

TEHNIKE MONITORINGA DEPONIJA

UVOD

dr Natalija Petrović

02 May, 2025



ISHODI UČENJA



Definiše pojmove: deponija, procedne vode (leachate), deponijski gas (LFG), monitoring.



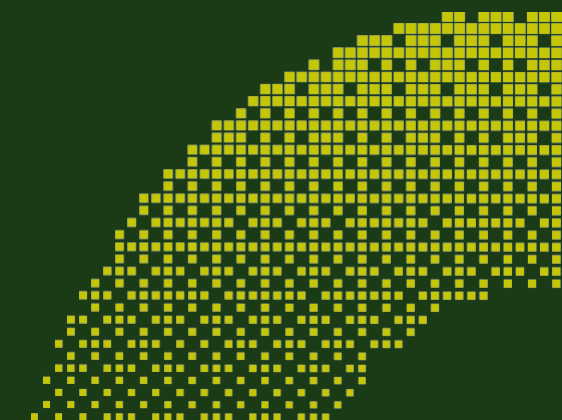
Razlikuje sanitarnu od nesani tarne deponije.



Nabroji glavne rizike: zagađenje podzemnih voda, emisije gasa, integritet sistema



LandSim (model procednih voda)





Deponija (landfill)

Sanitarno tehnički uređen prostor za konačno odlaganje otpada sa barijernim i drenažnim sistemima radi zaštite životne sredine.



Procedne vode (leachate)

Tečnost nastala infiltracijom padavina/vlage kroz telo deponije koja rastvara i prenosi polutante.



Deponijski gas (LFG)

Mešavina uglavnom CH_4 i CO_2 koja nastaje anaerobnom razgradnjom organskog otpada.



Monitoring

Planirano i kontinuirano praćenje medijuma (voda, vazduh/gas, tlo) po protokolu (tačke, parametri, učestalost) radi poređenja sa kriterijumima i aktiviranja mera.



OTPAD

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●

Otpad je materija ili predmet koji se odbacuje, namerava da se odbaci ili se mora odbaciti u skladu sa propisima.

● ● ● ● ● ● ● ● ● ●



OSNOVNE PODELE OTPADA



Po poreklu: komunalni, industrijski, građevinski, poljoprivredni, medicinski, komunalno-opasan (poseban tok)




Po svojstvima: inertni (stabilan, ne reaguje), neopasni (bez opasnih karakteristika), opasni (npr. korozivnost, toksičnost, zapaljivost, infektivnost)



Po fizičkom obliku: čvrst, mulj, tečnost



Po sastavu (primeri frakcija): organska frakcija/biovazdušna, papir/karton, plastika, metal, staklo, tekstil, biootpad, EE-otpad itd.



HIJERARHIJA UPRAVLJANJA OTPADOM

01

PREVENCIJA

02

MINIMIZACIJA

03

PONOVNA UPOTREBA

04

RECIKLAŽA

05

ENERGETSKO ISKORIŠĆENJE

06

ODLAGANJE (DEPONIJA)



HIJERARHIJA UPRAVLJANJA OTPADOM

- Prevenција – izbegavanje nastanka otpada (bolji dizajn proizvoda/usluga, nabavka bez otpada).
- Minimizacija – smanjenje količine i opasnih svojstava (optimizacija procesa, manje pakovanja).
- Ponovna upotreba – proizvod se koristi više puta bez prerade (popravka, second-hand).
- Reciklaža / oporavak materijala – prerada otpada u sekundarne sirovine.
- Energetsko iskorišćenje – iskorišćenje energetske vrednosti (npr. spaljivanje sa povratom energije).
- Odlaganje (deponija) – konačno zbrinjavanje ostatka toka; zahteva inženjerske barijere i stalni monitoring.



DEPONIJA

Deponija (landfill) je inženjerski uređen prostor za konačno odlaganje otpada u tlo, projektovan da minimizuje uticaje na životnu sredinu.



