



Iskorišćenje deponijskog gasa na deponiji u Novom Sadu

Prof. dr Dejan Ubavin

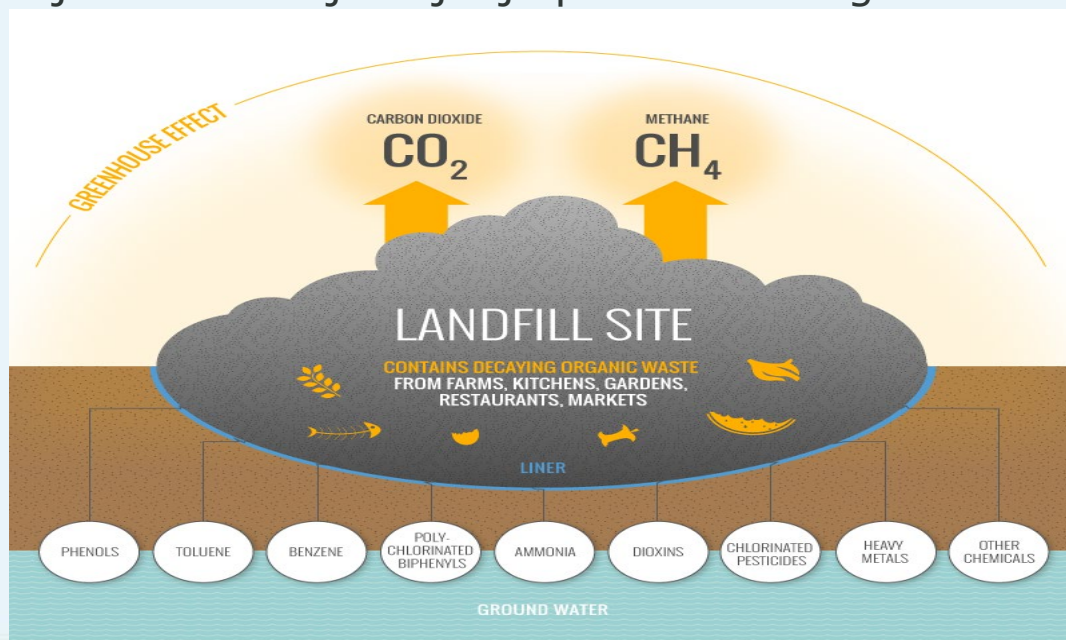
Miodrag Živančev, MSc

Dušan Milovanović, MSc

Važnost pravilnog upravljanja deponijskim gasom



- Doprinos efektu staklene bašte
 - $GWP_{CH_4} = 27$
 - Deponije – treći najveći antropogeni izvor metana
- Brojna toksična jedinjenja prisutna u tragovima



Komponenta	%	Karakteristike
Metan	45-60	Metan je gas bez boje i mirisa. Deponije su najveći izvori emisija metana koje je prouzrokovao čovek.
Ugljen dioksid	40-60	CO ₂ se nalazi u atmosferi u malim koncentracijama (0,02 %). Bezbojan je, bez mirisa i malo kiseo.
Azot	2-5	Azot reprezentuje 79 % atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Kiseonik	0.1-1	Kiseonik reprezentuje 21% atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Amonijak	0.1-1	Amonijak je bezbojan gas oštrog mirisa.
Nemetanska organska jedinjenja (NMOC)	0.01-0.6	NMOC-i su organska jedinjenja. Nalaze se u prirodi ili se mogu veštački sintetizovati. NMOC-a najčešće prisutna na deponiji su akrilo-nitriti, etil-benzen, heksan, metil-etil-keton, tetrahloretilen, tolueni, tri-hlor-etilen, vinil-hlorid i ksilen.
Sulfidi	0-1	Sulfidi (vodonik sulfid, dimetil sulfid, merkaptani) su gasovi prisutni u prirodi koji daju deponiji neprijatan miris pokvarenih jaja.
Vodonik	0-0.2	Vodonik je gas bez mirisa i boje.
Ugljen-monoksid	0-0.2	Ugljen-monoksid je gas bez mirisa i boje i gas koji je izuzetno toksičan.

