

Kako smo u Sloveniji došli do prvog WtE postrojenja i pogled u budućnost: studija slučaja WtE Celje

prof. dr. FILIP KOKALJ

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru



Predavač i profesionalni kontekst



prof. dr. FILIP KOKALJ

Fakulteta za strojništvo
Univerza v Mariboru

filip.kokalj@um.si • www.fs.um.si

STRUČNO ISKUSTVO

- Gospodarenje otpadom / sagorevanje / emisije tvari u zrak
- Glavni i odgovorni projektant i vođa projekta Toplarne Celje
- vodio ili sudjelovao u >25 domaćih i međunarodnih aplikativnih projekta

KLJUČNA PORUKA

Sistem gospodarenja otpadom je izgrađen i dobro funkcioniра kad ima država sopstvene kapacitete i rješenja za svih 5 nivoa hirarhije obrade otpada.

Struktura predavanja

1

Uvod

2

Pristup Slovenije do gospodarenja otpada i W-t-E

3

Stanje danas i pogled u budućnost

4

Toplarna (W-t-E) Celje

5

Zaključci i preporuke

Uvod: Hijerarhija gospodarenja otpadom



EU → Slovenija
(Hrvatska?)

SLO & YU: u davna vremena...

- Zakon o gospodarenju otpadom (Službeni list Republike Slovenije, br. 8/1978)
 - Stavak 2. članka 6. Zakona o gospodarenju otpadom (Uradni list Republike Slovenije, br. 8/1978.),

„Gospodarenje otpadom uključuje vraćanje otpada u proizvodne procese i prirodno recikliranje.”

- Sporazum o osnovama za gospodarenje i skupljanje korisnog otpada i njegovu preradu u sekundarne sirovine (Službeni list SFRJ, br. 26/1982)
- Pravila o gospodarenju posebnim otpadom koji sadrži opasne tvari (Službeni list Republike Slovenije, br. 20/1986)

Prvi slovenski koncepti i programi

- Godine 1991. smo pripremili prvi koncept gospodarenja otpadom u Sloveniji. S IKROS-om smo oblikovali svoju viziju gospodarenja otpadom.
- Strateške smjernice Republike Slovenije za gospodarenje otpadom (SURO) razvijene su između 1994. i 1996. godine.

Danas ...

- Zakon o zaštiti okoliša (ZVO-2A)
 - Definicije za otpad, nusproizvod, status kraja otpada, zatrpavanje...
 - Administrativni postupci za prikupljanje, prijevoz, obradu i zbrinjavanje otpada
- Uredba o otpadu
 - Specifičniji kriteriji za određivanje:
 - nusproizvod i
 - prestanak statusa otpada (administrativni postupak za OVD, dodatna kontrola, stavljanje na tržište kao proizvod ili kao otpad (zatrpavanje) ključni prilog 5 o procjednim vodama

Zakonsko rješenje energetske uporabe komunalnog otpada u Republici Sloveniji

Zakon o zaštiti okoliša (2022):

Članak 232.

(Obvezne državne javne gospodarske usluge zaštite okoliša)

(1) Obvezne državne javne gospodarske usluge zaštite okoliša (u daljnjem tekstu: državna javna služba) su:

1. **spaljivanje određenih vrsta komunalnog otpada;**
2. rukovanje životinjskim otpadom, koji je prema veterinarskim propisima životinjski nusproizvod kategorije 1 i 2, i
3. prikupljanje, obrada ili zbrinjavanje određenih vrsta ostalog otpada.

