



MESTNA OBČINA MARIBOR  
ŽUPAN

Ulica heroja Staneta 1, SI-2000 Maribor  
T: +386.2.2201 000, E: mestna.obcina@maribor.si  
S: <http://www.maribor.si>  
Davčna številka: SI12709590, Matična številka: 5883369

Številka: 4102-723/2020-50  
Datum: 01.09.2021

**GMS – 504**

MESTNI SVET  
MESTNE OBČINE MARIBOR

**ZADEVA: PREDLOG ZA OBRAVNAVO NA 25. REDNI SEJI MESTNEGA SVETA  
MESTNE OBČINE MARIBOR**

NASLOV GRADIVA: Študija izvedljivosti za ravnanje z odpadnim blatom iz CČN Maribor

GRADIVO PRIPRAVIL: URAD ZA KOMUNALO, PROMET IN PROSTOR  
Sektor za komunalno in promet

GRADIVO PREDLAGA: Aleksander Saša Arsenovič, župan

POROČEVALEC: SL Consult, d.o.o.  
Dr. Boštjan Rajh  
Mag. Urška Hozjan  
Andraž Mlaker, Strokovni sodelavec VII/2-II

PREDLOG SKLEPA: **Mestni svet MOM se seznani z vsebino študije ravnanja z  
odpadnim blatom iz CČN Maribor.**

Aleksander Saša Arsenovič  
Župan





MESTNA OBČINA MARIBOR  
MESTNA UPRAVA  
URAD ZA KOMUNALO, PROMET IN PROSTOR  
Sektor za komunalno in promet

Številka: 4102-723/2020-50  
Datum: 01.09.2021

PODPISNI LIST  
PREDLOGA ZA OBRAVNAVO NA 25. REDNI SEJI MESTNEGA SVETA  
MESTNE OBČINE MARIBOR

Naslov gradiva:	Vnesite točen naslov gradiva
Priloge gradiva (navedba morebitnih prilog):	1. Studija izvedljivosti za ravnanje z odpadnim blatom, avgust 2021

Pregledali in parafirali:

Podpisniki	Ime in priimek podpisnika	Pristojen organ	Datum	Podpis tistega, ki podpiše oz. parafira
Gradivo pripravil-a:	SL Consult, d.o.o. Dr. Boštjan Rajh Mag. Urška Hozjan Andraž Mlaker, Strokovni sodelavec VII/2-II		1.9.2021	
Gradivo pregledal-a vodja organa in morebitni vodja NOE:	Suzana Fras Vodja urada		2.9.2021	
Gradivo usklajeno s pristojnimi organi (če je gradivo pripravljeno izven MOM):				
Dodatni pregled na predlog pripravljavca				
Dokument parafiral podžupan: (obkrožite tistega, ki je odgovoren za vaše področje)	Dr. Samo Peter Medved	Kabinet župana		

Gradivo prejela služba MS v fizični in elektronski obliki	Rosana Klančnik	Služba za delovanje mestnega sveta	2.9.2021	
---	-----------------	------------------------------------	----------	--

Gradivo pregledala direktorica MU	Mag. Nataša Rodošek	Kabinet župana		
-----------------------------------	---------------------	----------------	--	--

## Obrazložitev:

Odlaganje komunalnega blata na odlagališčih je v Evropi prepovedano že nekaj let. Proizvajalci zato iščejo nove možnosti predelave, ki bodo okoljsko in finančno sprejemljive. S problematiko ravnanja z odpadnim blatom se srečuje tudi Mestna občina Maribor, saj se na CČN Maribor letno proizvede okrog 13.000 ton odpadnega dehidriranega blata.

Stroški za obdelavo in odvoz komunalnega blata predstavljajo velik del obratovalnih stroškov CČN Maribor, zato je namen predmetne študije izvedljivosti obdelati področje racionalnega, ekonomsko optimalnega in okoljsko sprejemljivega ravnanja z odpadnim (komunalnim) blatom (odpadek s klasifikacijsko številko 19 08 05).

Upravljanje s CČN Maribor (Dogoše) izvaja podjetje Aquasystems d.o.o.. Ravnanje z odpadnim blatom izvaja podjetje Energetika Maribor, d.o.o.. Za koncesionarja Energetiko Maribor d.o.o., izvaja odvažanje blata iz CČN Maribor, družba Surovina d.o.o., ki trenutno odvažata blato čez mejo naše države. Transport blata v sežigalnice čez mejo je okoljsko, cenovno in etično nesprejemljiva rešitev, saj bi morala za svoje odpadke država poskrbeti sama.

Zagotavljanje obveznega ravnanja z nastalim komunalnim blatom predstavlja velik strošek za vse nosilce te gospodarske javne službe. Namen priprave študije izvedljivosti je, v okviru Uredbe o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12, 109/12, 76/17 in 78/19), določiti primerno tehnologijo ravnanja z odpadnim blatom (ali kombinacija več teh) ter njeno izvedljivost za področje Mestne občine Maribor, ki obsega prispevno območje CČN Maribor oziroma naselja Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Rogoza, Duplek, del Hoč in Slivnice.

## ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA

Z letom 2019, ko se je madžarski trg zaprl, se je Slovenija resno pričela soočati s problematiko končnega ravnanja z blatom. Trenutne cene za predajo blata v končno ravnanje so se močno dvignile, vse do 240 EUR/t predanega blata. Trenutno prevzemna cena za blato iz CČN Maribor je 169 EUR/t.

Večina večjih ČN v Sloveniji išče zainteresiranega ponudnika za končno ravnanje z blatom preko javnega naročila. V veliki večini se na javna naročila prijavljajo podjetja kot so Saubermacher d.o.o., Koto d.o.o., Surovina d.o.o. in Kostak d.d., ki nato poskrbijo za končno rešitev ravnanja z blatom. Na javna naročila za odstranitev blata iz CČN Maribor se je v preteklosti večinoma prijavil le en ponudnik, kar kaže na to, da v Sloveniji ni zainteresiranih prevzemnikov, blato pa se nato v največji meri izvažata v tujino na sežig ali sosežig. Točnih informacij kje dejansko končna prevzeta blato iz ČN po Sloveniji namreč ni in jih prevzemniki ne razkrivajo. V zadnjih letih se je nabor držav, ki še sprejemajo blato v končno obdelavo namreč zelo skrčil, posledično pa se je močno povečala cena.

Kratkoročno in dolgoročno ni za pričakovati znižanje cene za končno ravnanje z blatom. Ravno nasprotno, kratkoročno se pričakuje celo dvig cene, saj so možnosti za končno obdelavo blata v tujini zelo omejene. Za blato iz CČN Maribor je smiselno najti lastno dolgoročno rešitev, saj ga trenutno letno nastane kar 13.000 ton, cena za predajo blata v končno ravnanje pa je vedno višja. Izbrana rešitev pa mora biti v skladu s smernicami EU in trenutno veljavnim Programom ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov RS iz leta 2016 (št. 35402-1/2016/6 z dne 30. 6. 2016).

## ANALIZA VARIANT

Izhodiščna količina odvečnega blata za analizo variant je bila 15.000 t/leto (23% suhe snovi). Študija izvedljivosti obravnava naslednje variante:

- **Varianta 1:** Anaerobna obdelava (**Priloga 7**)
- **Varianta 2:** Anaerobna obdelava s termično hidrolizo (**Priloga 8**)
- **Varianta 3:** Sušenje blata (**Priloga 9**)
- **Varianta 4:** Sosežig blata (**Priloga 10**)
  - **Varianta 4a:** Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
  - **Varianta 4b:** Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
  - **Varianta 4c:** Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji in
  - **Varianta 4d:** Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji
- **Varianta 5:** Monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja (**Priloga 11**)
  - **Varianta 5a:** Izgradnja manjše monosežigalnice za potrebe MOM
    - **Varianta 5a.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
    - **Varianta 5a.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja
  - **Varianta 5b:** Izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije
    - **Varianta 5b.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
    - **Varianta 5b.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja
- **Varianta 6:** Napredne tehnologije: piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija (**Priloga 12**)
- **Varianta 7:** Predelava blata v trdno gorivo (**Priloga 13**)
- **Varianta 8:** Predelava blata v gradbene kompozite (**Priloga 14**)
  - **Varianta 8a:** Dogošje
  - **Varianta 8b:** AQS
  - **Varianta 8c:** Pobrežje
- **Varianta 9:** Uporaba blata v kmetijstvu (**Priloga 15**)

## IZBOR NAJPRIMERNEJŠE VARIANTE

Za izbor najprimernejše variante končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor je potrebno izhajati iz vidika, da se izbere takšna končna rešitev, ki zagotavlja dolgoročno neodvisnost od drugih in da se nastalo odvečno blato tudi končno ustrezno obdeli znotraj MOM ali Slovenije. Izbrana najprimernejša varianta mora biti dolgoročna in sprejemljiva tako iz tehničnega in okoljskega, ekonomskega kot tudi zakonodajnega vidika.

Nekatere države v Evropi so že opredelile v svoji zakonodaji glede obvez za pridobivanje fosforja iz odvečnega blata, ki nastaja na ČN. V Sloveniji je vlada RS to predvidela v Programu ravnanja z odpadki in programu preprečevanja odpadkov, ki ga je sprejela leta 2016. Prav tako je Slovensko društvo za zaščito voda leta 2020 ustanovilo strokovno skupino za reševanje problematike blata iz ČN, ki se aktivno ukvarja s to tematiko in išče možno končno rešitev ter strategijo končnega ravnanja z blatom. Pri izboru najprimernejše variante je potrebno upoštevati, da bo morala tudi Slovenija kot članica EU slediti temu, kar se trenutno že dogaja po Evropi, kjer pripravljajo predpise, da je treba iz odvečnega blata izločati fosfor.

Možni scenariji končne dolgoročne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor so lahko kombinacija predhodno predstavljenih variant s ciljem doseganja najoptimalnejše rešitve:



## SCENARIJ A)

### Varianta 3 – sušenje blata + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM:

izvedba investicije v sistem sušenja dehidriranega blata –osušitev dehidriranega blata na 90 % s.s. in po letu 2027 obdelavo v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki ga načrtuje postaviti MOM (v prehodnem obdobju do leta 2027 pa predaja v končno ravnanje na sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo). Pogoji: vsebnost fosforja v odvečnem blatu mora biti manjša od 20 g P/kg s.s., da se lahko takšna rešitev smatra kot dolgoročna (EU strategija glede izločanja/pridobivanja fosforja iz blata).

Tabela 1: Karakteristike Scenarija A.

SCENARIJ A	
Investicijski stroški - Scenarij A (EUR)	-2.572.500
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-577.677
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 3.833 t - po izvedbi projekta (EUR)	-421.630
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	2.675.400
Letni neto prihranek (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata + delovanja ČN - (dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata) (EUR)	2.000.693
Doba vračanja (leta)	1,50
NSV stroškov (EUR)	22.882.023,41
Interna stopnja donosa (%)	64%
TEHNIČNE SPECIFIKACIJE VARIANTE	
Vir toplote za sušenje blata	toplotna črpalka
Poraba električne energije za sušenje blata	4.578 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	1 oseba; 8h/teden
Količina blata za predajo v končno ravnanje (90% suhe snovi)	3.833 t/leto

## SCENARIJ B)

### Varianta 2 – anaerobna obdelava s termično hidrolizo + vključitev ustrezne tehnološke rešitve za izločanje fosforja v sklopu čiščenja na ČN + Varianta 3 – sušenje blata (za količino blata, ki bo nastala po Varianti 2) + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM

V primeru, da je vsebnost fosforja v odvečnem blatu iz CČN Maribor večja od 20 g P/kg s.s. je iz vidika vamosti pričakovanih zakonodajnih sprememb in smernic EU najbolj smiselna izvedba investicije anaerobne obdelave blata skupaj s termično hidrolizo in vključitev ustrezne tehnološke rešitve za izločanje fosforja že v sklopu čiščenja na ČN (predstavljeno v Prilogi 16–Recikliranje fosforja), da se zagotovi vsebnost fosforja v odvečnem blatu pod 20 g P/kg s.s. (investicija v ta del se lahko izvede naknadno, ko bo to v Sloveniji postalo zakonsko obvezno). V primeru vključitve Variante 3 se priporoča izbrati takšen sistem sušenja, ki omogoča uporabo toplote iz kogeneracije in bo na voljo po izvedbi Variante 2. S tem bodo obratovalni stroški sistema sušenja dolgoročno minimalni. Blato se po letu 2027 preda v končno obdelavo v objekt za energijsko izrabo odpadkov, ki ga načrtuje postaviti MOM (v prehodnem obdobju do leta 2027 pa se predvidi predaja blata v končno ravnanje na sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo).

Po izvedbi variante 2 je ocenjena pričakovana količina odvečnega blata v količini 6.150 ton/leto s povprečno 30 % vsebnostjo suhe snovi. V tehnološkem sklopu kogeneracije se bo s pomočjo generatorja, ki za primarni vir uporablja bioplin, proizvedla električna energija in se bo koristila za potrebe delovanja čistilne naprave. Stranski produkt je toplota, ki se uporabi za proizvodnjo pare v procesu termične hidrolize in ogrevanja gnilišč. Obstaja možnost dodatnega zmanjšanja količine odvečnega blata na 2.050 t/leto (90 % suhe snovi) z vključitvijo sistema sušenja. V tem primeru je potrebno vgraditi kogeneracijo na bioplin in zemeljski plin, da se zagotovi zadostna količina toplote iz kogeneracije, ki je potrebna za proces sušenja.

Posledično se bo povečala tudi proizvodnja električne energije iz kogeneracije in bo zadoščala za pokrivanje celotnih potreb delovanja čistilne naprave in sistema sušenja. Na trgu takšen sistem sušenja z uporabo toplote iz kogeneracije ponujata na primer podjetji ELIQUO STULZ (sušilnik se trži pod imenom EloDry®) in HUBER iz Nemčije.

**Tabela 2: Karakteristike Scenarija B.**

<b>SCENARIJ B</b>	
Investicijski stroški - Scenarij B (EUR)	-11.103.250
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-1.281.518
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 2050 t - po izvedbi projekta (EUR)	-225.500
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	-14.247.900
Letni neto prihranek (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata + delovanja ČN - dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata) (EUR)	<b>2.917.595</b>
Doba vračanja (leta)	4,22
NSV stroškov (EUR)	22.493.292
Interna stopnja donosa (%)	22%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE SCENARIJA</b>	
Količina proizvedene toplotne energije iz kogeneracije bioplin+zemeljski plin	Zadošča za pokrivanje celotnih potreb delovanja ČN (termična hidroliza, ogrevanje gnilišč in objektov) in sistem sušenja
Količina proizvedene električne energije iz kogeneracije bioplin+zemeljski plin	Zadošča za pokrivanje celotnih potreb delovanja ČN in sistem sušenja
Poraba zemeljskega plina	8.760 MWh/leto
Vir toplote za sušenje blata	kogeneracija
Poraba toplotne energije za sušenje blata na 90% suhe snovi (uporaba iz kogeneracije)	3.383 MWh/leto
Poraba električne energije za sušenje blata na 90% suhe snovi (uporaba iz kogeneracije)	164 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	
Potrebno število novo zaposlenih	dodatno 4 osebe (poleg obstoječih 16 zaposlenih)
Količina blata za predajo v končno ravnanje (90% suhe snovi)	2.050 t/leto

## SCENARIJ C)

### Varianta 5 – monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja

Izvedba investicije v monosežigalnico + kasnejša investicija v tehnološko rešitev za pridobivanje fosforja iz pepela – predstavljeno v študiji izvedljivosti, poglavje 6.5.1 Pridobivanje fosforja in možnost njegove uporabe (načrtovano po letu 2030, ko bodo tehnološke rešitve komercialno dostopne, do takrat pa skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice). V primeru postavitve manjše monosežigalnice ni potrebe po predhodni izvedbi investicije v sistem sušenja (Varianta 3), saj se bi investicija lahko izvedla že pred načrtovanim letom 2027 (realno mogoče računati že za leto 2024 ali 2025), v kolikor MOM prične vse aktivnosti za izvedbo investicije še v letu 2021. V primeru postavitve večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije, pa bi bilo smiselno razmisliti o predhodni investiciji v sistema sušenja (Varianta 3) + izvedba morebitne nadgradnje CČN na anaerobno obdelavo blata skupaj s termično hidrolizo (Varianta 2), saj ni garancije, da bo prišlo do realizacije večje monosežigalnice v letu 2027 (obstaja več vplivnih faktorjev, ki lahko ogrozijo izvedbo takšne investicije). V prehodnem obdobju do postavitve monosežigalnice pa se predvidi predaja blata v končno ravnanje na sosežig v cementarno v kolikor se odvečno blato predhodno osuši ali v sežigalnico odpadkov v Avstrijo, ki lahko sprejme tako vlažno ali osušeno blato.

**Tabela 3: Karakteristike Scenarija C – primer male monosežigalnice.**

<b>SCENARIJ C - mala monosežigalnica za potrebe MOM</b>	
Investicijski stroški - Scenarij C (EUR)	-8.400.000
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-715.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Predvideni letni prihodki iz naslova toplote po izvedbi projekta (EUR)	135.000
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	3.360.000
Letni neto prihranek (obstoječi str.dispozicije odp.blata + delovanja ČN - (dodatni letni OPEX - prihodki) (EUR)	2.420.000
Doba vračanja (leta)	3,86
NSV stroškov (EUR)	15.928.934
Interna stopnja donosa (%)	22%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE VARIANTE</b>	
Količina proizvedene toplotne energije za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	4.500 MWh/leto
Količina proizvedene električne energije za oddajo v omrežje	0 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	4 osebe
Količina ostankov čiščenja dimnih plinov (nevarni odpadki)	100 t/leto
Količina pepela (uporaba za pridobivanje fosforja)	2.000 t/leto

**Tabela 4: Karakteristike Scenarija C – primer velike monosežigalnice.**

<b>SCENARIJ C - velika monosežigalnica za potrebe celotne države</b>	
Investicijski stroški - Scenarij C (EUR)	-52.500.000
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-3.325.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Predvideni letni prihodki iz naslova električne energije in toplote po izvedbi projekta (EUR)	1.331.250
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	21.000.000
Letni neto prihranek (15% participacija MOM glede na količino blata) (EUR)	2.700.938
Doba vračanja (leta)*	3,31
NSV stroškov (EUR)*	18.660.424
Interna stopnja donosa (%)*	25%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE SCENARIJA</b>	
Količina proizvedene toplotne energije za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	33.750 MWh/leto
Količina proizvedene električne energije za oddajo v omrežje	6.375 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	12 oseb
Količina ostankov čiščenja dimnih plinov (nevami odpadki)	700 t/leto
Količina pepela (uporaba za pridobivanje fosforja)	15.000 t/leto

\* Pri izračunu je upoštevan delež oz. participacija MOM glede na količino blata

S finančnega vidika je najprimernejši izbor scenarija A, vendar pa obstaja tveganje, da se do leta 2027 v Mestni občini Maribor ne izvede objekt za energijsko izrabo odpadkov kot je to načrtovano v scenariju. Prav tako obstaja tveganje bodočih zakonodajnih usmeritev in sprememb glede izločanja/pridobivanja fosforja iz blata. Druga najboljša rešitev je Scenarij B, ki poleg finančne sprejemljivosti predstavlja tudi optimalno rešitev iz vidika varnosti pričakovanih zakonodajnih sprememb in smernic EU na področju obveze izločanja fosforja iz odpadnega blata.

**Tabela 5: Finančna primerjava scenarijev**

Karakteristike scenarijev	Scenarij A	Scenarij B	Scenarij C
Investicijski stroški (EUR)	-2.572.500,00	-11.103.250,00	-8.400.000,00
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-577.676,70	-1.281.518,00	-715.000,00
Letni neto prihranek (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata + delovanja ČN - (dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata -prihodki) (EUR)	2.000.693	2.917.595	2.420.000
Doba vračanja (leta)	1,55	4,22	3,86
NSV stroškov (EUR)	22.793.522,82	22.493.291,80	15.928.933,65
Interna stopnja donosa (%)	63,37%	21,72%	21,62%

Izbor najprimemnejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor je odvisen predvsem od vsebnosti fosforja v odvečnem blatu. V zadnjih desetih letih se je vsebnost fosforja v odvečnem blatu izmerila le petkrat (leto 2010, 2011 in 2012: 37,00 g P/kg s.s., leto 2013: 41,20 g P/kg s.s. in leto 2020: 19,935 g P/kg s.s.), kar so zelo nezanesljivi podatki. Pred končno odločitvijo izbora najprimernejšega scenarija se priporoča čim prej pristopiti k spremljanju in izvedbi analize vsebnosti fosforja v odvečnem blatu na mesečni ravni in na podlagi rezultatov analize sprejeti končno odločitev najprimernejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom.



# RAVNANJE Z ODPADNIM BLATOM IZ CČN MARIBOR

ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI

Naročnik:



MESTNA OBČINA MARIBOR

Izdelovalec:

SL CONSULT d.o.o.

avgust 2021



Člani projektnega tima s strani naročnika:

**dr. Samo Peter Medved, univ. dipl. inž. grad.**

**Suzana Fras, univ. dipl. gosp. inž.**

**Andraž Mlaker, univ. dipl. inž. grad.**

Člani projektnega tima s strani izvajalca:

**doc. dr. Boštjan Rajh, univ. dipl. inž. str.**

**dr. Uroš Krajnc, univ. dipl. inž. grad.**

**dr. Maša Ignjatović, univ. dipl. biol.**

**mag. Urška Hozjan, univ. dipl. ek.**

**Iztok Frank, univ. dipl. ek.**

Podatki o naročilu:

NAROČNIK:	<b>MESTNA OBČINA MARIBOR</b> , Ulica heroja staneta 1, 2000 Maribor
IZVAJALEC:	<b>SL CONSULT d.o.o.</b> , Dimičeva ulica 9, SI-1000 Ljubljana
Št. pogodbe	4102-723/2020-33
Datum pogodbe	20. 11. 2020
Datum uvedbe v delo	09. 12. 2020
Predmet pogodbe	Izdelava študije izvedljivosti ravnanja z odpadnim blatom iz CČN Maribor
Verzija dokumenta	03
Datum dokumenta	avgust 2021



## KRATICE

CČN	Centralna čistilna naprava
ČN	Čistilna naprava
GJS	Gospodarska javna služba
EU	Evropa
EUR	Euro (valuta)
JZP	Javno-zasebno partnerstvo
MČN	Mala čistilna naprava
MOM	Mestna občina Maribor
SURS	Statistični urad Republike Slovenije
TČ	Toplotna črpalka



## KAZALO VSEBINE

1	POVZETEK ŠTUDIJE IZVEDLJIVOSTI .....	1
2	UVOD.....	2
2.1	NAZIV PROJEKTA.....	2
2.2	OPIS PROJEKTA .....	2
2.3	CILJI PROJEKTA.....	3
3	INSTITUCIONALNA ANALIZA.....	3
3.1	ADMINISTRATIVNI OKVIR .....	5
3.1.1	Predstavitev izvajalcev na področju ravnanja z blatom .....	8
3.1.2	Predstavitev izvajalcev GJS odvajanje in čiščenje komunalnih in padavinskih voda.....	9
4	ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA NA PODROČJU RAVNANJA Z BLATOM .....	9
4.1	SOCIO-EKONOMSKA ANALIZA VPLIVNEGA PODROČJA .....	10
4.2	OPIS CČN MARIBOR .....	11
4.2.1	Opis čistilne naprave .....	11
4.3	KARAKTERISTIKE BLATA .....	13
4.3.1	Analiza blata - struktura komunalnega blata in dobljeni parametri .....	13
4.3.2	Količina blata .....	15
4.4	ANALIZA STROŠKOV DOSEDANJE PRAKSE RAVNANJA Z BLATOM IN MOREBITNIH BODOČIH PRIHRANKOV.....	18
5	ANALIZA POVPRŠEVANJA.....	18
5.1	PROJEKCIJA PRODUKCIJE BLATA NA CČN MARIBOR.....	18
5.2	POTENCIALNI DRUGI VIRI ODPADNEGA BLATA .....	19
5.2.1	Možnosti povezav z ostalimi generatorji komunalnega blata.....	19
5.3	ODVOZ BLATA NA DRUGE LOKACIJE OZIROMA DRUGIM SUBJEKTOM Z DEJAVNOSTJO RAVNANJA Z BLATOM .....	20
5.4	IZHODIŠČNA KOLIČINA BLATA ZA ANALIZO VARIANT.....	21
6	ANALIZA VARIANT OBDELAVE, TRANSPORTA IN DISPOZICIJE BLATA .....	22
6.1	VARIANTA 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU .....	23
6.2	VARIANTA 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO.....	24
6.3	VARIANTA 3 – SUŠENJE BLATA .....	27
6.4	VARIANTA 4 – SOSEŽIG BLATA.....	32
6.5	VARIANTA 5 - MONOSEŽIG BLATA.....	35
6.5.1	Pridobivanje fosforja in možnost njegove uporabe .....	37
6.5.2	Možnosti monosežiga blata iz CČN Maribor .....	39