Važnost pravilnog upravljanja deponijskim gasom



- Rizik od pojave požara i eksplozija
 - Podzemni i površinski požari
 - Ugrožavanje bezbednosti
 - Emisije toksičnih gasova

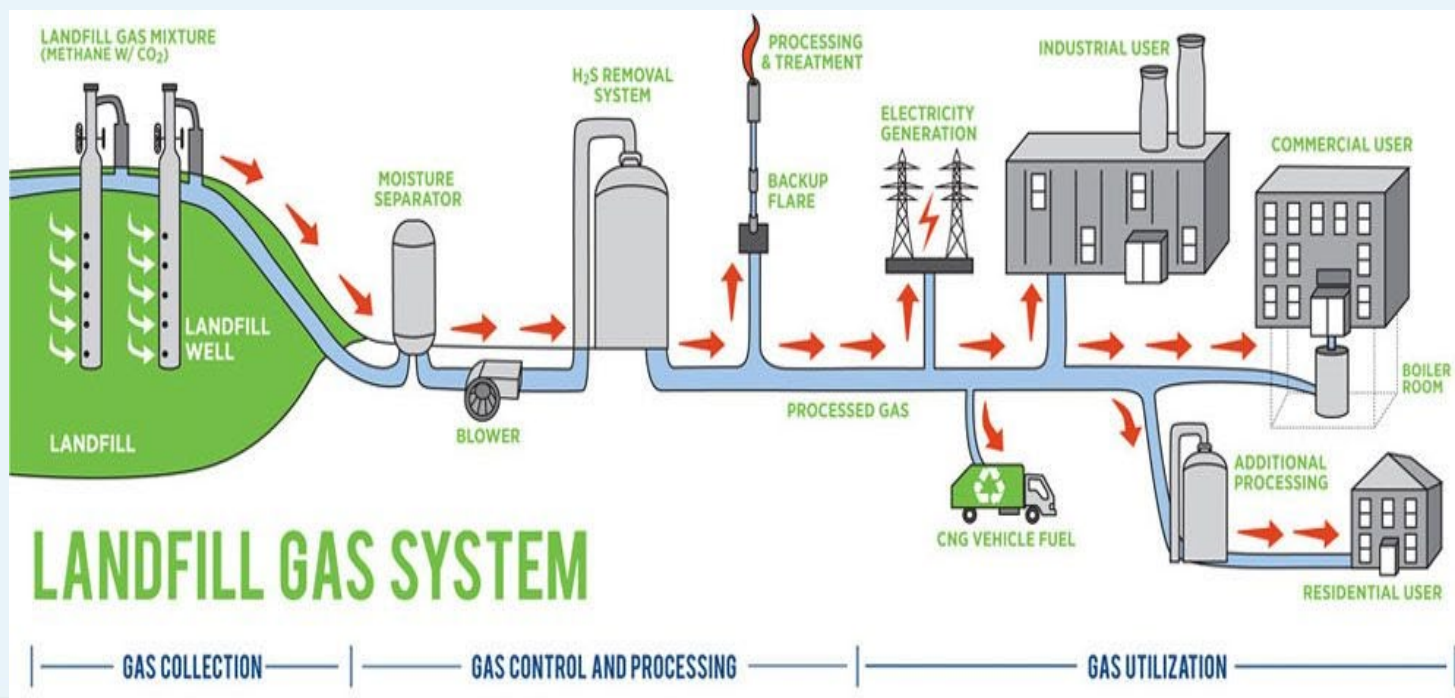


Komponenta	%	Karakteristike
Metan	45-60	Metan je gas bez boje i mirisa. Deponije su najveći izvori emisija metana koje je prouzrokovao čovek.
Ugljen dioksid	40-60	CO ₂ se nalazi u atmosferi u malim koncentracijama (0,02 %). Bezbojan je, bez mirisa i malo kiseo.
Azot	2-5	Azot reprezentuje 79 % atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Kiseonik	0.1-1	Kiseonik reprezentuje 21% atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Amonijak	0.1-1	Amonijak je bezbojan gas oštrog mirisa.
Nemetanska organska jedinjenja (NMOC)	0.01-0.6	NMOC-i su organska jedinjenja. Nalaze se u prirodi ili se mogu veštački sintetizovati. NMOC-a najčešće prisutna na deponiji su akrilo-nitriti, etil-benzen, heksan, metil-etil-keton, tetrahloretilen, tolueni, tri-hlor-etilen, vinil-hlorid i ksilen.
Sulfidi	0-1	Sulfidi (vodonik sulfid, dimetil sulfid, merkaptani) su gasovi prisutni u prirodi koji daju deponiji neprijatan miris pokvarenih jaja.
Vodonik	0-0.2	Vodonik je gas bez mirisa i boje.
Ugljen-monoksid	0-0.2	Ugljen-monoksid je gas bez mirisa i boje i gas koji je izuzetno toksičan.