OSNOVNE KARAKTERISTIKE DEPONIJE

01

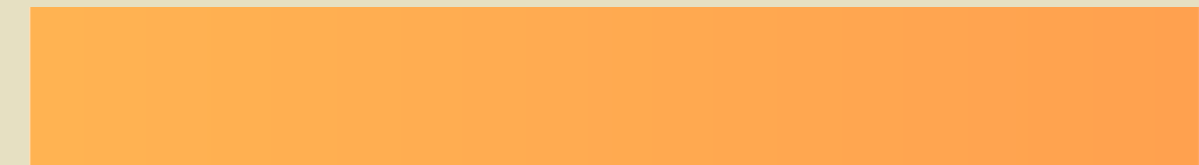
ĆELIJSKA EKSPLOATACIJA: ODLAGANJE PO SEKTORIMA/ĆELIJAMA UZ DNEVNO PREKRIVANJE

02

ZAŠTITNI SISTEMI: PODNA BARIJERA, DRENAŽA PROCEDNIH VODA, POVRŠINSKA KAPA.

03

FAZE ŽIVOTA: AKTIVNA FAZA (TOKOM PRIJEMA OTPADA) I POST-ZATVORNA FAZA (NAKON ZATVARANJA)





VRSTE

DEPONIJA

PO STEPENU ZAŠTITE




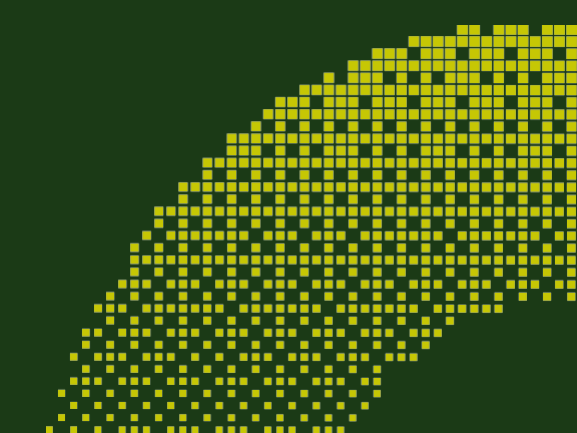
Sanitarna deponija

Podna barijera (mineral + geomembrana), drenaža procednih voda, površinska kapa, kontrolisan prijem otpada, monitoring, sistem sakupljanja deponijskog gasa.



Nesanitarnе i divlje deponije

Bez inženjerskih barijera i kontrole; visok rizik po vodu i vazduh; neprihvatljiva po savremenim standardima.



SANITARNA DEPONIJA



NESANITARNA DEPONIJA





VRSTE DEPONIJA

PO STATUSU



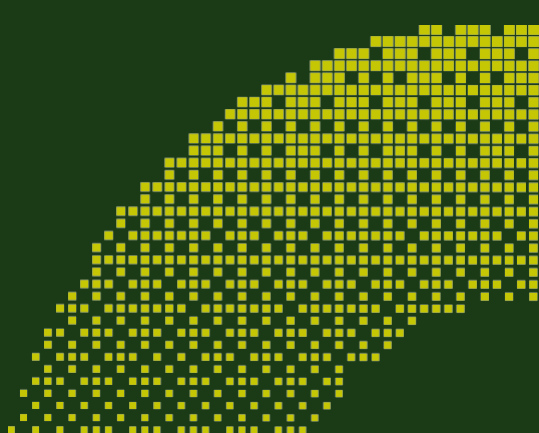
Aktivna

u toku prijema otpada
(operativno odlaganje)



Zatvorena

završeno odlaganje, sprovodi se
post-zatvorni monitoring i
održavanje.





