

Mogu se primjeniti na sve stadije u stvaranju proizvoda: sam proces proizvodnje, marketing, distribuciju, upotrebu, te bacanja proizvoda nakon upotrebe.

Izbjegavanje i smanjivanje otpada počinje pri kuopvini, jer već tada treba stvarati naviku prijateljskog ponašanja prema okolišu. Ne treba uvijek vjerovati reklami, kupovati treba naučiti kako bi ono postalo prihvatljivo za okoliš i za vlastite financije

Mjere za izbjegavanje i smanjenje otpada također uključuju provedbu *sustavne edukacije* svih sudionika u sustavu gospodarenja otpadom.



Slika 4. Jedan način objašnjenja pojma izbjegavanja i smanjivanja otpada

U svakodnevnom životu postoji niz jednostavnih načina za izbjegavanje i smanjivanje otpada, koji se prvenstveno temelje na razmišljanje „vlastitom glavom“.

Tako jednostavno!

Kod kuće, na poslu, uvijek

ZA		PROTIV	
platnena vrećica košara		plastična vrećica	
šećer u velikom pakiranju / u kocki		šećer u papirnatim vrećicama	
keramičke... staklene... trajne/perive plastične...	šalice i čaše	jednokratne plastične čaše	
staklene boce		plastične (PET) boce	
platneni ubrusi i krpe		papirnati ubrusi i kipe	
veće pakiranje (manje ambalaže)		manje pakiranje (više ambalaže)	
kompostiranje smeća biljnog, životinjskog i organskog podrijetla		bacanje smeća biljnog, životinjskog i organskog podrijetla u komunalni otpad	
koristenje obje strane praznog papira		jednostrani ispis (print) dokumenata	
uredjena odlagališta otpada		divlja odlagališta	
rezač papira + kutija za sakupljanje papira		bacanje dokumenata i papira u koš za smeće	
trajne baterije s punjačem		jednokratne baterije	
trajna „uljna“ lampica		jednokratni mirisi za prostore u plastičnim pakiranjima	
toner za pisač vraćam proizvođačima na ponovno punjenje ili odnosim na reciklažu		jednokratni toner za printer, i bacam ga u obično smeće	
božićno dvorce kao sadnica: u proljeće će ga posaditi u vrtu / u blizini		jednokratno božićno dvorce niti ne odvezem na reciklažno dvorište: ostavljam komunalcima da uklone	
stari električni i elektronički aparati? Pa to se u Hrvatskoj i besplatno odvozi (više na str. 10)		stare uređaje i aparate nemaš kamo baciti: zato ih ljudi i bacaju na divlja odlagališta	
PET boce nosim u trgovine, a stare lijekove u ljekarne koje ih sakupljaju i zbrinjavaju			
organiziran(a) sam: sakupljam...	stare baterije plastične vrećice papir staklo karton željezo dvro gume plastiku tekstilni otpad još svašta	... i onda sve odnesem na reciklažno dvorишte ili u posebne spremnike	sve bacam u kućanski otpad
znam gdje su najbliži kontejneri za reciklažni otpad, i koristim ih		reciklažni kontejner... mislim da negdje prolazim kraj jednog	
pazim na sastav ambalaže prije bacanja u kontejnere		staklenka i poklopac, PET boca sa čepom – sve zajedno leti u kontejner!	

6. ODVOJENO PRIKUPLJANJE OTPADA

Uspješni put odvojenog prikupljanja i recikliranja otpada počinje u obitelji, vrtiću i školi

To je prvi korak u zbrinjavanju otpada, bez obzira na koji način se otpad zbrinjava, a misli se na organizirano skupljanje i razvrstavanje otpada na mjestu nastanka. Neskupljeni otpad završava doslovno svagdje u okolišu i postaje *smeće*. Glavne karakteristike odvojenog prikupljanja otpada su:

1. *Izdvajanje iskoristivog otpada* (stakla, papira, kartona, metala, biootpada, plastike) s ciljem recikliranja odnosno upotrebe
2. *Izdvajanje problematičnih tvari*, odnosno opasnog otpada (ulja, kemikalija, baterija, lijekova itd.) s ciljem detoksikacije i recikliranja

Odvojenim skupljanjem i recikliranjem otpada se:

- izbjegava njegovo odlaganje
- omogućuje iskorištavanje mnogih korisnih sastojaka
- smanjuje onečišćenje okoliša
- štede prirodne sirovine
- štedi skupa i dragocijena energija
- štedi novac, zapošljavaju radnici
- smanjuje volumen odlagališta



Odvojeno odlaganje pojedinih vrsta komunalnog otpada moguće je korištenjem posebnih posuda i spremnika postavljenih na javne površine i u reciklažnim centrima. Za svaku pojedinu vrstu otpada točno je određena veličina, vrsta i boja spremnika ili posuda.

Sustav odvojenog prikupljanja komunalnog otpada uključuje:

1. *Reciklažna dvorišta* - posebno opremljena mjesta za odvojeno skupljanje iskoristivog i opasnog otpada iz domaćinstva. Namijenjena su isključivo građanima i stalno su nadzirana.
2. *Zeleni otok* - djelomično ograđeno mjesto za postavu spremnika za odvojeno prikupljanje manjeg broja otpadnih tvari. postavlja se na mesta čestog okupljanja i kretanja većeg broja stanovnika i nisu stalno nadzirani.
3. *Spremnići* - namjenjeni su za pojedine vrste otpada. Postavljeni su na javnim površinama, uz spremnike za odlaganje miješanog otpada. Za svaku pojedinu vrstu otpada određena je veličina, vrsta i boja spremnika.

Papir i karton

Otpadni papir je vrijedna sirovina i odlaže se u *plave* spremnike, a čini trećinu kućnog otpada.

1 t recikliranog otpadnog papira spašava 20 stabala.

Odlaže se: novine, časopise, prospekte, bilježnice, knjige, pisači papir,kartonske kutije(bez ljepljive trake, plastike, stiropora), ambalaža za mlijeko i napitke itd.

Ne smije se odlagati: indigo papir, fotografije, prljavi i zauljeni papir, pelene i sl.

Staklo

Energija koja se uštedi recikliranjem jedne staklene boce dovoljna je da žarulja od 100 W gori 4 sata!

Odlaže se u *zelene* spremnike.

Odlagati se smiju boce, staklenke i sl.

Ne smije se odlagati: prozorsko, automobilsko, kristalno, laboratorijsko staklo, staklena vuna, žarulje, porculan i keramiku.

Plastika

Po volumenu čini više od 30% kućnog otpada.

Za 1 kg PET-a (materijal iz kojeg su izrađene boce za napitke) treba utrošiti 1,9 kg nafte!

Ovlaže se u *žute* spremnike

U žute spremnike *odlaže se*: polietilenske vrećice, folije, filmove, boce od ulja, destilirane vode, sredstava za čišćenje, kozmetike, prehrabnenih proizvoda, čaše od jogurta, sireva i dr, ostali proizvodi od plastike(ambalaža od stiropora, čepovi, plastični tanjuri), proizvodi od plastike s oznakom PE-HD, PE-LD, PP, PS, PVC, PET i sl.

Prilikom odlaganja otpada uklone se čepovi i ostali dijelovi koji nisu od PET.

Metal

Recikliranjem 1 tone aluminijskih limenki uštedi se 5 tona boksita i utroši se 20 puta manje energije!

Sve vrste metalnog otpada se mogu više puta reciklirati, pa ih je potrebno odvojano skupljati. Ovlaže se u *sive* spremnike.

Prazne limenke od napitaka i hrane treba odlagati u žuti spremnik zajedno s plastikom.

U spremnike za metalnu ambalažu *ne smije* se odlagati: limenke s ostacima od boja, lakova, ulja i kemikalija, zapaljivih i eksplozivnih tekućina, boce i limenke pod tlakom

Biootpad

Čini ga kuhinjski otpad(ostaci hrane), vrtni ili zeleni otpad i sadrži trećinu kućnog otpada.

Odvojeno se sakuplja u *smeđim* spremnicima i najbolje ga je biološki preraditi na mjestu nastanka kompostiranjem.

Opasni otpad

U svakom domaćinstvu nastane veliki broj različitih otpadnih tvari štetnih za ljudsko zdravlje i opasnih po okoliš (baterije, otpadna ulja, boje, lakovi, lijekovi, pesticidi...)

Ovisno o vrsti može se predati u specijalizirane trgovine (ljekarne..), u reciklažna dvorišta ili specijaliziranom skupljaču i to ih treba predati odvojeno.

Posude i limenke pod tlakom prije odlaganja treba isprazniti.

7. PONOVNA UPOTREBA OTPADA

Ponovna upotreba otpada je višekratno korištenje proizvoda za istu ili neku drugu svrhu. Time se izbjegava odbacivanje proizvoda nakon njegove primarne upotrebe. Pri tome je poželjno proizvod koristiti u istom obliku, bez prethodne obrade.

Primjeri ponovne upotrebe su: prazne staklenke u domaćinstvu, doniranje rabljene odjeće, pokućstva, tehnike, povratna ambalaža .

Plaćanjem povratne ambalaže potrošači se potiču na vraćanje boca, koje se vraćaju proizvođaču na ponovno punjenje. Na taj način se smanjuju proizvodni troškovi, ali stvaraju se dodatni troškovi za skupljanje, pranje i sterilizaciju starih boca.

Kako bismo smanjili ukupnu količinu otpada u svom okruženju i na odlagalištima trebali bi podržati:

- razmjenu starih stvari,
- buvljake
- radionice za popravku kućanskih aparata
- akcije razmjene po školama i vrtićima
- brojne druge primjere ponovnog korištenja

Znak za proizvod namijenjen višekratnoj upotrebi, npr. višekratnim povratnim bocama



*razmjena
školskih
udžbenika*



Slika 5. Primjeri ponovne upotrebe iskorištenih stvari

8. RECIKLIRANJE OTPADA

To je proces prerade otpadnog materijala da bi se učinio pogodnim za ponovnu upotrebu i proizvodnju istog ili nekog drugog proizvoda. Uključuje i organsko recikliranje, kompostiranje.

Cilj je učiniti otpad pogodnim za ponovnu upotrebu, ali ne i korištenje u energetske svrhe.