Važnost pravilnog upravljanja deponijskim gasom



- Obnovljiv izvor energije
 - Električna i/ili toplotna energije
 - Kalorijska vrednost 27.8-30.5 MJ/kg



Komponenta	%	Karakteristike
Metan	45-60	Metan je gas bez boje i mirisa. Deponije su najveći izvori emisija metana koje je prouzrokovao čovek.
Ugljen dioksid	40-60	CO ₂ se nalazi u atmosferi u malim koncentracijama (0,02 %). Bezbojan je, bez mirisa i malo kiseo.
Azot	2-5	Azot reprezentuje 79 % atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Kiseonik	0.1-1	Kiseonik reprezentuje 21% atmosfere. Bez mirisa, ukusa i boje.
Amonijak	0.1-1	Amonijak je bezbojan gas oštrog mirisa.
Nemetanska organska jedinjenja (NMOC)	0.01-0.6	NMOC-i su organska jedinjenja. Nalaze se u prirodi ili se mogu veštački sintetizovati. NMOC-a najčešće prisutna na deponiji su akrilo-nitriti, etil-benzen, heksan, metil-etil-keton, tetrahloretilen, tolueni, tri-hlor-etilen, vinil-hlorid i ksilen.
Sulfidi	0-1	Sulfidi (vodonik sulfid, dimetil sulfid, merkaptani) su gasovi prisutni u prirodi koji daju deponiji neprijatan miris pokvarenih jaja.
Vodonik	0-0.2	Vodonik je gas bez mirisa i boje.
Ugljen-monoksid	0-0.2	Ugljen-monoksid je gas bez mirisa i boje i gas koji je izuzetno toksičan.

KONFERENCIJA

PREUSMERAVANJE BIO OTPADA SA DEPONIIJA,
MALA I VELIKA POSTROJENJA ZA TRETMAN



DEPARTMAN ZA
INŽENJERSTVO
ZAŠTITE ŽIVOTNE
SREDINE



Određivanje produkcije deponijskog gasa



- Složenost procesa produkcije deponijskog gasa, uslovljena brojnim parametrima, može rezultirati pogrešnim procenama količine gasa
- Od posebnog značaja je poznavanje sledećih parametara:
 - Količina deponovanog otpada (po godinama)
 - Sastav deponovanog otpada
 - Visina deponovanog otpada
 - Prisustvo kiseonika u telu deponije
 - Temperatura i vlažnost u telu deponije
 - Primenjene operativne mere na deponijama

Godina	Ukupna količina komunalnog otpada (t/god)	Različiti izvori biorazgradivog komunalnog otpada (t/god)				Ukupan biorazgradivi komunalni otpad (t/god)
		Biorazgradivi otpad iz domaćinstava (baštenski i hrana)	Papir & karton	Ostalo (tekstil, drvo, koža, fina frakcija, itd.)	Zeleni otpad (parkovi i javne površine)	
2018.	135.700	66.160	11.772	11.271	4.071	93.273
2019.	137.290	66.173	12.033	11.429	4.119	93.754
2020.	139.015	66.233	12.308	11.598	4.170	94.310
2021.	140.847	66.325	12.596	11.775	4.225	94.922
2022.	142.902	66.501	12.907	11.971	4.287	95.666
2023.	145.075	66.709	13.231	12.176	4.352	96.469
2024.	147.396	66.962	13.573	12.393	4.422	97.350
2025.	149.568	67.123	13.904	12.596	4.487	98.111
2026.	151.848	67.310	14.249	12.808	4.555	98.923
2027.	154.241	67.523	14.607	13.029	4.627	99.787
2028.	156.754	67.765	14.981	13.259	4.703	100.707
2029.	159.393	68.035	15.370	13.499	4.782	101.685
2030.	162.164	68.335	15.775	13.748	4.865	102.723

Određivanje produkcije deponijskog gasa

Razmatrani scenariji



Scenario 1

- Deponovanje otpada na staru nesanitarnu deponiju
- Bez preusmeravanja biorazgradivog otpada
- Primena dosadašnjih operativnih mera (povremeno prekrivanje i deličina pasivna degazacija)



Scenario 2

- Zatvaranje stare nesanitarnu deponije
- Izgradnja nove sanitarne deponije
- Sakupljanje gasa sa stare i nove deponije
- Primena svih operativnih mera za sanitarne deponije