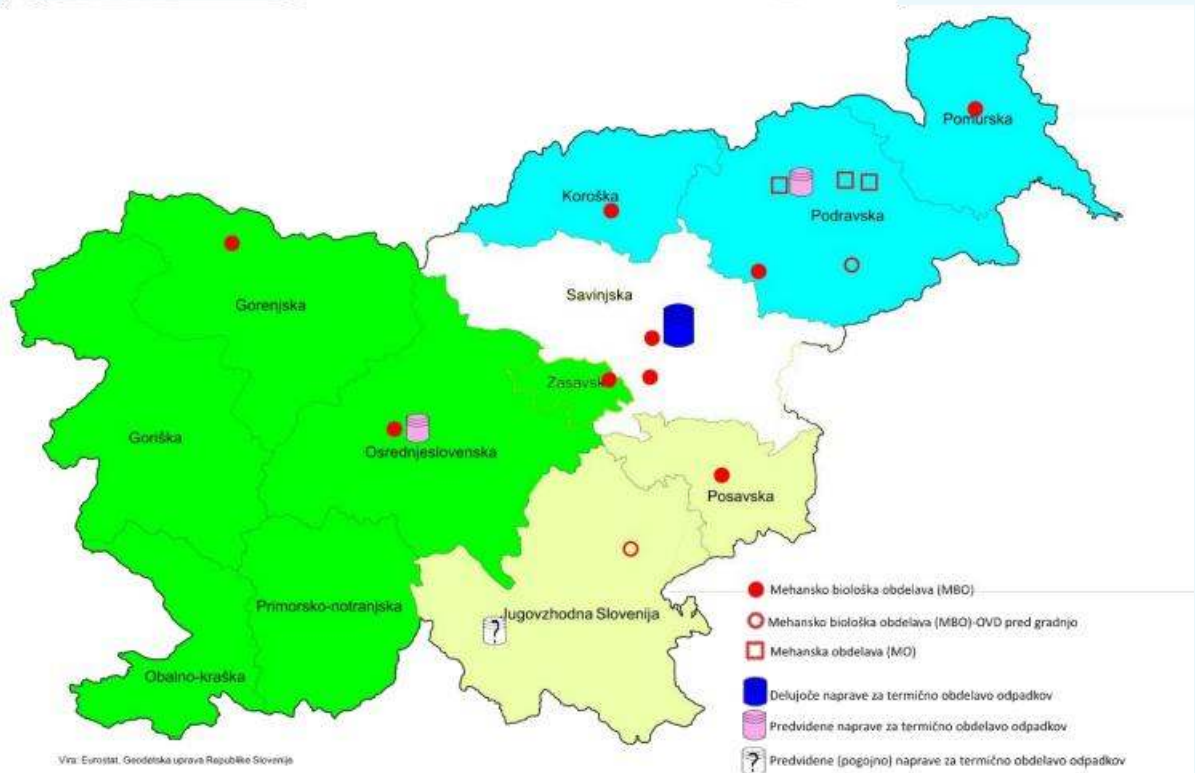
(2) Objekti i uređaji potrebni za provedbu javnih usluga iz prethodnog stavka su **infrastruktura od nacionalnog značaja**.

(3) **Država osigurava provedbu državnih javnih usluga** iz prvog stavka ovog članka u skladu s propisima koji uređuju javne gospodarske usluge.

Danas...

- Program gospodarenja otpadom i Program sprječavanja nastanka otpada Republike Slovenije, usvojen 2022. godine, koji je trenutno na snazi, mogu se pronaći na mrežnim stranicama:
 - https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Operativni-programi/op_odpadki_2022.pdf

Centri za gospodarenje odpadom



Slika 47: Predvidena umestitev dodatnih naprav za energetske predelave nerekiclabilnih ostankov obdelave komunalnih odpadkov (vir: ARSO, MOP)

Izvor: https://www.gov.si/assets/ministrstva/MOP/Operativni-programi/op_odpadki_2022.pdf



Slika 39: Potrebna zmogljivost naprav za mehansko-biološko obdelavo mešanih komunalnih odpadkov v letu 2019 (vir: ARSO, poročanje KO-Z)