6.5.3	Okvirne količine energetske vrednosti glede na razpoložljive količine in izbrano tehnologijo termične obdelave blata - monosežig .....	43
6.5.4	Stroškovna ocena .....	44
6.6	VARIANTA 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA 46	
6.7	VARIANTA 7 - PREDELAVA BLATA V TRDNO GORIVO .....	50
6.8	VARIANTA 8 - PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE .....	52
6.9	VARIANTA 9 - UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA) .....	56
6.10	MOŽNOST KOMBINIRANIH SISTEMOV (UPORABA PRINCIPOV KROŽNEGA GOSPODARSTVA KOT INSTRUMENTA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA).....	58
7	PREGLED SPREJEMLJIVIH VARIANT TER NJIHOVIH KOMBINACIJ .....	61
7.1	SWOT ANALIZA POSAMEZNE VARIANTE .....	67
7.2	PREGLEDNICA SPREJEMLJIVIH VARIANT ZA NADALJNO OBRAVNAVO.....	72
7.3	EKONOMSKO FINANČNO OVREDNOTENJE VARIANT S PRIKAZOM FINANČNIH KAZALNIKOV IN POVRAČILNIH DOB POSAMEZNE VARIANTE .....	73
7.3.1	Finančna analiza variante 1 - anaerobne obdelave odpadnega blata na izvoru .....	73
7.3.2	Finančna analiza variante 2 - anaerobna obdelava blata s termično hidrolizo .....	73
7.3.3	Finančna analiza variante 3 – sušenje blata .....	74
7.3.4	Finančna analiza variante 4 – sosežig blata.....	74
7.3.5	Finančna analiza variante 5 – monosežig blata.....	75
7.3.6	Finančna analiza variante 8 – predelava blata v gradbene kompozite .....	77
8	CENOVNA POLITIKA IN VPLIVI POSAMEZNIH TEHNOLOGIJ NA CENO.....	78
8.1	CENOVNI VIDIK RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM S PREDSTAVITVIJO CENE KONČNE DISPOZICIJE BLATA	79
9	IZBOR NAJPRIMERNEJŠE VARIANTE .....	83
9.1	PREDSTAVITEV NAJPRIMERNEJŠE VARIANTE OZIROMA SCENARIJEV .....	83
9.2	ANALIZA MOŽNOSTI REALIZACIJE IZBRANE VARIANTE.....	87
10	PRIMERI DOBRE PRAKSE .....	88
11	ZAKLJUČEK .....	90
12	PRILOGE .....	92



**PRILOGE:**

- PRILOGA 1: Projektna naloga
- PRILOGA 2: Predstavitev izvajalcev na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode ter na področju ravnanja z odpadnim blatom
- PRILOGA 3: Evropske direktive in nacionalna zakonodaja
- PRILOGA 4: Podrobna demografska in gospodarska analiza
- PRILOGA 5: Podroben opis centralne čistilne naprave Maribor
- PRILOGA 6: Analiza blata – Struktura komunalnega blata in parametri
- PRILOGA 7: Podroben opis variante 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU
- PRILOGA 8: Podroben opis variante 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO
- PRILOGA 9: Podroben opis variante 3 – SUŠENJE BLATA
- PRILOGA 10: Podroben opis variante 4 – SOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 11: Podroben opis variante 5 – MONOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 12: Podroben opis variante 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA
- PRILOGA 13: Podroben opis variante 7 – PREDELAVA BLATA V TRDO GORIVO
- PRILOGA 14: Podroben opis variante 8 – PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPONENTE
- PRILOGA 15: Podroben opis variante 9 – UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)
- PRILOGA 16: Podroben opis možnosti kombiniranih sistemov (uporaba principov krožnega gospodarstva kot instrumenta trajnostnega razvoja)
- PRILOGA 17: Ekonomsko finančno ovrednotenje variant
- PRILOGA 18: Načrt ravnanja z odpadki
- PRILOGA 19: Analiza možnosti realizacije izbrane variante



## 1 POVZETEK ŠTUDIJE IZVEDLJIVOSTI

Odvečno blato predstavlja največji delež odpadkov na CČN Maribor. Ker v Sloveniji slednjega ni več dovoljeno odlagati na odlagališča in ker je Madžarska ustavila uvoz tega odpadka s tem pa je cena ravnanja z odpadnim blatom enormno poskočila, se je Mestna občina Maribor odločila s predmetno študijo izvedljivosti analizirati možnosti različnih tehnologij obdelave odpadnega blata oziroma celostne izrabe tega materiala, s ciljem poiskati rešitev, ki bo finančno, prostorsko in okoljsko najsprejemljivejša, hkrati pa bo imela učinek na znižanje končne cene ravnanja z odpadnim blatom, ki bremeni občane MOM.

V predmetni študiji izvedljivosti je najprej obravnavan **institucionalni vidik** projekta z opisom evropskih direktiv ter nacionalne zakonodaje, predpisov in uredb. Prikazane so zakonodajne prakse Švice, Nemčije, Nizozemske in Avstrije. V Sloveniji je področje ravnanja z odpadnim blatom iz CČN del dejavnosti širše opredeljene javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, zato je institucionalno obravnavano tudi to področje. Administrativni okvir je prikazan skozi shemo relacij med deležniki v MOM, ki so v nadaljevanju podrobneje predstavljeni tako iz pravnega kot tudi iz finančnega vidika analize posameznega podjetja. Poglavje institucionalne analize vsebuje predstavitev oblik javno-zasebnega partnerstva in javno-javnega partnerstva z zakonodajo s tega področja.

**Analiza obstoječega stanja** na področju ravnanja z blatom je pripravljena za področje Mestne občine Maribor z vidika socio-ekonomske analize, ki je osnova za načrtovanje v okviru poglavja analize povpraševanja. Podrobneje je predstavljena CČN Maribor ter karakteristike blata s količinami slednjega v obdobju 2004 – 2020. Poglavje zaključuje analiza cen na področju ravnanja z blatom.

Projekcija produkcije blata na CČN Maribor je izvedena na podlagi predhodno analiziranih podatkov in predstavljena v poglavju **analize povpraševanja**, kjer smo predvideli letno količino odpadnega blata okrog 15.000 ton. Omenjena količina je v študiji opredeljena kot izhodiščna količina blata za **analizo variant obdelave, transporta in dispozicije blata**, ki sledi poglavju.

Variantno so obdelane različne rešitve zmanjšanja količine odpadnega blata na izvoru (anaerobna obdelava, anaerobna obdelava s termično hidrolizo, sušenje blata), ki imajo vpliv na zmanjšanje končnega stroška ravnanja z blatom, medtem ko v celoti ne dajejo celostne rešitve končne dispozicije odpadnega blata. V ta namen se je dodatno analiziralo variante sosežiga ter monosežiga odpadnega blata, pirolize, uplinjanja in hidrotermalne karbonizacije. Analiza prav tako obravnava predelavo blata v trdo gorivo ter v gradbene kompozite in analizira možnosti uporabe blata v kmetijstvu. Na koncu poglavja so predstavljene še druge možne tehnične rešitve ravnanja z odvečnim blatom, vidik kombiniranih sistemov in krožnega gospodarstva ter pilotni projekti, ki pa vključujejo nadaljnje laboratorijske in druge analize in niso del predlaganih variant.

**Pregled sprejemljivih variant ter njihovih kombinacij** je končni pregled predlaganih primernih variant optimizacije procesa ravnanja z odpadnim blatom CČN Maribor. V SWOT analizi so povzete bistvene značilnosti posamezne predlagane variante, ki so nato še finančno ovrednotene s prikazom finančnih kazalnikov in povračilnih dob.



Strošek odstranjevanja blata iz Centralne čistilne naprave predstavlja delež cene v sklopu gospodarske javne službe obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor. Ta pa je z majem 2020 postal precejšnji strošek gospodinjstev v Mestni občini Maribor, saj se je strošek ravnanja s komunalnim blatom dvignil predvsem zaradi zapiranja meja Madžarske, kamor se je odvažalo blato iz CČN. Zaradi pomembnosti cenovnega vidika do končnega potrošnika smo delu vpliva posamezne predlagane variante namenili poglavje **cenovne politike** v katerem je prikazan predviden vpliv na končno ceno ravnanja z odpadnim blatom.

Deveto poglavje študije izvedljivosti je namenjeno predstavitvi najprimernejše variante s prikazom možnosti izvedbe izbrane variante.

Študija izvedljivosti se zaključuje z Načrtom ravnanja z odpadki in predstavitvijo primerov dobre prakse v Sloveniji. Zaključek kratko povzame obravnavano v študiji. Podrobna vsebina posameznega poglavja študije je razvidna iz priloženih prilog.

## 2 UVOD

Študija izvedljivosti ravnanja z odpadnim blatom iz CČN Maribor kot del strateško-razvojne dokumentacije, ki jo pripravlja Mestna občina Maribor (MOM), bo smiselno predvidela ekološko najprimernejše in ekonomsko najsprejemljivejše variante za ravnanje z odpadnim blatom centralne čistilne naprave Maribor (Dogoše), ob upoštevanju dolgoročnosti rešitve.

### 2.1 NAZIV PROJEKTA

Naziv projekta je »Ravnanje z odpadnim blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor«.

### 2.2 OPIS PROJEKTA

Odlaganje komunalnega blata na odlagališčih je v Evropi prepovedano že nekaj let. Proizvajalci zato iščejo nove možnosti predelave, ki bodo okoljsko in finančno sprejemljive. S problematiko ravnanja z odpadnim blatom se srečuje tudi Mestna občina Maribor, saj se na CČN Maribor letno proizvede okrog 13.000 ton odpadnega dehidriranega blata.

Stroški za obdelavo in odvoz komunalnega blata predstavljajo velik del obratovalnih stroškov CČN Maribor, zato je namen predmetne študije izvedljivosti obdelati področje racionalnega, ekonomsko optimalnega in okoljsko sprejemljivega ravnanja z odpadnim (komunalnim) blatom (odpadek s klasifikacijsko številko 10 08 05).

Upravljanje s CČN Maribor (Dogoše) izvaja podjetje Aquasystems d.o.o.. Ravnanje z odpadnim blatom izvaja podjetje Energetika Maribor, d.o.o.. Za koncesionarja Energetiko Maribor d.o.o., izvaja odvažanje blata iz CČN Maribor, družba Surovina d.o.o., ki trenutno odvažata blato čez mejo naše države. Transport blata v sežigalnice čez mejo je okoljsko, cenovno in etično nesprejemljiva rešitev, saj bi morala za svoje odpadke država poskrbeti sama.





Zagotavljanje obveznega ravnanja z nastalim komunalnim blatom predstavlja velik strošek za vse nosilce te gospodarske javne službe. Namen priprave študije izvedljivosti je, v okviru Uredbe o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12, 109/12, 76/17 in 78/19), pripraviti smiselno in izvedljivo oceno in rešitev ravnanja z odpadnim blatom CČN Maribor.

## 2.3 CILJI PROJEKTA

Cilj projekta je določiti primerno tehnologijo ravnanja z odpadnim blatom (ali kombinacija več teh) ter njeno izvedljivost za področje Mestne občine Maribor, ki obsega prispevno območje CČN Maribor oziroma naselja Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Rogoza, Duplek, del Hoč in Slivnice.

## 3 INSTITUCIONALNA ANALIZA

Državni zbor Republike Slovenije je z Zakonom o varstvu okolja določil nacionalne in operativne programe varstva okolja. Ministrstvo za okolje in prostor je v sodelovanju z ostalimi ministrstvi pripravilo nacionalni program varstva okolja, ki določa cilje in ukrepe, prednostne naloge ter usmeritve za razvoj dejavnosti in javnih služb. Prav tako je pripravilo operativne programe, ki so jih morale za svoja območja sprejeti občine ali širša lokalna skupnost.

V Zakonu o varstvu okolja so prav tako določene obvezne državne gospodarske javne službe varstva okolja ter obvezne občinske gospodarske javne službe varstva okolja, med katerimi je tudi ravnanje z odpadnim blatom kot del dejavnosti odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode.

Za spremljanje stanja na področju varstva okolja je Državni zbor ustanovil Svet za varstvo okolja Republike Slovenije. Državni in občinski organi, izvajalci javnih služb in nosilci javnih pooblastil na področju varstva okolja morajo Svetu na njegovo zahtevo posredovati okoljske in druge podatke, ki jih potrebuje za svoje delo.

Načini in oblike izvajanja javne službe so opredeljeni v Zakonu o gospodarskih javnih službah.

Lokalne gospodarske javne službe varstva okolja zadovoljujejo nekatere temeljne materialne potrebe dela in bivanja v naseljih. To med drugim pomeni, da imajo te službe svojstvene značilnosti, ki deloma izhajajo iz dejstva, da so vezane na naselja oziroma poselitev. Prostorske, naravne in siceršnje raznolikosti naselij in njihova frekvenčna distribucija ter druge značilnosti poselitve v Sloveniji močno vplivajo na obseg in strukturo izvajanja lokalnih javnih služb varstva okolja in tudi na organizacijo dejavnosti. Tako so te razmeroma heterogene v več pogledih: po številu javnih služb, ki jih izvaja posamezno podjetje, po obsegu proizvodov in storitev, po koncentraciji in razpršenosti omrežij, objektov in naprav, po oblikah organiziranosti javnih služb in ne tudi po virih in obsegu financiranja.

Pravno-formalno je zagotavljanje lokalnih javnih služb varstva okolja naloga lokalnih skupnosti, tj. občin. Prvi odstavek 149. člena zakona o varstvu okolja opredeljuje obvezne lokalne javne službe, ki so:

- oskrba s pitno vodo,
- **odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih in padavinskih voda,**
- ravnanje s komunalnimi odpadki,
- odlaganje preostankov komunalnih odpadkov,



- javna snaga in čiščenje javnih površin,
- urejanje javnih poti, površin za pešce in zelenih površin,
- pregledovanje, nadzorovanje in čiščenje kurilnih naprav, dimnih vodov in zračnikov zaradi varstva zraka.

Pravno-formalna obveznost izvajanja lokalnih javnih služb varstva okolja ne pomeni, da občine tudi dejansko same izvajajo te službe. Izvajanje lahko zagotavljajo v petih organizacijskih oblikah, ki jih opredeljuje zakon o gospodarskih javnih službah, in sicer:

- režijski obrat,
- javni zavod,
- javno podjetje,
- koncesija,
- vlaganje javnega kapitala v dejavnost oseb zasebnega prava.

Zakon o gospodarskih javnih službah pravno urejuje tudi odnose med občino, izvajalcem javne službe v vsaki od možnih organizacijskih oblik in deloma odnose obeh do uporabnikov storitev in proizvodov javnih služb.

**Področje ravnanja z odpadnim blatom kot del izvajanja javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode urejajo zakoni, predpisi in uredbe tako na EU kot na nacionalnem področju.** Evropska in nacionalna zakonodaja je podrobneje predstavljena v **Prilogi 3** študije izvedljivosti.

Vsaka država ima svoje zakonodajne zahteve. V nadaljevanju je podan kratek opis zakonodajnih zahtev v Avstriji, Nemčiji, na Nizozemskem in v Švici. V teh državah zahteve presegajo zahteve evropske zakonodaje in služijo kot primer dobre prakse.

Švica: v tej državi je v kmetijske namene prepovedana uporaba blata od leta 2003. Velja za prvo državo, ki je leta 2016 sprejela odločitev in s prehodnim obdobjem 10 let uvedla obvezno predelavo fosforja za blato iz ČN in klavniške odpadke. Obveza stopi v veljavo 1 januarja 2026<sup>1</sup>.

Nemčija: V Nemčiji je bila za blato iz ČN sprejeta nova uredba (AbfKlärV) in velja od leta 2017. Ta uredba uvaja obvezno pridobivanje fosforja iz blat za ČN večje od 50.000 PE kar bo veljalo za približno 500 čistilnih naprav po Nemčiji. Fosfor bo potrebno pridobivati, če bo blato vsebovalo več kot 2 % fosforja / s.s. ali pa ga bo potrebno pridobivati iz pepela, ki je preostanek monosežiga. Za ČN, ki so večje od 100.000 PE imajo prehodno obdobje 12 let, ČN kapacitete med 50.000 in 100.000 PE pa 15 let. V kolikor je vsebnost fosforja v blatu manjša od 2 %, bo dovoljen sosežig. Uporaba blata v kmetijstvu bo dovoljena samo še za ČN, katerih kapaciteta je manjša od 50.000 PE<sup>2</sup>.

Nizozemska: država si je cilje določila v Nacionalnem načrtu ravnanju z odpadki. Uporaba v kmetijstvu je prepovedana od leta 1995. Blato je namenjeno 100 % termični obdelavi. Prednost se daje sosežigu v cementarnah in monosežigu.

<sup>1</sup> Vir: *Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen*; VVEA 2015, Art. 15 & 51.

<sup>2</sup> Vir: <https://www.nebiosolids.org/2018-german-regulations>



Avstrija: Predpisi o uporabi blata v kmetijstvu so prepuščeni presoji posameznih zveznih dežel. V tirolski, salzburški in dunajski zvezni deželi je tovrstna uporaba prepovedana, medtem ko je v vseh drugih zveznih deželah dovoljena uporaba z omejitvami (omejen čas in količina vnosa blata, vsebnost onesnaževal). Sežig blata ureja Uredba o sežiganju odpadkov, medtem ko odlaganje preostanka po sežigu ureja Uredba o odlagališčih. Po zgledu Švice in Nemčije se je Avstrija tudi odločila narediti korak naprej v smeri obvezne predelave fosforja iz blata ČN. Osnutek Zveznega načrta za odpadke 2017 (BMLFU, 2017) vključuje prepoved neposredne uporabe blata v kmetijstvu ali kompostiranja blata iz ČN, ki nastaja na ČN, katerih zmogljivost je 20.000 PE ali več s prehodnih obdobjem 10 let. Namesto tega bodo morale te ČN pridobivati fosfor iz blata v postopku čiščenja na lokaciji ČN, ki je usmerjeno na znižanje vsebnosti fosforja pod 20 g P/kg s.s. ali pa bodo morale te ČN blato dostaviti v monosežigalnico. Iz pepela kot preostanek monosežiga, bo potrebno pridobivati fosfor. Ta pravila bodo pokrila 90 % vseh količin fosforja, ki se nahaja v avstrijskih komunalnih odpadnih vodah<sup>3</sup>.

### 3.1 ADMINISTRATIVNI OKVIR

V 10. členu Odloka o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v Mestni občini Maribor (Medobčinski uradni vestnik Štajerske in Koroške regije, št. 11/2016 s spremembami) je navedeno:

- Da je izvajalec javne službe odvajanja komunalne in padavinske odpadne vode podjetje Nigrad - komunalno podjetje, d.d., ki deluje kot koncesionar v skladu s koncesijskim aktom in sklenjeno koncesijsko pogodbo.
- Da je izvajalec čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode z odlokom o koncesiji za čiščenje odpadnih voda v občini Maribor (MUV št. 8/94) izbrano podjetje Aquasystems d.o.o., ki deluje kot koncesionar v skladu s koncesijskim aktom in sklenjeno koncesijsko pogodbo.
- Da je izvajalec dejavnosti dela javne službe, ki se nanaša na ravnanja z blatom iz CČN Maribor, Javno podjetje Energetika Maribor, d.o.o..

V shemi, ki jo prikazuje **Slika 3.1** prikazujemo trenutno situacijo relacij med deležniki na področju gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode ter ravnanja z blatom kot produkta čiščenja komunalne odpadne vode.

Izvajanje storitve ravnanja z odpadnim blatom iz CČN Maribor je bilo 31. 3. 2016 podjetju Energetika Maribor d.o.o dodeljeno na podlagi določil Odloka o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor (MUV, št. 14/2015). Podjetje Energetika Maribor d.o.o. je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 2** študije izvedljivosti.

Upravljanje s CČN Maribor (Dogoše) izvaja podjetje Aquasystems d.o.o., ki ima pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za izvajanje dejavnosti do leta 2023. Podjetje je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 2** študije izvedljivosti.

Gospodarsko javno službo odvajanja komunalne in padavinske odpadne vode na območju Mestne občine Maribor in širše opravlja družba NIGRAD d.d., kar je določeno s koncesijsko pogodbo, ki je izvajalcu podeljena do 20. 4. 2026. Družbo Nigrad d.d. podrobneje predstavljamo v **Prilogi 2** študije izvedljivosti.

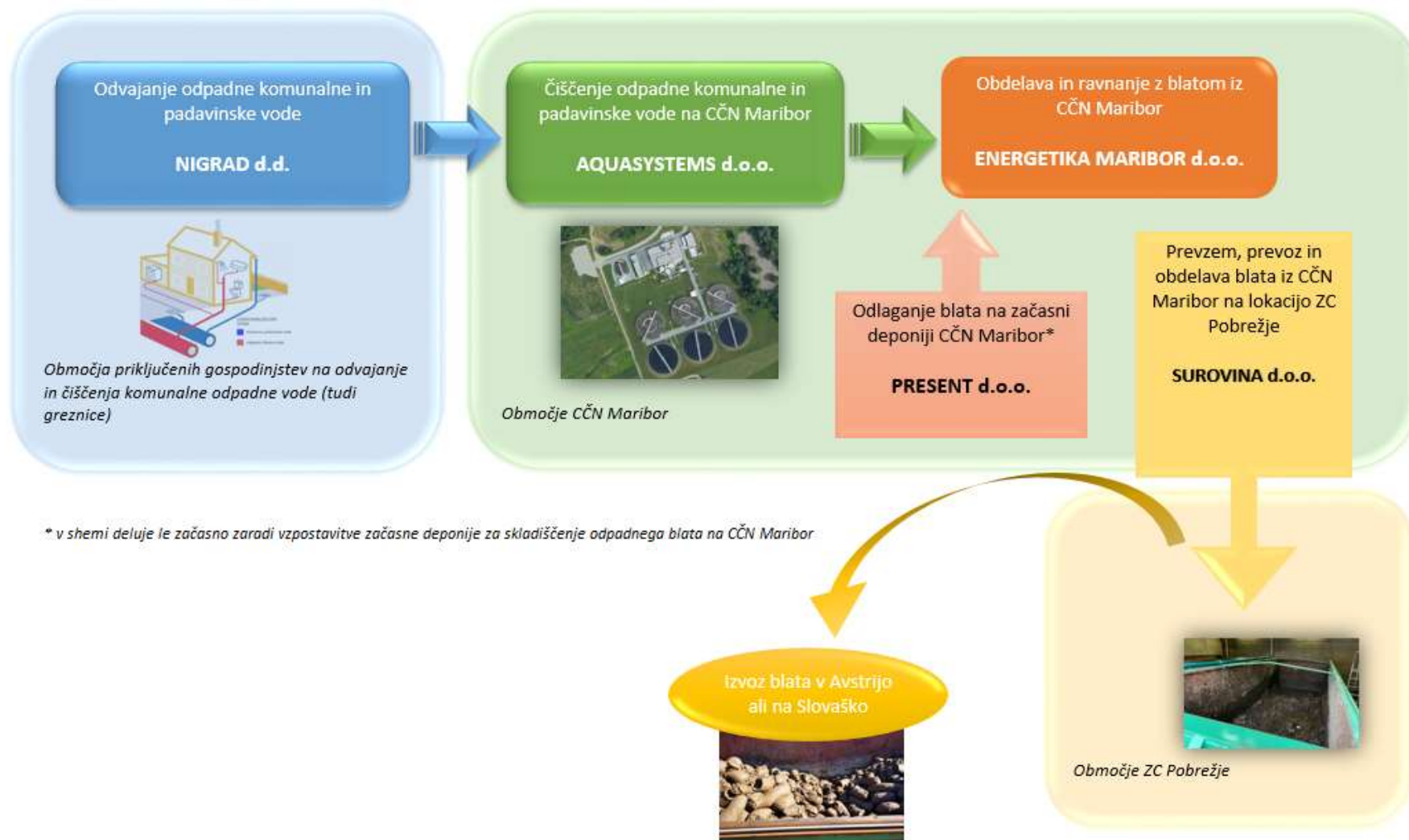
<sup>3</sup> Vir: *Bundes-Abfallwirtschaftsplan 2017 (B-AWP 2017)*, Austrian Ministry for Agriculture, Forestry, Environment and Water Management (BMNT) 2017 Teil 1, p. 260– 261



Energetika Maribor d.o.o. ima s podjetjem NIGRAD d.d. sklenjeno pogodbo o poslovnem sodelovanju pri plačilu izvajanja javne službe naročnika zaradi določila 2.odstavka 1. člena in 1. odstavka 8. člena Odloka o podelitvi javnega pooblastila, ki opredeljuje med nalogami in odgovornostmi tudi del obvezne lokalne GJS odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode in del stroška le – te.

Ker na končno ceno opravljanja storitev GJS odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode vplivajo cene odvajanja, čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom, je vsak posamezni izvajalec v tem procesu kratko predstavljen v nadaljevanju poglavja, podrobneje pa v **Prilogi 2**.





Slika 3.1: Organizacijska ureditev storitev na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode in ravnanja z blatom iz CČN Maribor.



### 3.1.1 Predstavitev izvajalcev na področju ravnanja z blatom

**Javno podjetje Energetika Maribor d.o.o.** je na podlagi Odloka o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor (MUV, št. 14/2015) pristojna prevzemati blato iz CČN Maribor.

Tabela 3.1: Podatki o izvajalcu obdelave in ravnanja z blatom iz CČN Maribor

Naziv	Javno podjetje Energetika Maribor d.o.o.
Naslov	Jadranska cesta 28, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI77722922
Odgovorna oseba	mag. Alan Perc
Telefonska številka	+386 (0)2 300 88 00
E-pošta	info@energetika-mb.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

Odlok o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor je junija 2016 nadomestil Odlok o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v Mestni občini Maribor (MUV, št. 11/2016). Odlok v osnovi ureja način opravljanja javne službe in izvajalce javne službe, v okviru dejavnosti ravnanja z blatom iz CČN Maribor pa obliko zagotavljanja javne službe, pogoje za zagotavljanje in uporabo storitev javne službe, vire financiranja in oblikovanje cene storitev javne službe.