Scenario 3

- Zatvaranje stare nesanitarnu deponije
- Izgradnja nove sanitarne deponije
- Izgradnja kompostilišta kapaciteta 50.000 t/god. (17.000 baštenskog i 33.000 hrane)
- Sakupljanje gasa sa stare i nove deponije
- Primena svih operativnih mera za sanitarne deponije



Određivanje produkcije deponijskog gasa

Central - Eastern Europe Landfill Gas Model



- Model je razvijen od strane SCS Engineers u okviru Globalne inicijative za metan (GMI) pod pokroviteljstvo Agencije za zaštitu životne sredine U.S. EPA

$$Q_{LFG} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=0,1}^1 2L_0 \left[\frac{M_i}{10} \right] (e^{-kt_{ij}})(MCF)(F)$$

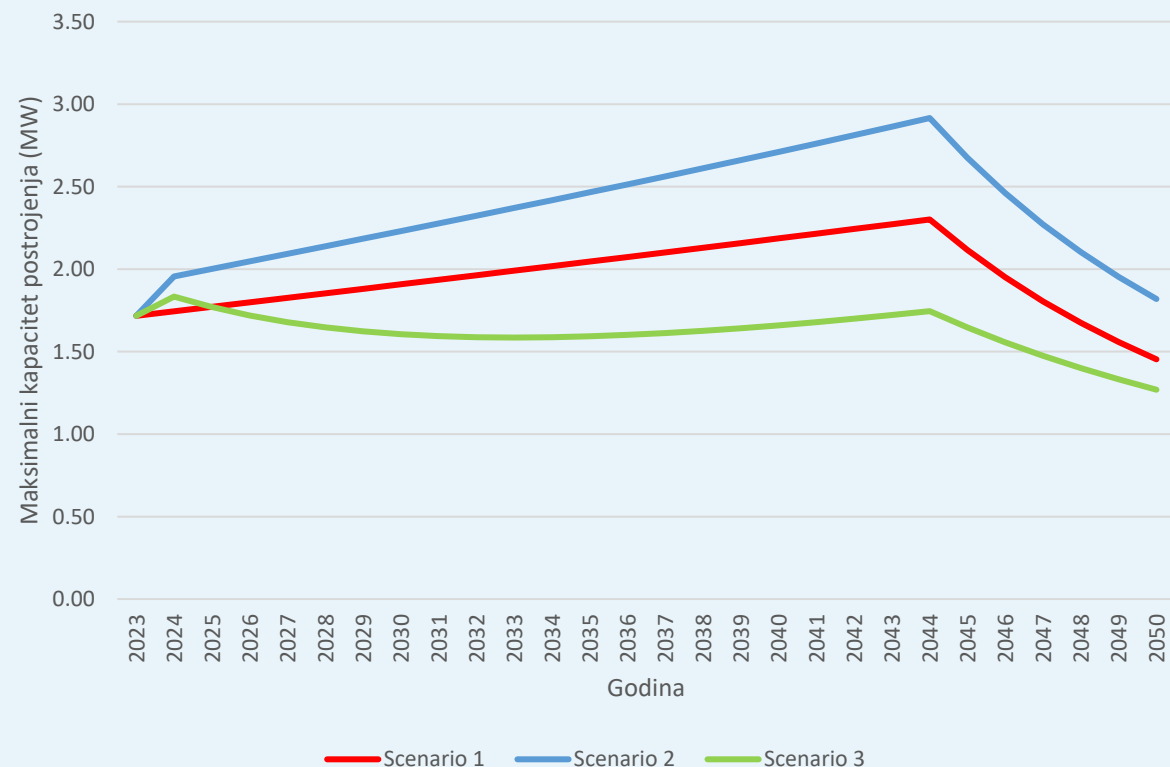
- gde su:
- Q_{LFG} = godišnja količina generisanog gasa u godini proračuna [m3/god.]
- i = povećanje za 1 godinu
- n = godina proračuna, u odnosu na godinu deponovanja
- j = povećanje za 0,1 godinu
- k = nivo generisanja metana [god-1]
- L_0 = potencijal produkcije metana [m3/t]
- M_i = masa deponovanog otpada u i -toj godini [t]
- t_{ij} = starost j -tog dela ukupne mase otpada M_i , deponovanog u i -toj godini
- MCF = metanski korekcionni faktor
- F = faktor požara