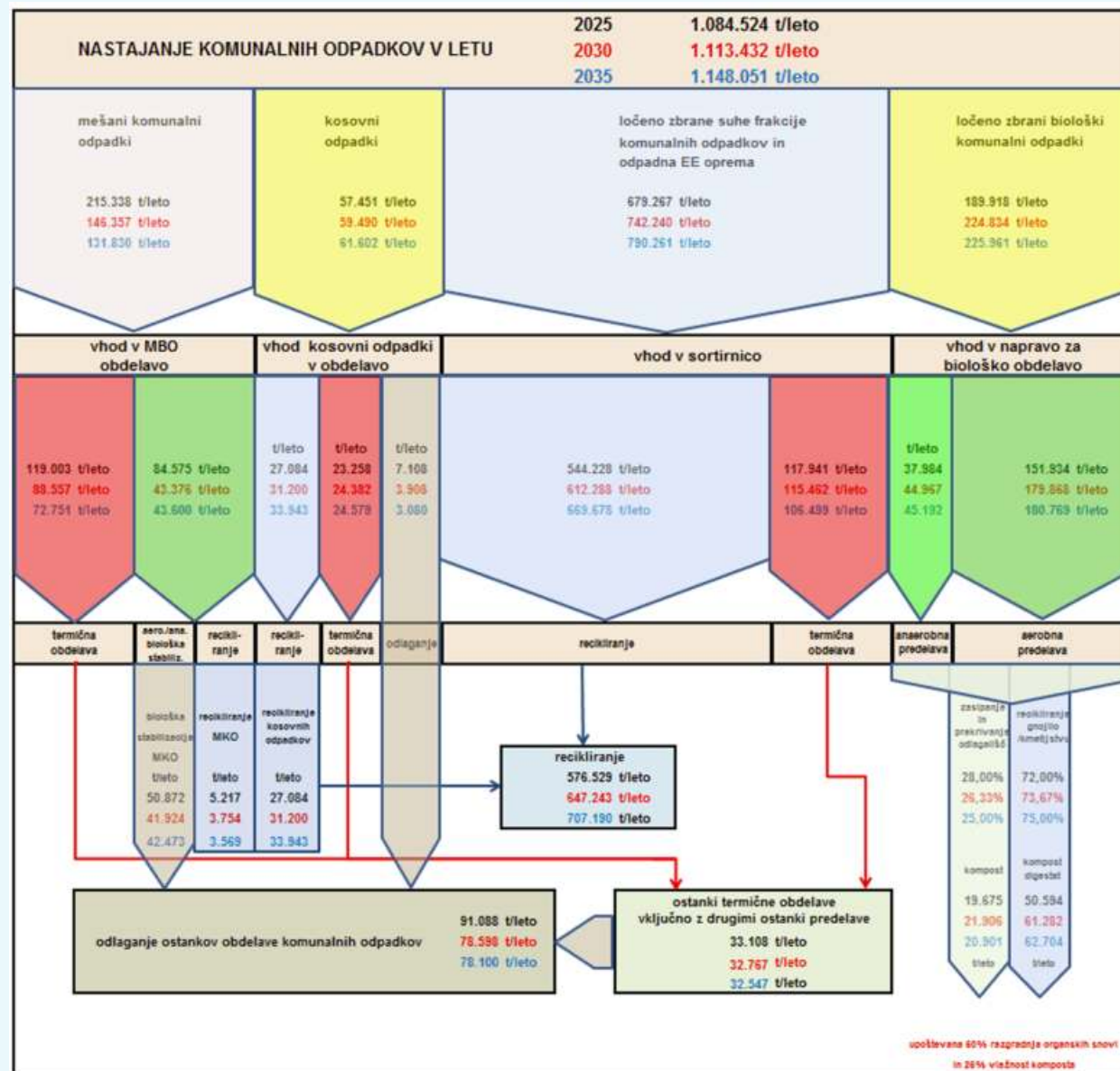
Mešani komunalni odpadki so bili v letu 2019 mehansko-biološko obdelani v devetih napravah (MBO), navedenih v tabeli 19.

Tabela 19: Naprave za mehansko-biološko obdelavo mešanih komunalnih odpadkov (vir: ARSO-izdana okoljevarstvena dovoljenja)

LOKACIJA MBO NAPRAVE	Tehnologija biološke obdelave	ZMOGLJIVOST MBO NAPRAVE iz OVD (t/leto)	Obdelano v letu 2019 (t)	Zgrajeno v skladu z državnim programom (kohezijska sredstva)
Celje (SIMBIO)	Aerobna	61.500	45.533	DA
Ljubljana (SNAGA)	Anaerobna	175.500*	121.562	DA
Puconci (CEROP)	Aerobna	27.500	20.939	DA
Slovenj Gradec (KOCEROD)	Aerobna	16.600	10.538	DA
Hrastnik (CEROZ)	Aerobna	13.000	11.045	DA
Slovenska Bistrica	Aerobna	10.800	11.438	DA
Spodnji Stari Grad (KOSTAK)	Aerobna	120.410	26.691	NE
Laško	Aerobna	2.700	1.159	NE
Jesenice (EKOGOR)	Aerobna	40.000	20.851	NE
Skupaj (t)		468.010	269.759	304.900