Trenutno ima Energetika Maribor d.o.o. s podjetjem Aquasystems d.o.o. sklenjen Dogovor o začasnem odlaganju blata iz CČN Maribor na območju za ravnanje z blatom na lokaciji CČN Maribor in tehtanju blata na lokaciji sektorja D območja za ravnanje z blatom. Dogovor je sklenjen za določen čas od 30. 3. 2020 do 30. 3. 2021, ko mora Energetika Maribor d.o.o. vso začasno deponirano blato odstraniti in vzpostaviti stanje kot pred pričetkom začasnega odlaganja z blatom. Začasno odlaganje je posledica trenutnih epidemioloških razmer oziroma razmer v prvi polovici leta 2020, ko so se državne meje zaprle in je bilo ravnanje z blatom otežkočeno.

Na lokaciji začasne deponije ob CČN Maribor izvaja storitve povezane z odlaganjem blata iz CČN, ki je začasno skladiščeno, podjetje **Present d.o.o.** s katerim ima podjetje Energetika Maribor d.o.o. sklenjeno pogodbo / okvirni sporazum za izvajanje storitev povezanih z odlaganjem blata iz CČN. Podjetje izvaja prekladanje začasno skladiščenega blata na začasni deponiji na način, da bo blato zasedalo čim manjšo površino in dovoljene višine; razkladanje pripeljanega blata; nakladanje blata na »kiperje«; čiščenje deponije; skrb za deponijo - pranje koles kamionov; postavljanje in prestavljanje betonskih odbojnih pregrad, t.i. New Jersey, na način, da omejujejo polzenje blata; skrbi za namensko tehtnico ter izvaja druga spremljajoča dela, ki spadajo k opravljanju navedenih del.

Storitve prevzema, prevoza in obdelave blata iz lokacije CČN Maribor na Dupleški cesti 330, Maribor izvaja podjetje **Surovina d.o.o.** s katerim ima Energetika Maribor d.o.o. sklenjeno okvirno pogodbo št. B/04-2020/ENMB-SUR o prevzemu in obdelavi blata iz Centralne čistilne naprave Maribor. Iz pogodbe izhaja, da je predmet pogodbe prevzem, obdelava in dokončna oskrba prevzetega blata iz čiščenja komunalnih odpadnih voda iz CČN Maribor s klasifikacijsko številko odpadka 19 08 05 ter prevoz do lokacije obdelave na naslov ZC Pobrežje, Zrkovska cesta 105, 2000 Maribor, kjer podjetje pripravi blato za transport in predajo blata v končno ravnanje v Avstrijo ali na Slovaško.

Podrobnejša predstavitev podjetja Energetika Maribor d.o.o. je predstavljena v **Prilogi 2** študije izvedljivosti.



### 3.1.2 Predstavitev izvajalcev GJS odvajanje in čiščenje komunalnih in padavinskih voda

V skladu z Odlokom o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v Mestni občini Maribor (MUV št. 11/2016, 27/2017) se javna služba opravlja kot koncesionirana gospodarska javna služba. **Izvajalec javne službe odvajanja komunalne in padavinske odpadne vode je Nigrad - komunalno podjetje, d.d.**, ki deluje kot koncesionar v skladu s koncesijskim aktom in sklenjeno koncesijsko pogodbo.

Tabela 3.2: Podatki o izvajalcu GJS odvajanje komunalne odpadne vode

Naziv	Nigrad - komunalno podjetje, d.d.
Naslov	Zagrebška cesta 30, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI71083715
Odgovorna oseba	Matjaž Krevelj
Telefonska številka	+386 (0)2 45 00 300
E-pošta	info@nigrad.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

**Storitev čiščenja komunalne odpadne vode opravlja podjetje Aquasystems d.o.o.**, ki je koncesionar Mestne občine Maribor za področje upravljanja s Čistilno napravo Maribor. Koncesijsko pogodbo je podjetje podpisalo 29. 7. 1998.

Tabela 3.3: Podatki o izvajalcu GJS čiščenje komunalne odpadne vode

Naziv	Aquasystems gospodarjenje z vodami d.o.o.
Naslov	Dupleška cesta 330, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI64170934
Odgovorna oseba	mag. Leon Lozar
Telefonska številka	+386 (0)2 450 37 80
E-pošta	info@aquasystems.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

## 4 ANALIZA OBSTOJEČEGA STANJA NA PODROČJU RAVNANJA Z BLATOM

V Sloveniji je odlaganje komunalnega blata na odlagališčih od leta 2009 prepovedano in sicer zaradi prevelike organske vsebnosti in potencialne metanogenosti. Zelo majhna količina komunalnega blata se predela po postopku R10 (Vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje) in uporablja v kmetijstvu. Po podatki ARSO je med letom 2009 in 2014 kot način ravnanja prevladoval sežig, pri čemer pa ni jasno, ali se podatki nanašajo na postopek odstranjevanja D10 (Sežiganje na kopnem) ali na postopek predelave po postopku R1 (Uporaba predvsem kot gorivo ali drugače za pridobivanje energije). Po zadnjih dostopnih podatkih deležnikov projekta Cinderella<sup>4</sup> je danes prevladujoč način ravnanja s komunalnim blatom v Sloveniji postopek R3, pri čemer večina predelave poteka v tujini na Madžarskem, predvidoma za izdelavo umetnih zemljin.

<sup>4</sup> Projekt CINDERELLA je 4-letni projekt, ki je financiran s strani Evropske unije v okviru programa Obzorje 2020. Njegov glavni cilj je narediti urbano gradbeništvo bolj snovno učinkovito in tako prispevati k oblikovanju krožnega gospodarstva. Projekt koordinira Zavod za gradbeništvo Slovenije in vključuje 13 partnerjev iz sedmih evropskih držav. Od slovenskih partnerjev poleg



Demografska gibanja na področju Mestne občine Maribor imajo vsekakor vpliv na količino blata in posledično na celoten proces in ekonomiko ravnanja z blatom, zato v nadaljevanju poglavja predstavljamo najprej demografske in gospodarske trende na področju MOM, potem pa prikazujemo obstoječe stanje z vidika delovanja Centralne čistilne naprave Maribor, karakteristik blata ter trenutnih stroškov na področju ravnanja z odpadnim blatom.

#### 4.1 SOCIO-EKONOMSKA ANALIZA VPLIVNEGA PODROČJA

Mestna občina Maribor je del podravske statistične regije. Meri 148 km<sup>2</sup>. Po površini se med slovenskimi občinami uvršča na 40. mesto. Maribor je po velikosti drugo slovensko mesto. Je gospodarsko in kulturno središče severovzhodne Slovenije. Njegov položaj v presečišču prometnih poti iz srednje v jugovzhodno Evropo ter iz zahodne srednje Evrope v Panonsko nižino mu je odmerjal dokajšnjo vlogo že v preteklosti, odmerja mu jo danes in mu jo bo bržčas še bolj v prihodnosti. Ker leži le osemnajst kilometrov od državne meje z Avstrijo, predstavlja prag v našo državo, pa tudi na Balkan.



Slika 4.1: Maribor in Mestna občina Maribor.

Z vidika demografskih gibanj, število prebivalstva v Mestni občini Maribor, v obdobju zadnjih 10 let, rahlo upada. Na dan 1. 7. 2020 je imela mestna občina približno 104.988 prebivalcev (približno 50.992 moških in 53.996 žensk). Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 2. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je živel povprečno 709 prebivalcev; torej je bila gostota naseljenosti tu večja kot v celotni državi (102 prebivalca na km<sup>2</sup>).

V obravnavanem letu je bilo v občini zbranih 438 kg komunalnih odpadkov na prebivalca, to je 79 kg več kot v celotni Sloveniji.

V spodnji tabeli je predstavljena zgoščena slika glavnih indikatorjev s področja gospodarstva MOM v primerjavi z RS. Iz tabele je razvidno, da je brezposelnost nadpovprečna. Plače ne dosegajo državnega povprečja, kar je posledica prevladujočih dejavnosti in strukture gospodarstva.

---

Zavoda za gradbeništvo Slovenije v projektu sodeluje podjetje NIGRAD, ki bo, skupaj s povezanim partnerjem Inštitutom Wcycle Maribor, demonstriralo proizvodnjo in vgradnjo novih, bolj trajnostnih, gradbenih proizvodov.



Tabela 4.1: Ekonomski kazalniki v občini

	MOM	Slovenija	%
Delovno aktivno prebivalstvo po prebivališču (11/2020)	60.810	889.758	6,83%
Registrirane brezposelne osebe (12/2020)	6.559	87.283	7,51%
Stopnja registrirane brezposelnosti (11/2020)	13,2	8,6	153,49%
Bruto plača (11/2020)	1.952	2.027	96,30%
Neto plača (11/2020)	1.266	1.328	95,36%
Število podjetij (2019)	11.465	205.139	5,59%
Število oseb, ki delajo (2019)	67.821	940.948	7,21%
Prihodek (1000 EUR) - 2019	6.330.245	121.356.615	5,22%
Povprečno število zaposlenih v podjetju (2019)	5,9	4,6	128,26%

Vir: SURS, 2021

Analiza je podrobneje predstavljena v **Prilogi 4** študije izvedljivosti.

## 4.2 OPIS CČN MARIBOR

Centralna čistilna naprava Maribor se nahaja v Dogošah, med staro strugo reke Drave in kanalom hidroelektrarne Zlatoličje. Zmogljivost Centralne čistilne naprave Maribor je 190.000 PE (populacijskih enot), pri čemer 1 PE ustreza onesnaženju, ki ga povzroči en prebivalec na dan. CČN Maribor je pričela obratovati 10. junija 2002. Mestna občina Maribor je projekt gradnje CČN uresničila s pomočjo javno-zasebnega partnerstva. Zasebni sektor v tej zgodbi predstavlja podjetje Aquasystems d.o.o., ki je gradil CČN Maribor in dobil podeljeno koncesijo za čiščenje odpadnih voda. Mestna občina Maribor je v projekt JZP prispevala zemljišča na lokaciji Spodnji Bedlič v Dogošah, koncesionar Aquasystems d.o.o. pa je moral zagotoviti finančna sredstva za izvedbo investicije, tehnologijo in znanje s področja gradnje ter obratovanja postrojenj za čiščenje odpadne vode.

CČN Maribor je podrobneje predstavljena v **Prilogi 5** študije izvedljivosti.

### 4.2.1 Opis čistilne naprave

CČN Maribor se nahaja vzhodno od Miklavža na desnem bregu reke Drave, ca 1,5 km južno od Dogoš. Območje centralne čistilne naprave vključuje kos zemljišča blizu reke Drave s površino ca 5 ha. Od regionalne ceste, ki povezuje Dogoš (Maribor) in Duplek (Ptuj) je območje čistilne naprave oddaljeno približno 500 m. Na vzhodni strani je CČN Maribor omejena z reko Dravo in na zahodu s koridorjem daljnovidov (400 kV) med Mariborom in Ptujem.





Slika 4.2: CČN Maribor.

CČN Maribor je bila projektirana na osnovi nemških ATV standardov (Abwasser Technische Vereinigung). Podlaga za načrt je sestava odpadnih voda iz greznic v skladu z ATV delovnim zvezkom 123, sekcija 3.

Upoštevana je bila še relevantna nacionalna in evropska zakonodaja. Vsi vtočni parametri obremenitev so bili napovedani za leto 2015 ob upoštevanju 85 % obremenitve onesnaženja. Projekt je predvidel, da bo CČN Maribor sprejemala tudi pripeljane usedline iz grezničnih gošč gospodinjstev, z maksimalno kapaciteto 150 m<sup>3</sup> / dan.

Na CČN se čistijo tudi gošče iz greznic, količina teh je do 150 m<sup>3</sup>/dan, ob konicah do 250 m<sup>3</sup>/dan, kar je kapaciteta zbiralnega bazena za gošče iz greznic. Predvidena maksimalna količina odpadnih voda, ki jih čistilna naprava očisti je 7000 m<sup>3</sup>/h mehansko čiščenje in 5.000 m<sup>3</sup>/h biološko čiščenje.

Opis čistilne naprave povzemamo po dokumentu: PGD, CČN Maribor, IEI Maribor, št. projekta 6HL790 in je podrobneje predstavljen v **Prilogi 5** študije izvedljivosti.

Biološka naprava ima tehnologijo z nitri in denitrifikacijo in kemijskim čiščenjem fosforja. Hidravlična linija objektov je projektirana za najbolj neugodne izgube ob upoštevanju vseh potrebnih povračanj toka vode in blata. Naprava obsega tri faze čiščenja: predčiščenje, čiščenje ogljika, čiščenje dušika in fosforja. Uporabljeno je biološko čiščenje s suspenzijo aktivnega blata. Sistem aktivnega blata je biološki sistem, ki odstrani organske spojine, dušik in precejšno količino fosforja iz dotekajoče odpadne vode.

Biološko čiščenje obsega okrogle prezračevalne bazene, ki obsegajo neozračene (anoksične) ter prezračene (oksične) cone, katerim sledi končno izločanje biološkega blata iz vode, tako, da izteka prečiščena voda, ki ustreza zahtevanim pogojem za odtok iz čistilnih naprav. Predviden je "plug flow kaskadni sistem". Odvišno blato se zgošča s flotacijo. Predvidena je gradnja treh bioloških linij, predvidena pa je še rezervacija prostora za morebitno kasnejšo gradnjo četrte biološke linije.

Potreben kisik za aktivnost aerobne biomase se dovaja s stisnjanim zrakom, ki prezračuje bazene. Podvodna mešala so nameščena v anoksičnih in aerobnih conah bazenov tako, da vzdržujejo mešanje in preprečujejo usedanje biološkega blata na dnu bazenov.





Biološko blato se iz naknadnih usedalnikov vrača v prezračevalne bazene, tako se vzdržujeta potrebna vsebnost suhe snovi biomase v prezračevalnih bazenih. Vrednost povratnega toka je do 100 % povprečnega pretoka odpadne vode in bo odvisna od obratovalnih pogojev CČN. Biološko čiščenje je tako koncipirano, da bodo dosežene zahteve za nitrifikacijo denitrifikacijo in kemijsko čiščenje fosforja po končani 2. fazi gradnje.

Po predčiščenju odteka voda iz peskolovov in lovilcev maščob po gravitacijskih cevovodih v tri vzporedne linije biološkega čiščenja. Vsaka linija obsega po en krožni cevni prezračevalni bazen z denitri in nitrifikacijo in odplinjevalno cono, krožni naknadni usedalnik, povračanje biološkega blata, odvajanje odvišnega biološkega blata in doziranje železovega klorida za obarjanje fosforja.

V primeru prekinitve delovanja katerekoli ali vseh linij biološkega čiščenja, se lahko voda delno ali v celoti preusmeri po obtoku v energetski kanal ali v reko Dravo. Količina pretoka, katerega je potrebno preusmeriti je odvisna od števila delujočih bioloških linij in dotoka na napravo. Vsaka linija biološkega čiščenja lahko prečisti največ 2.500 m<sup>3</sup>/h.

Oksična (aerobna) cona se prezračuje s prezračevalniki z finimi mehurčki, ki so nameščeni na PVC nosilce na dnu bazenov. Zrak dobavljajo dvohitrostna Rootsova puhala, nameščena v kompresorski postaji v objektu predčiščenja.

Danes je tehnologija čiščenja z aerobno stabilizacijo blata zastarela. V času projektiranja in gradnje današnji sodobni koncepti varovanja okolja (zeleno gospodarstvo, krožno gospodarstvo, ogljični odtis) še niso bili uveljavljeni. Nizka cena električne energije in končne dispozicije odvečnega blata so narekovali takratni izbor tehnologije.

## 4.3 KARAKTERISTIKE BLATA

### 4.3.1 Analiza blata - struktura komunalnega blata in dobljeni parametri

Odvečno biološko blato komunalnih čistilnih naprav za čiščenje odpadnih vod predstavlja pomemben tok komunalnih odpadkov. Blato nastaja pri čiščenju komunalne vode kot odvečni produkt - odpadek. Tovrsten odpadek ima v seznamu odpadkov klasifikacijsko številko 19 08 05 in ni nenevaren, saj vsebnost potencialnih okoljsko kritičnih komponent ne presega mejnih vrednosti.

Na CČN Maribor je v obdobju 2010–2020 nastalo med 11.000 in 13.000 ton odvečnega blata letno. Gre za dehidrirano in z živim apnom stabilizirano/higienizirano blato.

Vsebnost suhe snovi v blatu se je letno spreminjala. Gibala se je od 20,48 % do 25,61 %. Blato je vsebovalo v povprečju 23% suhe snovi.

Ključno za presojo možnosti izrabe blata je dobro poznavanje njegovih makro in mikro elementov in komponentne sestave ter nekaterih drugih relevantnih lastnosti, poleg tega pa še obseg njihovih nihanj (fluktuacij) med letom ter morebitnih časovnih trendov spreminjanja teh lastnosti.

CČN Maribor izvaja letne analize tega odpadka, kar omogoča statistično obdelavo rezultatov in so predstavljeni v tabeli v nadaljevanju. Analize blata za CČN Maribor trenutno izvaja IKEMA d.o.o. iz Lovrenca na Dravskem polju.



Tabela 4.2: Karakteristična sestava in lastnosti odvečnega blata iz CČN Maribor.

Parameter/enota	Minimalna izmerjena vrednost v obdobju 2010–2020	Maksimalna izmerjena vrednost v obdobju 2010–2020	Povprečna izmerjena vrednost v obdobju 2010–2020
Suha snov, %	20,48	25,61	22,66
Organska snov, % mase s.s.	60,92	67,83	64,85
Celotni organski ogljik, % s.s.	23,00	35,07	31,02
Klor, % Cl	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Žveplo, % S	0,44	0,88	0,62
Dušik, celotni, % s.s.	0,55	6,91	4,56
Amonijev dušik, mg/kg	794,00	3.709,00	1.830,50
Fosfor, celotni, % s.s.	1,99	4,12	3,44
Kalij, % s.s.	0,41	0,54	0,47
Kalcij, % s.s.	12,00	18,20	14,57
Magnezij, % s.s.	0,91	1,40	1,07
Selen, mg./kg s.s.	< 2	3,3	2,62
Bor, mg/kg s.s.	20,07	39,00	28,27
Arzen, mg/kg s.s.	< 2	2,7	2,42
Kadmij, mg/kg s.s.	0,69	1,50	0,95
Celotni krom, mg/kg s.s.	23,81	85,00	47,47
Baker, mg/kg s.s.	131,35	220,00	165,78
Živo srebro, mg/kg s.s.	0,51	2,00	1,18
Nikelj, mg/kg s.s.	12,94	48,87	21,04
Svinec, mg/kg s.s.	27,20	59,00	40,47
Cink, mg/kg s.s.	509,75	1.058,33	708,20
Kurilna vrednost, MJ/kg <sub>k.p.</sub> *	0,8692	1,5350	1,1920

\* k.p.–kot prejeto

Odvečno blato ima izredno zanimive sestavine. Bogato je z mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, kot tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom. V obdobju 2010–2020 se je vsebnost fosforja v odvečnem blatu izmerila le petkrat. V letih 2010, 2011 in 2012 je bila izmerjena vsebnost fosforja v blatu 37,00 g P/kg s.s., leta 2013 nekoliko večja in sicer 41,20 g P/kg s.s.. Leta 2020 pa je bila izmerjena vsebnost fosforja v blatu le še 19,935 g P/kg s.s., kar so zelo nezanesljivi podatki in kaže na pomanjkljivost izvajanja meritev vsebnosti fosforja v odvečnem blatu.

Na žalost pa so potencialno prisotne tudi moteče snovi, predvsem težke kovine. Veliko kanalizacijskih sistemov namreč zbira tudi industrijske odpadne vode oziroma imajo komunalne vode visoko naravno ozadje, zato so v blatu praviloma prisotne večje koncentracije težkih kovin. Ravno prisotnost težkih kovin zelo omejuje možnosti uporabe blata, ki je zakonodajno zelo strogo določena.

Največ težav povzročajo elementi z najnižjimi mejnimi vrednostmi, t. j. kadmij, živo srebro in nikelj. V **Prilogi 6** je z grafičnim prikazom predstavljena koncentracija nekaterih bistvenih elementov. Nekateri parametri v določenih letih niso bili merjeni, zato so grafi v tistem letu prazni - leto 2014 za celotni krom, baker, nikelj in cink, ter leti 2013 in 2014 za žveplo. Nekatere vrednosti so minimalno prilagojene (Cd, Hg) - izmerjena vrednost v letu 2005 za kadmij je znašala < 1,5, v grafu pa je prikazana kot vrednost 1,5. V obdobju 2016 – 2020 so koncentracije kadmija nekoliko nižje in sicer < 1, v grafu so prikazane kot vrednost 1. Izmerjena vrednost za živo srebro v letih 2015 – 2016 in 2018 ter 2020 znaša < 1, v grafu je prikazana kot 1; vrednost < 2, pa je v grafu prikazana kot vrednost 2.



### 4.3.2 Količina blata

Odvečno blato, ki nastaja pri biološkem čiščenju odpadne vode, predstavlja največji delež odpadkov na čistilni napravi. Odvečno blato na CČN Maribor generirata **dva vira**:

- a) Dotok odpadne vode na čistilno napravo: odpadna voda, preko čiščenja z aktivnim blatom nastane višek blata (prebitno blato). V tabeli so podatki o dotoku na CČN Maribor, biokemični obremenitvi naprave (BPK<sub>5</sub>) ter obremenitvi s fosforjem. Podatki so povzeti iz letnih tehničnih poročil koncesionarja Aquasystems d.o.o.

Tabela 4.3: Količine dotoka na CČN Maribor in obremenitev naprave za obdobje 2004 – 2019

Leto	Vtok 1000 m <sup>3</sup> /leto	BPK <sub>5</sub> t/leto	P t/leto
2004	7.610	2.404	52,7
2005	10.241	3.892	78,9
2006	10.537	4.323	92,7
2007	11.310	4.309	103,2
2008	9.967	4.214	97,2
2009	11.419	3.703	103,21
2010	11.067	3.392	97,2
2011	8.841	3.214	81,8
2012	8.712	3.359	68,9
2013	10.125	3.540	67,2
2014	11.237	3.366	71,1
2015	8.735	3.355	74,4
2016	9.625	3.566	77,8
2017	8.502	3.620	80
2018	9.319	3.344	74,9
2019	9.038	3.365	78,7

- b) Sprejete gošče iz greznic in blata iz MČN: Poleg dotoka odpadne vode na čistilno napravo je dodaten vir količine blata obremenitev z grezničnimi goščami, čiščenjem črpališč in objektov ter viški blata iz manjših čistilnih naprav iz okoliških občin.

Tabela 4.4: Količine dostavljenih greznic in blat MČN za obdobje 2010 – 2019 (podatki so v m<sup>3</sup>).

Leto	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
jan	346,3	212,7	222,4	205,2	138,3	504,5	627,2	583,9	443,8	748,5	853,1
feb	284	192,3	253,5	204,9	107,9	422,8	378,5	717,1	710,6	381,6	796,9
mar	597,3	489,8	342,5	506,5	372,6	664,5	840,3	1345,3	1682,5	1184	1660,9
apr	617,7	466,9	459,6	384,1	555,5	940	892,5	1311,3	910,6	983,8	1084,5
maj	529	475	391	318	528,7	768,6	964,8	1311	1023,8	919,9	1635,8
jun	529,7	339,3	393,1	352,8	480,2	921,5	938,4	1408,6	1083,3	1228,5	1117,5
jul	351,4	285,3	260,3	264,8	324	762	653,8	758	932,3	1141,5	1280,2
avg	388,6	246,4	279,3	436,3	365	328	1001	789,6	859,1	938,2	1368,5
sep	395,9	355,3	333,4	253,7	517,6	734,9	995,8	1130,3	1335,3	961,9	1493,2
okt	558	357,9	350,7	320,5	445	932,5	1033,5	1074,2	934,9	2333,3	1684
nov	480,5	499,8	488,8	291,9	675	489,2	969,2	1259,6	1112,4	1008,5	1232,2
dec	220,3	182,7	294,8	262,4	670,9	606,4	854,9	818,9	686,6	805,2	898,2
<b>skupno</b>	<b>5.278,7</b>	<b>4.103,4</b>	<b>4.069,4</b>	<b>3801,1</b>	<b>5.180,7</b>	<b>8.074,9</b>	<b>10.149,9</b>	<b>12.507,8</b>	<b>11.714,2</b>	<b>12.534,9</b>	<b>15.105,0</b>

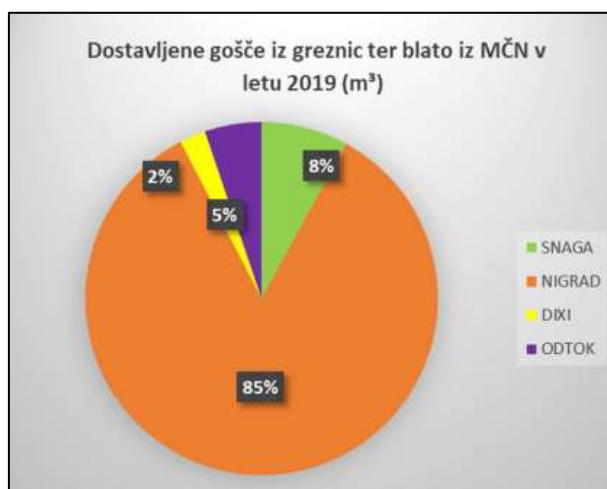
Kot je razvidno iz tabele je bil trend naraščanja dostavljenih gošč iz greznic in blata iz MČN zelo izrazit do leta 2016, potem so se količine ustalile, v 2019 pa so se ponovno znatno povešale vse do 15.105 m<sup>3</sup>.