Reciklažom se smanjuje iskorištavanje sirovina iz prirodnih resursa, a štedi se i energija (npr. reciklažom Al- konzerve uštedi se energija za rad TV-a u trajanju od 3 sata; svaka tona recikliranog papira spašava 17 stabala, 4000 kWh energije i oko 30 m³ prostora na odlagalištu).

Karike u lancu reciklaže su:

1. Skupljanje i razvrstavanje otpada
2. Proizvodnja novog proizvoda
3. Kupovina recikliranog proizvoda

RE + CYCLE = ponovno kruženje

Međunarodno priznati znak za proizvod napravljen od recikliranog materijala i za onaj koji se može reciklirati

Tri strelice označavaju tri faze reciklaže:

- Skupiti!
- Ponovo preraditi!
- Ponovo upotrijebiti!



Otpaci koji se mogu reciklirati su : biootpadi, papir i karton, plastika, staklo, metali.

Recikliranje papira

Recikliranje papira je vraćanje odbačenog papira u proizvod koji se može ponovo koristiti.

Proces recikliranja započinje odvojenim sakupljanjem papira u domaćinstvu, na radnom mjestima i tvornicama.

Papir koji se želi reciklirati treba biti čist, a ne onečišćen hranom, plastikom ili drugim tvarima, jer ga je teško reciklirati. Papir koji se nemože reciklirati postaje otpad koji se spaljuje, kompostira ili odnosi na odlagališta smeća.

Prikupljeni papir se drži u skladištima reciklažnih dvorišta dok ne bude potreban. Papir se može reciklirati 4 – 6 puta.

Zašto reciklirati papir?

Sirovina za proizvodnju papira je celuloza koja se dobiva iz drveta.

Da bi drvo izraslo potrebno mu je u prosjeku 30 godina, kada se ono posječe, dobije se malena količina papira, a kontinuiranom sjećom šuma pogodujemo eroziji tla i smanjuje se kvaliteta tla. Upotrebom starog papira pri proizvodnji papira štedi se na drveću, kemikalijama, energiji, vodi, a nastaje i manje otpadnih voda.

Recikliranje stakla

Recikliranje stakla je proces pretvaranja odbačenog stakla u koristan proizvod. Staro staklo je moguće pretaliti bezbroj puta, a da ne izgubi na kvaliteti.

Odbačeno u ostali otpad staklo se razgrađuje 4 tisuće godina.

Stakleni lom je najvažnija sekundarna sirovina kod proizvodnje stakla.



Osnovni preduvjet recikliranja je odvojeno prikupljane staklenog otpada, a ovisno o konačnoj upotrebi, ono često uključuje razdvajanje stakla prema boji.

Onečišćeni stakleni lom, neprikladan za recikliranje, može se upotrijebiti na primjer u pripremi asfalta, proizvodnju staklenih vlakana za izolaciju itd.

U hijerarhiji smanjenja otpada poželjnije je ponovno korištenje staklenih predmeta od reciklaže.

Korištenje recikliranog stakla pridonosi štednji energije, pomaže u proizvodnji opeka i keramike, pridonosi očuvanju sirovina i smanjuje količinu otpada.

Svaka tona stakla iskoristena za proizvodnju novog stakla sačuva oko 315 kg ispuštenog ugljičnog dioksida.

Recikliranje plastike

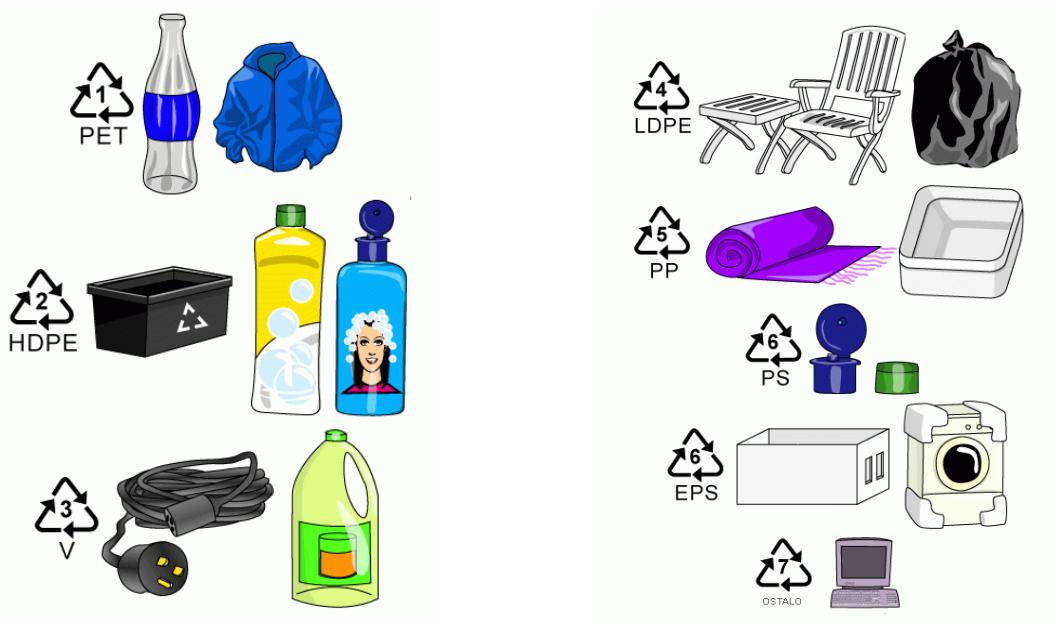
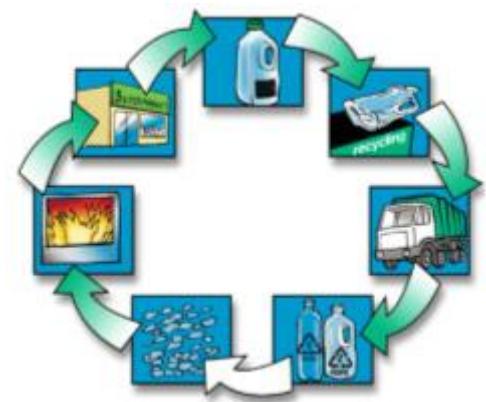
Sve donedavno nije postojao uspješan način recikliranja plastičnog otpada. Razlog je taj što je separacija raznih polimera praktično nemoguća, a postupak za obradu miješanih polimera nije postojao. Danas se razvijaju istraživanja kojima se može iskoristiti plastični otpad i time ujedno smanjiti onečišćenje okoline.

Recikliranje plastike je proces prerade odbačene i stare plastike u proizvod koji se može ponovno koristiti.

Postoji mnogo vrsta plastike. Najčešće vrste imaju *identifikacijski kod* koji je razvijen 1988.

Prije recikliranja plastične materijale se grupira prema tom identifikacijskom kodu.

Simbol koji se koristi za identifikacijski kod sastoji se od tri strelice koje čine trokut u kojem se nalazi broj, često sa akronimom koji označava plastiku ispod trokuta.



Slika 6. Identifikacijski kod nekih vrsta plastike

PET ambalažu je moguće reciklirati u proizvodnji nove amabalaže, odjeće vlakana i izolacije.

Prva PET boca reciklirana je i pretvorena u čep 1977.

Za recikliranje se koriste samo materijali odgovarajuće čistoće, označeni oznakom za recikliranje.

Recikliranjem PET ambalaže štedi se 84% energije za izradu te iste ambalaže iz sirovina

Plastični materijali se razgrađuju od 100 do 1000 godina ovisno o prisustvu sunčeve svjetlosti

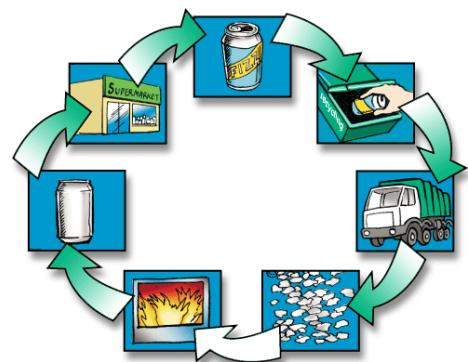
Recikliranje metala

Metal se proizvodi od prirodnih sirovina, ruda, koje čine znatan dio prirodnog bogatstva. Radi se o neobnovljivim izvorima energije čije se zalihe nerazumno trošenjem iscrpljuju. Osim kontrole trošenja metala, potrebno ga je i reciklirati. Na taj način će se sačuvati resursi, smanjiti potrošnja struje, kemikalija i vode pri proizvodnji, smanjiti količine otpada i sačuvati okoliš.

Tako metali kao što su željezo, aluminij, bakar, čelik i drugi metali su posebno vrijedne vrste otpada.

Postupak recikliranja metala jednostavniji je od recikliranja drugog otpada. Metali se mogu više puta pretaliti, a primjese se uklanju redukcijom ili elektrolizom.

Limenke za piće i konzerve su većinom od aluminija i mogu se preraditi kod proizvodnje aluminija. Željezni otpad zamjenjuje potrebu za sirovinom u proizvodnji željeza u visokoj peći.



Kompostiranje

Približno trećinu kućnog otpada čini biološko organski otpad, kao što su trava, lišće, cvijeće, ostaci povrća i voća i sl.

Prikupljeni ostaci biljaka nisu smeće već su visoko vrijedna sirovina za proizvodnju komposta.

Kompostiranje je:

- prirodan proces razgradnje biomase i događa se svuda oko nas
- mehaničko-biološka obrada otpada
- razgradnja biootpada uz pomoć živih organizama
- najstariji i najprirodniji način recikliranja otpada
- egzotermni aerobni proces razlaganja organske tvari uz djelovanje različitih mikrobnih populacija u određenom vremenskom periodu



Produkti kompostiranja su ugljikov dioksid, voda, toplina i **kompost**.

. Kompost je tamnosmeđi zrnati produkt sličan humusu. To je smjesa organskih otpadaka iz gospodarstva, kućanstva i naselja prerađena radom mikroorganizama i faune, a služi kao organsko gnojivo.