*v I. fazi 133.700 t/leto

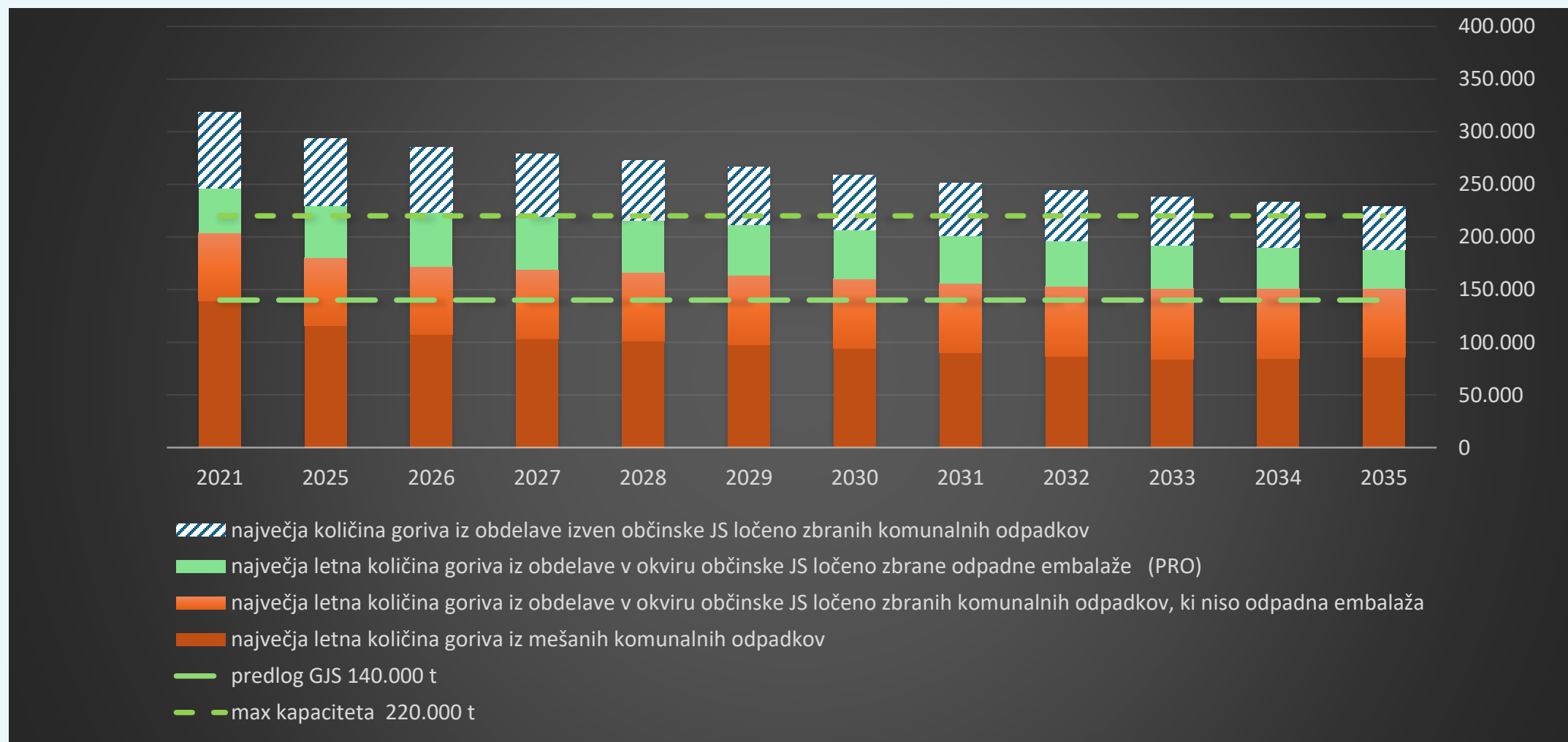
Tok komunalnog otpada – 2025., 2030. i 2035.