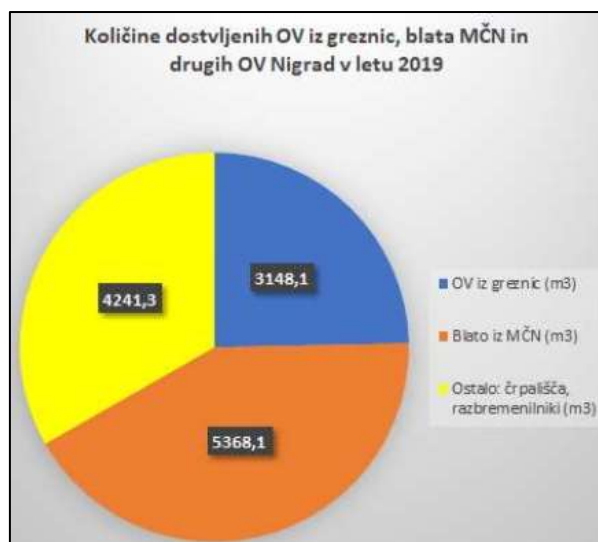
V **tabeli 4.5** so navedene količine sprejetih gošč iz greznic in blata MČN po podjetjih, ki so jih dostavljala na CČN Maribor. Tudi v letu 2019 je več kot 85 odstotkov vseh količin dostavilo podjetje Nigrad.

Tabela 4.5: Skupne količine dostavljenih gošč iz greznic in blat iz MČN v letu 2019 (podatki so v m<sup>3</sup>).

Podjetje	(m <sup>3</sup> )
SNAGA	1.202,5
NIGRAD	12.754,5
DIXI	360,2
ODTOK	787,8
<b>Skupno</b>	<b>15.105,0</b>



Slika 4.3: Grafični prikaz deleža pripeljanih gošč iz greznic in blata iz MČN po podjetjih.



Slika 4.4: Grafični prikaz pripeljanih količin grezničnih gošč in blata iz MČN v letu 2019–Nigrad.

Gošče iz greznic, ki sta jih dostavili podjetji Nigrad in Snaga na CČN Maribor v letu 2019, so bile iz občin: Benedikt, Duplek, Hoče-Slivnica, Kungota, Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Pesnica, Ruše, Selnica ob Dravi in Šentilj. Največji delež dostavljenih gošč iz greznic je iz področja MOM, Pesnice, Hoče-Slivnica, Šentilja in Kungote.

Tabela 4.6: Količine dostavljenih grezničnih gošč po občinah v letu 2019 (podatki so v m<sup>3</sup>).

	Nigrad (m <sup>3</sup> )	Snaga (m <sup>3</sup> )	Odtok (m <sup>3</sup> )	SKUPNO (m <sup>3</sup> )
Duplek	24	8,7	11,2	43,9
Hoče – Slivnica	455,2	179,1	138,3	772,6
Kungota	193,3	200,3	94	487,6
Lenart	0	0	3,7	3,7
Maribor	1600,6	473,4	116,5	2190,5
Miklavž na Dravskem polju	28,7	0	4,1	32,8
Pesnica	494,7	163,3	189,25	880,25
Ruše	125,5	26,4	11,7	163,6
Starše	0	0	4,6	4,6
Šentilj	226,1	118,3	191,95	536,35
<b>SKUPNO</b>	<b>3148,1</b>	<b>1202,5</b>	<b>765,3</b>	<b>5115,9</b>



Slika 4.5: Grafični prikaz deleža grezničnih gošč po občinah v letu 2019.

Tako dobimo iz obeh virov (a in b) sledeče količine odvečnega biološkega blata, ki je nastalo na CČN Maribor.

Tabela 4.7: Količine blata na CČN Maribor za obdobje 2004 – 2020.

Leto	Blato (t/leto)
2004	8.900
2005	15.00
2006	16.079
2007	16.148
2008	16.392
2009	13.882
2010	12.364
2011	11.699
2012	12.010
2013	11.272
2014	11.624
2015	12.418
2016	11.272
2017	12.974
2018	12.262
2019	13.098
2020	13.041



## 4.4 ANALIZA STROŠKOV DOSEDANJE PRAKSE RAVNANJA Z BLATOM IN MOREBITNIH BODOČIH PRIHRANKOV

Strošek odstranjevanja blata iz CČN Maribor predstavlja delež cene v sklopu gospodarske javne službe obdelave in ravnanja z blatom iz CČN Maribor. Ta pa je z majem 2020 postal precejšnji strošek gospodinjstev v Mestni občini Maribor, saj se je strošek ravnanja s komunalnim blatom dvignil predvsem zaradi zapiranja meja Madžarske, kamor se je odvažalo blato iz CČN Maribor. V zadnjih letih to nalogo opravlja podjetje Surovina, d.o.o..

Cena do odjemalca:

- Od 1. 8. 2006 do 31.3.2008 je bila cena 0,181730 EUR/m<sup>3</sup>
- Od 1. 4. 2008 do 28.2.2013 je bila cena 0,148500 EUR/m<sup>3</sup>
- Od 1. 3. 2013 do 30.11.2014 je bila cena 0,240000 EUR/m<sup>3</sup>
- Od 1. 12. 2014 do 31.5.2020 je bila cena 0,148500 EUR/m<sup>3</sup>
- Od 1. 6. 2020 je cena 0,467900 EUR/m<sup>3</sup>

Cena odstranitve blata do izvajalca:

- Od 2013 do 2015 je bila cena 70 EUR/t za tekočo odstranjevanje in 72,30 EUR/t za odstranitev deponiranega blata
- Od 2015 do 2016 je bila cena 70 EUR/t

S 1.4.2016 je storitev uradno začela opravljati Energetika Maribor s podizvajalcem. Na vseh razpisih je zmagalo podjetje Surovina d.o.o..

- Od 1. 4. 2016 do 31.3.2018 je bila cena 48,49 EUR/t
- Od 1. 4. 2018 do 31.3.2020 je bila cena 57 EUR/t
- Od 1.4.2020 do 30.6.2020 je bila cena 15 EUR/t - k tej ceni je potrebno prišteti tudi vse stroške povezane z začasnim skladiščenjem blata in manipulacijo na CČN
- Od 1. 6. 2020 do 30.6.2021 je cena 169 EUR/t – k tej ceni je potrebno prišteti tudi vse stroške povezane z začasnim skladiščenjem blata in manipulacijo na CČN

## 5 ANALIZA POVPRŠEVANJA

### 5.1 PROJEKCIJA PRODUKCIJE BLATA NA CČN MARIBOR

Količina odpadnega blata na CČN Maribor zavisi od količine dotoka na čistilno napravo, na katero je priključeno kanalizacijsko omrežje Mestne občine Maribor, ter občin Duplek, Miklavž na Dravskem polju in Hoče Slivnica količin vsebin greznic, objektov na kanalizacijskem omrežju ter prebitnega blata iz manjših čistilnih naprav.

Po veljavni zakonodaji se morajo vse odpadne vode iz gospodinjstev čistiti na bioloških čistilnih napravah. Glede na podatek 13.000 t blata v letu 2020 so možne naslednje napovedi količine blata:





Tabela 5.1: Napovedi količine blata

tip napovedi	minimalno	srednje	maksimalno
izvor blata	t/leto	t/leto	t/leto
blato 2020	13.000	13.000	13.000
dodatno območje koncesije	0	1.000	2.000
industrija	-1.000	1.000	2.000
skupaj	<b>12.000</b>	<b>15.000</b>	<b>17.000</b>

Pri minimalni količini blata upoštevamo:

- Iz območij Mestne občine Maribor ter občin Duplek, Hoče – Slivnica in Miklavž na Dravskem polju se ne bo večala količina blata, širilo se bo omrežje, vendar se bo manjšalo praznjenje greznic.
- Količina industrijskih odpadnih voda se bo zmanjšala in s tem količina blata

Pri srednji napovedi količine blata upoštevamo:

- Iz območij Mestne občine Maribor ter občin Duplek, Hoče – Slivnica in Miklavž na Dravskem polju se bo večala količina blata, širilo se bo omrežje, nekoliko se bo povečalo prebivalstvo. in dodatno praznile greznice.
- Količina industrijskih odpadnih voda se bo povečala in s tem količina blata

Pri maksimalni napovedi količine blata se upošteva:

- Iz območij Mestne občine Maribor ter občin Duplek, Hoče – Slivnica in Miklavž na Dravskem polju se bo večala količina blata, širilo se bo omrežje, povečalo se bo prebivalstvo in dodatno praznile greznice.
- Količina industrijskih odpadnih voda se bo povečala in s tem količina blata.

Morebitni prihranek pri količini odvečnega blata je možen le ob spremembi tehnologije čiščenja na CČN Maribor. S spremembo konceptom čiščenja iz aerobne stabilizacije blata na anaerobno stabilizacijo blata bi se dosegla ob ostalih prednostih (proizvodnja biološkega plina in s tem možnost delne samooskrbe z električno energijo) še zmanjšanje količine odvečnega blata. V ta namen je potrebna na lokaciji CČN izgradnja dodatnih objektov (primarni usedalniki, dodatno zgoščanje blata, gnilišča, plinohrami, filtri za zrak, plinski generator) in ostale potrebne opreme.

## 5.2 POTENCIALNI DRUGI VIRI ODPADNEGA BLATA

### 5.2.1 Možnosti povezav z ostalimi generatorji komunalnega blata

Sedaj Nigrad dovažata še blato iz občin Šentilj, Lovrenc na Pohorju, Ruše, Kungota In Pesnica, kar ni v obsegu koncesijske pogodbe z Aquasystems-om Maribor.

V kolikor bo Maribor zgradil skupno sežigalnico za komunalne odpadke in blata iz čistilnih naprav ali pa monosežigalnico za blato, bo lahko ta možnost postala zanimiva za čistilne naprave v bližini.

Pregled obstoječih čistilnih naprav smo povzeli po Atlasu okolja Agencije za okolje Republike Slovenije, spletna stran [http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas\\_Okolja\\_AXL@Arso](http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso).



Možne čistilne naprave, ki bi odvažale odpadno blato na obdelavo v Maribor smo razdelili na bližje območje, kjer smo upoštevali občine: Benedikt, Lenart, Slovenska Bistrica, Šentilj, Rače - Fram, Ruše, Sv. Ana, Sv. Trojica.

V širšem območju so čistilne naprave iz občin: Apače, Radlje, Cerkevnik, Gornja Radgona, Zreče, Petanjci, Ribnica na Pohorju, Sveti Andraž v Slovenskih goricah.

Pri primerjavi kapacitet čistilnih naprav in dejanske obremenjenosti naprav (po Monitoringu ARSO) ugotavljamo, da je obremenitev čistilnih naprav le polovico kapacitet naprav. To pripisujemo predimenzioniranosti in zamudam pri izgradnji kanalizacijskega omrežja. V nadaljnjih izračunih upoštevamo 75 % kapacitete naprav. Upoštevamo produkcijo blata 0,07 t/blata. leto na PE. Tako dobimo naslednje dodatne količine blata.

Tabela 5.2: Dodatne količine blata

	bližje območje zaokroženo	širše območje zaokroženo
kapaciteta naprav [PE]	80.000	90.000
upoštevano v izračunih [PE]	60.000	67.500
blato [t/leto]	4.200	4.725

Upoštevamo tri vrste napovedi: minimalno, srednjo in maksimalno. Vrednosti so sledeče

Tabela 5.3: Vrednosti napovedi količine blata

tip napovedi	minimalno t/leto	srednje t/leto	maksimalno t/leto
količina blata	1.260	3.938	5.723

Pri minimalni napovedi smo upoštevali 30 % dovoz blata iz bližnjega območja. Pri srednji napovedi smo upoštevali 60 % dovoz blata iz bližnjega območja in 30 % dovoz blata iz širšega območja. Pri maksimalni napovedi smo upoštevali 80 % dovoz blata iz bližnjega območja in 50 % dovoz blata iz širšega območja.

### 5.3 ODVOZ BLATA NA DRUGE LOKACIJE OZIROMA DRUGIM SUBJEKTOM Z DEJAVNOSTJO RAVNANJA Z BLATOM

Z letom 2019, ko se je madžarski trg zaprl, se je Slovenija resno pričela soočati s problematiko končnega ravnanja z blatom. Trenutne cene za predajo blata v končno ravnanje so se močno dvignile, vse do 240 EUR/t predanega blata. Trenutno prevzemna cena za blato iz CČN Maribor je 169 EUR/t.

Večina večjih ČN v Sloveniji išče zainteresiranega ponudnika za končno ravnanje z blatom preko javnega naročila. V veliki večini se na javna naročila prijavljajo podjetja kot so Saubermacher d.o.o., Koto d.o.o., Surovina d.o.o. in Kostak d.d., ki nato poskrbijo za končno rešitev ravnanja z blatom. Na javna naročila za odstranitev blata iz CČN Maribor se je v preteklosti večinoma prijavil le en ponudnik, kar kaže na to, da v Sloveniji ni zainteresiranih prevzemnikov, blato pa se nato v največji meri izvažava v tujino na sežig ali sosežig. Točnih informacij kje dejansko končna prevzeto blato iz ČN po Sloveniji namreč ni in jih prevzemniki ne razkrivajo. V zadnjih letih se je nabor držav, ki še sprejemajo blato v končno obdelavo namreč zelo skrčil, posledično pa se je močno povečala cena.



Kratkoročno in dolgoročno ni za pričakovati znižanje cene za končno ravnanje z blatom. Ravno nasprotno, kratkoročno se pričakuje celo dvig cene, saj so možnosti za končno obdelavo blata v tujini zelo omejene. Za blato iz CČN Maribor je smiselno najti lastno dolgoročno rešitev, saj ga trenutno letno nastane kar 13.000 ton, cena za predajo blata v končno ravnanje pa je vedno višja. Izbrana rešitev pa mora biti v skladu s **smernicami EU** in trenutno veljavnim **Programom ravnanja z odpadki in Programu preprečevanja odpadkov RS** iz leta 2016 (št. 35402-1/2016/6 z dne 30. 6. 2016).

#### 5.4 IZHODIŠČNA KOLIČINA BLATA ZA ANALIZO VARIANT

Na podlagi opravljene projekcije produkcije blata na CČN Maribor se pri analizi variant upošteva srednja napoved, t.j. 15.000 t/leto. V analizi variant se upošteva, da blato vsebuje 23 % suhe snovi.

V okviru analize variante možnega izboljšanja tehnologije obdelave odpadnega blata na izvoru, se upošteva sprememba koncepta čiščenja iz obstoječe aerobne na anaerobno stabilizacijo blata in s tem zmanjšanje količine blata na okrog 10.000 t/leto.

Pri analizi obdelave variante sosežiga blata s komunalnimi odpadki in monosežiga blata in postavitvi tovrstnega objekta za lastne potrebe mesta Maribor, se upošteva srednja napoved produkcije blata na CČN Maribor (15.000 t/leto) in srednja napoved dovoza blata v končno obdelavo iz okolice (3.938 t/leto) oziroma skupno zaokroženo navzgor 19.000 t/leto, pri čemer se upošteva predpostavka, da blato iz okolice vsebuje enak delež suhe snovi v blatu kot ga ima blato iz CČN Maribor (23 % s.s.).

Izhodiščne količine blata, ki se bodo upoštevale v analizi variant povzemamo v naslednji tabeli.

Tabela 5.4: Izhodiščne količine blata za analizo variant.

Varianta	Obstoječa tehnologija CČN Maribor (aerobna stabilizacija blata)	Sprememba tehnologije CČN Maribor (anaerobna stabilizacija blata)
	Količina blata (t/leto)	
	Scenarij A	Scenarij B
Predelava blata v trdno gorivo	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*
Termična obdelava blata: sosežig s komunalnimi odpadki - postavitve objekta za lastne potrebe mesta Maribor	15.000 (CČN Maribor) + 4.000 (okolica)	10.000 (CČN Maribor)* + 4.000 (okolica)
Termična obdelava blata: monosežig - postavitve objekta za lastne potrebe mesta Maribor	15.000 (CČN Maribor) + 4.000 (okolica)	10.000 (CČN Maribor)* + 4.000 (okolica)
Predelava blata v gradbene kompozite	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*
Stiskanje blata za nadaljnje odlaganje (upoštevaje dehidracijo in sušenje)	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*
Proizvodnja bioplina - termična hidroliza	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*
Proizvodnja komposta (digestata) I. ali II. reda za uporabo v kmetijstvu (z možnostjo higienizacije z dodajanjem apna)	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*
Odvoz blata na druge lokacije oziroma drugim subjektom z dejavnostjo ravnanja z blatom (npr. predaja blata v centralno monosežigalnico, ki se zgradi v Sloveniji kapacitete 100.000 t ali v sežigalnico odpadkov, ki se zgradi v Sloveniji)	15.000 (CČN Maribor)	10.000 (CČN Maribor)*



\* količina blata iz CČN Maribor za primer spremembe koncepta čiščenja iz obstoječe aerobne na anaerobno stabilizacijo blata bo določena v okviru poglavja 6 in bo izhodiščna količina blata za analizo variant končnega ravnanja z blatom. Tukaj je navedena zgolj ocena.

## 6 ANALIZA VARIANT OBDELAVE, TRANSPORTA IN DISPOZICIJE BLATA

V poglavju so predstavljene in analizirane možnosti končnega ravnanja z odvečnim blatom, ki nastaja na CČN Maribor. Variante so podrobneje predstavljene v prilogah (od **Priloge 7** do **Priloge 16**). Obravnavane bodo naslednje variante:

- **Varianta 1:** Anaerobna obdelava (**Priloga 7**)
- **Varianta 2:** Anaerobna obdelava s termično hidrolizo (**Priloga 8**)
- **Varianta 3:** Sušenje blata (**Priloga 9**)
- **Varianta 4:** Sosežig blata (**Priloga 10**)
  - **Varianta 4a:** Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
  - **Varianta 4b:** Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
  - **Varianta 4c:** Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji in
  - **Varianta 4d:** Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji
- **Varianta 5:** Monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja (**Priloga 11**)
  - **Varianta 5a:** Izgradnja manjše monosežigalnice za potrebe MOM
    - **Varianta 5a.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
    - **Varianta 5a.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja
  - **Varianta 5b:** Izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije
    - **Varianta 5b.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
    - **Varianta 5b.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja
- **Varianta 6:** Napredne tehnologije: piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija (**Priloga 12**)
- **Varianta 7:** Predelava blata v trdno gorivo (**Priloga 13**)
- **Varianta 8:** Predelava blata v gradbene kompozite (**Priloga 14**)
  - **Varianta 8a:** Dogoše
  - **Varianta 8b:** AQS
  - **Varianta 8c:** Pobrežje
- **Varianta 9:** Uporaba blata v kmetijstvu (**Priloga 15**)

Na koncu poglavja so predstavljene še druge možne tehnične rešitve ravnanja z odvečnim blatom, vidik kombiniranih sistemov in krožnega gospodarstva ter pilotni projekti, ki pa vključujejo nadaljnje laboratorijske in druge analize in niso del predlaganih variant, katerih podrobnejša predstavitev sledi v **Prilogi 16**.

Kombinacije predlaganih rešitev v obliki scenarijev so predstavljene v **Poglavju 9.1** – Predstavitev najprimernejše variante oziroma scenarijev.



## 6.1 VARIANTA 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU

Kot omenjeno pri opisu centralne čistilne naprave Maribor, slednja uporablja tehnologijo z aerobno stabilizacijo viška blata. Ta tehnologija je danes že zastarela, energijsko potratna in ne ustreza sodobnim ekološkim principom.

Zato je potrebna sprememba tehnologije iz aerobne obdelave blata na anaerobno obdelavo blata.

Prednosti se kažejo v proizvodnji biološkega plina in s tem možnosti delne samooskrbe z električno energijo in v zmanjšanju količin odvečnega blata na izvoru.

Rekonstrukcija obsega objekte:

- primarni usedalniki,
- strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata,
- gnilišča in strojnica gnilišč,
- plinohram in plinski razvodi,
- plinska bakla,
- objekt kogeneracije in toplotne postaje,
- zunanje tehnološke povezave (blato, električni razvodi in kabelska kanalizacija),
- razširitev sistema računalniškega vodenje.
- preureditev dela trafo postaje.

Vsi dodatni objekti se lahko postavijo znotraj obstoječe ograje čistilne naprave.

Anaerobna obdelava blata ima s stališča okolja več pozitivnih dejavnikov:

- Energijo, vezano v blato iz čistilne naprave, izkoristimo za proizvodnjo bioplina. S koriščenjem tega plina v plinskih generatorjih zmanjšamo porabo elektrike, potrebne za delovanje čistilne naprave, iz zunanjih virov elektrike. Količine viškov blata, ki jih moremo reševati, se bistveno zmanjša.
- Zmanjša se količina presežnega blata iz čistilne naprave.
- Okoljevarstveni pogoji se nanašajo na emisije snovi in hrupa dodatnih objektov iz čistilne naprave, a so glede na stanje tehnike s standardnimi ukrepi izvedljivi.

Večina večjih čistilnih naprav v Sloveniji uporablja anaerobno obdelavo blata. Navedimo dva primera: čistilna naprava Ljubljana in čistilna naprava Domžale.

Smatramo, da je uvedba anaerobne obdelavo zelo ustrezna in sprejemljiva, ker se bo količina proizvedenega biološkega blata zmanjšana 80 % sedanje količine blata. Ta varianta sicer ne rešuje optimalne variante končne dispozicije, jo pa olajšuje.

Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na čistilni napravi Maribor zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote, poraba elektrike bo 44 % sedanje količine.



Tabela 6.1: Stroškovna ocena variante 1.

Objekt	ocena stroškov variante brez termične hidrolize (EUR)
primarni usedalniki	790.000
strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
gnilišča in strojnica gnilišč	1.730.000
plinohram in plinski razvodi	190.000
plinska bakla	50.000
objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
preureditev dela trafo postaje	200.000
zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ brez stroškov projektiranja, inženiringa, garancij in poskusnega pogona in brez DDV</b>	<b>4.555.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon cca 35 %	1.595.000
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>6.150.000</b>

Tabela 6.2: Obratovalni stroški po izvedbi variante 1.

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	2.700.000	0,11	€/kWh	297.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	40.000	3,50	€/L	140.000
FeCl3 (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H2SO4 (čiščenje zraka)	l	400	0,35		140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38		1.178
apno	t	300	180		54.000
kurilno olje	l	22.915			
bruto stroški osebja	oseba	18	30.000	oseba	540.000
<b>skupaj</b>					<b>1.069.518</b>
končna dispozicija blata	t	12.000	200		2.400.000
<b>SKUPAJ</b>					<b>3.469.518</b>

Varianta 1 je ustrezna in sprejemljiva opcija. Varianta sicer ne rešuje končne dispozicije, jo pa olajšuje. Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na čistilni napravi Maribor zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote.

Varianta 1 je vsebinsko podrobneje predstavljena v **Prilogi 7**; njeno finančno ekonomsko ovrednotenje je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.

## 6.2 VARIANTA 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO

Termična hidroliza je dvostopenjski postopek, ki združuje visokotlačno vrenje odpadkov ali blata, čemur sledi hitra dekompresija. To kombinirano delovanje sterilizira blato in ga naredi bolj biološko razgradljivega, kar izboljša razgradnjo. Sterilizacija uniči patogene organizme v blatu, tako da presega stroge zahteve glede uporabe zemljišč (kmetijstvo).

Nadgradnja postopka anaerobno obdelave blata je termična hidroliza (THP thermal hydrolysis process), postopek, ki se uporablja za obdelavo blata pred anaerobno digestijo.





Prednosti termične hidrolize so:

- Povečana proizvodnja bioplina
- Izboljšana dehidracija viška blata in s tem zmanjšana količina blata
- Višja kakovost blata, saj termalna hidroiza uniči patogene organizme.
- Nižji ogljični odtis, postopek zmanjšuje količino toplogrednih plinov,
- Višja kalorična vrednost blata, pomembno v primeru sežiga blata

Rekonstrukcija obsega objekte:

- primarni usedalniki,
- strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata,
- termična hidroliza,
- gnilišča in strojnica gnilišč,
- plinohram in plinski razvodi,
- plinska bakla,
- objekt kogeneracije in toplotne postaje,
- zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija),
- razširitev sistema računalniškega vodenja.
- preureditev dela trafo postaje.

Vsi dodatni objekti se lahko postavijo znotraj obstoječe ograje čistilne naprave.

Anaerobna obdelava blata ima s stališča okolja več pozitivnih dejavnikov, dodatna termična hidroliza pa te prednosti še poveča.

Energijo, vezano v blato iz čistilne naprave, izkoristimo za proizvodnjo bioplina. S koriščenjem tega plina v plinskih generatorjih zmanjšamo porabo elektrike, potrebne za delovanje čistilne naprave, iz zunanjih virov elektrike. Količine viškov blata, ki jih moremo reševati, se bistveno zmanjša. Ker termična hidroliza poveča proizvodnjo bioplina, je ta okoljski dejavnik še bolj zadovoljen. Še bolj se zmanjša se količina presežnega blata iz čistilne naprave.

Okoljevarstveni pogoji se nanašajo na emisije snovi in hrupa dodatnih objektov iz čistilne naprave, a so glede na stanje tehnike s standardnimi ukrepi izvedljivi.