Uloga komposta je da:

- poboljšava kvalitetu tla i osigurava prozračnost tla, naročito u povrtlarstvu i cvjećarstvu
- efikasno hrani biljku i smanjuje potrebu za umjetnim gnojivima
- zadržava vodu i popunjava udubine u tlu
- prekriva otpad na snitarnim odlagalištima
- sprečava eroziju tla
- uspostavljam prirodni kružni tok tvari u prirodi



Slika 7 . Prirodni kružni tok tvari u prirodi

Kompostirati se može:

1. *Organiski otpad iz kuhinje*: ostaci i kora voća i povrća, talog kave i vrećice čaja, ostaci kruha i peciva, uvelo cvijeće i zemlja iz lonaca za cvijeće
2. *Strukturni materijal*: trava, lišće i grmlje, ostaci obrezivanja ograde, opalo voće, slama i sijeno, piljevina, iverje i drveće
3. *Ostali otpad*: papirnate maramice, salvete, manje količine papira bez boje, pepeo od izgaranja drveta, papirnate kutije za jaja, ljske od jaja, kamena prašina.

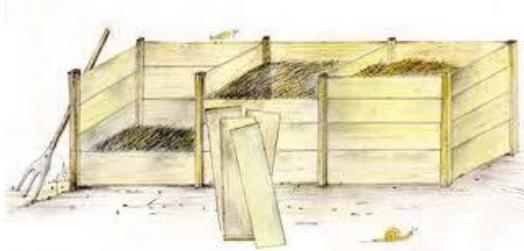
U kompost *ne stavlja*: novinski papir i časopise u boji, plastika, metal, staklo, lijekovi, vrećice iz usisivača za prašinu, papirnate pelene, pepeo od ugljena, kosti, meso, osjemenjeni korov i bolesne biljke, lišće oraha, drvo koje je bilo bojano ili lakirano, biootpad koji je bio u dodiru s naftom, benzinom, pesticidima.

Kompostiranje možemo provoditi kao:

1. Kompostiranje u vlastitom vrtu
2. Zajedničko kompostiranje, npr u naselju
3. Kompostiranje u velikoj kompostani

Proces kompostiranja odvija se u pet osnovnih stupnjeva:

1. *Prikupljanje i razvrstavanje biootpada* - iz otpada treba ukloniti sve ono što se ne može kompostirati. Kuhinjski otpad se odlaže u smedi komposter. Ostali biootpad se stavlja direktno u **komposter**. Komposteri mogu biti različitog oblika i od različitih materijala. Idealno mjesto je u polusjeni, zaštićeno od vjetra. Moraju stajati uvijek na tlu. Dobro je imati bar dva kompostera ili još bolje tri.
2. *Prosijavanje i miješanje biootpada* - otpad treba usitniti na veličinu čestica 4-7 cm što omogućuje dobro prozračivanje, miješanje i prodor mikroorganizama. Na taj način se osigurava dovoljno zraka i hrane za mikroorganizme. Meki dijelovi (vodenasti ostaci voća i povrća, pokošena trava, lišće...) i tvrdi dijelovi biljaka (drvenaste komponente, slama..) miješaju se u približno jednakim omjerima. U ovom stupnju se može podešiti i stupanj vlage.
3. *Biološka razgradnja otpada* - stvaranje komposta. Ako se kompostiranje provodi u kompostnim hrpmama na otvorenom biološka razgradnja traje 4-6 tjedana, prozračivanje se obavlja ručnim miješanjem komposta. Ako je kompostiranje u zatvorenom sustavu, vrijeme biološke razgradnje je kraće, a miješanje je mehaničko.
4. *Zrenje komposta* - je završni stupanj stabiliziranja komposta, jer ako kompost nije dovoljno zreo mogao bi iz tla ukloniti dušik. Razdoblje zrenja traje oko dva tjedna. Zreo kompost ima ujednačeni izgled, grumenast izgled tamne boje, miris po šumskoj zemlji i ne mogu se prepoznati početne tvari
5. *Dogotavljanje komposta* - obuhvaća sušenje komposta. Za poljoprivredu i cvjećarstvo suši se kako bi imao manje od 30% vlage. Važna je i konzistencija komposta pa se vrši prosijavanje zbog uklanjanja većih komada otpadaka. Ako se pakira u male vrećice može se pripremiti i u obliku zrnaca. Ako se kompost koristi za popunu tla ne mora se dogotavljati.



Slika 8. Kompostiranje u vlastitom vrtu

9. OBRADA OTPADA

Ostali otpad, odnosno neizbjegnuti otpad, prije odlaganja na odlagalište, treba obraditi.

Obrada otpada podrazumijeva:

- iskorištavanje vrijednih svojstava otpada u materijalne i energetske svrhe
- smanjivanje količine i volumena otpada, tako se smanjuje potreba za novim odlagalištima
- potpuno uklanjanje opasnih svojstava otpada

Obrada otpada je postupni prijelaz prema *bezdeponijskom* konceptu. Opravdano je planirati obradu otpada samo za onu vrstu otpada koji nije mogao biti recikliran.

Postoji niz postupaka mehaničke, fizikalno-kemijske, biološke, termičke i kombinirane obrade prikladne za svaku pojedinu vrstu i stanje ostatnog otpada.

Tako se, na primjer, različiti muljevi i ostali vlažni otpad suše, a anorganski opasni otpad se obrađuje i neutralizira različitim fizikalno-kemijskim postupcima. Biootpad je najbolje obraditi aerobnim i anaerobnim postupcima čime se postiže njegovo potpuno iskorištavanje.

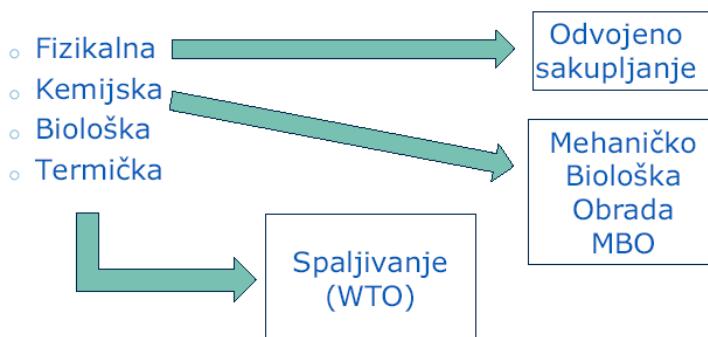
U prošlosti se gotovo sav preostali komunalni otpad (otpad koji je eventualno preostao nakon recikliranja i kompostiranja) zatrپавao na odlagalištima neobrađen. Europska direktiva o odlagalištima otpada nas sada obavezuje da smanjimo biorazgradivi udio otpada koji ide u zemlju. Doskora, jedina alternativa klasičnom odlaganju je bila termička obrada otpada (spaljivanje) bez prethodne obrade. Jeftiniji postupak obrade ostatnog komunalnog otpada u odnosu na termičku obradu (spaljivanje) je mehaničko-biološka obrada otpada (MBO)

Mehaničko-biološka obrada (MBO)

ŠTO je to MBO?

To je ustvari kombinirani proces (slijed mehaničkih i bioloških postupaka) obrade komunalnog otpada. Cilj MBO procesa je smanjenje negativnog utjecaja otpada na okoliš, te izdvajanje frakcija koje je moguće ponovo iskoristiti i to materijalnom ili energetskom uporabom. Na taj način znatno se smanjuje volumen otpada, odnosno površina koja je potrebna za njegovo odlaganje, a samim tim i troškovi vezani za odlaganje i održavanje odlagališta.

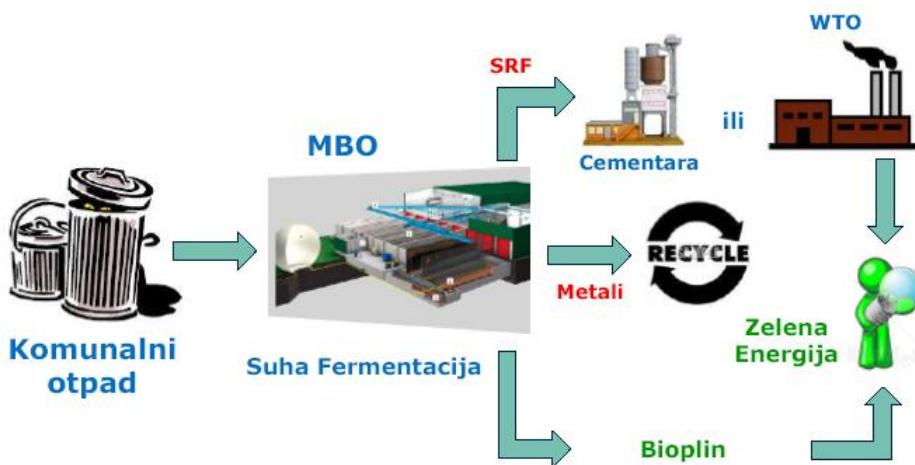
Proces započinje *razvrstavanjem* otpada na pojedine dijelove koji se izravno recikliraju (željezni i obojeni metali), te *na krupniju i sitniju frakciju*. Sitnija frakcija se obrađuje biološkim postupcima i koristi za prekrivanje ili punjenje odlagališta. Krupnija frakcija se najčešće koristi kao gorivo iz otpada odnosno termički se iskorištava u postojećim postrojenjima (cementare, visoke peći, ciglane) ili u spalionicama otpada.



Slika 9. Proces mehaničko-biološke obrade otpada

Izlazne frakcije iz MBO postrojenja su:

- metali – koriste se pri materijalnoj uporabi (recikliranje)
- gorivo iz otpada (GIO, SRF) proizvodnja energije
- biološki ostatak (biopljin)

**Slika 10.** Proizvodi MBO postupka

Termička obrada otpada

To je vrlo skup način obrade komunalnog otpada. Često se koristi za zbrinjavanje opasnog otpada, jer neke vrste tog otpada ne mogu se ekonomski i ekološki prihvatljivo drugačije zbrinuti. Osigurava energetsko recikliranje otpada i materijalno recikliranje ostataka termičke obrade (šljake i pepela). Osigurava gotovo potpuno izbjegavanje odlaganja otpada.

Postrojenja su opremljena složenim i potpuno automatski upravlјnjim uređajima za čišćenje dimnih plinova. Troškovi postupka se mogu smanjiti prodajom proizvedene toplinske i električne energije. Kod svake termičke obrade treba posvetiti naročitu pažnju *zaštiti okoliša*.