Central and Eastern Europe Landfill Gas Model v.1													
Release Date: December 2014													
Developed by SCS Engineers for the U.S. EPA Landfill Methane Outreach Program													
PROJECTION OF LANDFILL GAS GENERATION AND RECOVERY													
Gradska deponija Novi Sad, Serbia													
Year	Disposal (Mg/yr)	Refuse In-Place (Mg)	LFG Generation			Collection System Efficiency (%)	Predicted LFG Recovery			Maximum Power Plant Capacity* (MW)	Baseline Methane Recovery +Oxidation (m3/hr)	Methane Emissions Reduction Estimates**	
			(m ³ /hr)	(cfm)	(M3/hr)		(m ³ /hr)	(cfm)	(M3/hr)			(Mg CH ₄ /yr)	(tonnes CO ₂ -eq/yr)
2020	138,700	4,314,500	1,432	843	26,971	0%	0	0	0	0.0	89	0	0
2021	140,230	4,454,730	1,456	857	27,425	0%	0	0	0	0.0	90	0	0
2022	141,770	4,596,500	1,480	871	27,878	0%	0	0	0	0.0	92	0	0
2023	143,330	4,739,830	1,504	885	28,329	69%	1,038	611	19,547	1.71716	29	3,164	66,445
2024	0	4,739,830	1,528	899	28,779	69%	1,054	621	19,857	1.74443	29	3,214	67,500
2025	0	4,739,830	1,400	824	26,375	69%	966	569	18,199	1.59873	27	2,946	61,862
2026	0	4,739,830	1,288	758	24,251	69%	888	523	16,733	1.46997	25	2,709	56,880
2027	0	4,739,830	1,188	699	22,369	69%	819	482	15,434	1.35588	23	2,498	52,466
2028	0	4,739,830	1,099	647	20,696	69%	758	446	14,280	1.25451	21	2,312	48,543
2029	0	4,739,830	1,020	600	19,206	69%	704	414	13,252	1.16418	20	2,145	45,048
2030	0	4,739,830	949	559	17,874	69%	655	385	12,333	1.08345	18	1,996	41,924
2031	0	4,739,830	886	521	16,680	69%	611	360	11,509	1.01109	17	1,863	39,124
2032	0	4,739,830	829	488	15,607	69%	572	337	10,769	0.94603	16	1,743	36,606
2033	0	4,739,830	777	457	14,639	69%	536	316	10,101	0.88735	15	1,635	34,336
2034	0	4,739,830	731	430	13,763	69%	504	297	9,497	0.83427	14	1,537	32,282
2035	0	4,739,830	689	405	12,968	69%	475	280	8,948	0.78608	13	1,448	30,417
2036	0	4,739,830	650	383	12,245	69%	449	264	8,449	0.74222	12	1,368	28,720
2037	0	4,739,830	615	362	11,584	69%	424	250	7,993	0.70216	12	1,294	27,170
2038	0	4,739,830	583	343	10,978	69%	402	237	7,575	0.66547	11	1,226	25,750
2039	0	4,739,830	553	326	10,422	69%	382	225	7,191	0.63175	11	1,164	24,445
2040	0	4,739,830	526	310	9,910	69%	363	214	6,838	0.60068	10	1,107	23,243
2041	0	4,739,830	501	295	9,436	69%	346	203	6,511	0.57197	10	1,054	22,132
2042	0	4,739,830	478	281	8,997	69%	330	194	6,208	0.54536	9	1,005	21,103
2043	0	4,739,830	456	268	8,589	69%	315	185	5,927	0.52064	9	959	20,146
2044	0	4,739,830	436	257	8,209	69%	301	177	5,664	0.49761	8	917	19,255
2045	0	4,739,830	417	245	7,854	69%	288	169	5,420	0.47610	8	877	18,423