V Sloveniji še nimamo izvedene termične hidrolize pri obdelavi blata iz komunalnih čistilnih naprav. V izgradnji je III. faza CČN Ljubljana, kjer je predvidena je uporaba hidrolize.

Tabela 6.3: Ocena investicijskih stroškov variante 2.

Objekt	ocena stroškov variante s termično hidrolizo (EUR)
primarni usedalniki	790.000
strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
uporaba termične hidrolize	2.500.000
gnilišča in strojnica gnilišč	1.270.000
plinohram in plinski razvodi	190.000
plinska bakla	50.000
objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
preureditev dela trafo postaje	200.000



Objekt	ocena stroškov variante s termično hidrolizo (EUR)
zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ brez stroškov projektiranja, inženiringa, garancij in poskusnega pogona in brez DDV</b>	<b>6.595.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon cca 35 %	2.308.250
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>8.903.250</b>

Tabela 6.4: Obratovalni stroški variante 2.

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek [€]
električna energija	kWh	2.000.000	0,11	€/kWh	220.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	30.000	3,50	€/L	105.000
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	400	0,35	€/L	140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38	€/L	1.178
bruto stroški osebja	osebe	20	30000	€/osebo	600.000
<b>skupaj</b>					<b>963.518</b>
končna dispozicija blata	t	6.150	200	€/t	1.230.000
<b>Skupaj obratovanje</b>					<b>2.193.518</b>

Tabela 6.5: Primerjava s sedanjimi obratovalnimi stroški (podatki 2020).

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	6.100.000	0,11	€/kWh	671.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	28.300	3,50	€/L	99.050
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	116.715	0,310	€/L	36.182
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	372	0,35	€/L	130
NaOCl (čiščenje zraka)	l	2.975	0,38	€/L	1.131
apno	t	300	180	€/L	54.000
kurilno olje	l	22.915	1	€/L	22.915
bruto stroški osebja	osebe	16	30000	oseba	480.000
<b>skupaj</b>					<b>1.364.407</b>
končna dispozicija blata	t	13.000	200		2.600.000
<b>Skupaj</b>					<b>3.964.407</b>

*Smatramo, da je uvedba anaerobne obdelave s termično hidrolizo zelo ustrezna in sprejemljiva, ker se bo količina proizvedenega biološkega blata še bolj zmanjšala (41 % sedanje količine). Ta varianta sicer ne rešuje optimalne variante končne dispozicije, jo pa olajšuje.*

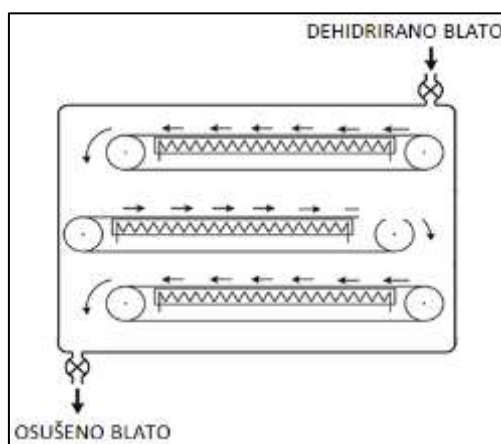
*Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na čistilni napravi Maribor zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote, poraba elektrike bo 33 % sedanje porabe.*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 2 vključno s predstavitvijo zakonske podlage in omejitev, okoljskih dejavnikov ter prostorske simulacije je predstavljena v **Prilogi 8**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*

### 6.3 VARIANTA 3 – SUŠENJE BLATA

Glede na to, da je imamo opravka z velikimi količinami mokrega dehidriranega blata, je najbolj smiselno uporabiti konvekcijsko (konvektivno) sušenje dehidriranega blata. Kot optimalna izbira, se predlaga izvedba sušilnika v pretočni izvedbi s tekočim trakom oziroma t.i. tračni sušilnik, saj le-ta zagotavlja dovolj velik masni tok blata.

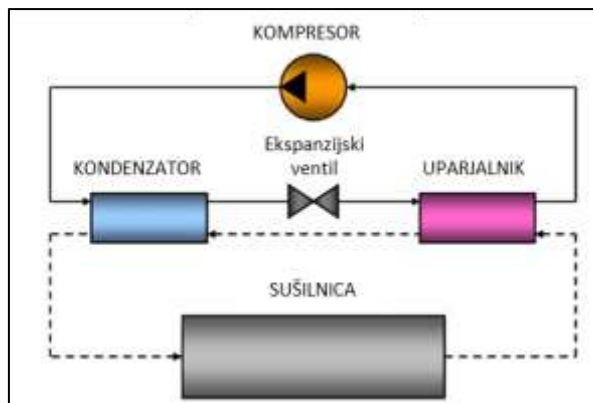
Tračni sušilniki po navadi niso omejeni po dolžini. Možna je tudi večstopenjska izgradnja v vertikalni smeri več stopenj-trakov. Širina tračnih sušilnikov (trakov) se običajno giblje med 0,5 in 3 metra. Shematski prikaz večstopenjskega tračnega sušilnika je prikazan v nadaljevanju.



Slika 6.1: Shema več-stopenjskega tračnega sušilnika.

Za transport blata v sušilniku se uporabi jekleni trak. Za preprečitev neprijetnih vonjav in emisij v okolico so predvideni filtri (prefilter in filter za zrak). Za potrebe sušenja odpadnega blata je potrebno zagotoviti ustrezen in razpoložljiv vir toplote. Na lokaciji CČN Maribor odpadne toplote ni na voljo, prav tako na sami lokaciji CČN ni na voljo zemeljskega plina. Na voljo je le električna energija. Glede na razpoložljive vire na sami lokaciji CČN se ocenjuje uporaba nizkotemperaturnega vira toplote, npr. toplotne črpalke kot najprimernejša izbira razpoložljivega vira toplote za potrebe sušenja odpadnega blata.

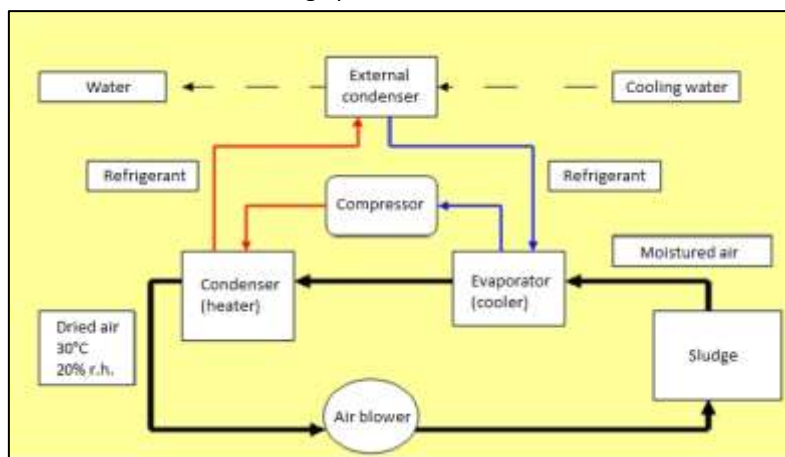
V nadaljevanju bo podana shema toplotnega postrojenja s sušilnico za sušenje odpadnega blata in sicer na podlagi koriščenja nizkotemperaturnega vira toplote toplotne črpalke, katerega delovanje je shematsko prikazano na spodnji sliki.



Slika 6.2: Shema toplotne črpalke za pripravo sušilnega plina za potrebe sušenja.

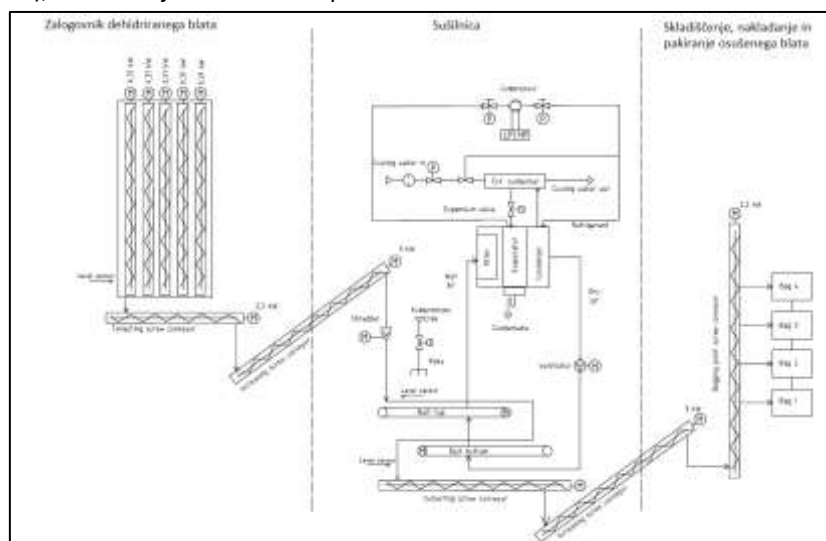
Osnovna shema delovanja sušilnice v sklopu s toplotno črpalko je prikazana na sliki v nadaljevanju in ga sestavljajo:

- sušilnica,
- ventilator,
- kompresorski sistem toplotne črpalke,
- kondenzatorski sistem toplotne črpalke,
- uparjalni sistem toplotne črpalke,
- ekspanzijski ventili toplotne črpalke,
- rezervoar za kondenzirano vodo iz sušilnega plina.



Slika 6.3: Shema postrojenja sušilnice s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke.

Sistem sušilnice je zaprt sistem, zato se ves zrak v sušilniku reciklira. Zrak se ohladi na uparjalniku (kondenzacija vlage v zraku po prehodu skozi blato—po prehodu skozi uparjalnik nastane suh zrak, sam uparjalnik ima temperaturo 0 °C, kjer je nasičen zrak 80 % vlažnosti kondenzira in odstrani vlago na približno 20% r.h.), nato je zrak suh s približno 20 % relativne vlažnosti, ki nato gre skozi kondenzator, kjer se segreje na približno 30 °C in s pomočjo ventilatorja prehaja skozi blato na jeklenih trakovih sušilnice. Ventilator na eni strani sesa zrak iz uparjalnika in kondenzatorja, na drugi pa ga vpahuje skozi blato. Zunanji kondenzator služi kot izmenjevalnik toplote, v katerem se freon iz sistema hladi s pomočjo vode. Stranski produkt procesa sušenja je kondenzat (kondenzirana voda), ki se odvaja na čistilno napravo.



Slika 6.4: Shema sistema tračnega sušenja dehidriranega blata s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke.



a) sistem tračnega sušenja



b) dehidrirano blato



c) blato v tračni sušilnici



d) osušeno blato

Slika 6.5: Sušenje dehidriranega blata v tračni sušilnici.

Za potrebe CČN Maribor bi bilo najbolj smiselno obstoječe dehidrirano blato iz CČN Maribor osušiti na 90 % suhe snovi, saj bi se s tem občutno zmanjšala količina blata za predajo v končno ravnanje.

Tabela 6.6: Količine dehidriranega in osušenega blata.

Količina dehidriranega blata	15.000	t/leto
Delež suhe snovi v dehidriranem blatu	23	% s.s.
Količina osušenega blata	3.833	t/leto
Delež suhe snovi v osušenem blatu	90	% s.s.

Z izvedbo investicije sistema sušenja dehidriranega blata na CČN Maribor se bi letna količina blata zmanjšala iz izhodiščnih 15.000 na **3.833 ton**.

Celotni investicijski stroški v izgradnjo predlaganega sistema sušenja z izvedbo na ključ se ocenjujejo na **2.572.500,00 EUR** in so podrobneje predstavljeni v nadaljevanju. Predvidena je umestitev sistema sušenja v že obstoječi prostor, kjer se izvaja dehidracija blata z morebitno manjšo dograditvijo oziroma razširitvijo prostora. Stroški povezani z razširitvijo prostora so v investiciji zajeti pod postavko gradbena dela in so ocenjeni v višini **50.000,00 EUR**. Prav tako so predvideni v celotni investiciji še nepredvideni stroški v višini **122.500,00 EUR**, ki bi se lahko pojavili v času gradnje in v tem trenutku niso poznani.



Tabela 6.7: Višina investicije za izgradnjo sistema sušenja na CČN Maribor.

Sistem sušenja dehidriranega blata CČN Maribor	Vrednost v EUR
Gradbena dela–dograditev/razširitev obstoječega prostora	50.000,00
Celotno postrojenje sušilnice s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke, zalogovnik za dehidrirano blato 25 m <sup>3</sup> , transportni trak za dovod dehidriranega in zbiranje osušenega blata	2.400.000,00
Nepredvideni–dodatni stroški	122.500,00
<b>Celotna investicija</b>	<b>2.572.500,00</b>

Letni obratovalni stroški celotnega sistema sušenja so vezani predvsem na porabljeno električno energijo, redno menjavo filtrov za zrak in pregled TČ ter manjša tekoča vzdrževalna dela.

Tabela 6.8: Letni obratovalni stroški sistema sušenja na CČN Maribor.

Letni obratovalni stroški sistema sušenja dehidriranega blata CČN Maribor		
Letna količina odstranjene vode	11.167	t/leto
Specifična poraba električne energije	410	kW/t H <sub>2</sub> O
Skupna predvidena letna poraba električne energije	4.578.470	kWh/leto
Strošek zaposlenih	8.320	1 oseba; 8 h/teden; 416 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Letna menjava filtrov za zrak	30.000	EUR/leto
Redni letni pregled TČ in ostali nepredvideni vzdrževalni stroški	10.000	EUR/leto

Poleg letnih obratovalnih stroškov je potrebno vzeti v obzir še strošek v zamenjavo kompresorjev. Pričakovana življenjska doba kompresorjev je okrog 70.000 delovnih ur. Ocenjuje se, da bo potrebno vsakih 9 let zamenjati kompresorje (strošek 360.000 EUR), saj bo sistem sušenja v obratovanju 7.500 h/leto. Poleg kompresorjev bo potrebno po 10 letih še zamenjati posamezne sestavne dele, ki se bodo iztrošili (ventilatorji, linearni pogon za izravnavo blata, drobilniki, jermenski zobniki, trak sušilnice, kroglični ležaji, zamenjava plina,...). Ocenjeni strošek zamenjave kompresorjev in vseh ostalih sestavnih delov predstavlja 1.337.700 EUR za 10 let obratovanja sistema sušenja. Natančno življenjsko dobo takšnega sistema sušenja je težko napovedati, saj so tovrstni sistemi sušenja za sušenje blat iz ČN v širši uporabi zadnjih 12 let. Pričakovana življenjska doba takšnega sistema sušenja se ocenjuje na 20–25 let. Ocenjuje se, da je celotne opreme za amortizacijo po tej varianti za 1.337.700 EUR.

Za končno ravnanje z osušenim blatom obstaja več rešitev:

- uporaba v cementni industriji (uporaba kot alternativno gorivo za sosežig v cementarni),
- sosežig v sežigalnici odpadkov,
- sežig v monosežigalnici,
- uporaba v betonih in maltah (npr. uporaba kot beton nižje trdnosti, kot masivni beton (npr. pri gradnji hidroelektrarn in večjih temeljev), kot beton za voziščne konstrukcije, kot beton za nosilno plast betonskih tlakovcev),
- uporaba kot kompozitni material (npr. v cestogradnji uporaba kot agregat v vsakem izmed slojev voziščne konstrukcije),
- uporaba v opekarski industriji kot nadomestni material pri proizvodnji opek,
- uporaba v kmetijstvu kot nadomestek umetnega gnojila.





Ocenjujemo, da je najizvedljivejša možnost kot dolgoročna rešitev uporaba osušenega blata za namen sežiga ali sosežiga. Vse ostale možnosti pa so odvisne od povpraševanja in stanja na trgu (t.j. zainteresiranih podjetij), ki bi osušeno blato želele uporabljati v okviru svoje dejavnosti (uporaba kot kompozitni material, npr. kot dodatek v cestogradnji, pri izdelavi betonov in malt, ipd.). Uporaba v kmetijstvu kot nadomestek umetnega gnojila se ocenjuje kot dolgoročno neprimerna rešitev, predvsem iz vidika vsebnosti težkih kovin, ki so prisotne v blatu iz CČN Maribor.

**Tabela 6.9: Možne dolgoročne končne rešitve ravnanja z osušenim blatom iz CČN Maribor.**

Končna rešitev ravnanja z osušenim blatom	Prezemna cena
sosežig v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)
+	
do izgradnje objekta odvoz na sosežig v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
sežig v monosežigalnici, ki bi se zgradil v MOM	Cena določena v okviru analize variante monosežigalnice
+	
do izgradnje objekta odvoz na sosežig v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
Odvoz na sosežig v sežigalnico odpadkov v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
Odvoz na sosežig v cementarno v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)

\* za prevzem blata in predajo prevzemniku poskrbi podjetje Surovina, Saubermacher ali Koto.

Potreben čas za izvedbo investicije v postavitve sistema sušenja se ocenjuje na 9–12 mesecev. Izračun stroškov dodatnega sušenja dehidriranega blata za primer CČN Maribor je podan v naslednji tabeli.

**Tabela 6.10: Prikaz letnih stroškov.**

Sistem sušenja za letno obdelavo 15.000 t blata–sušenje blata iz 23 % na 90 % s.s.		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	8.320 EUR	1 oseba; 8 h/teden; 416 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	503.632 EUR	Poraba električne energije 4.578.470 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	40.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Stroški predaje osušenega blata v končno ravnanje; prevzemna cena: 200 EUR/t	766.600 EUR	Letna količina osušenega blata: 3.833 t
Ostali prihodki	0	
Uporaba infrastrukture (stroški vzdrževanja)	25.725 EUR	

Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 16**.

*Sušenje dehidriranega blata iz CČN Maribor je ena izmed možnih dolgoročnih tehničnih rešitev s končno uporabo osušenega blata v energetske namene (monosežig, sosežig). Možnost uporabe osušenega blata v ostale namene, pa je odvisna od povpraševanja in stanja na trgu kot tudi od same sestave blata v prihodnosti (predvsem glede vsebnosti težkih kovin).*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 3 vključno s predstavitevjo zakonske podlage in omejitev, okoljskih dejavnikov ter prostorske simulacije je predstavljena v **Prilogi 9**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*



## 6.4 VARIANTA 4 – SOSEŽIG BLATA

Odvečno blato iz ČN je mogoče uporabiti za namen sosežiga v različnih termoenergetskih objektih, in sicer:

- v sežigalnici odpadkov,
- v termoelektrarni na premog ali
- v cementarni.

Sosežig blata iz ČN v termoelektrarnah na premog, cementarnah in sežigalnicah odpadkov se je uveljavilo kot ena izmed možnih tehničnih načinov končne uporabe blata. Še posebej se je povečala uporaba v cementarnah in termoelektrarnah na premog kot možnost nadomeščanja klasičnih fosilnih goriv. Možnost uporabe blata v namen sosežiga omejuje predvsem vsebnost vode v blatu in dopustne koncentracije onesnaževal v dimnih plinih.

V primeru sosežiga blata v sežigalnici odpadkov blata iz ČN ni potrebno dodatno osušiti, saj je možna uporaba vlažnega dehidriranega blata. Za koriščenje blata v cementarni in termoelektrarni pa je običajno zahteva, da je blato potrebno dodatno osušiti, da ima dovolj visoko energetska vrednostjo. Na primer, za sosežig v cementarni je potrebno, da ima blato kurilno vrednost vsaj 11 MJ/kg, kar v praksi dosegajo osušena blata na 80 % s.s. ali več.

Glavni argumenti proti sosežigu so naslednji:

- trenutno je v Srednji Evropi predlagano zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v hitri preusmeritvi proizvodnje električne energije iz premoga v čistejše vire energije. Iz tega vidika termoelektrarn na premog ni mogoče šteti za dolgoročno rešitev, vsaj ne v Srednji Evropi. Na primer:
  - Avstrija je v letu 2020 že zaprla zadnjo termoelektrarno na premog Mellach, locirana južno od mesta Graz. Cilj države je do konca leta 2030 proizvesti celotno električno energijo iz obnovljivih virov. V letu 2018 je bil ta delež 75 %. vir: <https://apnews.com/article/48fbd5c9cd8792e282a6e0b124f311dc>
  - Avstrija je za Belgijo tako druga država v Evropi, ki je že opustila termoelektrarne na premog. Do leta 2030 to namerava storiti še kar nekaj EU držav: Francija (2022), Švedska (2022), Slovaška (2023), Portugalska (2023), Velika Britanija (2024), Irska (2025) in Italija (2025). Grčija (2028), Nizozemska (2029), Finska (2029), Madžarska (2030) in Danska (2030). Nemčija ima to namen storiti do leta 2038. vir: <https://energycentral.com/news/austria-phases-out-coal-closure-verbunds-246-mw-mellach-plant>
  - Podobne načrte ima tudi Slovenija. Po enih informacijah se bi naj zaprtje Termoelektrarne Šoštanj zgodilo že leta 2033, sicer pa leta 2038 ali 2042. vir: <https://savinjske.com/novica/823/>
- Pri procesu sosežiga se fosfor v blatu praviloma izgubi. V cementarnah se ujame v sam proizvod in v sežigalnicah odpadkov se pomeša s pepelom iz ostalih odpadkov. V termoelektrarnah na premog se izvajajo preizkusi za pridobivanje fosforja iz pepela. Vendar so ta preskušanja še vedno v pilotni fazi in nanje vpliva upadanje število še delujočih termoelektrarn.
- Proces sosežiga vzpostavlja ekonomsko soodvisnost med različnimi strankami, ki sicer delujejo neodvisno. To vključuje več tveganj, ki lahko potencialno škodljivo vplivajo na dolgoročno načrtovanje končne uporabe blata.
- Prevoz blata do objektov za sosežig je običajno logistično zapleten in ima vpliv na okolje.
- do leta 2030 se pričakuje vse manjši delež sosežiga blat v cementarnah in sežigalnicah odpadkov, zaradi usmeritve Evrope po pridobivanju fosforja in že sprejetih zakonodajnih omejitev v določenih državah (Švica, Nemčija, Avstrija ima v tem trenutku že sprejete smernice v katero smer bi naj šla; Osnutek Zveznega načrta za odpadke 2017 (BMLFU, 2017)). V ostalih državah se to še pričakuje. Posledično je za pričakovati, da se bo sosežig blata v tovrstnih objektih po letu 2030 izvajal v vse manjšem obsegu.



Na podlagi temeljitega pregleda vseh razpoložljivih tehnologij za sosežig blata lahko ugotovimo, da za blato iz CČN Maribor obstaja več tehnoloških rešitev in sicer:

- **Varianta 4a:** Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
- **Varianta 4b:** Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
- **Varianta 4c:** Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji in
- **Varianta 4d:** Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji.

**Variante 4a–4d** predstavljajo dolgoročno rešitev le pod pogojem, da je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi. V nasprotnem primeru veljajo vse variante za kratkoročno prehodno rešitev, saj se pričakuje, da bo tudi Slovenija po letu 2030 sprejela podobne smernice kot so to storile že nekatere države v Evropi (Nemčija, Švica).

V Sloveniji imamo le en objekt termoelektrarne na premog in en objekt cementarne, kjer bi se lahko izvajal sosežig blata. Cementarna Anhovo od leta 2017 osušenega blata v sosežig ne sprejema več. Termoelektrarna Šoštanj pa nima okoljevarstvenega dovoljenja za izvajanje tovrstnega sosežiga.

Je pa v načrtu na področju MOM-a izgradnja objekta za energijsko izrabo odpadkov, kjer bi se lahko blato iz CČN Maribor uporabilo kot voden odpadek<sup>5</sup>. V takšnem objektu se bi lahko termično obdelala različna vrsta odpadkov, tudi dehidrirano ali osušeno blato iz ČN. V investicijski dokumentaciji (DIIP) je podana ocena investicije za izgradnjo takšnega objekta kot tudi prevzemna cena za sprejem odpadkov v obdelavo. Višina investicije izgradnje objekta za energijsko izrabo odpadkov je ocenjena na **45.203.000 EUR**, strošek prevzema odpadkov v obdelavo pa **110 EUR/t**. Predviden pričetek obratovanja objekta po podatkih navedenih v DIIP-u pa je za **leto 2027**.

Blato iz CČN Maribor bi bilo možno uporabljati dolgoročno za sosežig v objektu za energijsko izrabo odpadkov, katerega izgradnja se načrtuje v MOM, vendar pod pogojem, da je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi, saj se pričakuje, da bo tudi Slovenija po zgledu Nemčije in Švice sprejela zakonodajo, ki bo sledila usmeritvam EU o pridobivanju fosforja iz blata. V primeru večje vsebnosti fosforja v blatu nad 20 g P/kg suhe snovi, pa lahko sosežig blata v tovrstnem objektu predstavlja le prehodno rešitev, kar pa bo odvisno od Republike Slovenije za kakšna pravila se bo odločila.

Za potrebe sosežiga v cementarnah pa bi bilo potrebno blato iz CČN Maribor najprej osušiti na 90 % suhe snovi in lahko predstavlja dolgoročno rešitev, v kolikor bo vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi. V nasprotnem primeru lahko sosežig blata v cementarnah predstavlja le prehodno rešitev. Znotraj Slovenije že v tem trenutku ni mogoče oddati osušeno blato v cementarno na sosežig, obstaja samo možnost oddaje v tujino (npr. Avstrija ima devet cementarn).

V okviru Variante 4 so za blato iz CČN Maribor analizirane izvedljive možnosti predaje dehidriranega in osušenega blata v sosežig ter so predstavljene v tabeli.

<sup>5</sup> Termična predelava odpadkov Maribor JHMB 20/21, investicijska dokumentacija (DIIP), Energetika Maribor, 2020.