Tipovi termičke obrade otpada:

1. Spaljivanje
2. Piroliza
3. Rasplinjavanje

Spaljivanje otpada

To je u svijetu najčešći oblik termičke obrade otpada. Pri tome se ne misli na nekontrolirano spaljivanje otpada, jer svako nekontrolirano paljenje otpada je izuzetno opasno.

Prvi kontrolirani način spaljivanja komunalnog otpada bio je u Nottinghamu u Engleskoj (1874).

Spaljivanjem se iskorištava visoka energetska vrijednost otpada. Npr, spaljivanje 100.000 tona otpada daje istu količinu električne energije kao i spaljivanje 10.000 tona ugljena.

Spaljivanje predstavlja fizičko-kemijski oksidacijski proces pri kojem se oslobađa energija, a potreban kisik se uzima iz zraka. Sudionici u procesu sagorijevanja su gorive komponente iz otpada i zrak, a proizvodi sagorijevanja su dimni plinovi i pepeo.

Temperatura spaljivanja komunalnog otpada je oko 800°C , a opasnog iznad 1100°C .

**Slika 11.** Shema sagorijevanja otpada

Odvija se u *spalionicam otpada* koje su u osnovi identične termoelektranama na kruta goriva.

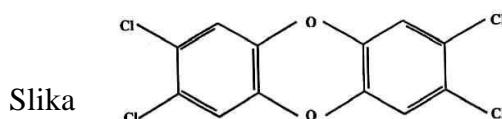
Gotovo da nema većeg europskog grada koji nema spalionicu smeća. Prednost spalionica otpada u odnosu na klasične termoelektrane je što se umjesto *neobnovljivih* izvora energije (ugljen, naftni derivati, plin), koristi otpad kao *obnovljivi* energetski materijal.

Prednosti spaljivanja otpada

- smanjuje se *volumen* otpada na odlagališta
- nastaje *pepeo* pogodan za recikliranje
- iskorištava se *termički potencijal* otpada, energija oslobođena spaljivanjem iskorištava se za proizvodnju toplinske i električne energije
- čvrsti otpaci (šljaka, pepeo) koriste se kao građevinski materijal

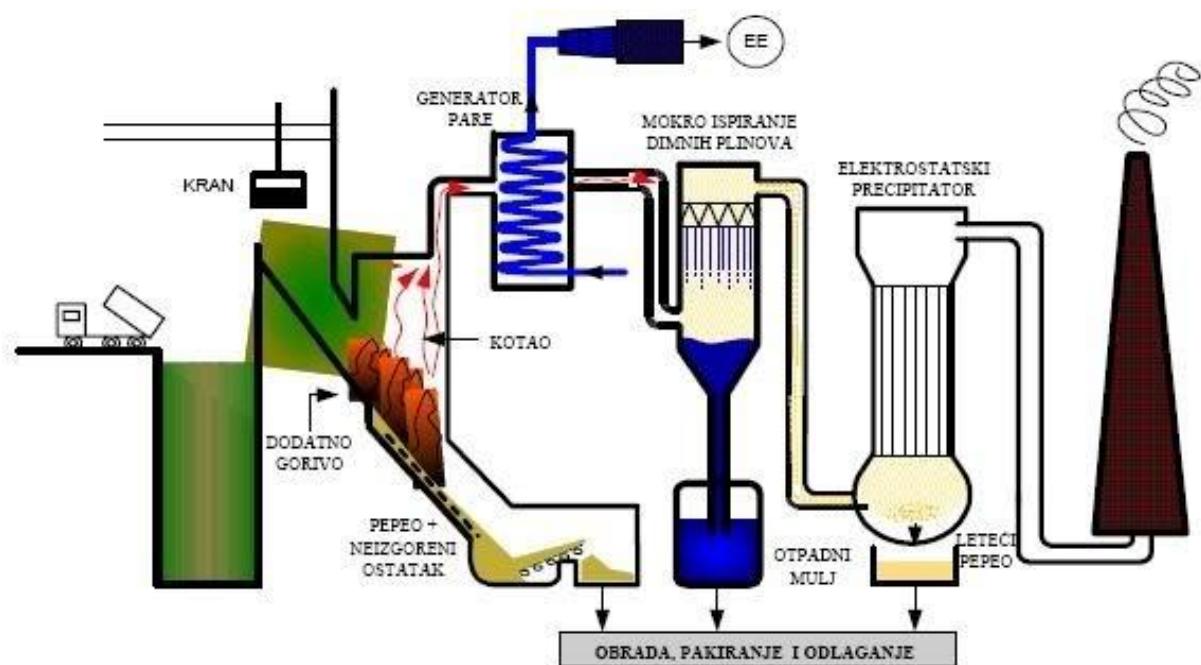
Nedostatci spaljivanja otpada

- *zagadenja zraka* – u zrak mogu dospjeti onečišćujuće tvari kao što su : CO, čestice prašine, teški metali itd. Spalionice moraju imati filtere za čišćenje dimnih plinova
- *pepeo* sadrži veliku količinu lebdećih čestica koje sadrže toksične tvari (teški metali, dioksini..) pa se mora odložiti na *sigurna* odlagališta.
- nepovoljan utjecaj na zdravlje ljudi naročito imaju *dioksini i furani* - policiklički klorirani spojevi, nastaju spaljivanjem čvrstog otpada koji sadrže spojeve klora i aromatske spojeve, koji su vrlo otporni i topivi samo u životinjskim mastima i dospijevaju u lanac prehrane.



DIOKSIN

Izgaranje krutog komunalnog otpada na rešetki je najrasprostranjeniji način za termičko zbrinjavanje i uporabu otpada a koristi se više od stotinu godina.



Slika 12. Pojednostavljeni rad spalionice otpada

Piroliza i rasplinjavanje

To su alternativni postupci termičke obrade otpada, koji se u posljednje vrijeme brzo razvijaju. Predstavljaju naprednije tehnologije termičke obrade otpada kod kojih iz otpada nastaje *gorivi plin* - energetski nosioc koji je kasnije moguće upotrijebiti kao gorivo. Karakteristika ovih postupaka su kvalitetnija obrada i veće mogućnosti materijalnog recikliranja.

Piroliza (otplinjavanje)

Naročito je efikasna za neke vrste otpada. To je postupak izgaranja (razgradnje) organske tvari pri visokoj temperaturi u prostoru bez kisika. Temperature u procesu su relativno niske, 300-800 °C. Konačni su proizvod *plinovi* (metan, vodik, ugljikov monoksid), ulja, katran i *pougljena kruta tvar* (vrlo slična ugljenu), te *pepeo*. Ovi se proizvodi mogu koristiti za proizvodnju toplinske i/ili električne energije.

Rasplinjavanje

Rasplinjavanje je proces djelomičnog spaljivanja uz kontrolirani dotok kisika pri temperaturama i do 1600 °C.

Produkti su *sintetski plin* (glavne gorive tvari su metan, vodik, i ugljikov monoksid) i *kruti ostatak* (koji se sastoji od negorivog materijala i male količine ugljika). Tehnologije rasplinjavanja na osnovi plazme nudi rješenje kojim se problem rješava u cijelosti, gotovo bez negativnog utjecaja na okoliš. To je najbolji tehnološki postupak u procesu gospodarenja otpadom, odnosi se na sve vrste otpada osim nuklearnog.

10. ODLAGANJE OTPADA

Odlaganje otpada je djelatnost kontroliranog, trajnog odlaganja otpada na građevine za odlaganje – *odlagališta*. To je posljednja faza u cijelovitom sustavu upravljanja otpadom. Ne može se izbjegavati, ali stalno treba težiti izbjegavanju i smanjivanju otpada.

Otpad na odlagalištu mora:

- biti spremljen na *siguran* način
- *izoliran* od okoliša tokom odlaganja
- *izoliran* za dugi niz godina kad se prestane odlagati

Na odlagalištu se događa niz *fizikalno-kemijskih* i *bioloških* reakcija. S obzirom da je otpad mješavina različitih često i opasnih tvari, te reakcije imaju *nepredvidiv* ishod. Oborine dodatno potiču biološku razgradnju, pa se s potpunim pravom može reći da je odlagalište veliki *nekontrolirani reaktor*.

Produkti biološko-kemijskih reakcija u odlagalištu su:

1. Manje ili više mineralizirani čvrsti dijelovi otpada
2. Procjedne vode
3. Odlagališni (deponijski) plin-sastavljen najvećim dijelom od metana i ugljičnog dioksida

Procjedne vode

To su sve vode (oborinske, površinske i podzemne) koje su bile u kontaktu s otpadom. Tamnosmeđe su boje i vrlo smrdljive. Zagađene su produktima biološke i kemijske razgradnje otpada: teškim metalima i različitim organskim otrovima (fenoli, pesticidi, dioksini i sl.). Na neuređenim odlagalištima odlaze u okolinu, zagađuju podzemne vode i ugrožavaju izvore pitke vode. U uređenim odlagalištima se najprije obrađuju i tek zatim uz stalni nadzor ispuštaju u prirodu. Djelomično se mogu reciklirati povratom u prostor odlagališta.



Odlagališni (deponijski) plin

Deponijski plin je produkt anaerobne biološke razgradnje otpada. Po sastavu je sličan bioplinskemu, sadrži metan (40 do 50%) i ugljični monoksid (35 do 55%), vodik, kisik, dušik i sumpor. Uzročnik je efekta staklenika. Kod neuređenih odlagališta slobodno odlazi u okoliš i može izazvati eksplozije. Na uređenim odlagalištima otpada kontrolirano se prikuplja i može se iskorištavati za proizvodnju *električne* i *toplinske* energije.



Vrste odlagališta

1. Nenadzirana (divlja) odlagališta

Nastaju neodgovornim odlaganjem i bacanjem otpada. To je najstarija «tehnologija» postupanja s otpadom. Otpad se odlaže bez ikakve obrade i evidencije o sastavu (*smetlišta*).

U Hrvatskoj ima više od 500 ilegalnih odlagališta otpada.

