



# ENERGIJA IZ OTPADA



Co-funded by  
the European Union



# O PROJEKTU LOCAL GoGREEN



## Proces prelaska na čistu energiju u 6 malih europskih općina

8 partnera iz 7 europskih zemalja predvodi izgradnju kapaciteta, participativno donošenje odluka i zajedničke aktivnosti za osmišljavanje i provedbu integriranih klimatskih i energetske planova.

### Ciljevi :

- Pružiti **tehničku pomoć** pilot regijama unutar usporedivog transnacionalnog okvira
- Poboľšati **sinergiju između javnih i privatnih dionika** pri provedbi ICEP-ova
- **Olakšati raspoređivanje ciljanih ulaganja** osiguranih od Europskih fondova za poboljšano ICEP planiranje
- Replicirati i poboljšati integrirane mjere za prijelaz na čistu energiju kroz **transnacionalnu suradnju općina**
- Omogućiti zelene i kružne klimatske planove te obuhvatne **planove dekarbonizacije koji podržavaju održivi razvoj.**

**300** dionika s povećanim vještinama u području prijelaza na čistu energiju

**90** lokalnih i regionalnih vlasti obvezalo se ubrzati provedbu ICEP-ova

**5GWh/godina** proizvodnje energije iz obnovljivih izvora

**od 1.600 tCO<sub>2</sub>/godišnje** uštede u razdoblju od 3 godine & 4.500 tCO<sub>2</sub>/godišnje u razdoblju od 5 godina nakon projekta

**2,94 GWh/godišnje** uštede energije u razdoblju od 3 godine & 8,4 GWh/godišnje u razdoblju od 5 godina nakon projekta



# SADRŽAJ

## Dio 2: energija iz otpada

- Važnost WTE-a u prijelazu na čistu energiju
  - Politika i regulatorni okviri
  - Pregled tehnologija za proizvodnju energije iz otpada
  - WTE sustavi: prednosti i izazovi
  - Utjecaj WTE-a na okoliš
  - Koristi za organski otpad s komunalnih područja
- Sanacija odlagališta i prikupljanje metana
  - Tehnike sanacije odlagališta
  - Proces prikupljanja metana i njegova primjena za proizvodnju električne energije

# CILJEVI OBUKE



## Nakon ove obuke moći ćete:

- Razumjeti glavne načine kako se energija može proizvesti iz komunalnog i organskog otpada
- Imati pregled glavnih zakona koji reguliraju sektor proizvodnje energije iz otpada
- Razumjeti utjecaje na okoliš povezane s proizvodnjom energije iz otpada
- Imati pregled tehnologija za prikupljanje metana iz odlagališta



# VAŽNOST ENERGIJE IZ OTPADA U PRIJELAZU NA ČISTU ENERGIJU



Co-funded by  
the European Union



# ENERGIJA IZ OTPADA I PRIJELAZ NA ČISTU ENERGIJU



## Integracija u energetske sustave

- WTE osigurava energiju iz otpada koji se ne može reciklirati, čime se smanjuje ovisnost o fosilnim gorivima.



## Smanjenje emisije stakleničkih plinova

- WTE smanjuje emisije metana iz odlagališta i nadoknađuje korištenje fosilnih goriva.



## Učinkovitost resursa

- WTE podržava kružno gospodarstvo oporabom energije iz otpadnih materijala.



## Komplementarna uloga

- WTE djeluje kao tehnologija mosta, osiguravajući stabilnu energiju dok se obnovljivi izvori energije razvijaju.



## Podrška gospodarenju otpadom

- WTE pomaže u upravljanju otpadom koji se ne može reciklirati, usklađujući se s ciljevima održivosti i cirkularnosti prijelaza.

# RELEVANTNE POLITIKE I PROPISI KOJI PODRŽAVAJU WTE

Politika	Veza
<b>Europska okvirna direktiva o otpadu</b>	Uspostavlja pravni okvir za gospodarenje otpadom unutar EU, s naglaskom na smanjenje otpada, recikliranje i održivo upravljanje resursima. U prilog ovim ciljevima, direktiva također igra ključnu ulogu u promicanju WTE inicijativa.
<b>EU Direktiva o odlagalištima otpada</b>	Cilj mu je smanjiti utjecaj odlaganja otpada na okoliš. Paralelno s naporima za smanjenje otpada, direktiva podržava WTE inicijative kao ključnu strategiju za preusmjeravanje otpada s odlagališta.
<b>Akcijski plan kružnog gospodarstva</b>	Fokusira se na smanjenje otpada i poticanje učinkovitosti resursa. Paralelno s promicanjem recikliranja i ponovne uporabe, plan podržava WTE kao komplementarni pristup gospodarenju otpadom koji se ne može reciklirati.

