



OTPAD I ODLAGALIŠTA OTPADA (GZO8)

Dr.sc. Igor Felja

Predavanja iz kolegija Geologija zaštite okoliša
(44087)

OTPAD I ODLAGALIŠTA OTPADA

Jedna od središnjih tema kojima se bavi *Geologija okoliša* jesu svakako i ODLAGALIŠTA OTPADA.

Određivanje optimalne lokacije s minimalnim utjecajem na okoliš (posebno na podzemne vode) prvenstveno je u domeni geologije.



<https://www.ekovjesnik.hr/clanak/451/nije-bilo-i-nema-ugroze-za-zdravlje>

VEZA IZMEĐU OTPADA I GEOLOGIJE?

- pronalaženje optimalne lokacije s obzirom na geološke karakteristike terena?
- što je otpad?
- nusprodukt čovjekovog postojanja
- **počeci industrijske revolucije** – male količine otpada – glavni koncept rješavanja otpada bio je „*dilute and disperse*”
- **današnji trend** – povećana svijest o proizvodnji otpada i problemu njegovog skladištenja i uništavanja od 1980-ih
- „*reduce, recycle, reuse*”
- zašto je otpad veći problem u gradovima?
- od čega se najviše sastoji?
- kako ga se riješiti?
- *on-site* odlaganje
- kompostiranje
- spaljivanje
- odlaganje na otvorenom
- odlagališta otpada

KATEGORIZACIJA OTPADA

- **PREMA MJESTU NASTANKA I NAČINU ODLAGANJA:**

- komunalni - gradski
- industrijski – tehnološki
- bolnički – patogeni

- **PREMA AGREGATNOM STANJU:**

- čvrsti
- tekući

- **PREMA UTJECAJU NA OKOLIŠ:**

- inertan
- opasan...
-a opasan može biti:
- toksičan
- upaljiv
- korozivan
- eksplozivan
- radioaktivan

OTPAD

- Otpad može biti **korisni otpad** iz kojega dobivamo **sekundarne sirovine** (tvari koje možemo reciklirati - ponovno upotrijebiti), metali, plastika, staklo, papir...
 - organske ostatke možemo **humificirati** (reciklirati u gnojivo)
 - gorivu tvar možemo **spaljivati**.
- Suprotan korisnom je **nekorisni otpad**. Njega čine otpaci koji se ne koriste.

ODLAGALIŠTA OTPADA

- Lokacija na kojoj se sakuplja, "zbrinjava" otpad je odlagalište otpada (smetlište, deponij).
- Na **komunalnim odlagalištima** sakuplja se i odlaže **čvrsti otpad** koji uključuje otpad iz domaćinstava, iz trgovina i ureda → ima mnogo papira, ostataka hrane, uključuje vrtni otpad, plastiku, staklo, metale, ulično smeće (ono što je pometeno), te taloge septičkih jama.



<https://zelena>

[akcija.hr/hr/programi/otpad/aktivnosti_opcenito/rjesenje_za_jakusevac_reciklaza_i_mehanicko_bioloska_obrada](https://zelena.akcija.hr/hr/programi/otpad/aktivnosti_opcenito/rjesenje_za_jakusevac_reciklaza_i_mehanicko_bioloska_obrada)

ODLAGALIŠTA OTPADA

- **ODLAGALIŠTE OTPADA (smetlište, deponij)**
 - način odlaganja otpada bez stvaranja problema i posljedica za okoliš i organizme
 - čim manji prostor
 - izolirani prostor
 - odlagališta otpada se počinju graditi 1930-ih
 - odlagališta na ravnim terenima
 - odlagališta u prirodnim udubinama
 - komunalna odlagališta
 - posebna odlagališta
- **GLAVNE PRIJETNJE:**
 - onečišćenje površinske ili podzemne vode nakon kontakta s procjednom vodom
 - **procjedne vode** – deponijske otpadne vode – nastaju procjeđivanjem oborinskih voda kroz deponij
 - ekstrakcija i povećanje koncentracije topivih i netopivih tvari iz otpada
 - kompleksna, opasna, zagađena tekućina
 - **plinovi** – metan – produkt raspadanja organske tvari
 - opasnost od eksplozija
 - slijeganje terena nakon odplinjavanja

ODLAGALIŠTA OTPADA

Aktivna odlagališta mogu se razvrstati u pet kategorija:

- **Legalna odlagališta** otpada su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i sagrađene u skladu s važećim propisima, a rade uz odobrenje nadležnog tijela na temelju provedene procjene o utjecaju na okoliš te ishodenih dozvola.
- **Odlagališta otpada u postupku legalizacije** su građevine za (trajno) odlaganje otpada, predviđene odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima za koja je započeo, ali još nije dovršen postupak procjene utjecaja na okoliš, odnosno, ishodenje potrebnih dozvola.
- **Službena odlagališta otpada** su, uglavnom, veći neuređeni prostori za (trajno) odlaganje otpada, predviđeni odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima, za koja nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš niti raspolažu neophodnim dozvolama, a rade na temelju rješenja ili odluke nadležnog tijela te su u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih komunalnih poduzeća.