OSNOVNI ZAŠTITNI SYSTEMI

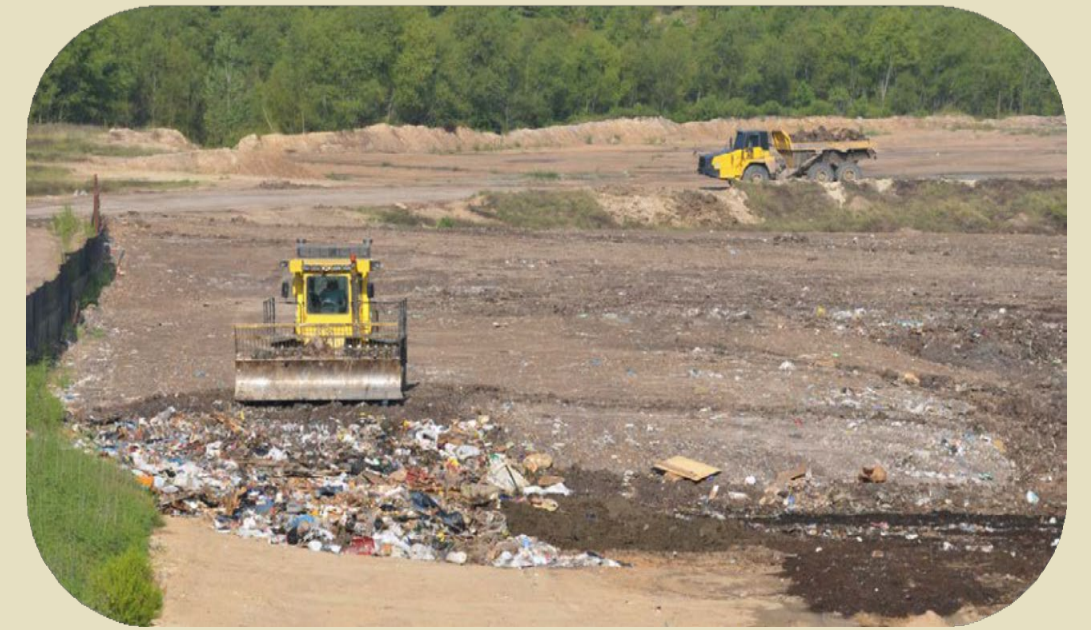
Cilj zaštitnih sistema: minimizovati infiltraciju padavina i protok ka podzemnim vodama kao i kontrolisano sakupljanje i odvođenje procednih voda.



OSNOVNI ZAŠTITNI SISTEMI

- Površinska kapa (cover): smanjuje infiltraciju; sastav: zbijeni sloj (mineral), geomembrana (po potrebi), drenažni i vegetacioni sloj.
- Drenaža procednih voda: kolektori i sabirni bazeni za kontrolisano upravljanje leachate-om.
- Podna barijera (liner): mineralni sloj (nisko K, dovoljna debljina) + geomembrana; cilj: visok otpor protoku i zadržavanje kontaminanata.

Poruka: „najslabija karika“ sistema najviše određuje rizik.





GLAVNI RIZICI OD DEPONIJA



Procedne vode (leachate): rizik za podzemne/površinske vode ($\text{NH}_4\text{-N}$, TKN, Cl^- , DOC/TOC...)



Deponijski gas (LFG): CH_4/CO_2 ; rizici eksplozivnosti, mirisa, GHG emisija i migracije u objekte



Sleganje i integritet: oštećenja kape/linera, pukotine, ulaz atmosferskih voda.



Sekundarni uticaji: estetski i društveni aspekti.

Logika monitoringa: proces → rizik → parametar → merna tačka → odluka.