# RELEVANTNE POLITIKE I PROPISI KOJI PODRŽAVAJU WTE

Politika	Veza
<b>Direktiva o obnovljivoj energiji (RED II)</b>	Postavlja ambiciozne ciljeve za korištenje obnovljivih izvora energije u svim državama članicama. Paralelno s širenjem vjetra, sunca i drugih obnovljivih izvora, direktiva podržava WTE kao ključnu komponentu mješavine obnovljive energije. Također povećava ulogu WTE-a u postizanju klimatskih i energetske ciljeva EU-a uz smanjenje ovisnosti o fosilnim gorivima.
<b>EU Green Deal</b>	Postavlja opsežnu agendu za klimatske akcije i zaštitu okoliša. Paralelno s inicijativama za smanjenje emisija i povećanje energetske učinkovitosti, Green Deal podržava WTE kao vitalnu strategiju za upravljanje ostatkom otpada. Također, pridonosi obnovi resursa, smanjuje ovisnost o odlagalištima i pomaže u postizanju ambicioznih klimatskih i energetske ciljeva EU-a.
<b>EU sustav trgovanja emisijama (ETS)</b>	Postavlja okvir ograničenja i trgovine za poticanje smanjenja emisija. Paralelno s ograničavanjem emisija ugljika, ETS podržava WTE prepoznajući ga kao sredstvo za smanjenje emisija metana povezanih s odlagalištima i uporabu energije iz otpada.



# PREGLED TEHNOLOGIJA ZA PROIZVODNJU ENERGIJE IZ OTPADA

Tehnologija	Opis
<b>Spaljivanje</b>	Spaljivanje otpada na visokim temperaturama radi stvaranja energije.
<b>Plinifikacija</b>	Pretvara otpad u sintetički plin obradom na visokoj temperaturi.
<b>Piroliza</b>	Razgrađuje organski otpad u odsutnosti kisika.
<b>Anaerobna probava</b>	Razgrađuje organski otpad u okruženju bez kisika.
<b>Oporaba odlagališnog plina</b>	Prikuplja metan iz raspadajućeg otpada na odlagalištima.
<b>Plazmatska lučna gasifikacija</b>	Koristi visokoenergetske plazme za pretvaranje otpada u sintetički plin.
<b>Gorivo dobiveno iz otpada (RDF)</b>	Pretvara otpad gorivo za izgaranje.
<b>Hidrotermalna karbonizacija</b>	Pretvara mokri otpad u ugljikom bogat hidrokarbon.



# PREDNOSTI VS IZAZOVI

Tehnologija	Prednosti	Izazovi
Spaljivanje	Smanjuje volumen otpada, proizvodi električnu energiju.	Kontrola emisija, odlaganje pepela.
Plinifikacija	Proizvodi sintetički plin za energiju, smanjuje korištenje odlagališta.	Složena tehnologija, visoki kapitalni troškovi.
Piroliza	Proizvodi bioulje, biougljen i sintetički plin.	Zahtijeva predtretman, energetski intenzivan.
Anaerobna probava	Proizvodi bioplin, smanjuje organski otpad.	Ograničeno na organski otpad, zahtijeva upravljanje digestatom.
Oporaba odlagališnog plina	Koristi metan za energiju, smanjuje stakleničke plinove.	Ovisno o uvjetima na odlagalištu, moguće istjecanje plina.
Plazmatska lučna gasifikacija	Visoki učinak energije, smanjuje opasni otpad.	Ekstremno visoki operativni troškovi.
Gorivo dobiveno iz otpada (RDF)	Učinkovito korištenje otpada koji se ne može reciklirati.	Zahtijeva razvrstavanje, moguće emisije tijekom spaljivanja.
Hidrotermalna karbonizacija	Proizvodi biougljen, smanjuje sadržaj vode u otpadu.	Tehnologija u nastajanju, još uvijek u razvoju.