ODLAGALIŠTA OTPADA

- **Dogovorna odlagališta** otpada su, uglavnom, neuređeni manji prostori za odlaganje otpada koji **nisu** predviđeni odgovarajućim prostorno-planskim dokumentima i za koje nije proveden postupak procjene utjecaja na okoliš. Ona ne raspolažu nijednom od neophodnih dozvola, ali djeluju uz znanje ili u dogovoru s nadležnim tijelom. Uglavnom nisu u sustavu službeno organiziranog dovoza otpada ovlaštenih osoba.
- **»Divlja« odlagališta otpada** – smetlišta su manji neuređeni prostori koji nisu predviđeni za odlaganje otpada, a formirali su ih najčešće građani bez prethodnog znanja tijela lokalne samouprave. Ne raspolažu nikakvim dokumentima relevantnim za njihovo djelovanje, a otpad uglavnom individualno, dovoze građani.
- Prema *Zakonu o održivom gospodarenju otpadom* (NN 94/2013) uvedena je kategorija **neusklađenog odlagališta** (odlagalište koje ne ispunjava propisane uvjete).

Primjer s riječkog područja: Odlagalište **Viševac** (zatvoreno 2012. g)
– bez odgovarajuće vodonepropusne podloge (godišnje se odlagalo do
80.000 tona)



<https://www.cistoca-ri.hr/djelatnost/odrzavanje-cistoce/deponij>

Terenska nastava 2012, Viševac = Ponikva duboka 56 m (1966. g) →
sad (2017. g) brdo relativne visine 14 m (266 – 336 mm)
Odvajanje korisnih komponenti otpada prije baliranja



Sanacija odlagališta: vodonepropusni pokrov, sakupljanje bioplina, privremeno skladištenje bala prije prijevoza na novo odlagalište



“DIVLJA” ODLAGALIŠTA OTPADA

Primjer Sovjak (u blizini Rijeke, u neposrednoj blizini odlagališta Viševac)

- u aktivnoj uporabi od 1956. g, pa sve do kraja osamdesetih godina
- smješteno u ponikvi dubine oko 37 m (ispunjeno 29 m do kote 314 mnm)
- odlagan kiseli katran iz rafinerije, otpadni katran iz koksare, acetilenski mulj, petrokemijski muljevi, otpadna otapala, razne emulzije, motorna ulja...

A wide, shallow river with dark, murky water. The water is covered with numerous floating barrels, some upright and some on their sides. In the center of the river, there is a small, rectangular structure made of metal frames, possibly a bridge or a platform. The riverbanks are rocky and covered with green vegetation. The overall scene suggests a significant environmental problem, likely related to industrial or agricultural waste.

Jama Sovjak

KOMUNALNI OTPAD U RH

- u prosjeku 1 kg otpada po stanovniku dnevno

- sastav komunalnog otpada (%):

- e-otpad – 30 000 – 45 000 t godišnje
- stopa rasta 10% godišnje

- **Upravljanje otpadom (općenito)**

- komunalni otpad sadrži do 45% korisnog otpada
- izdvajanje otpada – **dvostruka korist:**
 - 1) dobivanje sekundarnih sirovina
 - 2) smanjivanje otpada za trajno odlaganje
- znatni pomaci u RH tijekom posljednjih godina kod izdvajanja

PRIMJER LOKACIJE JAKUŠEVCA

- oko 5 km udaljen od Zagreba
- u upotrebi od 1964.
- 1,5 km uzvodno od Črnkovca – bunara koji napajaju 38% potreba grada
- dnevni dovoz 1000 t na dan
- 5 milijuna m³ odloženog otpada je godinama bilo u kontaktu s vodonosnikom

- **Prijedlozi sanacije:**
- preseljenje na drugu lokaciju – alternativa: Dumovečki lug
- izgradnja dubokog uspravnog nepropusnog zastora
- izgradnja nepropusnog dna

PRIMJER LOKACIJE JAKUŠEVCA

- **Sanacija:**
- 1996.-2003.
- ugrađena nepropusna podloga
- površina odlagališta smanjena s 80 ha na 57 ha
- odlagalište povišeno na 45 m
- prebačeno 6.789.222 m³ otpada
- dnevni dovoz otpada 800-1000t/dan
- 510.000 t godišnje
- tko je platio sanaciju?
- krediti...85 milijuna € podignuto
- cijena sanacije: 55 milijuna €
- najskuplji projekt sanacije u Europi!