Tabela 6.11: Stroškovna ocena variant.

Varianta	Končna rešitev ravnanja z osušenim blatom	Prezemna cena	Količina blata	Opomba
<b>Varianta 4a</b>	sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)	15.000 ton/leto	Kot izhodišče za pričetek delovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se upošteva leto 2027.
<b>Varianta 4b</b>	sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)	3.833 ton/leto	Kot izhodišče za pričetek delovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se upošteva leto 2027. Upošteva se izvedba variante 3. Do pričetka obratovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se osušeno blato predaja v sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo po prevzemni ceni 200 EUR/t. Izvedljivo takoj.
<b>Varianta 4c</b>	sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)	15.000 ton/leto	
<b>Varianta 4d</b>	sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)	3.833 ton/leto	Izvedba variante 3.

\* za prevzem blata in predajo prevzemniku poskrbi podjetje Surovina, Saubermacher ali Koto.

Odvečno blato, ki nastaja na CČN Maribor se bi lahko uporabilo kot vhodno gorivo za potrebe sosežiga v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM, ki je v načrtovanju ali v eni izmed cementarn v Avstriji, saj naša edina cementarna Anhovo trenutno osušenih blat v sosežig ne sprejema več. V objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM bi bilo mogoče uporabiti tako vlažno dehidrirano blato kot tudi osušeno, medtem ko bi v primeru predaje blata v cementarno bilo potrebno obstoječe dehidrirano blato najprej osušiti na 90 % s.s., šele na to pa ga bi bilo možno predati v sosežig, da se zagotovi zahtevana minimalna kurilna vrednost blata, ki jo zahteva cementarna.

*Sosežig blata v različnih termoenergetskih objektih dolgoročno več ne moremo šteti za primeren način končne uporabe, predvsem zaradi EU strategije po izločanju fosforja iz pepela, kar v primeru sosežiga ni možno. Sosežig blata v sežigalnicah odpadkov in v cementarnah lahko predstavlja dolgoročno rešitev glede na trenutno EU strategijo le v primeru, v kolikor je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi.*

*V primeru večje vsebnosti fosforja v blatu pa lahko sosežig blata v cementarnah in sežigalnicah odpadkov predstavlja le prehodno rešitev. Za blato iz CČN Maribor je nemogoče napovedati, če bo v prihodnosti zagotovljena vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi, saj se je v preteklosti vsebnost fosforja v blatu spreminjala in je znašala 19,935–41,20 g P/kg suhe snovi.*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 4 vključno s predstavitevjo zakonske podlage in omejitev, okoljskih dejavnikov ter prostorske simulacije je predstavljena v **Poglavju 10**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*

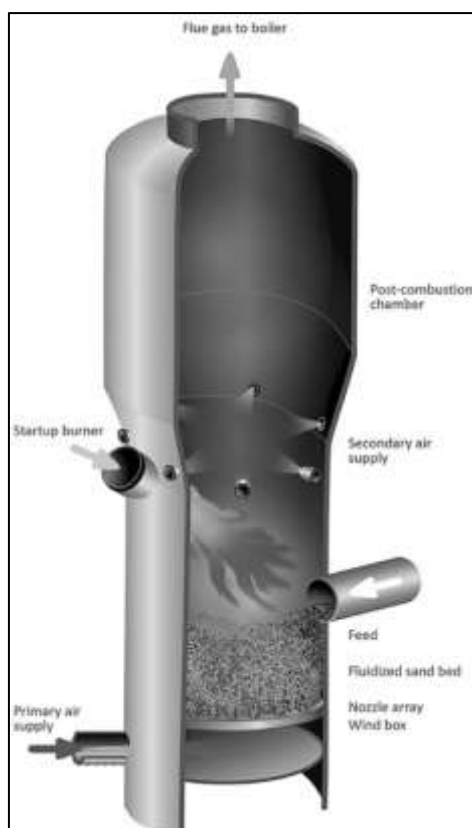


## 6.5 VARIANTA 5 - MONOSEŽIG BLATA

Monosežig je najbolj preverjen način toplotne obdelave blata. Ta način končne obdelave trenutno koristijo v največji meri na Nizozemskem, v Nemčiji, Švici, kjer so monosežigalnice namenjene izključno sežigu blata iz ČN. Gre za proces zgorevanja organskih snovi pri visokih temperaturah v prisotnosti presežka kisika. Med procesom blatu odstranimo vlago in bistveno zmanjšamo suspendirano količino snovi. Prav tako se v procesu uničijo vse organske snovi, patogeni organizmi in nevtralizira neprijeten vonj. Za sam proces zgorevanja običajno uporabljamo osušeno blato z okrog 40 % deležem suhe snovi.

Najbolj pogosti tehnologiji za zgorevanje blata sta večstopenjska monosežigalnica (angl. Multiple Hearth Furnace) in monosežigalnica z lebdečim (fluidiziranim) slojem (angl. Fluidized Bed Combustor). V uporabi so tudi različni tipi rotirajočih peči (angl. Rotary Kilns), ciklonov in talilnih peči.

**Najprimernejša tehnologija za sežig blata je kurišče z lebdečim slojem in velja za najbolj preizkušeno tehnologijo v svetu.** Na sliki je shematsko prikazan monosežig blata v kurišču z lebdečim slojem.



Slika 6.6: Monosežig blata v kurišču z lebdečim slojem.<sup>6</sup>

Monosežigalnice z lebdečim slojem so v uporabi in obratovanju na primer v Nemčiji za obdelavo blata od 3.200 t blata s.s./leto (Ruegen, Nemčija) pa vse do 95.000 t blata s.s./leto (Lünen, Nemčija). Trenutno je v Nemčiji v obratovanju 20 monosežigalnic s skupno kapaciteto 670.000 t blata s.s./leto. V diskusiji ali v pripravi je v Nemčiji trenutno 20–30 novih projektov za monosežigalnice, zaradi pričakovanih sprememb v zakonodaji do leta 2030.

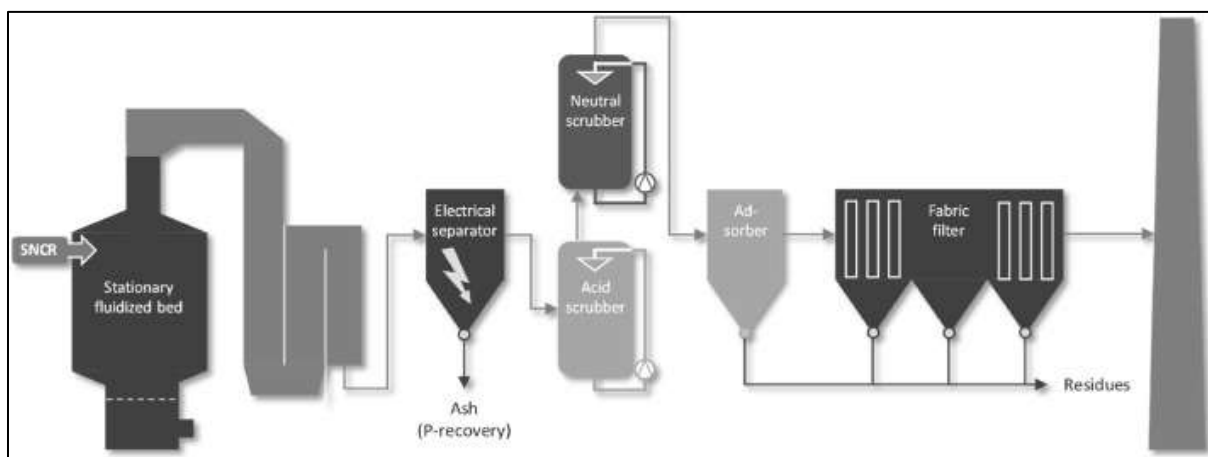
<sup>6</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review*, *Journal of Environmental Management*, Volume 263, 1 June 2020



### **Čiščenje dimnih plinov iz monosežigalnice:**

Procesna tehnologija, ki se uporablja za čiščenje dimnih plinov iz monosežigalnice, se razlikuje od tehnologije pri sežiganju odpadkov, zaradi različne sestave dimnih plinov. V splošnem so uporabljena podobna tehnološka načela. Posebno pozornost je treba nameniti nizki vsebnosti vodikovega klorida (HCl) in bistveno višji vsebnosti žveplovega dioksida (SO<sub>2</sub>) v dimnih plinih v primerjavi s konvencionalnim sežiganjem odpadkov. Potreben je učinkovit sistem za čiščenje dimnih plinov, ki omogoča varno ločevanje visokih obremenitev SO<sub>2</sub>. Ker je temperature izgorevanja v lebdečem sloju mogoče dobro nadzorovati, lahko večina monosežigalnic izpolnjuje dejanske mejne vrednosti emisij dušikovega oksida v območju 150–200 mg/m<sup>3</sup> brez kakršnih koli sekundarnih ukrepov za zmanjšanje. Če to ni mogoče, npr. zaradi strožjih mejnih vrednosti zakonodaje (100 mg/m<sup>3</sup> ali manj), se običajno uporabljajo postopki selektivne nekatalitske redukcije (SNCR).

Raztopina sečnine ali amoniaka se vbrizga neposredno v kurišče z lebdečim slojem, da se dušikovi oksidi reducirajo v elementarni dušik. Katalitski procesi (SCR) so v monosežigalnicah redko uporabljeni. Primer možne postavitve linije za čiščenje dimnih plinov za monosežigalnico je shematično prikazan na sliki spodaj.



Slika 6.7: Primer tehnološke rešitve čiščenja dimnih plinov iz monosežigalnice.<sup>7</sup>

### **Glavni produkti monosežiga:**

Toploto, pridobljeno med procesom zgorevanjem blata, lahko koristno uporabimo za sušenje blata pred sežigom, ogrevanje prostorov ČN, presežek pa oddamo v sistem daljinskega ogrevanja. V večjih monosežigalnicah pa je možno poleg toplote še pridobivati električno energijo.

### **Preostanki monosežiga:**

Pri monosežigu blata nastaja pepel, ki ga lahko uporabimo za pridobivanje fosforja ali pa ga odlagamo na deponije, uporaba pri gradnji cest, predelavo v kompozit za sanacijo degradiranih območij (trenutna praksa). Preostanek procesa monosežiga so še mavec, odpadna voda ter ostanki po čiščenju dimnih plinov, ki se predajo pooblaščenemu prevzemniku odpadkov, saj so nevarni odpadki, zaradi visoke vsebnosti onesnaževal. Mavec iz mokrih čistilcev dimnih plinov se lahko uporablja v gradbeništvu, vendar je uporaba zaradi njegovega izvora in razmeroma majhnih količin precej omejena.

<sup>7</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review*, *Journal of Environmental Management*, Volume 263, 1 June 2020

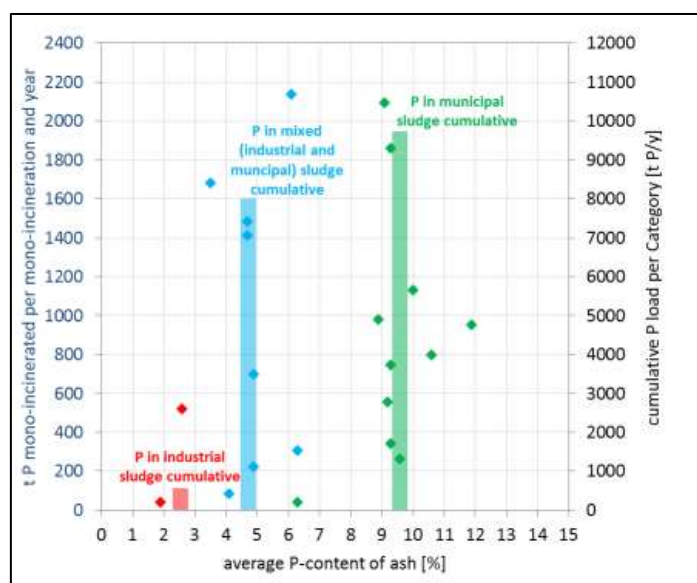


### 6.5.1 Pridobivanje fosforja in možnost njegove uporabe

V zadnjem času pridobivanje fosforja iz blata postaja v Evropi vse bolj aktualna tematika. Fosfor se namreč v naravi ne obnavlja, je ključni element za življenje in pridobivanje hrane in se ga v naravi nahaja v omejenih količinah. Na voljo ga je še samo za nekaj desetletij. Fosfor je namreč enajsti najpogostejši element na Zemlji, a ocenjuje se, da bodo globalno zaloge izčrpane v 50 do 100 letih. V blatu iz ČN je 2 % fosforja ali celo več in bi kot ponovno pridobljen lahko predstavljal zanesljiv vir fosforja. Iz teh razlogov se bodo v bližnji prihodnosti v čedalje večjem številu predvsem večje ČN odločale za pridobivanje fosforja ali pa za prodajo pepela kot preostanek monosežiga, iz katerega se lahko pridobiva fosfor s t.i. specializiranim obratom. Nekatere države že imajo sprejete smernice in pravila glede tega (npr. Švica, Nemčija, Avstrija). Pepel iz delujočih monosežigalnic se tako v največji meri trenutno začasno shranjuje, dokler se ne bodo razvile dovolj učinkovite metode za pridobivanje fosforja iz tega pepela.

#### Razpoložljive tehnologije za pridobivanje fosforja iz pepela kot preostanek monosežiga blata

Po sežigu blata v monosežigalnici je preostanek procesa pepel z visoko vsebnostjo fosforja. Vsebnost fosforja v pepelu iz monosežiga blat v Nemčiji se giblje med 2% in 12% in je odvisno iz kakšnega kanalizacijskega sistema blato nastaja v sklopu ČN.



Slika 6.8: Vsebnost fosforja v pepelu iz monosežiga blata v Nemčiji.<sup>8</sup>

Na trgu je prisotnih več vrst tehnologij za pridobivanje fosforja iz pepela. Večina tehnologij je še v fazah razvoja (TRL 6+), konec leta 2020 in v začetku leta 2021 pa so se začeli pojavljati že prvi delujoči industrijski obrati (npr. Nemčija). Večinoma so obetavni mokri kemični procesi, ki raztapljajo pepel v mineralnih kislinah z ekstrakcijo fosforja in izločanjem neželenih težkih kovin z različnimi izkoristki. Le nekaj tehnologijam je cilj procesa izdelava gnojil primernih za uporabo (npr. PHOS4Green). Najbolj obetavnim tehnologijam pa je cilj pridobivanje fosfatov kot so kalcijevi fosfati (tj. DCP) amonijevi fosfati (tj. MAP, DAP) ali fosforjeva kislina (tj. MGP).

<sup>8</sup> vir: Krüger O., Adam C., *Monitoring von Klärschlammmonoverbrennungsaschen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zur Ermittlung ihrer Rohstoffrückgewinnungspotentiale und zur Erstellung von Referenzmaterial für die Überwachungsanalytik (Sewage sludge ash monitoring for their material recovery potential and to produce references materials for official monitoring routines)*, UBA Texte 49/2014, Dessau-Roßlau, 2014



V preteklosti je bil fokus usmerjen celo na proizvodnjo belega fosforja ( $P_4$ ) iz ustreznega pepela, vendar so bile raziskave in razvoj v ustrezne tehnološke rešitve zaustavljene, zaradi ekonomskih razlogov.

V nadaljevanju so podane razpoložljive tehnologije in koncepti (podrobneje predstavljeno v **Prilogi 11**), ki so trenutno na trgu ali imajo dobre možnosti za vstop na trg v bližnji prihodnosti, zlasti v državah, kjer bo obvezno pridobivanje fosforja iz pepela:

#### PHOS4Green:

Tehnološka rešitev PHOS4Green je zelo blizu običajni proizvodni verigi gnojil, in sestoji iz treh korakov: suspenzija pepela v fosforni kislini, mešanje in granulacija, na koncu dobimo prilagojeno gnojilo (NP, PK, NPK ali NPS gnojilo).

#### Ecophos:

Gre za mokro kemijsko ekstrakcijo in ionsko izmenjevalno čiščenje nizkokakovostne fosfatne kamnine in druge surovine, ki jo je razvila družba EcoPhos v Belgiji. Omogoča proizvodnjo visokokakovostnih fosfatov (tj. DCP,  $H_3PO_4$ ) iz nizko kakovostnih surovin.

#### Tetraphos:

Gre za podobno tehnološko rešitev kot je Ecophos, ki jo je razvilo nemško podjetje Remondis Aqua za pridobivanje visokokakovostne fosforne kisline iz pepelov monosežiga blat, poznano pod imenom TetraPhos®.

#### Phos4Life:

Tehnološka rešitev Phos4Life je trenutno še v fazi razvoja. To rešitev razvijata Tecnicas Reunidas (Madrid, Španija) in fundacija ZAR (kanton Zürich, Švica). Pričakuje se, da bo omogočila proizvodnjo fosforne kisline tehničnega razreda iz pepelov monosežiga s kislim izpiranjem z žveplovo kislino in nadaljnjim korakom ločevanja in ekstrakcije. Glavni produkt postopka je 74% konc.  $H_3PO_4$ .

#### AshDec®:

Postopek AshDec® termokemično obdela pepel v rotacijski peči. Fosfati, prisotni v pepelu, se po reakciji z  $Na_2SO_4$  pri 900–1000 °C in minimalnim zadrževalnim časom 20 minut pretvorijo v končni produkt  $NaCaPO_4$ . V procesu se uporablja dodatno še osušeno blato kot redukcijsko sredstvo, ki zniža vsebnost težkih kovin v končnem produktu in uporaba zemeljskega plina za obratovanje rotacijske peči. Hlapne težke kovine (As, Cd, Hg, Pb, Zn) izhlapijo in se odstranijo skozi plinsko fazo.

**Dostopne tehnološke rešitve za pridobivanje fosforja iz pepelov monosežiga so trenutno še v fazah razvoja (TRL 6+) in na prehodu iz pilotnih objektov na prve industrijske objekte. Prva industrijska objekta (tehnološka rešitev PHOS4Green in Tetraphos®) sta pričela z obratovanjem v Nemčiji konec leta 2020 oziroma v letu 2021. Glede na navedeno je za primer Slovenije v tem trenutku nemogoče vključiti tehnološko rešitev za pridobivanje fosforja iz pepela v sklopu postavitve monosežigalnice. Za pepel kot preostanek monosežiga se bo upoštevalo dve varianti: varianta a) oddaja pepela (klasifikacijska številka odpadka 19 01 12) na odlaganje na odlagališče nenevarnih odpadkov Pragersko (185,52 EUR/t<sup>9</sup>) + strošek transporta pepela do odlagališča (15 EUR/t) in varianta b) odlaganje pepela (klasifikacijska številka odpadka 19 01 12) na deponiji za začasno skladiščenje pepela, ki se zgradi na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (0 EUR/t) + strošek manipulacije pepela (5 EUR/t).**

<sup>9</sup> cenik za odlaganje odpadkov-tržna dejavnost: <https://www.komunala-slb.si/ceniki.html>

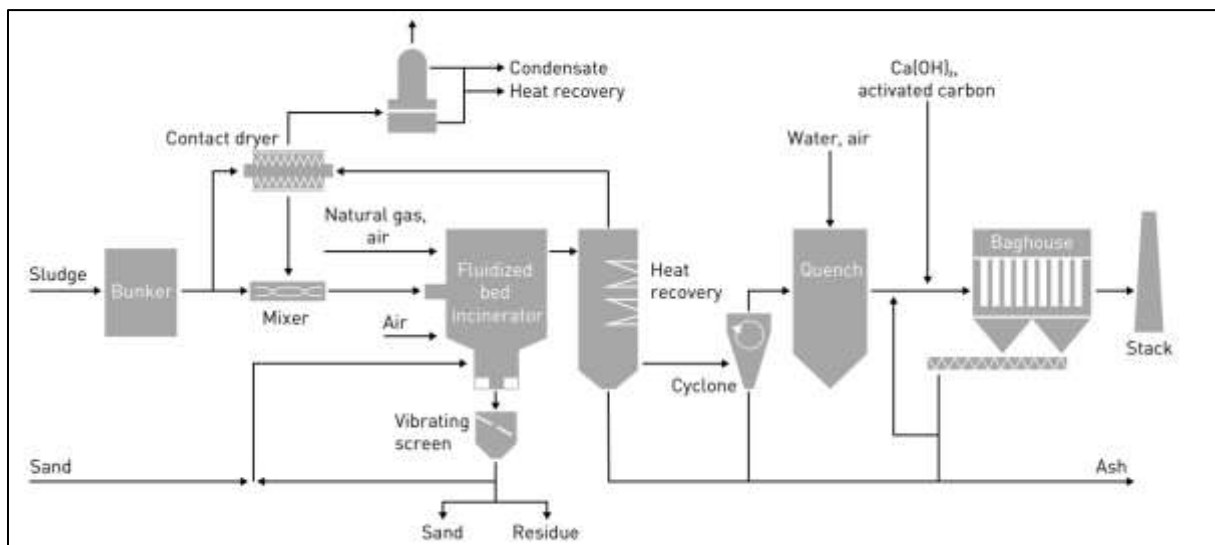
## 6.5.2 Možnosti monosežiga blata iz CČN Maribor

Za monosežig blata iz CČN Maribor je potrebna izgradnja monosežigalnice z uporabo tehnologije sežiga v lebdečem sloju, ki velja v svetu za najbolj uveljavljeno in dovolj preizkušeno tehnologijo. Za dehidrirano blato iz CČN Maribor obstajata dve tehnološki rešitvi monosežiga:

- **VARIANTA 5a:** izgradnja manjše monosežigalnice za lastne potrebe CČN Maribor z zmogljivostjo obdelave 15.000 t dehidriranega blata/leto (vsebnost suhe snovi: 23 %)
  - **Varianta 5a.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
  - **Varianta 5a.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja
- **VARIANTA 5b:** izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije z zmogljivostjo obdelave 100.000 t do 120.000 t blata različne stopnje sušine letno oziroma 30.000 t s.s. blata/leto. Pri varianti 2, moramo ločiti še dve podvarianti glede ravnanja s pepeli in sicer
  - **Varianta 5b.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
  - **Varianta 5b.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja

### **VARIANTA 5a:**

Tehnološka shema postrojenja manjše monosežigalnice s kapaciteto obdelave 15.000 t dehidriranega blata/leto oziroma 4.000 t s.s. blata/leto je shematsko prikazana na naslednji sliki.



Slika 6.9: Tehnološka rešitev monosežigalnice s kapaciteto letne obdelave 15.000 t dehidriranega blata.

### **VARIANTA 5b:**

Po podatkih iz poročila *Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019*, ki ga je izdelala delovna skupina za reševanje blata iz ČN v okviru SDZV je razvidno, da v Sloveniji deluje 507 ČN (po podatkih MOP za leto 2018). Skupna dimenzionirana kapaciteta vseh ČN velikosti nad 50 PE v Sloveniji znaša 2.682.215 PE.

Tabela 6.12: Pregled števila ČN v Sloveniji v letu 2018<sup>10</sup>.

Velikostni razpon ČN	Skupno število ČN
50 - 100	44
101 - 200	90
201 - 400	88
401 - 1000	121
1.001 - 2.000	46
2.001 - 5.000	45
5.001 - 10.000	32
10.001 - 50.000	29
50.001 - 100.000	8
100.001 - 360.000	4
skupaj	507

Analiza nastalega blata v Sloveniji v letu 2019 podaja naslednja tabela.

Tabela 6.13: Količine nastalega blata v Sloveniji v letu 2019<sup>11</sup>.

Sušina blata	Dnevni povprečni volumen ČN (2018)	blato pred obdelavo / letna količina nastalega blata (m <sup>3</sup> )	blato pred obdelavo / povpr. sušina nastalega blata (%):	blato po obdelavi / letna količina blata (tone SS):	blato po obdelavi / povpr. sušina v blatu po obdelavi (%):	na odlagališčih (tone SS):	ostanek na ČN (tone SS):	na kmetijske površine (tone SS):	kompostiran o in vnešeno na kmetijske zemljišča (tone SS):	odkvalificirano na odlagališčih (tone SS):	drugo (tone SS):	na odlagališčih (tone vlažnega):	ostanek na ČN (tone vlažnega):	na kmetijske površine (tone vlažnega):	kompostiran o in vnešeno na kmetijske zemljišča (tone vlažnega):	odkvalificirano na odlagališčih (tone vlažnega):	drugo (tone vlažnega):
	ME	m <sup>3</sup> /leto	%	tone s.s.	%	tone SS	tone SS	tone SS	tone SS	tone SS	tone SS	tone vlažnega	tone vlažnega	tone vlažnega	tone vlažnega	tone vlažnega	tone vlažnega
Sušina blata med 90 %	487.500	261.899	3%	5.259	94%	0	0	0	0	0	5.259	0	0	0	0	0	5.259
Sušina blata med 70 in 90 %	39.000	1.345	6%	990	73%	0	0	144	132	314	0	0	0	181	105	399	0
Sušina blata 30 %	3.200	2.500	1%	20	50%	0	20	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0
Sušina blata med 20 in 30 %	412.200	221.248	3%	4.648	27%	130	5	0	0	4.506	517	15	0	0	0	58.354	0
Sušina blata med 20 in 25 %	328.520	1.121.950	3%	13.782	22%	57	94	81	0	1.063	11.568	300	409	260	0	8.713	52.562
Sušina blata med 10 in 20 %	299.487	184.308	3%	5.111	18%	100	1.048	0	500	254	3.151	441	5.520	0	1.038	986	27.508
Sušina blata pod 10 %	8.000	23.273	1%	189	4%	0	0	0	0	186	0	0	0	0	0	0	4.650
SKUPAJ	2.127.817	2.020.275		29.596		288	1.187	81	644	2.252	24.983	1.418	5.396	360	1.218	9.894	97.190

Iz tabele lahko razberemo, da je z analizo podatkov 80 % celotne dimenzionirane velikosti ČN v Sloveniji v letu 2019 nastalo **29.596 ton s.s. blata** oziroma **118.056 ton vlažnega blata**. Največ nastalega blata (**62 %**) ima sušino med 20 in 30 %, to je 18.430 ton s.s., le **18 %** (5.259 ton s.s.) vsega blata pa ima sušino nad 90 %.