# UTJECAJ WTE-A NA OKOLIŠ



Co-funded by  
the European Union



# UTJECAJ WTE-A NA OKOLIŠ 1

WtE može doprinijeti održivijem energetske sektoru, ali je ključno pažljivo razmatranje specifičnih tehnologija i njihovih negativnih učinaka na okoliš.

<b>Smanjenje emisije stakleničkih plinova:</b>	WtE tehnologije općenito rezultiraju nižim emisijama stakleničkih plinova u usporedbi s fosilnim gorivima, što ih čini čistom alternativom za proizvodnju energije
<b>Emisije onečišćujućih tvari:</b>	WtE sustavi mogu emitirati različite zagađivače, uključujući čestice, sumporne okside, dušikove okside, klorovodik, ugljikovodike, ugljični monoksid i elemente u tragovima poput berilija, kadmija, bakra i olova. Ove emisije mogu biti veće od onih iz tradicionalnog izgaranja fosilnih goriva. Rezultati ovise o sastavu otpada koji se koristi.
<b>Nalazi procjene životnog ciklusa (LCA):</b>	LCA studije pokazuju da WtE sustavi mogu imati i pozitivne i negativne utjecaje na okoliš. Iako često smanjuju emisije stakleničkih plinova, također mogu doprinijeti zakiseljavanju i eutrofikaciji zbog upotrebe kemikalija u sirovini za otpad

# UTJECAJ WTE-A OKOLIŠ 2

<b>Tehnološka varijabilnost:</b>	Različite WtE tehnologije imaju različite utjecaje na okoliš. Na primjer, anaerobna digestija smatra se ekološki prihvatljivijom u usporedbi sa spaljivanjem ili pirolizom, koja može proizvesti više onečišćujućih tvari i energetski je intenzivnija
<b>Energetska učinkovitost i kompromisi za okoliš:</b>	Visokoučinkovita WtE postrojenja, poput onih koja integriraju suhu pirolizu i plazma rasplinjavanje, mogu poboljšati proizvodnju energije, ali također mogu imati veće zahtjeve za energijom i povezane utjecaje na okoliš
<b>Pretvorba otpada od hrane:</b>	Pretvaranjem otpada od hrane u energiju može se izbjeći utjecaj tradicionalnih metoda zbrinjavanja otpada na okoliš poput odlaganja otpada. Međutim, visok sadržaj vlage i promjenjivi sastav otpada od hrane predstavljaju izazove za učinkovitu uporabu energije, stoga može biti potrebno dobro planiranje i predobrada.
<b>Upravljanje komunalnim otpadom (MSW):</b>	Ispravno upravljanje komunalnim otpadom putem WtE tehnologija može ublažiti onečišćenje okoliša i rizike za javno zdravlje. Ističe se rasplinjavanje kao učinkovita i ekološki prihvatljiva metoda pretvaranja komunalnog otpada u energiju





# KORISTI ZA ORGANSKI OTPAD S KOMUNALNIH PODRUČJA



Co-funded by  
the European Union



# KORIŠTENJE ORGANSKOG OTPADA S KOMUNALNIH PODRUČJA 1

Komunalni organski otpad iz javnih područja može se učinkovito upravljati i koristiti putem različitih metoda. Kompostiranje i anaerobna digestija ključne su metode za reciklažu i proizvodnju energije. Strojno učenje dodatno poboljšava učinkovitost ovih procesa, dok bioreaktorska odlagališta nude održivu alternativu za stabilizaciju otpada i povrat resursa. Pretvaranje organskog otpada u korisne proizvode dodatno podržava pristup kružnom gospodarstvu.

Primjeri mogućnosti upravljanja organskim otpadom:

Kompostiranje kao primarna metoda:	Kompostiranje je široko priznato kao učinkovita metoda za obradu komunalnog organskog otpada, njegovo preusmjeravanje s odlagališta i proizvodnju vrijednog komposta za poljoprivrednu upotrebu
Valorizacija organskog otpada:	Organski otpad, bogat proteinima, mineralima i šećerima, može se valorizirati kao supstrati ili sirovine za druge procese, poput stočne hrane ili proizvoda na biološkoj bazi