2. Odlagališta koja zvanično koriste komunalna poduzeća

Čini se «jednostavan» način zbrinjavanja otpada. Na njima se skuplja sav komunalni otpad, često i dio opasnog otpada, a ne primjenjuju se nikakve mjere zaštite okoliša. Tako neodgovorno odloženi otpad direktno ugrožava okoliš i zdravlje ljudi. Glodari i insekti prenose razne bolesti, šire se neugodni mirisi, a mogući su požari i eksplozije.

Raspadom organskih tvari nastaje staklenički plinovi, dolazi do zagađenje tla, vode i zraka.

Naknadna sanacija takvih odlagališta je vrlo skupa.

3. Nadzirana (sanitarna) odlagališta

To su objekti izgrađeni i opremljeni za trajno, kontrolirano, organizirano i sigurno odlaganje otpada. To je najbolje moguće i najsigurnije rješenje za odlaganje otpada, jer uglavnom ne ugrožavaju okoliš. Samo devet odlagališta otpada u Hrvatskoj odgovaraju propisanim uvjetima. Odlagalište otpada "Doline" u Bjelovaru je prvo odlagalište u RH izgrađeno prema svim važećim zakonskim propisima uvažavajući sve mjere zaštite

Sanitarna odlagališta

Lokacija za sanitarno odlagalište mora:

- biti ni preblizu ni predaleko od grada: dostupno prijevozu, mogućnost korištenja nakon zatvaranja odlagališta (park, rekreacijska zona)
- imati dovoljno tla za dnevno prekrivanje otpada
- biti dovoljno velika za prihvat otpada u predviđenom roku
- imati eventualno prostor za "tvornicu za preradu otpada"

Grade se u fazama, tako da se uz minimalna ulaganja može početi zbrinjavati otpad usporedno s izgradnjom slijedećih faza.

Faze odlaganja otpada

1. Razastiranje otpada u tankim slojevima
2. Zbijanje otpada na što manji volumen
3. Prekrivanje otpada slojem zemljjanog materijala

Otpad se svakodnevno razastire u tankom sloju i sabija teškim strojevima (kompaktorima), a na kraju dana taj sloj otpada se prekriva svježim slojem zemlje. Tako se ograničava pristup insektima, glodavcima i drugim životinjama, smanjena je mogućnost požara i širenja neugodnih mirisa. Kada se cijeli prostor odlagališta ispuni prekriva se konačnim vrlo zbijenim glinenim pokrovom, koji sprječava prodiranje oborinskih voda u odloženi otpad i omogućava njezinu sigurnu odvodnju. Sve vrijeme rada odlagališta i nakon zatvaranja mora se nadzirati kvaliteta podzemnih voda, te tekući i plinoviti raspadni produkti otpada.

Prema svjetskim iskustvima, praćenje odlagališta se provodi u trajanju od približno 30 godina nakon zatvaranja odlagališta, a još mnogo godina nije dozvoljeno graditi kuće.

Svako odlagalište :

- mora imati vodonepropusnu podlogu
- mora imati drenažni sustav za prikupljanje procjednih voda i deponijskog plina
- mora imati sustav praćenja (monitoring) kvalitete procjednih voda i odvodne vode

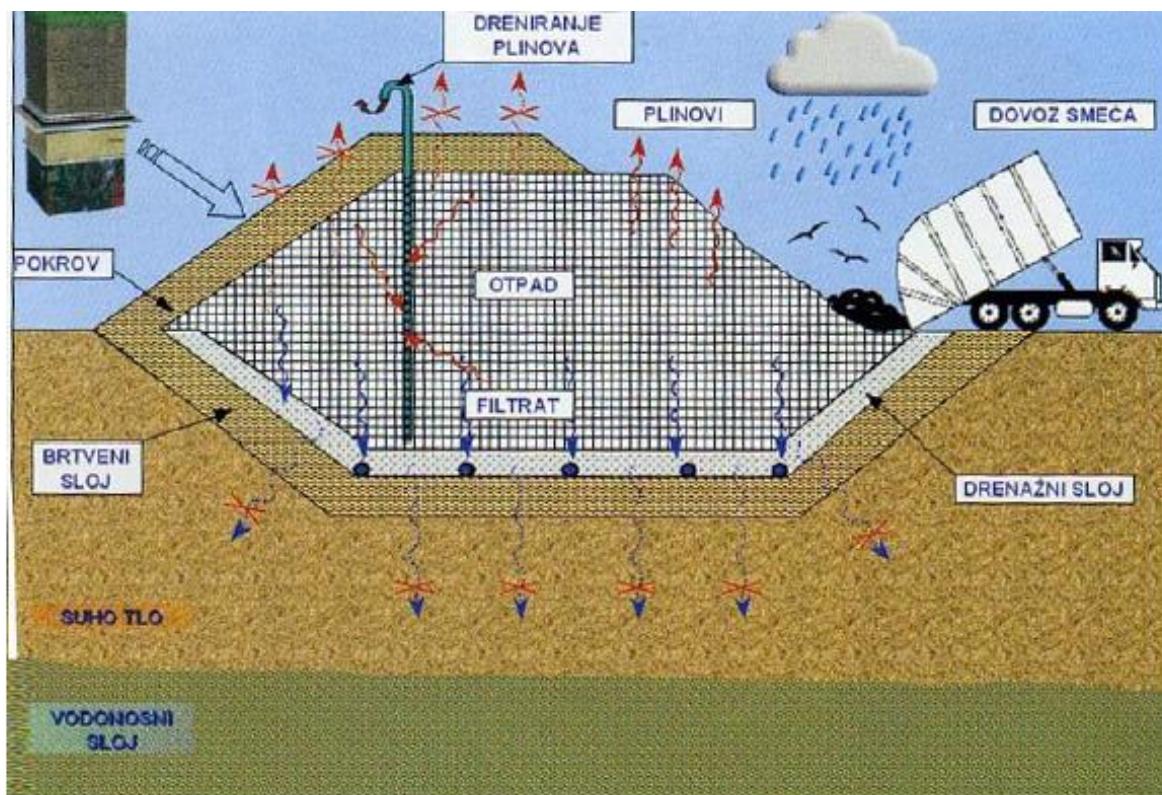
Uređena odlagališta novijeg datuma imaju dvostruki sloj na dnu (plastična folija+glina+folija+glina) i sustav za skupljanje tekućih i plinovitih raspadnih produkata.

Veliki problem odlagališta je stvaranje *metana* koji se skuplja i spaljuje ili se koristi za stavljanje energije, npr. električne.

Na odlagalištima se stvara *bioplín* koji nastaje anaerobnim biološkim procesom iz organske komponente otpada. Bioplín se počinje stvarati otprilike 2 mjeseca od početka odlaganja otpada, a razvija se neprestano dok ima otpada, pa čak i dugo godina nakon zatvaranja i zatrpanjavanja deponija. Bioplín se sastoji pretežno od metana (40-60% vol) i ugljičnog dioksida (37-57% vol), a sadrži i stotinjak drugih organskih sastojaka (3% vol) od kojih su većina otrovni, a neki i kancerogeni. Ima gorivu moć, oko 4 do 6 kWh/m³.

Suvremeno sanitarno odlagalište mora imati opremu za skupljanje i spaljivanje bioplina.

Ukoliko se odlagalište zatvorí ta oprema mora ostati u upotrebi još godinama, dok se razvija bioplín.



Slika 13. Shematski prikaz sanitarnog odlagališta



Slika 14. Sanitarna odlagališta otpada nakon zatvaranja

11. OTPADNE VODE

Otpadne vode su otpadne tvari u tekućem obliku. To su vode koje su prošle svoj namjenski (uporabni) krug. Može se reći i da je to upotrebljena voda iz naselja i industrije kojoj su promijenjena fizikalna, kemijska i biološka svojstva tako da se ne može koristiti u poljoprivredi niti u druge svrhe.

Oko 2 milijuna tona otpada dnevno dospijeva u rijeke, jezera i podzemne vode, a 1 m³ otpadne vode ispušten u vodotoke onečisti 8-10 m³ čiste vode.

Podjela otpadnih voda

a) prema porijeklu otpadne vode dijele se na:

1. Gradske (kanalne) otpadne vode – otpadne vode iz kućanstva.

Onečišćene su uglavnom **organskim** nečistoćama (otpacima iz domaćinstva, fekalijama, sredstvima za pranje...).

Sustavom kanala odvode se u površinske vode. Osnovno svojstvo ovih voda je **biološka razgradivost**,

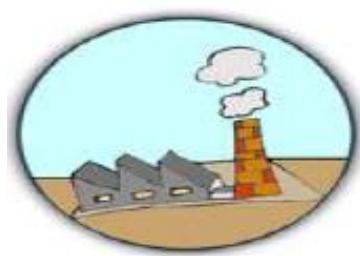
odnosno vodotoci imaju sposobnost samopročišćavanja ili autopurifikacije.

Kategorije gradskih otpadnih voda:

- svježe otpadne vode – sadrže kisik
- odstajale vode – ne sadrže kisik
- trule (septičke) vode – anaerobna razgradnja



2. Industrijske otpadne vode nastaju pri tehnološkim procesima i proizvodnji energije. Vrlo su različitog sastava koji ovisi o vrsti industrije. U njima se nalaze različite tvari **anorganskog** (kiseline, baze, soli, metali, pjesak...) i **organskog porijekla** (dušični spojevi-urea, amini, proteini i nedušični spojevi-sapuni, detergenti, masti, ugljikohidrati..). Mogu sadržavati i **skupe otpadne proizvode** koji se mogu dobiti pročišćavanjem tih voda.



Ranije su se takve vode ispuštale u prirodne vodotoke bez posebne obrade, jer ih nije bilo puno, pa ih je voda procesom samopročišćavanja razgradila. Porastom industrijalizacije, rasla je potreba za čistom vodom, količina otpadnih voda i onečišćenje prirodnih voda. Proces samopročišćenja nije bio dovoljan i nametala se potreba za obradom ili pročišćavanjem otpadnih voda prije ispuštanja u vodotoke.

Kategorije industrijskih otpadnih voda:

- biološki razgradive - spojive su s kućnim otpadnim vodama, npr. iz prehrambene industrije
- biološki nerazgradive- nespojive su s kućnim otpadnim vodama, npr. iz metalne industrije.