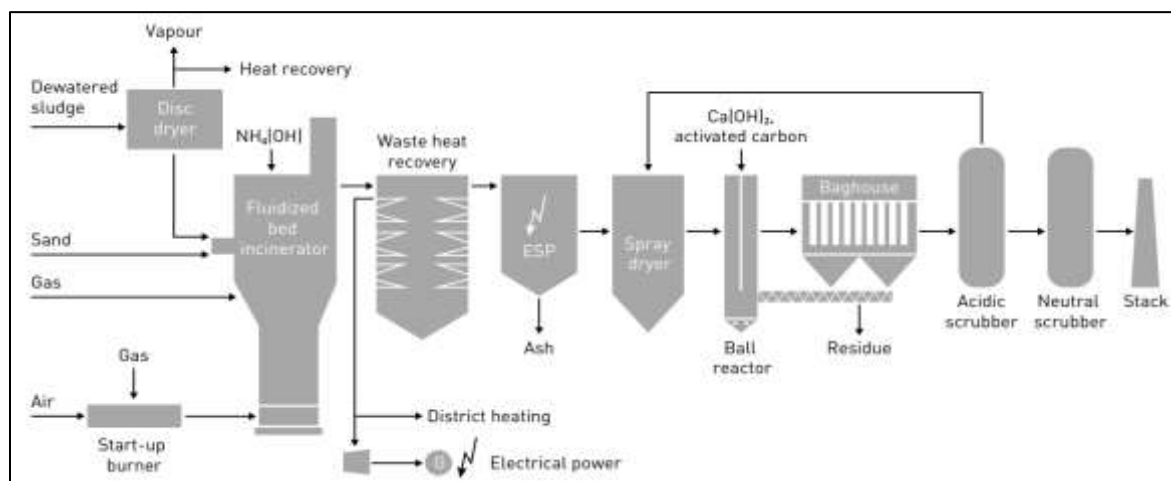
V kolikor bi vsa nastala blata iz ČN v Sloveniji zmešali, bi dobili mešanico blat, ki bi vsebovala v povprečju **24 % s.s.**

Da bi se vsa nastala blata iz ČN v Sloveniji termično obdelala v eni večji monosežigalnici, bi morala biti tehnološka rešitev takšna, da bi se vsa nastala blata pripeljala na lokacijo monosežigalnice, ki bi bila locirana na eni izmed večjih CČN v Sloveniji. Lokacija CČN Maribor je ena izmed primernih lokacij za postavitve takšne skupne večje monosežigalnice. Sama velikost monosežigalnice pa bi morala biti predvidena za sprejem 100–120.000 t blat različne stopnje sušine letno oziroma 30.000 t s.s. blata/leto.

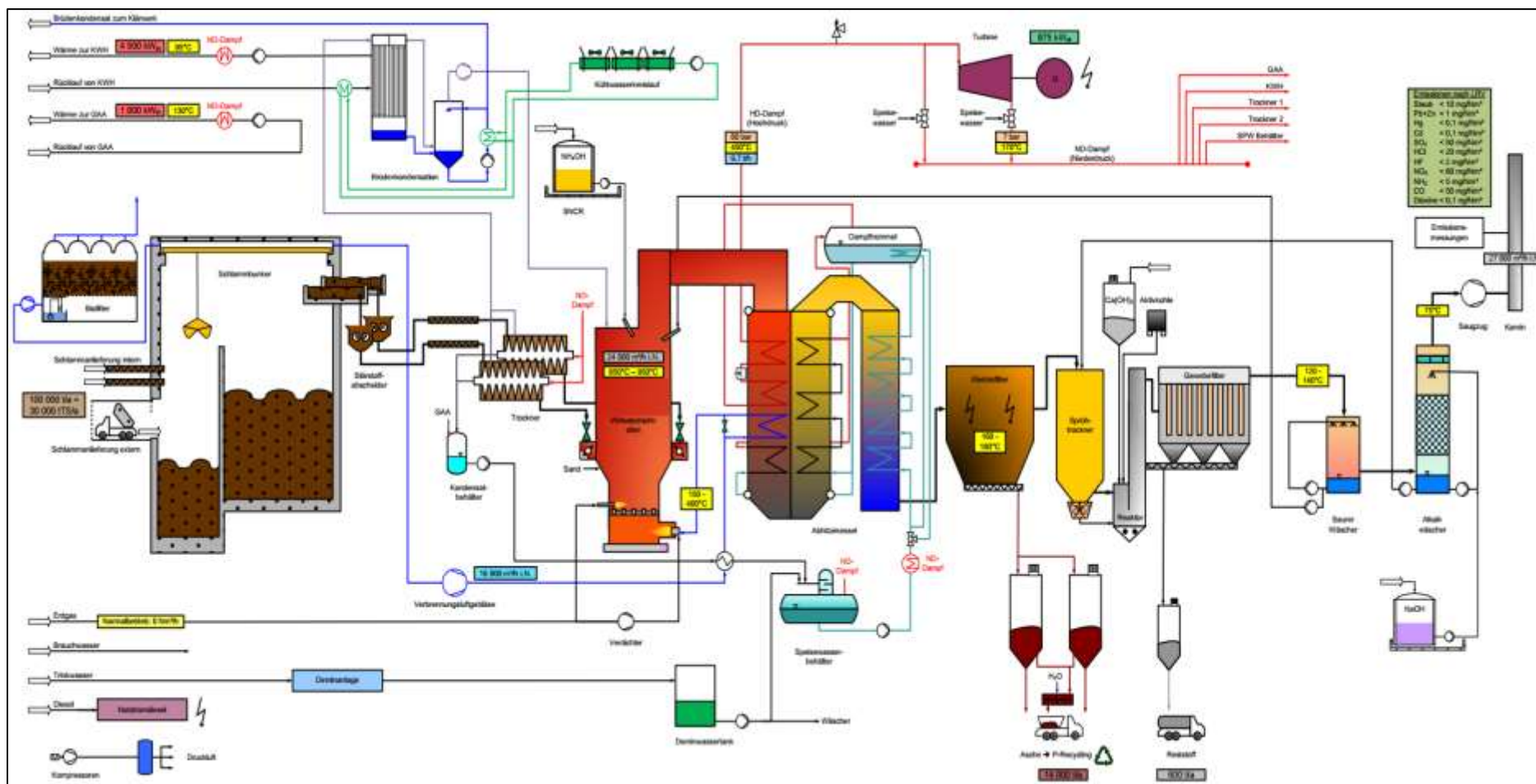
Predpostavlja se, da je del blat 10-15 %, ki nastaja predvsem na manjših ČN po Sloveniji, kjer je v uporabi ločen kanalizacijski sistem, primeren za druge namene. Tako bi za Slovenijo zadoščala monosežigalnica s kapaciteto letne obdelave 100.000 t blat različne stopnje sušine oziroma 30.000 t s.s. blata/leto. Tehnološka rešitev takšne monosežigalnice je prikazana na naslednji sliki.

<sup>10</sup> vir: M. Levstek, N. Uranjek, Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019, poročilo, delovna skupina za reševanje blata iz ČN v okviru SDZV, 2020

<sup>11</sup> vir: M. Levstek, N. Uranjek, Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019, poročilo, delovna skupina za reševanje blata iz ČN v okviru SDZV, 2020



Slika 6.10: Tehnološka rešitev monosežalnice s kapaciteto letne obdelave 100.000 t blat različne stopnje sušine.



Slika 6.11: Tehnološka shema monosežigalnice za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine.





Tabela 6.14: Preostanki monosežiga.

Preostanek monosežiga	Varianta 5a	Varianta 5b
<b>Pepel (možna uporaba za pridobivanje fosforja)</b>	2.000 t/leto	15.000 t/leto
<b>Ostanki čiščenja dimnih plinov (nevarni odpadki)</b>	100 t/leto	700 t/leto

### 6.5.3 Okvirne količine energetske vrednosti glede na razpoložljive količine in izbrano tehnologijo termične obdelave blata - monosežig

Energetski potencial blata iz CČN Maribor je mogoče izkoristiti znotraj MOM v primeru postavitve monosežigalnice. Dehidrirano in osušeno blato iz CČN Maribor izkazuje naslednjo energetsko vrednost:

Tabela 6.15: Energetska vrednost blata iz CČN Maribor.

Blato iz CČN Maribor	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost	Povprečna vrednost
<b>Dehidrirano blato (23 % s.s.)</b>	0,8692 MJ/kg	1,5350 MJ/kg	1,1920 MJ/kg
<b>Osušeno blato (90 % s.s.) –ocena</b>	10 MJ/kg	12 MJ/kg	11 MJ/kg

V primeru izgradnje manjše monosežigalnice–VARIANTA 5a (15.000 t dehidriranega blata/leto / 4.000 t s.s. blata/leto) za lastne potrebe obdelave blata iz CČN Maribor se večji del ustvarjene toplotne energije porabi za sušenje dehidriranega blata na stopnjo, ki jo zahteva proces monosežiga. Drugi del toplotne energije pa se lahko izkoristi za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja.

V primeru izgradnje večje monosežigalnice–VARIANTA 5b (100.000 t blat različne stopnje sušine) za potrebe obdelave glavnine nastalih blat iz ČN v Sloveniji pa se v sklopu procesa proizvede električna in toplotna energija, ki se lahko odda v sistem daljinskega ogrevanja (del toplotne energije se porabi za sušenje blat).

Tabela 6.16: Količine proizvedene energije monosežigalnice.

Monosežigalnica za letno obdelavo 15.000 t dehidriranega blata / 4.000 t s.s. blata/leto	
Proizvedena energija	Količina
Toplotna energija na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	0,6 MWh/h
Električna energija	0 MWh/h
Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto	
Proizvedena energija	Količina
Toplotna energija na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	4,5 MWh/h
Električna energija	0,85 MWh/h

Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine je v celoti samozadostna, saj proizvedena električna energija pokriva celotno potrebo za njeno delovanje, del ustvarjene toplote pa se porabi za sušenje blat v sklopu tehnološkega procesa. Letno se bi v takšni monosežigalnici proizvedlo **6.375 MWh električne energije** in **33.750 MWh toplotne energije**, pod predpostavko, da takšna monosežigalnico obratuje 7.500 h/leto. V primeru manjše monosežigalnice za letno obdelavo 15.000 t dehidriranega blata pa se bi proizvedlo **4.500 MWh toplotne energije**, ki bi bila na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja.



## 6.5.4 Stroškovna ocena

V primeru monosežiga blata iz CČN Maribor bi bilo potrebno zgraditi monosežigalnico. Potrebna bi bila naslednja investicijska vlaganja:

Tabela 6.17: Investicijski strošek v izgradnjo monosežigalnice.

Izgradnja monosežigalnice	Varianta 5a1 in 5a2	Varianta 5b1 in 5b2
<b>Izvedba na ključ</b>	8.000.000 EUR	50.000.000 EUR
<b>Nepredvideni stroški</b>	400.000 EUR	2.500.000 EUR
<b>Skupni investicijski strošek</b>	8.400.000 EUR	52.500.000 EUR

V skupni investicijski ceni so zajeti vsi predvideni in nepredvideni stroški: projektiranje, inženiring, gradbena dela, nabava, postavitve in vgradnja tehnološke opreme, zagon in usposabljanje - izvedba na ključ.

Upoštevati je potrebno, da je glavna pomanjkljivost monosežiga blat prav v višjih specifičnih stroških manjših monosežigalnic. Za obe varianti smo naredili oceno pričakovanih specifičnih stroškov na podlagi že delujočih monosežigalnic. Pri manjših monosežigalnic 2.000–4.000 t s.s. blata/leto je strošek obdelave blata okrog 500 EUR/t s.s., pri večjih monosežigalnicah nad 35.000 t s.s. blata/leto pa je ta strošek občutno manjši in znaša okrog 240 EUR/t s.s.<sup>12</sup>.

V našem primeru se strošek obdelave blata ocenjuje na:

- **VARIANTA 5a**: 480 EUR/t s.s. oziroma 110 EUR/t vlažnega blata
- **VARIANTA 5b**: 280 EUR/t s.s. oziroma 65 EUR/t vlažnega blata

Ugotovimo lahko, da bi bil strošek predaje blata v večjo monosežigalnico občutno manjši. Poleg tega bi se proizvedla še koristna energija, ki bi se lahko uporabila za potrebe daljinskega ogrevanja mesta.

Pri varianti **5b** moramo ločiti še dve podvarianti glede ravnanja s pepeli in sicer:

- **Varianta 5b.1**: Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov in
- **Varianta 5b.2**: Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja.

V **Tabeli 6.18** so prikazani stroški obdelave blata v takšni večji monosežigalnici, kjer je upoštevan strošek odlaganja pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov Pragersko (**Varianta 5b.1**).

Tabela 6.18: Izračun stroška obdelave blata v monosežigalnici z odlaganjem pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov.

Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto s predajo pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov		
Vrsta stroškov	100.000 t blata / leto	Opomba
<b>Stroški zaposlenih</b>	360.000 EUR	12 zaposlenih (1 oseba: 30.000 EUR/leto)
<b>Obratovalni stroški</b>	2.500.000 EUR	
<b>Stroški vzdrževanja</b>	180.000 EUR	
<b>Drugi stroški</b>	0	
Stroški ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nevarni odpadki)–predaja pooblaščenemu prevzemniku odpadkov (700 t/leto)	210.000 EUR	700 t/leto

<sup>12</sup> vir: German Environment Agency, Sewage sludge disposal in the Federal Republic of Germany, Umwelt Bundesamt, 2018



Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto s predajo pepela na odlagališče nenevarnih odpadkov		
Prezemna cena: 300 EUR/t		
<b>Stroški ravnanja s pepelom kot preostanek monosežiga (odpadek 19 01 12)–odlaganje na odlagališče nenevarnih odpadkov (185,52 EUR/t) + strošek transporta pepela (15 EUR/t)</b>	3.007.800 EUR	15.000 t/leto
<b>Prodaja toplote (4,5 MWh/h, 7500 h/leto = 33.750 MWh/leto) Prodajna cena: 30 EUR/MWh</b>	-1.012.500 EUR	
<b>Prodaja električne energije (0,85 MWh/h, 7500 h/leto = 6.375MWh) Prodajna cena: 50 EUR/MWh</b>	-318.750 EUR	
<b>Ostali prihodki</b>	0	

V **Tabeli 6.19** so prikazani stroški obdelave blata v monosežigalnici, kjer je upoštevan strošek začasnega skladiščenja pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (Varianta 5b.2) vključno z upoštevanim investicijskim stroškom v izgradnjo takšne deponije, ki je ocenjena na 1.000.000 EUR.

**Tabela 6.19: Izračun stroška obdelave blata v monosežigalnici z začasnim skladiščenjem pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice.**

Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto z začasnim skladiščenjem pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice		
Vrsta stroškov	100.000 t blata / leto	Opomba
<b>Stroški zaposlenih</b>	360.000 EUR	12 zaposlenih (1 oseba: 30.000 EUR/leto)
<b>Obratovalni stroški</b>	2.500.000 EUR	
<b>Stroški vzdrževanja</b>	180.000 EUR	
<b>Drugi stroški</b>	0	
<b>Stroški ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nevarni odpadki)–predaja pooblaščenemu prevzemniku odpadkov (700 t/leto) Prezemna cena: 300 EUR/t</b>	210.000 EUR	700 t/leto
<b>Stroški ravnanja s pepelom kot preostanek monosežiga (odpadek 19 01 12)–začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (0 EUR/t) + strošek manipulacije pepela (5 EUR/t)</b>	75.000 EUR	15.000 t/leto
<b>Prodaja toplote (4,5 MWh/h, 7500 h/leto = 33.750 MWh/leto) Prodajna cena: 30 EUR/MWh</b>	-1.012.500 EUR	
<b>Prodaja električne energije (0,85 MWh/h, 7500 h/leto = 6.375MWh) Prodajna cena: 50 EUR/MWh</b>	-318.750 EUR	
<b>Ostali prihodki</b>	0	

Potreben čas za izgradnjo takšne monosežigalnice je **36 mesecev** od oddaje naročila. Realna ocena pričetka možnega obratovanja monosežigalnice je **leto 2027**, zaradi pridobitve vseh potrebnih dovoljenj, izdelavo projektne dokumentacije in umeščanja objekta v sam prostor.



*Glede na že sprejeto zakonodajo v okoliških državah (Švica, Nemčija) se pričakuje, da bo tudi Republika Slovenija v bližnji prihodnosti sprejela podobna pravila glede obveznega izločanja fosforja iz blat, predvsem iz večjih ČN. Monosežig bi tako postal edina možna dolgoročna rešitev, predvsem za tista blata iz ČN, ki so prekomerno obremenjena s težkimi kovinami.*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 5 vključno s predstavitevijo zakonske podlage in omejitev, okoljskih dejavnikov ter prostorske simulacije je razvidna iz **Priloge 11**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*

## 6.6 VARIANTA 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA

Za najbolj preizkušen način termične obdelave blata v svetu velja monosežig. Prav tako se blato iz ČN uporablja za sosežig v sežigalnicah odpadkov, termoelektrarnah na premog in cementarnah ter velja za dobro delujočo in preizkušeno tehnološko rešitev. Že več let pa se preizkuša alternativna možnost termične obdelave v obliki naprednih tehnologij kot so piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija in so predstavljene v nadaljevanju.

### PIROLIZA:

Alternativa procesoma zgorevanja (oz. sežiga) in sosežiga je piroliza. Gre za proces pridobivanja plina ali olja iz karbonskih materialov z uporabo zmerno do visokotemperaturnega (300–700 °C) termalnega razbijanja (angl. thermal cracking) z zunanjim virom toplote in v atmosferi brez ali s primanjkljajem kisika. Pridobljeno bio-olja lahko koristno uporabimo za generacijo električne in toplotne energije v plinskih turbinah. Stranska produkta pirolize sta tudi zogleneli ostanek (angl. bio-char) in nekondenzibilni plini. Tehnologija zahteva, da je delež suhe snovi blata vsaj 90 %. Ekonomsko je najbolj smiselno, da sušenje opravimo v dveh stopnjah. Mehansko sušenje, ki je energijsko manj potratno, zniža vlažnost na približno 50 %. Na zahtevano vlažnost blato posušimo s termalnim sušilnikom.

**Trenutno je uporaba procesa pirolize za blata iz ČN s pridobivanjem bio-olja v razvojnih fazah in so v obratovanju predvsem manjši pilotni in demonstracijski objekti. Obstaja pa že nekaj delujočih postrojenj pirolize z uporabo blata iz ČN kot vhodni material, ki izkoriščajo proces pirolize, kjer se pridobiva t.i. karbonizirano blato za uporabo kot gnojilo v kmetijstvu.**

V primeru izhodiščne količine dehidriranega blata 15.000 ton s povprečno vsebnostjo suhe snovi 23 %, je potrebno za osušitev blata na 90 % s.s. odstraniti 11.167 ton vode letno.

**Tabela 6.20: Količine dehidriranega in osušenega blata za potrebe pirolize blata.**

Količina dehidriranega blata	15.000	t/leto
Delež suhe snovi v dehidriranem blatu	23	% s.s.
<b>Količina osušenega blata</b>	<b>3.833</b>	<b>t/leto</b>
Delež suhe snovi v osušenem blatu	90	% s.s.
<b>Letna količina odstranjene vode</b>	<b>11.167</b>	<b>t/leto</b>
Potrebna letna količina toplote za sistem sušenja	9.213	MWh/leto
Potrebna letna količina električne energije za sistem sušenja	447	MWh/leto



Iz procesa pirolize ustvarjena toplotna energija se lahko uporabi za potrebe predhodnega sušenja dehidriranega blata (5.600 MWh/leto), preostanek potrebne toplote (3.613 MWh/leto) za sušenje blata pa je potrebno zagotoviti iz drugega vira (zahteva: vroča voda  $\geq 90$  °C).

Celotni investicijski stroški v sistem pirolize s predhodnim sušenjem dehidriranega blata 15.000 ton/leto z izvedbo na ključ se ocenjujejo na **4.830.000,00 EUR** in so podrobneje predstavljeni v tabeli v nadaljevanju. V investiciji so zajeti še nepredvideni stroški v višini **230.000,00 EUR**, ki bi se lahko pojavili v času gradnje in v tem trenutku niso poznani.

**Tabela 6.21: Višina investicije za izgradnjo sistema pirolize s predhodnim sušenjem za dehidrirano blato iz CČN Maribor.**

Celoten sistem pirolize	Vrednost v EUR
Projektiranje in gradbena dela	150.000,00
Sistem sušenja	2.150.000,00
Sistem pirolize	2.300.000,00
Nepredvideni–dodatni stroški	230.000,00
<b>Celotna investicija</b>	<b>4.830.000,00</b>

V naslednji tabeli so predstavljeni okvirni pričakovani letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnim sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor.

**Tabela 6.22: Letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnim sušenjem za dehidrirano blato iz CČN Maribor.**

Letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnim sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor			Opomba
Skupna predvidena letna poraba el. energije za delovanje sistema pirolize	488.000 53.680,00	kWh/leto EUR/leto	Cena električne energije 0,11 EUR/kWh
Poraba vode za delovanje sistema pirolize	5.360 4.288,00	m <sup>3</sup> /leto EUR/leto	Cena 0,8 EUR/m <sup>3</sup>
Poraba LPG za zagon sistema pirolize	3.800 3.040,00	kg/leto EUR/leto	Cena LPG: 0,8 EUR/kg
Poraba NaOH (30%)	140.800 70.400,00	litrov/leto EUR/leto	Cena NaOH (30%): 0,5 EUR/liter
Poraba aktivnega oglja	2 4.000,00	t/leto EUR/leto	Cena aktivnega oglja: 2.000 EUR/t
Poraba H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37%)	70.400 35.200,00	litrov/leto EUR/leto	Cena H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37%): 0,5 EUR/liter
Potrebna dodatna količina toplote za proces sušenja	3.613 108.390,00	MWh/leto EUR/leto	Sistem pirolize ustvari višek toplotne energije 5.600 MWh/leto, ki se lahko porabi za proces sušenja. Skupna zahtevana toplotna energija za proces sušenja dehidriranega blata 15.000 t/leto iz 23% s.s. na 90% s.s. je 9.213 MWh/leto. Cena toplotne energije: 30 EUR/MWh.
Skupna predvidena letna poraba električne energije za proces sušenja	447.000 49.170,00	kWh/leto EUR/leto	Cena električne energije 0,11 EUR/kWh
Strošek zaposlenih	30.000,00	EUR/leto	1 oseba, ki skrbi za sistem sušenja in pirolize
Stroški vzdrževanja in popravil	234.000,00	EUR/leto	
<b>Skupni letni obratovalni stroški</b>	<b>592.168,00</b>	<b>EUR/leto</b>	

\*predpostavljeno je delovanje sistema pirolize in sušenja 8.000 h/leto

V naslednji tabeli je prikazano pričakovana vsebnost težkih kovin v karboniziranem blatu za primer uporabe dehidriranega blata iz CČN Maribor kot vhodnega materiala za proces predstavljene tehnološke rešitve.



Tabela 6.23: Pričakovana vsebnost težkih kovin v karboniziranem blatu.

Ime težke kovine	Najvišja izmerjena vrednost v dehidriranem blatu CČN Maribor 2010–2020	Pričakovana vrednost vsebnost v karboniziranem blatu		
		najnižja pričakovana vrednost	srednja pričakovana vrednost	najvišja pričakovana vrednost
<b>Pb [mg/kg]</b>	30	72	69	66
<b>Cr [mg/kg]</b>	55	132	127	121
<b>Cu [mg/kg]</b>	200	<b>479</b>	<b>460</b>	<b>441</b>
<b>Ni [mg/kg]</b>	30	72	69	66
<b>Zn [mg/kg]</b>	1.100	<b>2.632</b>	<b>2.530</b>	<b>2.428</b>

Za izhodiščno količino blata iz CČN Maribor 15.000 ton/leto (23 % s.s.) se pričakuje produkcija karboniziranega blata kot glavnega produkta procesa pirolize v količini **2.100 ton/leto** in bi ga bilo mogoče uporabiti kot gnojilo v kmetijstvu. Pred prvim dajanjem takšnega gnojila v promet v Republiki Sloveniji mora proizvajalec oziroma uvoznik oziroma distributer za mineralno gnojilo oziroma organsko mineralno gnojilo pridobiti dovoljenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Vloga za pridobitev dovoljenja se vložijo v skladu s 6. členom Zakona o mineralnih gnojilih. Če mineralno gnojilo izpolnjuje predpisane pogoje glede minimalne kakovosti, minister za kmetijstvo izda odločbo, s katero dovoli promet z mineralnim gnojilom.