Trenutačno stanje u Republici Sloveniji

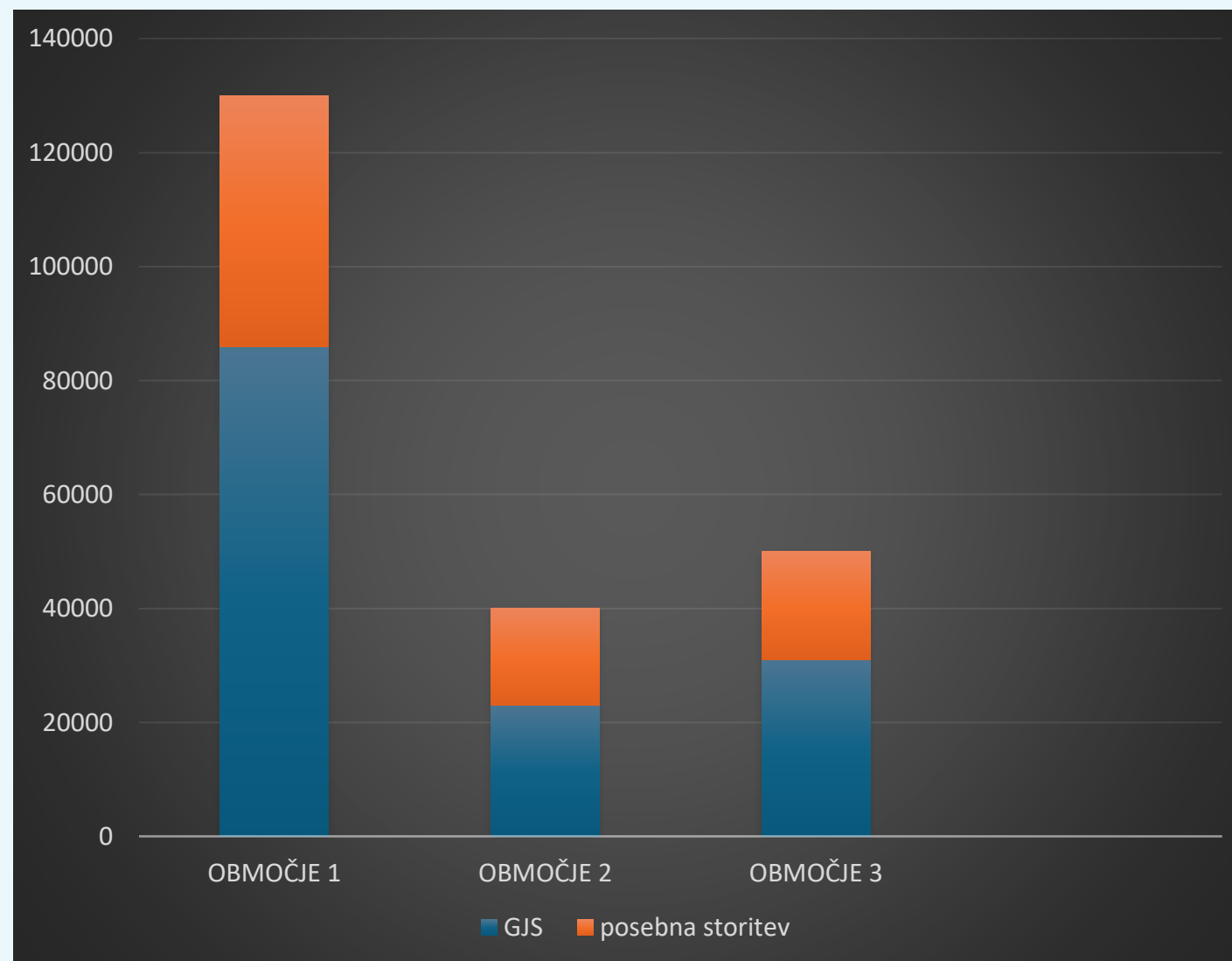
- Slovenija nije samostalna na području obrade i zbrinjavanja otpada termičkom obradom te je ovisna o postrojenjima u inozemstvu.
- Izvoz za termičku obradu u inozemstvo od približno 165.000 tona (gorivo iz otpada 19 12 10 i ostaci od mehaničke obrade komunalnog otpada 19 12 12) u 2017. godini, a u 2021. godini ta je količina dostigla gotovo 200.000 tona.
- Jedini trenutno operativni namjenski pogon za termičku obradu zapaljivih nerekiclrirajućih ostataka prerade komunalnog otpada primi do 30.000 t otpada (RDF – 19 12 12) na preradu.

Procjena količina zapaljivog komunalnog otpada u Sloveniji



Količina zapaljivog otpada po područjima Slovenije

- 1. područje: općine osrednjeslovenske, gorenjske, goriške, obalno-kraško, primorsko-notranjske, posavske i zasavske statističke regije i statističke regije jugoistočna Slovenija
- 2. područje: općine Savinjske statističke regije
- 3. područje: općine koroške, podravske i pomurske statističke regije.