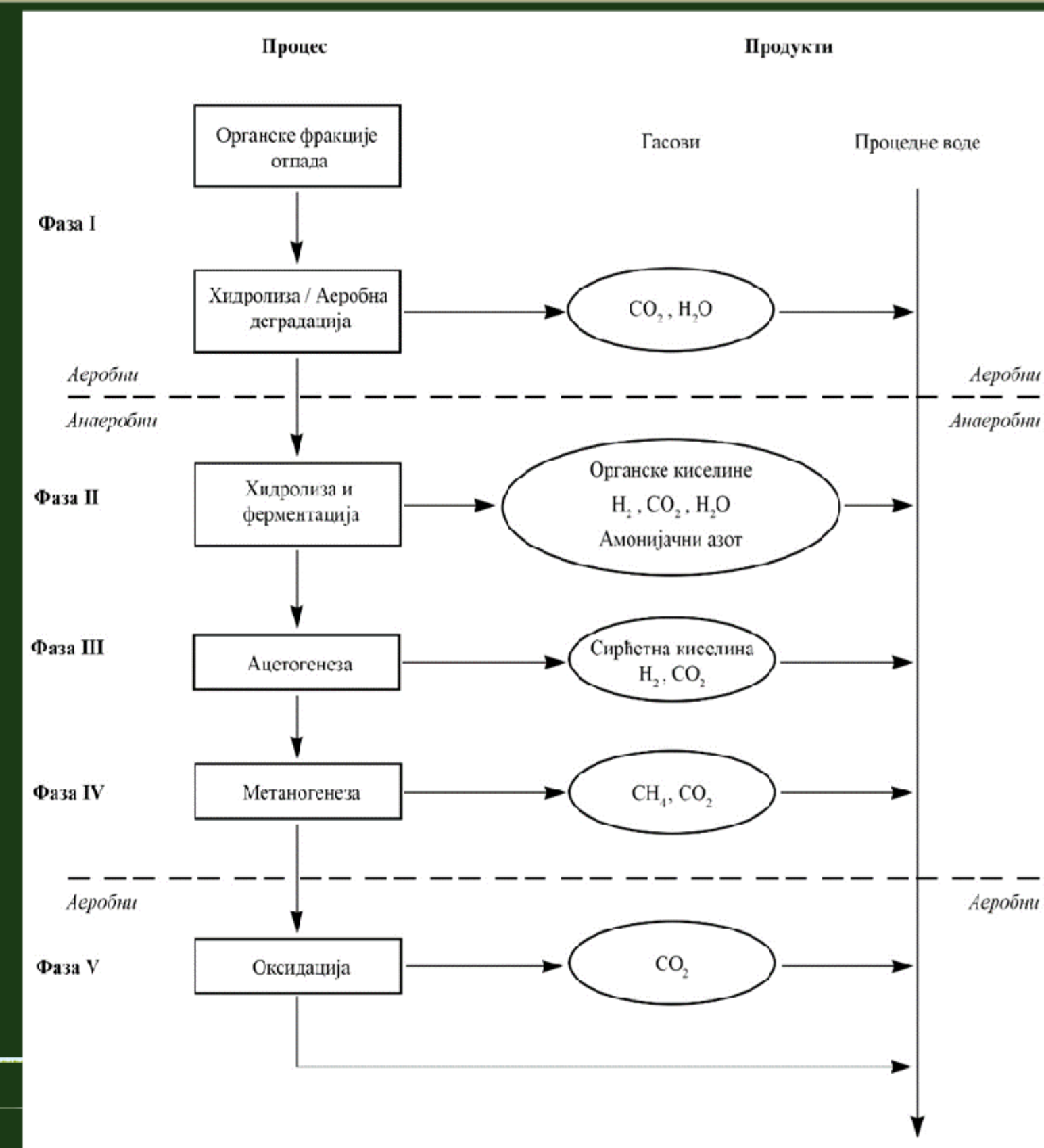


Razgradnja organske materije prolazi kroz faze:

Posledice za monitoring:

- Rane godine: viši $\text{NH}_4\text{-N}$ i DOC/TOC u leachate-u; porast CH_4 u gasu.
- Kroz vreme: smanjenje organskog opterećenja; promene u protoku i sastavu.
- Ključni uticaji: vlaga, temperatura, sastav otpada, starost, integritet sistema.

PROCESI U TELU DEPONIJE



PROCEDNE VODE

Procedne vode (leachate) su tečnosti nastale infiltracijom padavina i/ili vlage kroz telo deponije, koje ekstrahuju i nose rastvorene i suspendovane materije.

Tipični indikatori- $\text{NH}_4\text{-N}$, TKN, Cl^- , COD/BOD, DOC/TOC, ponekad teški metali.

Bitni faktori - količina infiltracije, efikasnost barijera, starost i sastav otpada.

Zašto su važni- rani signal uticaja na vode; pokazatelj efikasnosti kape/linera i drenaže.

Gde merimo- piezometri (uzvodno/nizvodno), sabirni bazeni, tačka usklađenosti (CP).



DEPONIJSKI GAS

Deponijski gas (LFG) je mešavina uglavnom metana ($\approx 45-60\%$) i ugljen-dioksida ($\approx 40-55\%$) uz tragove drugih gasova.

Rizici- eksplozivnost u zatvorenim prostorima, mirisi, GHG uticaj, migracija u objekte.

Upravljanje- vertikalne/horizontalne bušotine, kolektori, baklja ili energetska upotreba; monitoring površinskog fluksa i sonde.



ZAŠTO MONITORING DEPONIJA?



Definicija: plansko, kontinuirano praćenje uticaja deponije na vodu, vazduh/gas i tlo po protokolu (tačke, parametri, učestalost, QA/QC).

Razlozi:

1. Rano upozorenje (brzo otkrivanje curenja/odstupanja).
2. Usklađenost u tački usklađenosti (CP).
3. Upravljanje rizikom i odluke (pooštravanje uzorkovanja, sanacija).
4. Transparentnost i sledljivost (dokazni lanac merenja).





PITANJA?

dr Natalija Petrović

02 May, 2025