ODLAGALIŠTA OTPADA

- u RH:
- organizirani odvoz otpada za 96% stanovništva
- dio otpada se odlaže na divljim odlagalištima, kojim ima oko 3000; najveći problem
- većina aktivnih odlagališta su službena i nemaju uporabnu dozvolu
- oko 20 odlagališta odgovara propisanim uvjetima
- mnoga odlagališta su u sanaciji ili izgradnji
- recikliramo 31% otpada (2021.), dok je prosjek EU 46%

PRIMJER NIZOZEMSKE

- Prijedlog odlaganja komunalnog otpada u Nizozemskoj (puno ljudi na malom prostoru, vrlo velika gustoća naseljenosti):
 1. **Separacija na mjestu nastanka (40%):** a) ostatke hrane i vrtni otpad odvajati i zasebno ga humificirati (19%), b) staklo odvajati na obojeno i bezbojno (8%), c) papir (11%), d) tekstil (1%), e) plastične materijale (1%)
 2. **Ostatak od 60% spaljivati** (kvaliteta dimnih plinova mora zadovoljiti standarde zaštite okoliša). Pri tome se može izdvajati oko 2% željeza koje se može reciklirati. Time nastaje 6% šljake koju se može upotrebljavati u građevinarstvu.
 3. Ostaje samo **2% pepela** koji se mora **odlagati u odlagališta**.

SPALIONICE OTPADA

- Vrlo aktualno u raspravama u Hrvatskoj (Zagrebu).
- Države koje imaju vrlo veliku gustoću naseljenosti i nedostatak prostora (poput Nizozemske)
- Odvojenim sakupljanjem i humifikacijom organskog otpada smanjuje se kalorička vrijednost tako da je upitna svrhovitost spalionica. K tome od 2005. zabranjeno je izravno odlaganje otpada na deponije! MBO (mehaničko-biološka obrada)!



Spalionica otpada Spittelau (Beč, Austrija) koju je dizajnirao Friedensreich Hundertwasser.

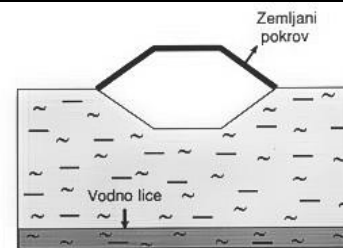
https://hr.wikipedia.org/wiki/Spalionice_otpada

PREPORUČENI SUSTAV UPRAVLJANJA OTPADOM

- **1 – smanjivanje stvaranja otpada**
 - kao pojedinci i/ili kao društvo
 - educiranje, promjene navika, politika naplaćivanja
 - pr. naplata laganih plastičnih vrećica (debljina do 50 µm) od 01.01.2019.
- **2 – odvajanje, sakupljanje i recikliranje dijela otpada**
- **3 – obrada**
 - jedinice za MBO – tvornica otpada
 - mehaničko-biološka obrada; koncept počeo u Njemačkoj
 - maksimiziranje količine obnovljivih sirovina (staklo, metali, plastika, papir, i dr.)
- **proizvodnja komposta**
- **proizvodnja krutog goriva iz otpada (GIO)**
- **proizvodnja biorazgradivog stabiliziranog materijala za odlaganje**
- **proizvodnja bioplina za proizvodnju topline i/ili električne energije**
- **4 – sigurno odlaganje**

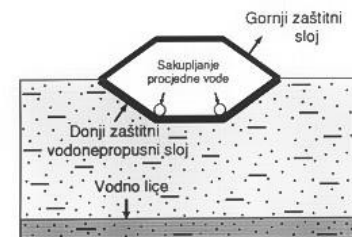
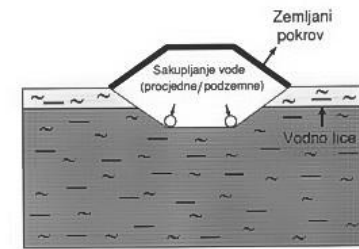
DIZAJN I UREĐIVANJE ODLAGALIŠTA OTPADA