Rashladne vode se ubrajaju u industrijske otpadne vode. To su vode koje odvode višak topline u industrijskim ili energetskim postrojenjima. Ispuštanjem ovih voda dolazi do „**toplinskog onečišćenja**“ vodotoka, jer se mijenja prirodna temperatura vodenog sustava. Osim toga ove vode utječu na fizikalno-kemijska svojstva vodenog sustava i smanjuje se količina otopljenog kisika.

3. oborinske (atmosferske) otpadne vode nazivaju se uvjetno „otpadne vode“. Promjenjivog su sastava ovisno o zagađenju atmosfere („kisele kiše“). Oborinske vode **ispisu** poljoprivredna zemljišta (pesticidi..) i prometne površine (ispušni plinovi...). Po **bakteriološkoj** zagađenosti oborinske vode slične su kućanskim otpadnim vodama, dok one sa **industrijskih površina** sadrže znatne količine metala, naftnih produkata što ugrožava kvalitetu prirodnih vodotoka.

Praksa je da se ove vode **ne pročišćavaju**, jer se smatraju uvjetno čistim, što ponekad i nije tako. U ove vode ubrajaju se i otpadne vode od **pranja ulica, trotoara i sl.**

Količina i kvaliteta ovih voda ovisi o intenzitetu i učestalosti padalina, o načinu održavanja javne higijene, o intenzitetu motornog saobraćaja, o klimatskim uvjetima i sl.

b) prema načinu unošenja otpadnih voda u vodotoke razlikuje se :

1. „*točkasi“ispust (koncentrirani)* – kada se otpadna voda direktno ispušta kroz kanale ili cijevi u rijeke i jezera. Ovakav ispušt se lako kontrolira i prati.
2. „*raspršeni“ ispust* - otpadne vode se ispiru u vodotoke, npr. gnojiva sa polja odlaze u vodotok ispiranjem poljoprivredne površine. To je rasuti izvor zagađenja koji je teže otkriti i s njim se boriti.

Samopročišćavanje voda (autopurifikacija)

Samopročišćavanje voda podrazumijeva *fizikalne, kemijske i biokemijske postupke* koji utječu na količinu, sastav i svojstva otpadnih voda u vodenim sustavima.

Ranije su se otpadne vode ispuštale u prirodne vodotoke bez posebne obrade, jer ih nije bilo puno pa ih je voda procesom samopročišćavanja razgradila. Dakle, priroda je tada bila sposobna sama prečistiti te količine vode.

Razvojem ljudske zajednice, porastom broja stanovnika i njihovom koncentracijom u velikim gradovima, količina organskih otpadnih voda se znatno povećala. Njihovim koncentriranim ispuštanjem u rijeke, onemogućavan je proces prirodnog samopročišćavanja . Osim toga, razvojem industrije krajem 19. i početkom 20. stoljeća, čovjek sve više koristi vodu, a kao rezultat industrijske proizvodnje, nastaje ne samo organsko, već i **kemijsko zagađenje** vode. Zbog svega toga se javila potreba za pronalaženjem umjetnih bioloških, ali i kemijskih procesa pročišćavanja vode.

Samopročišćavanje voda obuhvaća:

1. *fizikalne postupke*
 - **razrjedenje** - ispuštanje otpadne vode u vodotoke čime se ne smanjuje količina vode već se ubrzavaju postupci samopročišćenja
 - **taloženje** - uklanja krutina iz tekućine gravitacijom ovisno o brzini kretanja vode
 - **cijedenje** - prolaz vode kroz propusne stijene i pjeskovito-šljunkovite slojeve tla
2. *kemijske postupke*
 - voda otapa mnoge plinove i krutine koje međusobno djeluju i tako nastaju složeni spojevi.
 - kemijski postupci koji utječu na samočišćenje vode su:*oksidacija-redukcija, precipitacija,* reakcija između kisika u vodi i Fe ili Mn i njihovo taloženje
3. *biokemijske postupke*
 - djelovanjem **otopljenog kisika i aerobnih bakterija** u površinskim vodama organske tvari iz gradskih otpadnih voda razgrađuju se do bezopasnih anorganskih tvari
 - pri tome se potrošeni kisik nadoknađuje otapanjem iz zraka.
 - topivost kisika u vodi je mala i ovisi o temperaturi. Npr, na 15°C topivost je 10 mg/l, a na 20°C topivost je 8 mg/l.
 - u nedostatku kisika zbivaju se *anaerobni* procesi truljenja što može ugroziti zdravlje ljudi i životinja
 - za ekosustave povoljnija je aerobna razgradnja

Pročišćavanje otpadnih voda

Pri ispuštanju *neobrađenih* otpadnih voda dolazi do niza promjena u vodi prirodnih vodotoka:

- mijenjaju se fizička svojstva vode(mutnoća, boja, miris, talog)
- mijenjaju se kemijska svojstva vode(pH,sadržaj organskih i anorganskih tvari)
- smanjuje se količina otopljenog kisika
- mijenja se broj i vrsta mikroorganizama
- dolazi do promjene flore i faune, do djelomičnog ili potpunog uništenja

Najvažniji test za određivanje zagađenosti otpadnih voda je određivanje **biološke potrebe kisika, BPK**. **BPK₅** - označava količinu kisika potrebnu za oksidaciju organskih tvari u otpadnoj vodi pomoću aerobnih mikroorganizama na 20° C za 5 dana. Izražava se u mg kisika po litri otpadne vode, a određuje se tako da se uzorak otpadne vode razrijedi destiliranom vodom i nacijski određenim mikroorganizmima. Kisik se određuje na početku i na kraju pokusa, a razlika pokazuje BPK₅ vrijednost.

Prema vrijednosti BPK₅ vode se mogu podijeliti:

1. niski BPK₅ je 20 – 100 mg O₂/ l otpadne vode - **slabo onečišćene vode**
2. srednji BPK₅ je 100 – 300 mg O₂/ l otpadne vode - **srednje onečišćene vode**
3. visoki BPK₅ je 300 – 500 mg O₂/ l otpadne vode, pa i više - **jako onečišćene vode**
 - npr. svježe gradske otpadne vode imaju BPK₅ 240 mg O₂/ l otpadne vode
 - otpadne vode iz šećerne industrije imaju BPK₅ 500-1500 mg O₂/ l otpadne vode
 - otpadne vode iz industrije celuloze imaju BPK₅ 10000-85000mg O₂/ l otpadne vode

BPK₅ vrijednost otpadnih voda se mora smanjiti na 5 prije ispuštanja u vodotoke, a to se postiže adekvatnom obradom.

Osim BPK može se provoditi i **KPK** test (**kemijska potreba na kisiku**), a izražava se količinom kisika u mg/l otpadne vode potrebnom za oksidaciju nestabilnih organskih tvari pomoću K₂Cr₂O₇ ili KMnO₇ u kiseloj otopini.

Sve otpadne vode bi se po pravilu trebale tretirati u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda. Otpadne vode se od mjesta nastajanja do postrojenja za pročišćavanje, odnosno do ispuštanja u vodotoke, odvode kanalizacijom koju čini sistem cijevi, kanala i uređaja.

Kanalizacije nisu izum novijeg doba. Još u staroj Indiji za vrijeme tzv. Indus kulture bila su u upotrebi moderna postrojenja (3000 p.n.e.). Kao pravi majstori za kanalizacije dokazali su se Rimljani.

Nehigijenska, zagađena voda često je bila uzrok velikih tragedija i epidemija u srednjem stoljeću, ali i kasnije sve do kraja XIX stoljeća (npr. velika epidemija kolere 1854. godine koja je zadesila London i od koje je umrlo oko 5 000 ljudi i epidemija kolere u Hamburgu 1892. godine, od koje je umrlo 10 000 ljudi).

Tek u novije vrijeme čovjek je primijetio da odvod otpadnih voda u rijeke ili njihovo poniranje u tlo može imati štetne posljedice za pitku vodu.

Metode pročišćavanja otpadnih voda

Pročišćavanje otpadnih voda obuhvaća postupke za poboljšanje kvalitete vode, a u cilju ponovne uporabe vode ili ispuštanja u vodotoke.

Ovisno o količini i sastavu otpadne vode određuju se postupci za njenu obradu i pročišćavanje. Za pročišćavanje otpadnih voda mogu se koristiti **mehaničke, fizikalno-kemijske i biološke metode**.

Mehaničke metode

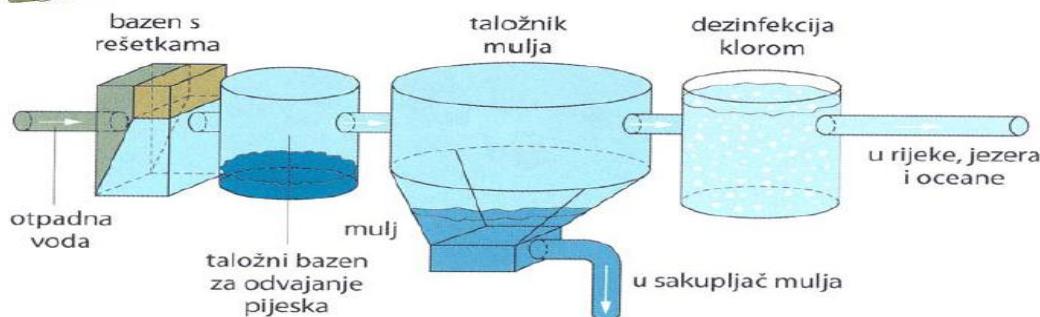
Predstavljaju prvi i najjednostavniji postupak pročišćavanja otpadnih voda. Ovim postupkom uklanjuju se :

- a) čvrste tvari, neotopljene nečistoće i mineralne tvari čija je specifična težina veća od vode. To su pijesak i šljunak koji se odvajaju u *taložnicima*.
- b) tvari lakše od vode (masti, ulja, nafta) isplivaju na površinu i odstranjuju se *hvatačima za masti i ulja*. Mehaničko pročišćavanje se provodi tako da se voda propušta kroz taložne bazene u kojima se taloži pijesak i šljunak, koji se nakon izdvajanja i sušenja mogu iskoristiti ovisno o sastvu otpadnih tvari. Prije ispuštanja u prirodne vodotoke otpadna voda se *dezinficira*, npr, klorom, da se unište patogene bakterije.