Uredba o upravljanju obaveznom javnom komunalnom uslugom spaljivanja komunalnog otpada

- Samodostatnost Republike Slovenije u obradi komunalnog otpada.
- Smanjenje količine odloženog otpada.
- Ispunjavanje ciljeva recikliranja i ponovne upotrebe.
- Oporaba energije iz otpada uz minimalan utjecaj na okoliš.
- Jačanje kontrole i transparentnosti nad provedbom spaljivanja komunalnog otpada.
- Mijenjali 2025 već usvojenu Uredbu iz 2022...

Predmet i područje izvođenja javne gospodarske usluge

Predmet komunalne usluge je spaljivanje zapaljivih komponenti komunalnog otpada, koje mora ispunjavati nekoliko uvjeta:

- Nastali su **mehaničkom obradom miješanog komunalnog otpada (20 03 01)** prikupljenog od primarnih proizvođača u okviru javnih usluga prikupljanja.
- Otpad nije prikladan **za recikliranje ili ponovnu upotrebu**.
- Imaju visoku kalorijsku vrijednost (**> 6 000 kJ/kg suhe tvari**), što onemogućuje njihovo odlaganje.
- Klasificirani su kao zapaljivi otpad s brojem **19 12 12 ili 19 06 04**.
- Nastali su na području **Republike Slovenije**.

Uz osnovne javne gospodarske usluge spaljivanja, na istoj infrastrukturi mogu se pružati i posebne usluge, ali samo pod posebnim uvjetima i uz ograničenja.

Regulacija cijene i financiranje

Cijena usluga javne gospodarske usluge spaljivanja određuje se na reguliran način:

- **Utvrđuje ga Vlada Republike Slovenije** na prijedlog ministarstva, svake 3 godine.
- Cijena uključuje **sve prihvatljive troškove** (npr. ulaganja, rad, obradu otpada, praćenje, informiranje javnosti) i **umjerenu dobit** za koncesionara.
- Uključeni su i **odbici** poput prihoda od prodaje energije i proizvoda, regulatornih prilagodbi, viška prihoda itd.
- Cijena je izražena u **EUR/toni primljenog zapaljivog otpada**.

Metodologija propisuje da se cijena formira na temelju **revidiranih financijskih izvještaja, projekcija rasta cijena i operativnog programa gospodarenja otpadom**.

Koncesijski sistem

- Koncesija se dodjeljuje najviše tri operaterima, svakom za određeno područje.
- Koncesionar mora ispunjavati uvjete u vezi s registracijom, dozvolama, financijskom stabilnošću i energetsom učinkovitošću.
- Trajanje koncesije je do 30 godina.
- Odabir se provodi putem konkurentskog dijaloga, u postupku javnog natječaja.
- Kriteriji uključuju parametre okoliša, energetske učinkovitost, cijenu usluge i vrijeme postavljanja postrojenja.

Referentni dokumenti o najboljim dostupnim tehnikama

- <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/>
 - Spaljivanje otpada
 - Obrada otpada
 - Emisije iz skladištenja
 - Proizvodnja cementa, vapna i magnezijevog oksida
 - ...



Provedbena odluka o zaključcima najboljih dostupnih tehnika

- <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/?uri=CELEX:32019D2010>

3.12.2019  Uradni list Evropske unije L 312/55

IZVEDBENI SKLEP KOMISIJE (EU) 2019/2010
z dne 12. novembra 2019
o določitvi zaključkov o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov na podlagi
Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta o industrijskih emisijah
(notificirano pod dokumentarno številko C(2019) 7987)
(Besedilo velja za EGP)

EVROPSKA KOMISIJA JE –

ob upoštevanju Pogodbe o delovanju Evropske unije,

ob upoštevanju Direktive 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) ⁽¹⁾ ter zlasti člena 13(5) Direktive,

ob upoštevanju naslednjega:

(1) zaključki o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) so referenca za določanje pogojev v dovoljenju za obrate iz poglavja II Direktive 2010/75/EU; pristojni organi pa bi morali določiti mejne vrednosti emisij, ki zagotavljajo, da emisije pri običajnih pogojih obratovanja ne presegajo ravni emisij, povezanih z najboljšimi razpoložljivimi tehnikami, kot so določene v zaključkih o BAT.

(2) Forum, v katerega so vključeni predstavniki držav članic, zadevnih industrijskih panog in nevladnih organizacij, ki spodbujajo varstvo okolja, vzpostavljen s Sklepom Komisije z dne 16. maja 2011 ⁽²⁾, je 27. februarja 2019 Komisiji predložil mnenje o predlagani vsebini referenčnega dokumenta BAT za sežiganje odpadkov. Navedeno mnenje je javno dostopno.