- Povoljne kombinacije dizajna i hidroloških karakteristika lokacije gradnje odlagališta (Lisk, 1991):



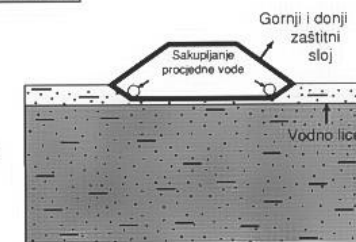
Tip A Umjereno nepropusno tlo
Duboko vodno lice

Tip B Umjereno nepropusno tlo
Plitko vodno lice



Tip C Umjereno propusno tlo
Duboko vodno lice

Tip D Umjereno propusno tlo
Plitko vodno lice



UREĐENO ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA

- Kako bi trebalo izgledati sigurno odlaganje komunalnog otpada (sanitarna deponija)? Koja je razlika prema običnom (divljem) smetlištu?
- **Sanitarno odlagalište komunalnog otpada:**
- Lokacija:
 - Nit predaleko ni preblizu grada: dostupno prijevozu, mogućnost korištenja nakon zatvaranja odlagališta /park, rekreacijska zona/.
 - Dovoljno tla za dnevno prekrivanje, dovoljno velika lokacija za prihvrat otpada u predviđenom roku.
 - Eventualno prostor za “tvornicu za preradu otpada (razvrstavanje) ili MBO”.

UREĐENO ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA

- Topografske, hidrološke i geološke karakteristike povoljne za minimiziranje utjecaja odlagališta na okoliš:
- Topografija: Manji nagib terena (erozija). Povoljne su visoravni, blage padine, eventualno doline. O tome će ovisiti i dubina do podzemne vode.
- Geologija (litologija): Što nepropusnije stijene. Prema mogućnosti u vodonepropusnom terenu (gline, škriljci..).
- Hidrologija: Razina podzemne vode što niža i što manjih oscilacija. Ne vodoplovno područje. Važno da se PV ne koriste za vodoopskrbu! Potreba izrade pijezometara u okolici odlagališta min 6 m dublje od dna odlagališta, radi praćenja promjena razine podzemne vode.

ŠTO SE DOGAĐA U ODLAGALIŠTU KOMUNALNOG OTPADA?

- Odlagalište otpada je bioreaktor:
- Važne su mikrobiološke reakcije, ali postoje fizički, kemijski i biološki procesi koji se odvijaju u odlagalištu. Nastaju **bioplin** i **procjedna voda**.
- Početak reakcije je aeroban, a nastavak anaeroban (počinje acetatnom fazom a nastavlja se s metanogenom fazom). Sastav bioplina i procjedne vode mijenja se s vremenom. U početku više plina koji se sav razvije u 5-10 godina. Procjedne vode se stvaraju do 100 godina!
- U procjednoj vodi najopasnija su specifična organska zagađivala, klorirani ugljikovodici, a od anorganskih arsen, kadmij, olovo, krom, nikal.