# KORIŠTENJE ORGANSKOG OTPADA S KOMUNALNIH PODRUČJA 2

Anaerobna probava za proizvodnju bioplina:	Anaerobna digestija (AD) još je jedna uobičajena metoda pretvaranja organskog otpada u bioplin, koji se može koristiti kao obnovljivi izvor energije. Ova je metoda posebno relevantna u kontekstu kružnog gospodarstva i dekarboniziranih energetske sustava
Strojno učenje u gospodarenju otpadom:	Modeli strojnog učenja, posebice umjetne neuronske mreže, sve se više primjenjuju za optimizaciju procesa obrade i recikliranja organskog krutog otpada, poboljšavajući učinkovitost i točnost
Odlagališta otpada i bioreaktorska odlagališta:	Iako je tradicionalno odlaganje otpada još uvijek prevladavajuće, odlagališta bioreaktora pojavljuju se kao održivija opcija. Ova odlagališta poboljšavaju stabilizaciju otpada kroz kontroliranu recirkulaciju procjednih voda i plinova, olakšavajući oporavak resursa i zaštitu okoliša





# SANACIJA ODLAGALIŠTA I PRIKUPLJANJE METANA



Co-funded by  
the European Union



# TEHNIKA: „COVER SYSTEMS”

## Opis:

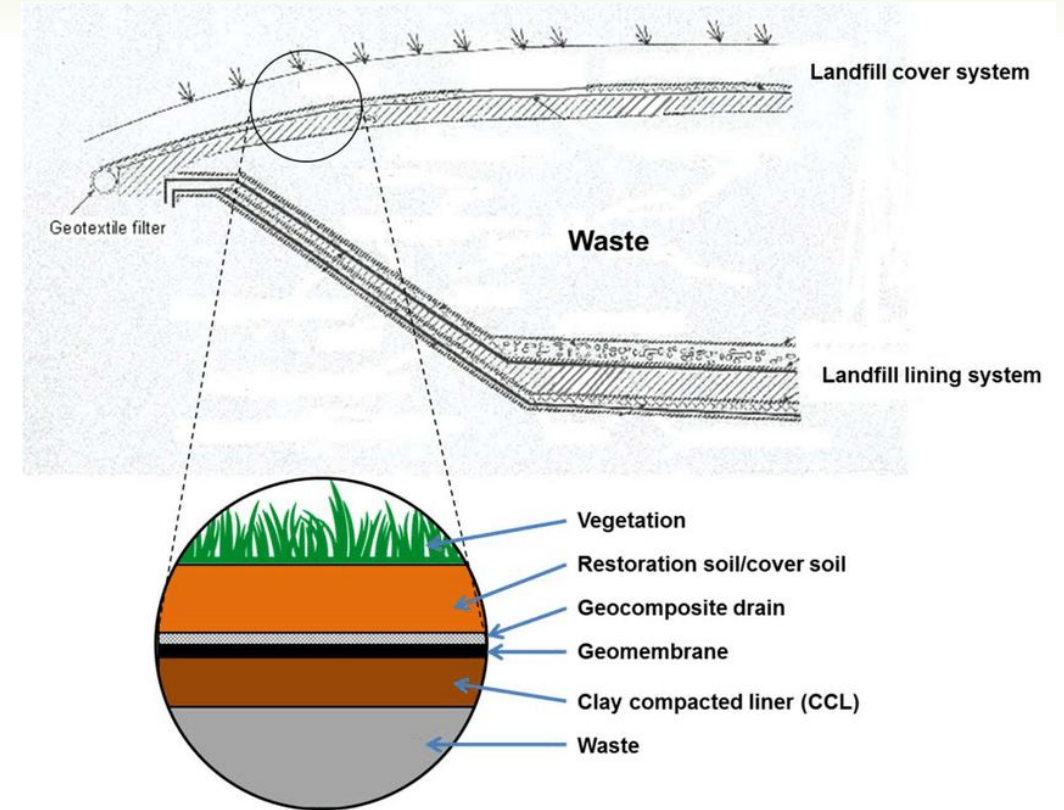
Primjena pokrova za smanjenje infiltracije vode i emisija plinova.

## Prednosti:

Smanjuje procjedne vode i plinove; sprječava eroziju.

## Nedostaci:

Zahtijeva održavanje; ne uklanja postojeću kontaminaciju.