Rezultati produkcije deponijskog gasa na deponiji u Novom Sadu



Godina	Scenario 1		Scenario 2		Scenario 3	
	Dostupne količine deponijskog gasa za iskorišćenje (m ³ /h)	Maksimalni kapacitet postrojenja (MW)	Suma dostupne količine deponijskog gasa za iskorišćenje sa stare i nove deponije (m ³ /h)	Maksimalni kapacitet postrojenja (MW)	Suma dostupne količine deponijskog gasa za iskorišćenje sa stare i nove deponije (m ³ /h)	Maksimalni kapacitet postrojenja (MW)
2023	1.038	1.72	1.038	1.72	1.038	1.72
2024	1.054	1.74	1.182	1.96	1.108	1.83
2025	1.071	1.77	1.209	2.00	1.07	1.77
2026	1.087	1.80	1.237	2.05	1.039	1.72
2027	1.104	1.83	1.264	2.09	1.014	1.68
2028	1.12	1.85	1.292	2.14	995	1.65
2029	1.137	1.88	1.321	2.18	981	1.62
2030	1.153	1.91	1.348	2.23	971	1.61
2031	1.17	1.94	1.376	2.28	963	1.59
2032	1.186	1.96	1.405	2.32	960	1.59
2033	1.203	1.99	1.432	2.37	958	1.59
2034	1.22	2.02	1.461	2.42	959	1.59
2035	1.236	2.05	1.49	2.47	963	1.59
2036	1.253	2.07	1.52	2.51	968	1.60
2037	1.27	2.10	1.548	2.56	974	1.61
2038	1.287	2.13	1.578	2.61	983	1.63
2039	1.304	2.16	1.608	2.66	992	1.64
2040	1.321	2.19	1.638	2.71	1.003	1.66
2041	1.339	2.21	1.669	2.76	1.015	1.68
2042	1.356	2.24	1.7	2.81	1.028	1.70
2043	1.373	2.27	1.731	2.86	1.041	1.72
2044	1.391	2.30	1.763	2.92	1.055	1.75
2045	1.279	2.12	1.617	2.67	995	1.65
2046	1.179	1.95	1.488	2.46	941	1.56
2047	1.091	1.80	1.373	2.27	891	1.47
2048	1.012	1.67	1.271	2.10	846	1.40
2049	942	1.56	1.18	1.95	805	1.33
2050	879	1.45	1.1	1.82	767	1.27



DEPARTMAN ZA
INŽENJERSTVO
ZASTITE ŽIVOTNE
SREDINE



Predlog optimalnog sistema iskorišćenja deponijskog gasa na deponiji u Novom Sadu



- Usled izgradnje kompostilišta i očekivane izgradnje sanitarne deponije, detaljno je razmatran scenario 3.
- Pad produkcije deponijskog gasa na staroj nesanitarnoj i rast produkcije gasa na budućoj sanitarnoj deponiji rezultira prilično ujednačenom ukupnom produkcijom u dužem vremenskom periodu.
- Optimalno rešenje podrazumeva instalaciju generatora kapaciteta 450kW i to:

– Od 2023. do 2029. godine



– Od 2030. do 2044.



Predlog optimalnog sistema iskorišćenja deponijskog gasa na deponiji u Novom Sadu



- Ukupne investicije u sistem za iskorišćenje deponijskog gasa su procenjene na 4,9 miliona €.
 - Prodajna cena električne energije iz deponijskog gasa je 8,44 c€/kWh.
-
- za analizu neto sadašnje vrednosti primenjena je diskontna stopa u iznosu od 10%;
 - povećanje operativnih troškova i troškova održavanja sistema stopom od 1% godišnje;
 - podrazumeva se umanjeње generisanja električne energije za 3% godišnje usled gubitaka sistema, kao i iskorišćenost kapaciteta na nivou od 93% usled planiranih i neplaniranih prekida u proizvodnji;
 - početak proizvodnje električne energije, a samim tim i generisanje prihoda, planiran je početkom 2023. godine.
 - Operativni troškovi i troškovi održavanja u prvoj godini Projekta predviđeni su u iznosu od 35.300.000 dinara godišnje, uz rast od 1% svake naredne godine

Parametri	Vrednost
NSV	7.150.000 €
ISR	13,5%
VPI	7 godina

Zaključak



- Implementacija tretmana biorazgradivog otpada vodi ka smanjenju produkcije/emisija gasova efekta staklene bašte iz sektora upravljanja otpadom.
- I pored višedecenijskog odsustva upravljanja deponijskim gasom, konstatuje se mogućnost finansijski i ekološki opravdanog iskorišćenja gasa u energetske svrhe na deponiji u Novom Sadu.
- Imajući u vidu ogromne količine deponovanog otpada, energetski potencijal i učestalost požara, potrebno je što pre početi sa ekstrakcijom i iskorišćenje deponijskog gasa u NS.
- Prikazani rezultati deo su istraživanja sprovedenog u okviru studije „Kvantifikacija emisije gasova efekta staklene bašte i energetski potencijal deponijskog gasa na deponiji u Novom Sadu“, čiji je investitor bio Grad Novi Sad, Gradska uprava za zaštitu životne sredine.





Hvala na pažnji!