Na ovaj način ukloni se 40-60% suspendiranih tvari i 25-35% otpadnih tvari koje troše kisik



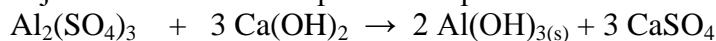
Pročišćavanje otpadnih voda



Slika 15. Mehaničko pročišćavanje otpadnih voda

Fizikalno-kemijske metode

Osnivaju se na *upotrebi različitih spojeva* koji s otpadnim vodama stvaraju neotrovne produkte ili produkte koji se razmjerno lako mogu ukloniti. Pri tome se provodi najčešće *neutralizacija, oksidacija ili redukcija*. Ovim postupkom uklanjuju se neotopljena i koloidna onečišćenja otpadnih voda, a operacije koje se koriste su *koagulacija, flotacija, adsorpcija, ekstrakcija*. Često se koristi gašeno vapno s dodatkom Fe i Al soli pri čemu nastane voluminozni talog aluminijeva hidroksida, koji iz onečišćene vode povlači suspendirane čestice i veću količinu bakterija.



Kemijske metode su skupe jer zahtijevaju velike količine kemikalija i nisu dovoljno sigurne.

Biološke metode

Mogu se primjenjivati samostalno ili u kombinaciji s drugim metodama, a osnivaju se na djelovanju *mikroorganizama koji razgrađuju organske tvari u koloidnom i otopljenom obliku*. Pomoću ovih metoda mogu se gotovo potpuno ukloniti organske tvari koje ostaju poslije mehaničke obrade. Postupak može biti *aerobni i anaerobni*, a djelotvorniji je aerobni postupak. Uklanjuju se *organska i djelomično anorganska onečišćenja vode*. Bit postupka je u tome da se biokemijskim reakcijama oksidacije organski spojevi, anorganski sulfidi i amonijeve soli oksidiraju u bezopasne ili manje štetne produkte: H_2O , CO_2 , NO_3^- , SO_4^{2-} .



Postupci obrade otpadnih voda

Način obrade otpadne vode ovisi o: karakteru otpadne vode, stanju vodotoka u koji se ispušta otpadna voda, zahtjevima sanitarnih i vodoprivrednih uprava, te cijeni postrojenja za obradu i cijeni procesa.

Primarna obrada

Obuhvaća uklanjanje *krupnijih i suspendiranih čestica* od tekućeg dijela preko rešetki i sita. Obavlja se prosijavanje i taloženje mulja mehaničkim metodama, a odvija se u *taložnicima*. Odvojeni mulj se može dalje obradivati ili se ispušta bez obrade. Taloženje se može ubrzati dodavanjem *koagulanata* (Al-sulfat, vapno, Fe-sulfat) koji stvaraju pahuljasti talog. Može se istaložiti 90% krutih čestica, a BPK se smanji do 85%. Tekući dio nakon primarne obrade ide na sekundarnu obradu. Neki postupci primarne obrade su: rešetanje, usitnjavanje, taloženje, isplivavanje, cijedenje...

Sekundarna obrada

To je daljna obrada tekućeg dijela fizikalno-kemijskim i biološkim metodama. BPK se znatno smanji. Tekućina se izlaže djelovanju mikroorganizama uz aeraciju (biološka metoda). Voda se odvodi u bazene s poroznim materijalom (usitnjeni koks) gdje se dovodi i aktivni mulj (razmuljeni ugljen obogaćen aerobnim bakterijama) u zraku. Uvođenjem zraka aktivni mulj se održava u lebdećem stanju. Biološkim djelovanjem bakterija iz aktivnog mulja i oksidacijom kisika iz zraka organske tvari se brzo razgrađuju.

Dio taloga (mulj) koji nastaje razgradnjom vraća se natrag u bazu radi ponovne upotrebe aerobnih bakterija, a višak se suši, može se spaliti, primjeniti za nasipavanje zemljištva ili kao gnojivo. U novije vrijeme za aeraciju se koristi čisti kisk.

Tercijarna obrada

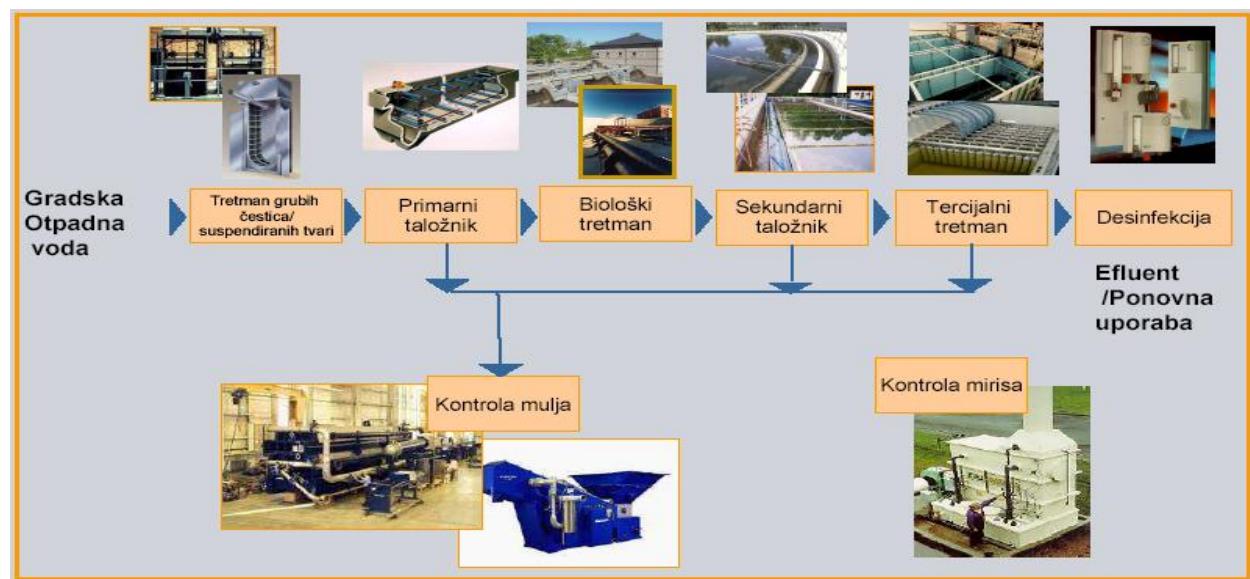
Obuhvaća daljnju obradu nakon sekundarne obrade. Sastoji se u koagulaciji i sedimentaciji fosfata pomoću Al-sulfata i vapna, denitrifikacija nitrata i nitrita pomoću mikroorganizama ili ionskim izmjenivačima, adsorpcija preko aktivnog ugljena da se uklone mirisi. Prije ispuštanja u vodotoke voda se klorira, na taj način se BPK smanji do ispod 1.

Ovim načinom uklanjaju se postojane organske tvari, teški metali i otopljene anorganske tvari.

Navedenim postupcima nije moguće ukloniti nerazgradive organske tvari poput pesticida.

Kao konačni prijemnik otpadnih voda najčešće služe vodotoci i priobalno more. Pod posebnim se uvjetima pročišćena otpadna voda može ispušтati i u prirodna ili umjetna jezera (akumulacije).

Ispuštanje u tlo, odnosno podzemne vode, također je jedan od načina konačnog ispuštanja koji istodobno može biti i dio postupka ponovne uporabe voda.



Slika 16. Pročišćavanje komunalnih otpadnih voda

Zbrinjavanje mulja

Procesima pročišćavanja otpadnih voda uklanjaju se nepoželjni sastojci vode –raspršene i otopljene otpadne tvari koje kao koncentrirani otpad nazivamo *mulj*. Mulj pretežno sadrži vodu (čak i preko 90 %), te organsku i anorgansku tvar. Sirovi mulj je neugodnog izgleda i mirisa, a zbog sadržaja štetnih i opasnih tvari te patogenih organizama, predstavlja opasnost za ljudsko zdravlje i okoliš, te se ne smije

ispušтati iz uređaja, odnosno odlagati, prije dodatne obrade.

Zbrinjavanje mulja obuhvaća postupke (a) obrade i (b) konačnog odlaganja mulja, što je u načelu složenije od procesa pročišćavanja otpadnih voda i često iziskuje veće troškove.

a) *Obrada mulja* - obrađeni mulj je otpadni mulj koji je podvrнут biološkim, fizikalno-kemijskim

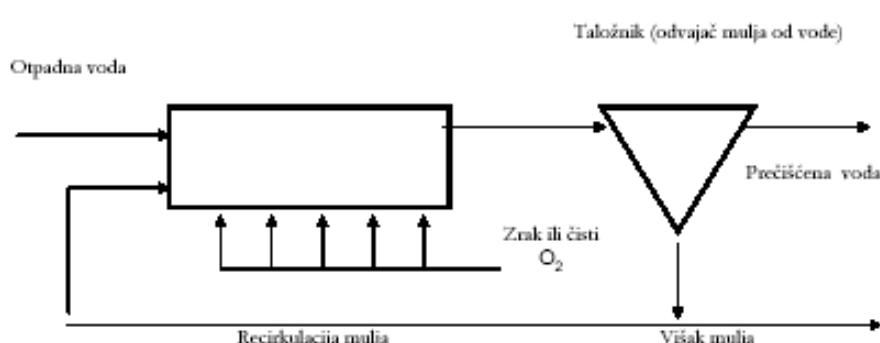
i toplinskim postupcima, te dugotrajnom skladištenju (najmanje šest mjeseci), ili bilo kojim drugim postupcima kojima se znatno smanjuje fermentabilnost i opasnost po zdravlje koje bi proizašle iz njegovog korištenja. Smanjenje sadržaja vode u mulju jedan je od temeljnih ciljeva obrade mulja. Glavni postupci obrade mulja jesu:

- *zgušnjavanje* – postupak povećanja koncentracije krutina u mulju, odnosno smanjenja vode, a time i smanjenje ukupnog volumena;
- *stabilizacija* – postupak kojim se smanjuje, ometa ili sprječava (stabilizira) mogućnost daljnje biološke razgradnje (truljenja, gniljenja) organskog dijela mulja.
- *uklanjanje vode (dehidracija)* – postupak kojim se iz stabiliziranog mulja uklanja slobodna voda
- *toplinska (termička) obrada* uključuje postupke: sušenje, spaljivanje, piroliza

Mulj može biti podvrgnut postupcima spaljivanja i pirolize zajedno s komunalnim otpadom

b) Konačno odlaganje mulja-obrađeni mulj se u konačnosti može odlagati na nadziranim odlagalištima i

na poljoprivrednim i tlima srodnih djelatnosti. Mulj se, između ostalog, mora prethodno stabilizirati, kako bi se u njemu uništili patogeni organizmi, potencijalni uzročnici oboljenja.