[https://www.researchgate.net/figure/Landfill-cover-system-after-Zornberg-and-Christopher-2007\\_fig1\\_319101837](https://www.researchgate.net/figure/Landfill-cover-system-after-Zornberg-and-Christopher-2007_fig1_319101837)

# TEHNIKA: SKUPLJANJE I OBRADA PROCJEDNIH VODA

## Opis:

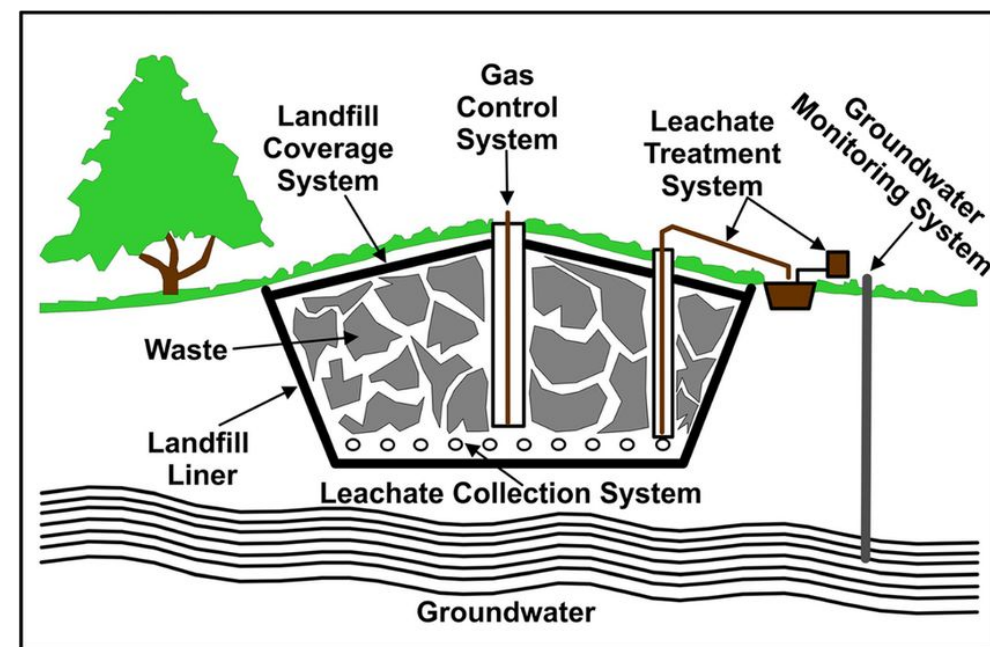
Prikupljanje i obrada procjednih voda kako bi se spriječilo onečišćenje podzemnih voda.

## Prednosti:

Smanjuje onečišćenje podzemnih voda; može zadovoljiti standarde ispuštanja.

## Nedostaci:

Skup; zahtijeva kontinuirano održavanje.



[https://www.researchgate.net/figure/Sanitary-landfill-with-leachate-collection-and-treatment-systems-and-systems-for-gas\\_fig2\\_372748670](https://www.researchgate.net/figure/Sanitary-landfill-with-leachate-collection-and-treatment-systems-and-systems-for-gas_fig2_372748670)

# TEHNIKA: SKUPLJANJE I KORIŠTENJE PLINA

## Opis:

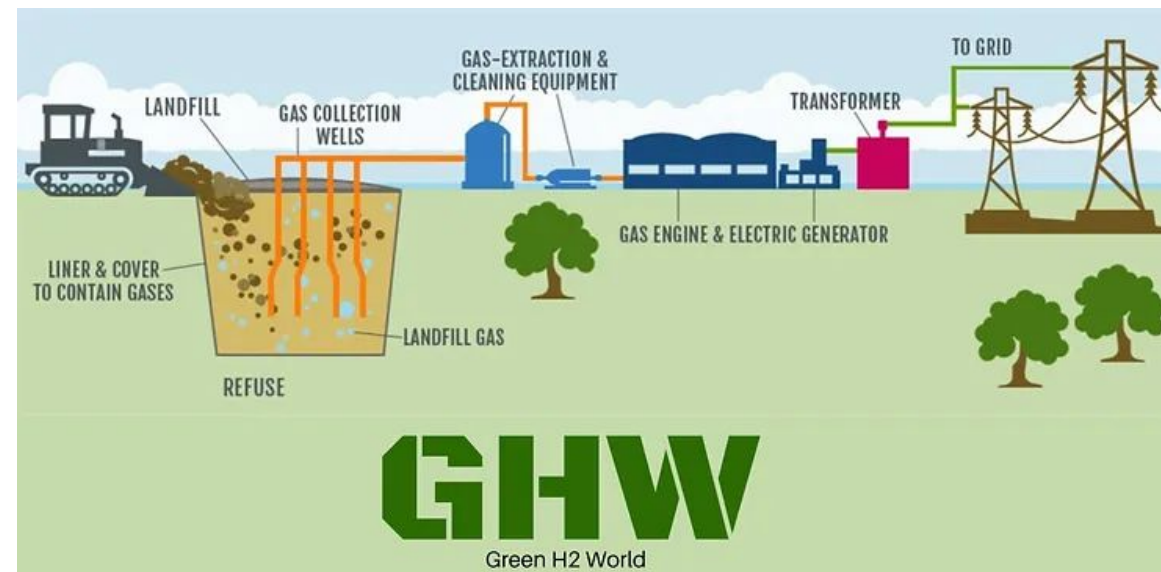
Prikupljanje i korištenje ili spaljivanje metana i drugih plinova.