(3) Zaključki o BAT, navedeni v Prilogi k temu sklepu, so ključni element navedenega referenčnega dokumenta BAT.

(4) Ukrepi iz tega sklepa so v skladu z mnenjem odbora, ustanovljenega v skladu s členom 75(1) Direktive 2010/75/EU.

SPREJELA NASLEDNJE SKLEPE:

Člen 1

Sprejmejo se zaključki o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za sežiganje odpadkov, kot so navedeni v Prilogi.

Člen 2

Ta sklep je naslovljen na države članice.

V Bruslju, 12. novembra 2019

Za Komisijo
Karmenu VELLA
Član Komisije

⁽¹⁾ UL L 334, 17.12.2010, str. 17.
⁽²⁾ Sklep Komisije z dne 16. maja 2011 o vzpostavitvi foruma za izmenjavo informacij v skladu s členom 13 Direktive 2010/75/EU o industrijskih emisijah (UL C 146, 17.5.2011, str. 3).

Zašto energetska uporaba komunalnog otpada u Celju?

01

LOKALNI IZVOR
ENERGIJE

Doprinosi sigurnosti
opskrbe energijom
zamjenjujući fosilna
goriva.

02

SMANJENJE VELIKIH
KOLIČINA EMISIJA
CO₂ I METANA

Energija dobivena na
taj način doprinosi
zaštiti klimatskih
promjena.



03

UŠTEDA FOSILNIH
GORIVA

Učinkovita
alternativna opcija za
uštedu na uvozu
fosilnih goriva.



04

PRUŽA ODRŽIVU,
LOKALNU,
NISKOUGLIČNU,
POUZDANU I
ISPLATIVU ENERGIJU.

An aerial photograph of the Celje region in Slovenia. The image shows a mix of urban development, green fields, and a large mountain range in the background under a blue sky with scattered clouds. A prominent blue arrow with a white outline points from the bottom left towards the center of the image, specifically towards an industrial area. The text 'Toplarna Celje' is written in white on the blue arrow.

Toplarna Celje

Kronološki prikaz



- 2003. Konceptualni dizajn i razvoj regionalne strategije
- 2004. Program konceptualnog dizajna i investicioni program
- 2005. Studija uticaja na okoliš i promena prostornog plana
- 2006. **Ekološka dozvola**, tender, ugovor za izvođenje
- 2007. Dobivanje građevinske dozvole i izgradnja
- 2008. Završetak izgradnje
- 2009. Početak probnog rada
- 2010. **Dozvola za rad, preuzimanje u upravljanje**
- 2011. Povećanje količina u dozvoli sa 25.000 na 30.000 ton/a
- 2024. Povećanje količina u dozvoli sa 30.000 na 40.000 ton/a

Kapacitet

Laka frakcija (RDF) + mulj = **40.000 t/a**

- RDF izprethodno obrađenog komunalnog otpada u obliku lake frakcije (LF) iz MBO procesa s kalorijskom vrijednošću od **18 do 24 MJ/kg**
- mulj iz gradskog postrojenja za pročišćavanje otpadnih voda s maksimalno 25 % suhe tvari, čija je kalorijska vrijednost oko **1 MJ/kg**.

Ukupna kalorijska vrijednost smjese je u prosjeku oko 16 MJ/kg.