Slika 17. Zbrinjavanje otpadnog mulja

Alternativni postupci obrade otpadnih voda

Jednostavniji postupci koji pročišćavaju vodu uz niže troškove. Neki postupci koriste se u cilju pročišćavanje vode za ponovnu uporabu u poljoprivredi, dok se neki koriste kao treći stupanj obrade. Neki postupci alternativne obrade otpadnih voda su:

1. čišćenje na tlu ili u tlu- često primjenjivan postupak i to kao:

- protjecanje vode po površini tla – temelji se na toku otpadne vode u tankom mlazu preko travom zasađene površine, koja je pod nagibom. Trava zadržava raspršene tvari dok organske tvari razgrađuju mikrorganizmi koji su na travi. kao istovremeno zalijevanje biljaka (navodnjavanje)
- procjeđivanje vode kroz slojeve tla- voda se isprekidano ispušta preko spremnika kroz propusno tlo (pijesak, šljunak)

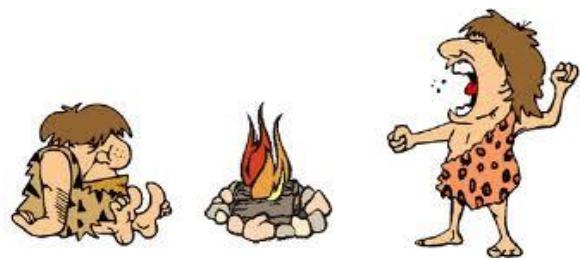
2. čišćenje primjenom akvakultura – postupak se temelji na uzgoju i primjeni određenih vodenih biljaka ili organizama koji razgrađuju organsku otpadnu tvar (hrana za biljke). Postupak je moguće provoditi u prirodnim ili umjetnim močvarama. Razgradnja podrazumijeva pretvorbu organske u anorganske tvari, te ponovo u organsku tvar.

3. čišćenje u dubokim spremnicima

Sve otpadne vode bi se po pravilu trebale tretirati u postrojenjima za pročišćavanje otpadnih voda, međutim u praksi to nije slučaj. Dok u razvijenim zemljama postoji čitav niz različitih postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda, u našoj zemlji se većina otpadnih voda ispušta u vodotoke bez prethodnog pročišćavanja.

12. GOSPODARENJE OTPADOM KROZ POVIJEST

Potreba za brigom o otpadu vraća nas u daleku povijest. U gradu Knososu na Kreti, još 3000.g. p. Krista, potvrđeno je postojanje prvog organiziranog odlagališta otpada smještenog pokraj zidina grada u velikim prirodnim nepropusnim udubljenjima. U Ateni se 2500. g.p.K. gradi prvo odlagalište otpada udaljeno 2 km od grada, te se organizira sustav prikupljanja i transporta otpada.



Rimljani također posvećuju posebnu pozornost organizaciji higijene grada. Izgrađuju sustave odvodnje otpadnih voda, te uvode i sustav kazni za one koji se ne pridržavaju strogih pravila.

U Indiji i Kini su zabilježeni sustavi organiziranog prijevoza otpada kao i čišćenja gradova.

Prvi problemi pojavljuju se naglom urbanizacijom. Stanovništvo ne poštuje sustav organiziranog prikupljanja otpada, te se npr. u gradovima Grčke najčešće kruti otpad odlagao u sustave za odvodnju što je izazivalo začepljenja. U to vrijeme bilježimo i prve «čistače», koji su najčešće bili robovi, a čija je glavna zadaća bila čišćenje odvodnih kanala. Ubrzo nakon toga pojavljuju se i prvi «čistači ulica» koji prikupljaju otpad sa ulica te ga prevoze do odlagališta izvan zidina grada. Oni su obavljali i odvajanje vrijednih sirovina iz otpada prodavajućih dalje kao robu, pa su iz toga stvorili i zanimanje, ali su ih građani pogrdno nazvali «lešinarima». I danas, gotovo 3000 godina nakon toga vremena „lešinari“ rade svoj posao u velikim gradovima, tako ih Rio de Janeiro ima tri tisuće registriranih. U srednjem vijeku zbrinjavanje otpada potpuno se zanemarivalo. Najčešće zajedničko mjesto za odlaganje otpada bile su ulice i to ne samo za odlaganje komunalnog otpada već i pepela, umrlih životinja, otpada životinjskog podrijetla kao i fekalija i gnojiva. Otpad se tretirao „*in situ*“ a to je značilo uz pomoć bakterija, vjetra, sunca i kiše te svinja i pasa koji su se njime hranili. Tek se u 14. stoljeću London uvodi zabranu odlaganja otpada na ulice.

Tijekom povijest pokazala se težnja čovjeka da se otpad koji se stvara u manjim ili većim količinama odlaže dalje od svog mjesta stanovanja, te se najčešće otpad odlagao i prekrivao zemljom na zajedničkom mjestu za više kućanstava dok je u nekim gradovima bilo dopušteno zakapanje i prekrivanje otpada u vlastitom dvorištu.

Količine i vrste otpada mijenjaju se kroz povijest, a značajne promjene usko se vežu uz industrijski razvoj. Ispitivanja provedena 60-tih godina prošlog stoljeća donose vrlo zanimljive podatke: količine otpada povećavaju se godišnje 3-4%, smanjuje se količina papira na odlagalištima do 40% jer započinje sustavno prikupljanje i uporaba; količina biorazgradivog otpada se smanjuje jer u dvorištima kuća rade male kompostane; količine stakla su izuzetno velike, ali se početkom 70-tih smanjuju početkom uporabe tog proizvoda. Istodobno količine PET ambalaže nenadzirano rastu.

Ni u Hrvatskoj u isto vrijeme nije ništa bolja situacija. Otpad se izravno bacao na ulice čak i kroz prozore, pa je vlast morala uvesti propise o čistoći koji se spominju u Statutu zagrebačkog Gradeca iz 1425. godine. Evo navoda: *Neka se ni jedan čovjek ne usudi ni na koji način baciti ili ukopavati na gradskim ulicama smeće, pučki zvano smeti, koje je pomeo u kući ili vodu od pranja sudu, ili drugu nečistću, osobito pepeo, pučki zvan perilo i popilati; neka se ne usude (to činiti) ni na koji način. A oni koji to učine neka prvi put plate globu šezdeset denera, drugi put tri pense, a treći put neka pretrpe veću kaznu.*

Prva peć za spaljivanje otpada proradila je 1905. gradu Rijeci. Služila je za spaljivanje kućnog otpada, a proizvodila je struju nominalne snage 102 KW.

Sve do 1950. godine smeće se odvozilo zaprežnom konjskom vučom. Od te godine uveden je kamionski prijevoz. U razdoblju od 50-tih do 1980. godina karakteristična je potpuna nebriga za otpad. Bitno je bilo pronaći lokaciju što udaljeniju od naselja (napušteni iskopi, vrtače, rupe i grabe) gdje se otpad samo istresao. Prvi projekt koji se bavio zbrinjavanjem otpada izrađen je 1969. godine pod nazivom „Spaljivanje smeća“ u Poreču. Nije postojalo nikakvo zakonodavstvo koje regulira područje zbrinjavanja otpada. Skupljanje i odvoz otpada bilo je slabo razvijeno i obuhvaćalo je samo širi centar velikih gradova.

Tek 80-tih se državni organi aktivno uključuju u rješavanje problema, ali nije donesen niti jedan zakon koji se direktno odnosi na otpad. Karakteristična je pojava NIMBY sindroma (ne u mom dvorištu). Prilikom izbora lokacija odlagališta javlja se veliko protivljenje stanovništva, što je dovelo do blokade rada velikog broja odlagališta.

Izgrađeno je nekoliko novih odlagališta sa svima potrebnim dozvolama (Sisak, Garešnica, Slavonski Brod, Požega, Ivanić Grad) i pokrenuti su radovi na sanaciji drugih velikih odlagališta (Koprivnica, Osijek, Krapina, Pula, Split, Virovitica, Velika Gorica).

1990. god. organiziran je I. simpozij "Zbrinjavanje komunalnog otpada" kada je prvi put u uporabu ušao pojam – *gospodarenja otpadom*, a koji prerasta u tradicionalan simpozij gospodarenja otpadom koji se održava svake druge godine. U ovom periodu aktivno se radi na uvođenju reciklaže. Otpad se odlaže na službena odlagališta koja su u pravilu neuređena i kod većine postoji znatan negativan utjecaj na okoliš. Registrirano je 120 "službenih odlagališta" od kojih se pet vode kao sanitarna i imaju sve potrebne dozvole (građevinsku i uporabnu).

U 1995. godini počinje stvarno rješavanje problema otpada. Otpad je proglašen jednim od najvećih ekoloških problema u RH. Donesena je većina zakona o otpadu koja je uglavnom sukladna s EU direktivama i sukladno tome izrađuju se projekti odlagališta. Izgrađena su nova, a započinje sanacija velikih odlagališta u mnogim gradovima.

U 2005. godini počinje briga za cijelokupno gospodarenje otpadom. Donesena je *Strategija gospodarenja otpadom i Plan gospodarenja otpadom za razdoblje 2007. - 2015. god.* Strategija i Plan gospodarenja otpadom predviđaju sanaciju i zatvaranje postojećih odlagališta do kraja 2011. godine te izgradnju županijskih i regionalnih centara za gospodarenje otpadom, a od 2017. godine više se niti na jedno odlagalište neće moći odlagati neobrađeni otpad. Razvijaju se objekti za predobradu otpada (plastika, gume, papir, staklo, metali).



13. UMJESTO ZAKLJUČKA

Kako se gospodari otpadom:



Pametna osoba rješava probleme, **genijalci izbjegavaju nastanak problema!**(A. Einstein)