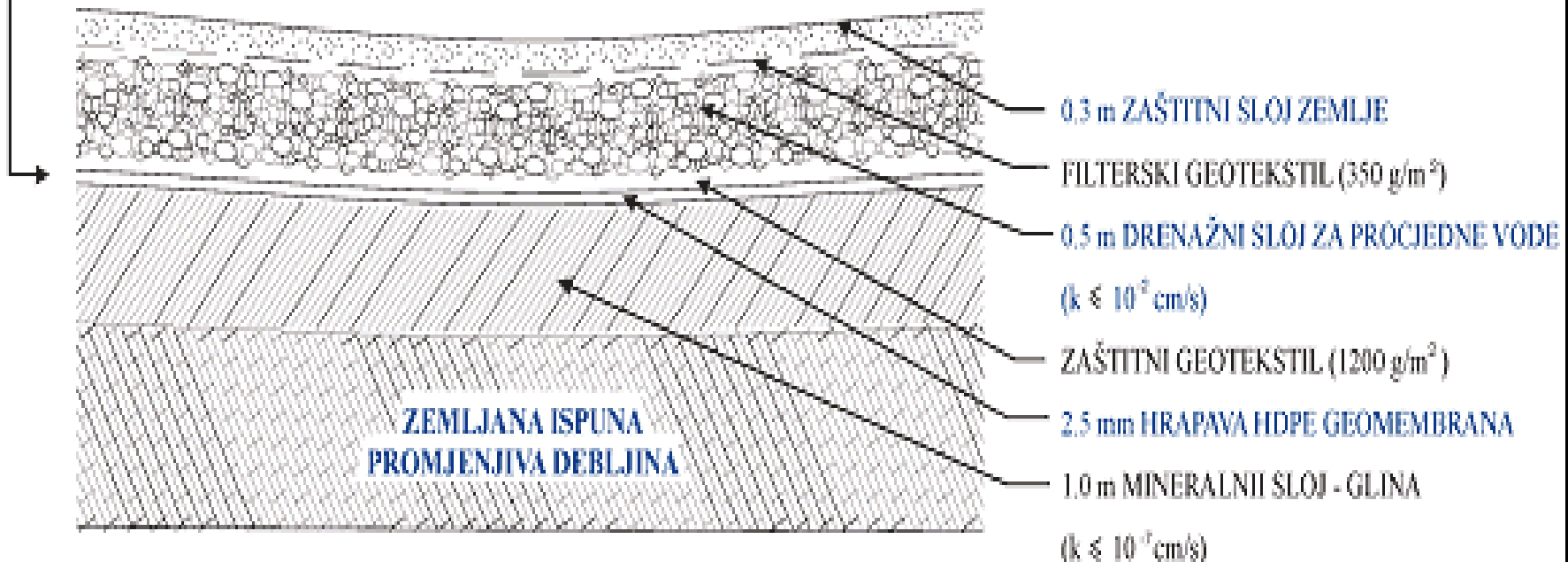
UREĐENO ODLAGALIŠTE KOMUNALNOG OTPADA

- Koje elemente mora zadovoljiti:
 1. Mora imati ***vodonepropusnu podlogu*** (i bokove!). Sloj gline i/ili plastične folije, asfalta, bitumena i sl.
 2. Treba imati ***sustav drenaže*** i sakupljanja procjedne vode (eluat/filtrat) s njenim naknadnim pročišćavanjem ili rasprskavanjem po odlagalištu (radi isparavanja vode)
 3. slojevito slaganje + kompaktiranje (***dnevno prekrivanje***)
 4. zaštitni pokrov i zelenilo (***otplinjavanje***)
 5. sustav ***praćenja/monitoringa*** kvalitete PV i kvalitete odvodne vode.

VODONEPROPUSNA PODLOGA (SUSTAV BRTVLJENA DNA)

- Kako se izrađuje vodonepropusna podloga?

SUSTAV ZA DETEKCIJU I KONTROLU
OŠTEĆENJA GEOMEMBRANE






Izvedba brtvenog sloja



Ugradnja drenažnih cijevi



Primjer proširenja odlagališta
otpada Velike Gorice –
Mraclinska Dubrava
Glineni brtveni sloj



- Primjer proširenja odlagališta
otpada Velike Gorice –
Mraclinska Dubrava



Primjer proširenja odlagališta
otpada Velike Gorice –
Mraclinska Dubrava
Plastična brtvena folija

The image shows a construction site for a drainage system. In the foreground, there is a large pile of light-colored gravel. To the left, a perforated pipe is visible, partially covered by a dark blue tarp. The background shows a green fence and a pile of earth. The text is overlaid on the bottom right of the image.

Mraclinska Dubrava izrada
drenažnog sloja

Perforirana cijev u šljunku

Mraclinska Dubrava - izrada
sustava otplinjavanja /
odzračivanja



Mraclinska Dubrava - izrada
sustava otplinjavanja /
odzračivanja

14 6 2006



Mraclinska Dubrava - sustav otplinjavanja / odzračivanja



10. 6. 2006



INDUSTRIJSKI OTPAD

- drugačijeg sastava od komunalnog
 - ovisno o industriji
 - inertni + opasni otpad
 - **sadrži do 30% kemikalija** – opasni otpad!
 - znatne količine industrijske otpadne vode
 - muljni ostaci i filtri za pročišćavanje
 - stara industrijska oprema

 - odlagališta opasnog otpada moraju biti većeg stupnja sigurnosti od onih komunalnog otpada

 - princip smanjenja toksičnosti u proizvodnji (zamjena opasnih tvari manje opasnim, pr. Li umjesto Cd u baterijama)
- zbrinjavanje opasnog otpada (i otpada općenito) u mnogim državama je unosan posao

 - **PUTO** – (pokretni uređaj za termičku obradu otpada)
 - spalionica opasnog otpada u Zg
 - dva požara; izgorio potpuno 2002.
 - boje, lakovi, pesticidi, insekticidi, bolnički otpad, kemikalije...

Požar spalionice
PUTO 2002 godine
(zg-magazin.com.hr)