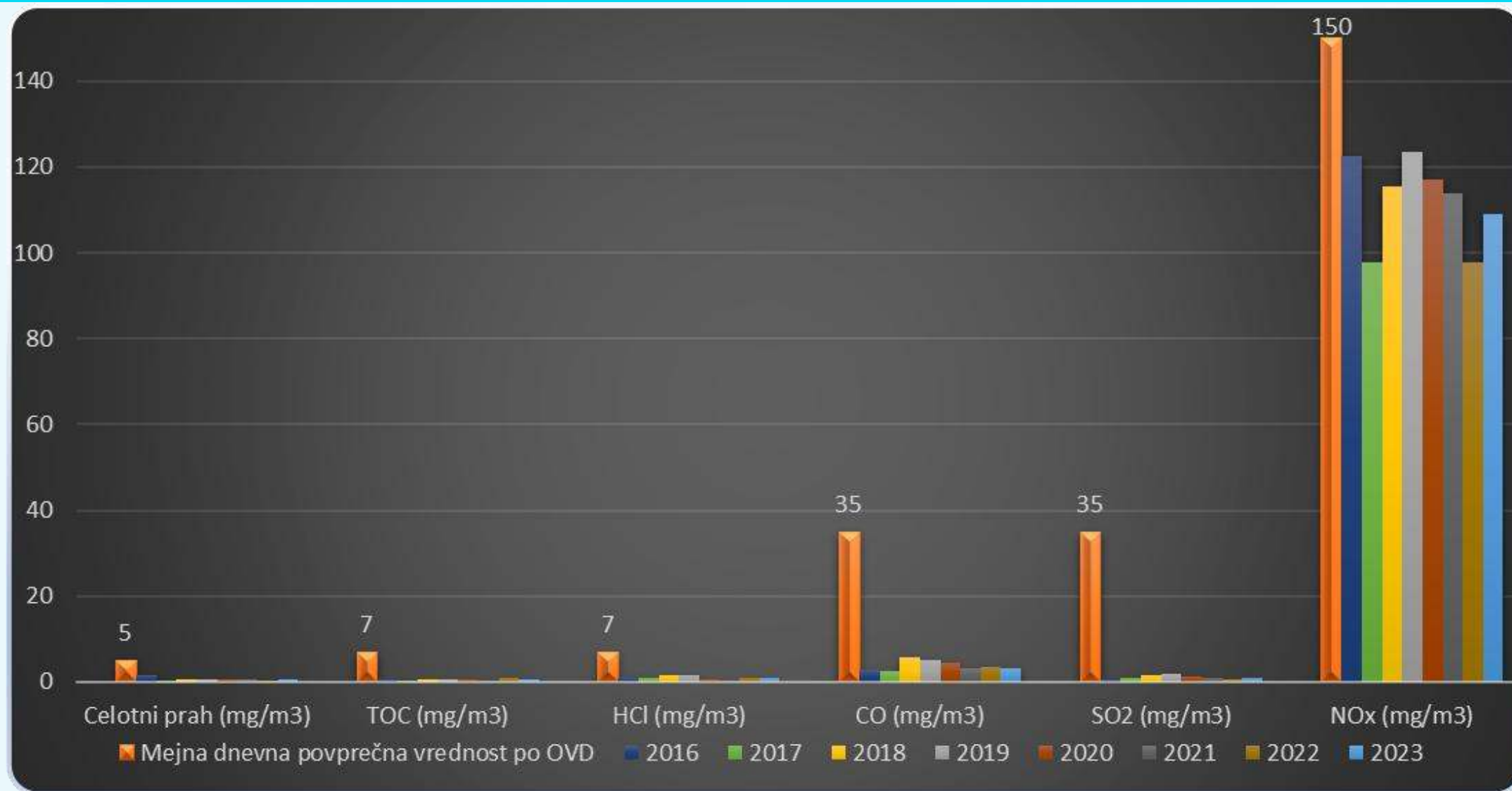
Tehničke karakteristike



- nominalni ukupni toplinski ulaz otpada 18 MW,
- minimalna temperatura izgaranja 850 °C, vrijeme zadržavanja 2 s
- parametri pare 20 t/h, 350°C i 28 bara
- snaga parnog kotla: 15 MWt
- snaga parne turbine: 2 MWe
- radni uvjeti: 24 sata dnevno, oko 8.000 sati godišnje

Emisije tvari u zrak

(prosečne DNEVNE vrijednosti)



TRI PORUKE ZA KRAJ

01 **W-t-E je sastavni dio hirarhije obrade otpada i sistema gospodarenja otpadom**

Rješenja bez W-t-E ne postoje.

02 **Nacionalne kapacitete i blizina termičke oporabe stvorenom otpadu**

Država mora sa deležnicima stvoriti mrežu uređaja adekvatne kapacitete.

03 **Korisno iskorištavanje energije**

Bez korisne upotrebe stvorene topote nema W-t-E.

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE

HVALA NA POZORNOSTI

PITANJA I RASPRAVA

prof. dr. FILIP KOKALJ

Fakulteta za strojništvo, Univerza v Mariboru

filip.kokalj@um.si • www.fs.um.si



WASTE TO ENERGY IV • SLAVONSKI BROD • 1.–2. LISTOPADA 2026.

OD OTPADA DO STRATEŠKE ENERGIJE