## Prednosti:

Smanjuje stakleničke plinove; stvara energiju.

## Nedostaci:

Zahtijeva infrastrukturu; učinkovitost varira.



<https://www.greenh2world.com/post/methane-capture-technology>

# TEHNIKA: BIOREMEDIJACIJA

## Opis:

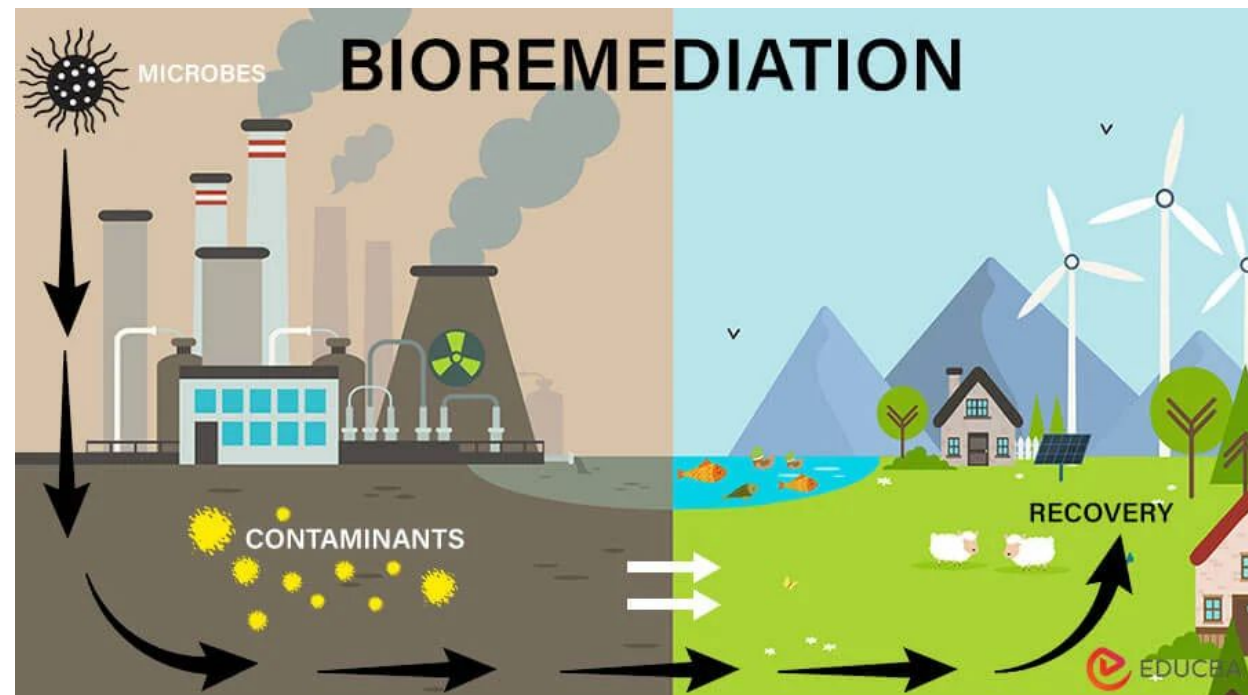
Korištenje mikroorganizama za razgradnju organskih kontaminanata.

## Prednosti:

Isplativo; smanjuje zagađivače.

## Nedostaci:

Može biti sporo; učinkovitost varira.



<https://www.educba.com/what-is-bioremediation/>

# TEHNIKA: ISKOPAVANJE I ODLAGANJE IZVAN LOKACIJE

## Opis:

Uklanjanje i transport sadržaja odlagališta na obradu ili odlaganje.

## Prednosti:

Potpuno uklanja onečišćenja; kontrolirana obrada.

## Nedostaci:

Vrlo skupo; ometajuće; potrebna odlagališta.



# TEHNIKA: KEMIJSKA OKSIDACIJA/REDUKCIJA

## Opis:

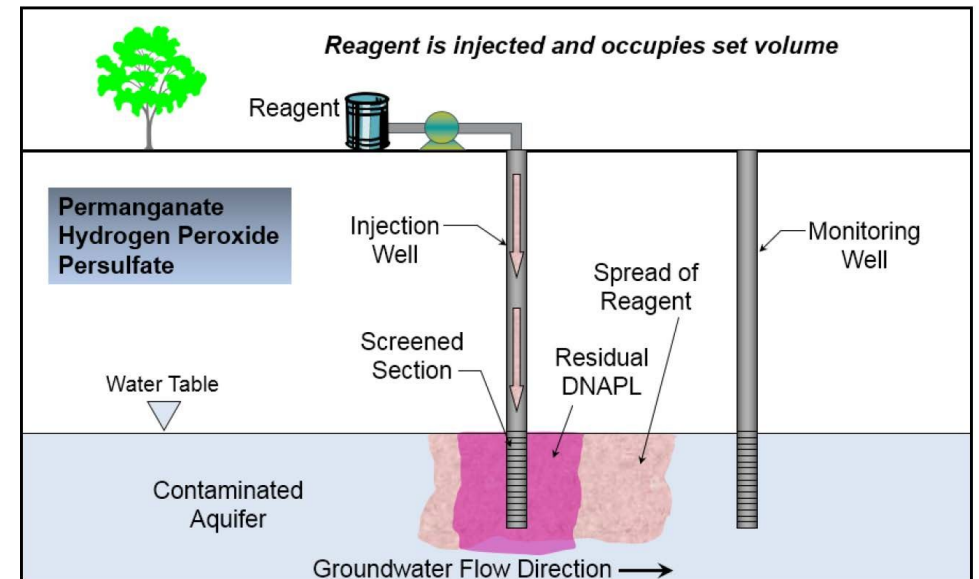
Ubrizgavanje kemikalija za tretiranje zagađivača na odlagalištu.

## Prednosti:

Učinkovito za određene kontaminante; relativno brzo.

## Nedostaci:

Visok trošak; moguća nepotpuna obrada.



<https://www.frtr.gov/matrix/In-Situ-Chemical-Oxidation/>

# PROCES PRIKUPLJANJA METANA

**Proces prikupljanja metana - metoda za iskorištavanje emisija metana s odlagališta otpada i drugog otpada za proizvodnju energije.**

Ovi se procesi usredotočuju na prikupljanje metana, stakleničkog plina, i njegovo pretvaranje u iskoristiv izvor energije, čime se smanjuju emisije i osigurava mogućnost obnovljive energije.



**Cilj:** ublažiti klimatske promjene smanjenjem emisije metana i proizvodnjom čiste električne energije.



**Pozadina:** metan nastaje tijekom razgradnje organskog otpada na odlagalištima. Prikupljanje i korištenje metana može spriječiti njegovo ispuštanje u atmosferu i osigurati obnovljivi izvor energije.



**Mjere:**

- ugradnja sustava za prikupljanje plina
- obrada metana
- stvaranje električne energije

# PROCES PRIKUPLJANJA METANA I NJEGOVA PRIMJENA ZA PROIZVODNJU ELEKTRIČNE ENERGIJE

## Primjena za proizvodnju električne energije:



**Prednosti za okoliš:** smanjuje emisije stakleničkih plinova i istiskuje korištenje fosilnih goriva.



**Ekonomске koristi:** osigurava troškovno učinkovit izvor energije i podržava lokalna gospodarstva kroz otvaranje radnih mjesta u postavljanju i održavanju sustava za prikupljanje metana.



**Društvene prednosti:** poboljšana kvaliteta zraka, povećana sigurnost smanjenjem rizika od požara na odlagalištima, povećan angažman zajednice u naporima za održivost i bolje respiratorno zdravlje za obližnje stanovnike.



# HVALA NA PAŽNJI!



Website



LinkedIn



X (Twitter)



YouTube



Instagram



Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or CINEA. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.



Co-funded by  
the European Union