Opozoriti je potrebno, da z 16. julijem 2022 stopi v veljavo EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009 - Uredba (EU) 2019/1009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o določitvi pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu, spremembi uredb (ES) št. 1069/2009 in (ES) št. 1107/2009 ter razveljavitvi Uredbe (ES) št. 2003/2003. Ta uredba se bo uporabljala za sredstva za gnojenje v članicah EU. Sredstva za gnojenje bodo tako lahko dostopna na trgu EU samo, če izpolnjujejo zahteve iz te uredbe. Ta nova pravila bodo od sredine leta 2022 naprej zagotovila, da se bodo po vsej EU lahko prosto prodajala le gnojila, ki izpolnjujejo visokokakovostne in varnostne zahteve in standarde po vsej EU. Poudariti je potrebno, da substrati pridobljeni iz karboniziranega blata med katere se uvršča tudi produkt obravnavane tehnološke rešitve pirolize–karbonizirano blato trenutno niso vključeni znotraj EU Fertilizing Products Regulation STRUBIAS proposals<sup>13</sup>. Z uveljavitvijo teh sprememb na področju gnojil v EU to pomeni, da uporaba karboniziranega blata v članicah EU kot gnojilo ne bo več mogoča.

*Iz tega vidika tovrstna tehnološka rešitev pirolize s predhodnih sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor kot dolgoročno končna rešitev ravnanja z blatom ni priporočljiva za izvedbo, saj je Slovenija kot članica EU zavezana prenesti ta nova EU pravila glede sredstev za gnojenje v svojo zakonodajo in posledično z dnem uveljavitve teh sprememb karboniziranega blata tudi v Sloveniji ne bo mogoče več uporabljati kot gnojilo.*

*Piroliza je podrobneje predstavljena v **Prilogi 12**.*

#### UPLINJANJE:

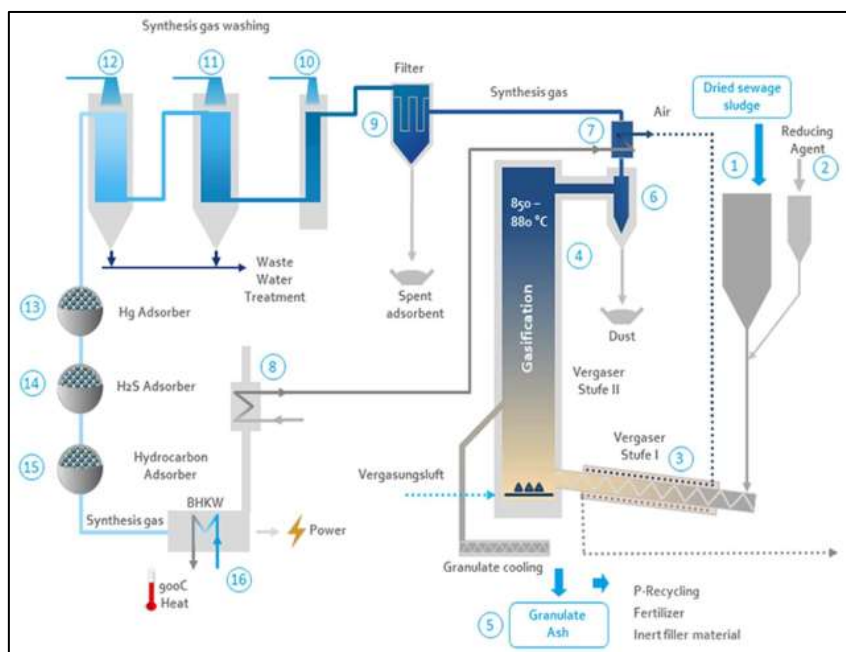
Cilj procesa uplinjanja je pridobivanje plinske mešanice, t.i. sinteznega plina (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, lahki ogljikovodiki) z visoko energijsko vrednostjo. Uplinjanje je proces, kjer se izkorišča delno zgorevanje, pri katerem nadzorujemo transformacijo organskega materiala v plinsko mešanico s količino zraka ali kisika. Poteka pri visoki temperaturi 800–900 °C ali višji v atmosferi s tako nizkim deležem kisika, da ne pride do stehiometričnega vžiga.

<sup>13</sup> JRC STRUBIAS report: Technical proposals for selected new fertilising materials under the Fertilising Products Regulation (Regulation (EU) 2019/1009), September 2019.



Proces je izveden v prisotnosti uplinjalnega medija, ki je lahko kisik, zrak, para ali ogljikov dioksid. Uplinjanje lahko karakteriziramo kot podaljšanje procesa pirolize. Pri pirolizi se najprej pojavi proces sušenja in nato razpada organske snovi. Pri pirolizi tako sprostimo volatile iz blata in pustimo zogleneli ostanek v trdni obliki. Pri uplinjanju se proces nadaljuje z reakcijami plin-plin in trdnina-plin. Uplinjanje lahko tako razdelimo na štiri stopnje: sušenje, piroliza, oksidacija, redukcija/uplinjanje. V prvi stopnji (sušenje, ki poteka med 70 in 200 °C) iz blata izpari vlaga. Če ima vstopno blato vlažnost nižjo od 15 %, se blato v tej stopnji popolnoma osuši. Med 350 in 600 °C poteka piroliza, med katero se dogodi termalen razpad organske snovi. Pri oksidaciji volatili in zogleneli ostanek oksidirajo pri temperaturi do 1100 °C. V četrti coni, redukciji/uplinjanju, poteka uplinjanje zoglenelega ostanka v plinsko mešanico, pretežno CO in H<sub>2</sub>. Plin, ki nastane pri uplinjanju, lahko direktno uporabimo v kotlu, motorju z notranjim zgorevanjem, turbini ali pa v gorivni celici kot vir toplote ali električne energije. Prav tako lahko iz pridobljenega plina sintetiziramo kemikalije, kot so metanol ali di-metil eter<sup>14</sup>.

V Evropi so samo tri postrojenja z uporabo procesa uplinjanja, ki uporabljajo za vhodno gorivo blato iz ČN. Vsa tri postrojenja se nahajajo v Nemčiji. Prvo takšno pilotno postrojenje je bila postavljeno leta 2002 na lokaciji CČN v mestu Balingen v Nemčiji s kapaciteto za obdelavo 2.700 t s.s. blata/leto, vendar je dejanska zmogljivost 1.100 t s.s. blata/leto. Drugo takšno postrojenje je bilo zgrajeno v mestu Mannheim leta 2010 s kapaciteto za obdelavo 5.000 t s.s. blata/leto. Trenutno to postrojenje ni v delovanju, zaradi tehničnih in političnih težav. Zadnje postrojenje pa je bilo postavljeno v mestu Koblenz s kapaciteto za obdelavo 3.000–4.000 t s.s. blata/leto. Izgradnja se bi naj začela leta 2016, vendar je obratovanje zaradi različnih težav z zagonom zamujalo. Še nobeno postrojenje za uplinjanje za obdelavo iz ČN v Nemčiji doslej ni mogla dokazati zanesljivega neprekinjenega delovanja<sup>15</sup>. Vsa tri predstavljena postrojenja za uplinjanje temeljijo na dvostopenjskem procesu uplinjanja in uporabo osušenega blata (85 % s.s. ali več). Vsa proizvedena energija (toplota, električna energija) se v celoti porabi za delovanja samega postrojenja. Vsa postrojenja so imela in imajo tehnične težave med obratovanjem ali zagonom.



Slika 6.12: Celotno postrojenje za uplinjanje blata.<sup>16</sup>

<sup>14</sup> Vir: Marko Draksler, *Eksperimentalno vrednotenje zgorevanja suhega blata čistilnih naprav*, magistrsko delo, 2020.

<sup>15</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review*, *Journal of Environmental Management*, Volume 263, 1 June 2020.

<sup>16</sup> vir: J. D. Bień, B. Bień, *Sludge Thermal Utilization, and the Circular Economy*, *Civil and Environmental Engineering Reports*, 2019



V Nemčiji sta obstajali še sicer dve drugi pilotni postrojenji za uplinjanje blata v mestu Grünstadt in Renningen z manjšo kapaciteto 400 t s.s. blata/leto, poznano pod imenom »Klärschlammreformer«. Postrojenji sta bili preoblikovani v proces monosežiga, zaradi tehničnih težav pri obratovanju.

*Uporaba procesa uplinjanja za blata iz ČN velja v tem trenutku še vedno za inovativen, čeprav je uplinjanje pogosto v uporabi v ostalih panogah.*

#### HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA:

Hidrotermalna karbonizacija (HTC) opisuje procesni pristop za obdelavo mokre biomase. Surovino obdelamo pod visokim tlakom (> 10–20 barov), temperaturami med 200 in 250 °C in večurnim zadrževalnim časom v tekoči vodni fazi. V sklopu procesa poteka veliko število reakcij (hidroliza, dehidrogenacija, dekarboksilacija, polimerizacija), kar naj bi privedlo do razgradnje biomase in posledično do ponovne polimerizacije. Raven temperature, tlak, čas zadrževanja in sestava biomase igrajo pomembno vlogo. Obstajajo različni pristopi tehnične izvedbe, pri čemer je trenutno stanje razvoja omejeno na poskusne in demonstracijske objekte.

Še vedno obstajajo nerešeni problemi z izvedbo in nadgradnjo v polno delujoče objekte, zaradi nezadostne kakovosti produktov procesa in čiščenja procesne vode in plina. Na CČN v Düsseldorfu (Nemčija) je bilo po preizkusni fazi obratovanje HTC objekta ustavljeno in postopka HTC ne spremljajo več, saj se je med preizkusno operacijo izkazalo, da postopek ne daje nobenih prednosti, ki bi upravičeval njegovo uporabo.

*Kljub temu obstajajo po svetu v svetu nekateri HTC projekti in podjetja, ki se osredotočajo na obdelavo blata iz ČN s tovrstno tehnologijo. Postopek HTC (tehnologija Deydris Ultra) je bil pilotno testiran tudi na CČN Maribor v letu 2014. Testi tehnologije Dehydris Ultra na lokaciji CČN Maribor so dali pozitivne rezultate, vendar pa je bilo ugotovljeno, da bo industrializacija te tehnologije dolgotrajna, zmanjšanje volumna blata pa je možno doseči tudi z energijsko učinkovito tehnologijo sušenja blata.*

## 6.7 VARIANTA 7 - PREDELAVA BLATA V TRDNO GORIVO

Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda se v skladu z Uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14) lahko predeluje v trdno gorivo **kot odpadek iz onesnažene biomase**, če izpolnjuje zahteve za vnos v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu ali **kot drugi odpadek**, če zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu niso izpolnjene.

Odpadek 19 08 08 (dehidrirano blato iz CČN Maribor) v tem trenutku **ne izpolnjuje zahtev za uporabo v kmetijstvu** predpisane z Uredbo o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08). Na podlagi te ugotovitve dehidrirano blato **ni možno uporabiti za predelavo v trdno gorivo kot onesnažena biomasa** v skladu s 5. členom Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14). **Uporabi se lahko le kot drugi odpadek** v skladu z Uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14), saj zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu niso izpolnjene.



Dodatno pa je v 2. odstavku 6. člena Uredbe o predelavi odpadkov iz drugih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14) navedeno, da je potrebno za predelavo odpadkov v trdno gorivo **uporabiti najmanj dva odpadka iz različnih podskupin** iz 1. 2. ali 3. dela priloge 1 Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

Dehidrirano blato iz CČN Maribor bi teoretično bilo možno predelati v trdno gorivo **v kombinaciji z vsaj še eno vrsto odpadka**, ki so navedeni v Prilogi 1: Seznam odpadkov za predelavo v trdno gorivo omenjene uredbe. Za predelavo odpadkov v trdno gorivo je potrebno pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja odpadke, kot je to navedeno v 7. členu Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

Predelavo odpadkov v trdno gorivo in monitoring trdnega goriva je potrebno izvajati v skladu z zahtevami okoljevarstvenega dovoljenja ter v skladu z 9., 10. in 11. členom Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

V kolikor bi se s predelavo izdelalo takšno trdno gorivo (uporaba odpadka 19 08 05 kot drugi odpadek in vsaj še en odpadek iz seznama Priloge 1 uredbe), pa je njegova uporaba zelo omejena. Prepovedano ga je uporabljati v malih kurilnih napravah. Prav tako ga je prepovedano uporabljati v srednjih in velikih kurilnih napravah. Uporabi se ga lahko le **v srednjih in velikih kurilnih napravah, če se pridobi okoljevarstveno dovoljenje za sosežig**. Prav tako se ga lahko uporabi **v sežigalnicah in napravah za sosežig odpadkov** s predhodno pridobitvijo okoljevarstvenega dovoljenja za sežig oz. sosežig.

V Sloveniji so na voljo proizvodne linije za predelavo nenevarnih odpadkov v trdna goriva oziroma SRF (solid recovered fuels)–trdna alternativna goriva. Na področju MOM ima podjetje Surovina d.o.o. okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave za predelavo odpadkov v trdno gorivo s proizvodno zmogljivostjo 194,04 ton na dan oziroma največ 48.000 ton letno. Prav tako ima v Sloveniji podjetje Kostak d.d. iz Krškega na lokaciji Centra za ravnanje z odpadki Spodnji Stari Grad napravo za predobdelavo gorljivih frakcij odpadkov v trdno gorivo z zmogljivostjo 90 t/dan oziroma 22.500 ton/leto. V obeh napravah je dovoljeno predelovati tudi odpadek *19 08 05 Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda*, ki je opredeljen kot onesnažena biomasa ali kot drugi odpadki. Vendar nobena od teh dveh naprav trenutno ne prevzema odpadka 19 08 05 (dehidrirano ali osušeno blato).

Ker nobena od teh proizvodnih linij trenutno ne sprejema odpadka *19 08 05* za predelavo v trdno gorivo, bi bilo treba iti v postavitev lastne proizvodne linije, kjer bi se lahko uporabilo dehidrirano blato iz CČN Maribor za predelavo v trdno gorivo. Še primernejše pa bi bilo dehidrirano blato osušiti in s tem povečati energetske vrednosti samega blata–višja kurilna vrednost nad 10 MJ/kg. Je pa osnovna težava v pridobitvi dodatnih drugih primernih odpadkov, da bi se takšno trdno gorivo iz odpadkov lahko izdelalo (zahteva zakonodaje: uporaba najmanj dveh odpadkov iz različnih podskupin), kot tudi v končni uporabi tovrstno izdelanega trdnega goriva oziroma na trgu najti dolgoročnega zainteresiranega prevzemnika takšnega trdnega goriva, saj so za predelavo primerni predvsem odpadki z relativno znano sestavo in lastnostmi, kar pa blato iz čistilnih naprav ni, saj se sestava kot njene lastnosti neprestano spreminjajo. Predelava v trdno gorivo je rešitev predvsem za tiste odpadke, ki niso primerni za nadaljnjo reciklažo oziroma snovno predelavo: plastika, papir, karton, les, tekstil in drugi gorljivi materiali. Prevzemniki trdnih goriv iz odpadkov so predvsem cementarne kot tudi ostala energetska postrojenja, npr. v papirni in kemični industriji. Za prevzemnike tovrstnih goriv so najpomembnejše predvsem fizikalne lastnosti in tudi kemijska struktura samega trdnega goriva. Največ šteje kurilna vrednost goriva, ki mora biti čim večja, granulacija goriva (za najkvalitetnejša goriva manj kot 25 mm), vsebnost vlage in vsebnost klora, ki je za energetska postrojenja najbolj škodljiv in pomeni, da ga mora biti v takšnih gorivih čim manj. Poleg tega je za predelavo goriv potrebno vzpostaviti ustrezen sistem zagotavljanja kakovosti.



Pri cementarnah se namreč kakovost goriv meri kontinuirano, tudi večkrat za en sam kamion. Cementarne so tudi najbolj zahtevni prevzemniki trdnih alternativnih goriv, saj z njimi nadomeščajo klasična fosilna goriva.

*Predelava blata iz CČN Maribor 19 08 05 v trdno gorivo iz odpadkov ni primerna rešitev, saj ga ne bo možno uporabiti oziroma najti zainteresiranega dolgoročnega prevzemnika. Prevzemniki SRF-a so predvsem cementarne, ki pa imajo svoje zelo stroge zahteve kakšne kvalitete mora biti takšno trdno gorivo.*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 7 vključno s predstavitvijo zakonske podlage in omejitev ter okoljskih dejavnikov je razvidna iz **Priloge 13**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*

## 6.8 VARIANTA 8 - PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE

Blato iz CČN Maribor je centrifugiran material s povprečno vsebnostjo suhe snovi 23 %. Po fizikalni obliki je vlažen, homogen material z delci manjšimi od 5 mm. Takšno blato je mogoče predelati v kompozit z uporabo pepelov. Pepel lesne biomase lahko predstavlja drugo komponento kompozita in nastaja pri kurjenju različnih vrst biomase. Je svetlosive ali svetlorjave barve, v obliki prahu, največja velikost delcev je 4 mm. Vsebuje najmanj 40 mas. % CaO, od 10 do 30 mas. % SiO<sub>2</sub> in od 5 do 20 mas. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. V manjših količinah so prisotni tudi drugi oksidi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, SO<sub>3</sub> in K<sub>2</sub>O). Zaradi svoje mineralne sestave ima pepel pucolanske in/ali hidravlične lastnosti. Pri izdelavi tovrstnih kompozitov pridejo v poštev predvsem pepeli s številkami odpadkov 10 01 01, 10 01 02, 10 01 03 in 10 01 17<sup>17</sup>.

Zadnje stanje stroke kaže, da je najpogostejša uporaba recikliranega komunalnega blata v gradbeništvu v obliki geotehničnih kompozitov, to so kompoziti z nizkimi trdnostmi, ki nastanejo z mešanjem in kompakcijo enega ali več odpadkov pri optimalni vlažnosti in, ki se lahko uporabljajo za geotehnične zasipe in nasipe. V procesu recikliranja stabilizirano in higienizirano komunalno blato iz ČN zamešamo z vezivom, ki je primarno lahko tudi odpadek in, ki ima pucolanske ali hidravlične lastnosti (npr. pepel z reaktivnim kalcijem).

Mešanica je kompaktirana pri optimalni vlagi, ki omogoča doseganje maksimalne gostote. Zaradi mineralnih procesov pri staranju kompozit s časom pridobiva na trdnosti, zaradi povišanega pH in temperature pa je inhibirana njegova biološka aktivnost.

Prav tako se potencialno nevarne snovi ireverzibilno zaklenejo v novo nastale mineralne rešetke, saj kemijska analiza izlužkov takšnih kompozitov kaže, da so inertni in ne predstavljajo nevarnost za okolje<sup>18</sup>.

<sup>17</sup> Vir: A. Mladenovič e tal., Initial Study Report, Deliverable of Action A.1, RUSALCA LIFE12 ENV/SI/000443 "Nanoremediation of water from small waste water treatment plants and reuse of water and solid remains for local needs", 2013

<sup>18</sup> Vir: A. MAUKO PRANJIČ, A. MLADENOVIČ, K. MEZGA, Blato iz komunalnih čistilnih naprav - sekundarna surovina za gradbeništvu. Mineral, ISSN 1855-5357, apr. 2019, letn. 12, št. 61 = št. 2, str. 56-59



Slika 6.13: Izdelani kompozit iz blata ČN in pepela<sup>19</sup>.

Tako izdelani geotehnični kompoziti iz blata in pepela kot preostanek sežiga lesne biomase se lahko uporabljajo za izgradnjo vodonepropustnih plasti za namene tesnjenja odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo protipoplavnih nasipov, izgradnjo manj obremenjenih gozdnih cest, izgradnjo športnih terenov ter za remediacijo degradiranih zemljišč, material za zapolnjevanje odprtin, material za »tekoče« zasipe, podložni material za cevovode, cevi in kable, za sanacijo rudnikov oz. rudarskih prostorov, ki potrebujejo sanacijo. V primeru široke palete namenov uporabe, je v praksi potrebno razviti in pripraviti različne ustrezne recepture kompozitov<sup>20</sup>.

#### MOŽNOST UPORABE IN VGRADNJE KOMPOZITA ZNOTRAJ MOM

Investicijska dokumentacija (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor navaja možne rešitve vgradnje tako izdelanega kompozita.

V investicijski dokumentaciji (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor obravnava tri potencialna območja (lokacije) znotraj MOM za postavitev naprave RZB in izdelavo kompozita:

- območje že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah,
- območje zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje in
- območje bivše gramoznice Dogoše (Gokop).

Kompozit bi se lahko vgrajeval na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in/ali na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje.

<sup>19</sup> Vir: A. MAUKO PRANJIČ, A. MLADENVIČ, K. MEZGA, *Blato iz komunalnih čistilnih naprav - sekundarna surovina za gradbeništvo. Mineral*, ISSN 1855-5357, apr. 2019, letn. 12, št. 61 = št. 2, str. 56-59

<sup>20</sup> Viri:

A. Mladenovič e tal., *Initial Study Report, Deliverable of Action A.1, RUSALCA LIFE12 ENV/SI/000443 "Nanoremediation of water from small waste water treatment plants and reuse of water and solid remains for local needs"*, 2013 ;

Ksenija Gabrovec, *Pregled ravnanja z odvečnim blatom, peski in maščobami iz bioloških čistilnih naprav, diplomsko delo*, 2016.  
<https://www.delo.si/novice/okolje/v-puconcih-blato-preprosto-predelajo/>  
<https://ptujcani.si/?p=9505>



Višina investicije za predelavo blata iz CČN Maribor v gradbeni kompozit je bila določena v okviru investicijske dokumentacije (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor in je predstavljena v **tabeli 6.24**.

**Tabela 6.24: Višina investicije za izgradnjo objekta RZB <sup>21</sup> (EUR).**

	Varianta 8a (Dogoše-Gokop)	Varianta 8b (Dogoše AQS)	Varianta 8c (Pobrežje)
Projektna dokumentacija	176.000	152.000	176.000
Gradbena dela	765.000	765.000	765.000
Dobava, vgradnja in zagon postroja mešalnice	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Izvedba NN EE napeljav	224.000	224.000	224.000
Strojne konstrukcije	250.000	250.000	250.000
Ostali stroški	162.200	162.200	162.200
<b>Skupaj investicijski stroški</b>	<b>3.077.200</b>	<b>3.053.200</b>	<b>3.077.200</b>

V okviru DIIP je definirano tudi razmerje mešanja blata s pepelom za izdelavo kompozita. Mešalno razmerje je 70:30 (blato:pepel), kar pomeni, da je potrebno za izhodiščno količino blata iz CČN Maribor 15.000 ton zagotoviti vsaj 6.400 ton pepela letno.

**Tabela 6.25: Potrebna količina pepela za izhodiščno količino blata za predelavo v kompozit.**

Letna količina blata	15.000	t/leto
Potrebna letna količina pepela	6.400	t/leto
Letna količina kompozita	21.400	t/leto
Letne obratovalne ure	2.500 <sup>22</sup>	h/leto

**Tabela 6.26: Letni obratovalni stroški predelave blata v kompozit (EUR/leto).**

	Varianta 8a (Dogoše-Gokop)	Varianta 8b (Dogoše AQS)	Varianta 8c (Pobrežje)	Opomba
Letni strošek dobave pepela	192.000	192.000	192.000	Odkupna cena pepela: 15 EUR/t, strošek transporta pepela: 15 EUR/t*
Letni strošek električne energije	22.000	22.000	22.000	Skupna predvidena letna poraba električne energije: 200.000 kWh/leto*
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita	695.500	783.240	695.500	Varianta 8b: 36,60 EUR/t Varianta 8a in 8c: 32,50 EUR/t*
Strošek zaposlenih	100.000	100.000	100.000	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Strošek vzdrževanja in popravil	60.000	60.000	60.000	Strošek vzdrževanja: 50.000 EUR/leto Strošek materiala za popravila: 10.000 EUR/leto*

\* vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020

Potreben čas za izvedbo investicije v postavitve objekta RZB se ocenjuje na **24 mesecev**, saj je poleg postavitve objekta potrebno pridobiti vsa potrebna dovoljenja (OVD, Slovensko tehnično soglasje–STS za vgradnjo kompozita na podlagi opravljenih laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja).

V **Tabeli 6.27** so prikazani stroški predelave blata v kompozit za postavitve objekta RZB na območju že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah (varianta 8b).

<sup>21</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020

<sup>22</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020





Tabela 6.27: Izračun stroška predelave blata v gradbeni kompozit–varianta 8b (Dogoše AQS).

Predelava blata v gradbeni kompozit–varianta 8b (Dogoše AQS).		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	100.000 EUR	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	22.000 EUR	Poraba električne energije 200.000 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	60.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Letni strošek dobave pepela: 30 EUR/t	192.000 EUR	Letna količina pepela: 6.400 t
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita: 36,60 EUR/t	783.240 EUR	Letna količina kompozita za vgradnjo: 21.400 t
Uporaba infrastrukture (vzdrževanje)	30.532 EUR	

V **Tabeli 6.28** so prikazani stroški predelave blata v kompozit v primeru postavitve objekta RZB na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje (varianta 8c) ali območju bivše gramoznice Dogoše-Gokop (varianta 8a).

Tabela 6.28: Izračun stroška predelave blata v gradbeni kompozit–varianta 8c (Pobrežje) in 8a (Dogoše-Gokop).

Predelava blata v gradbeni kompozit—varianta 8b (Pobrežje) in 8c (Dogoše-Gokop).		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	100.000 EUR	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	22.000 EUR	Poraba električne energije 200.000 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	60.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Letni strošek dobave pepela: 30 EUR/t	192.000 EUR	Letna količina pepela: 6.400 t
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita: 32,50 EUR/t	695.500 EUR	Letna količina kompozita za vgradnjo: 21.400 t
Uporaba infrastrukture	30.772 EUR	

*Na podlagi že izdelane investicijske dokumentacije (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor je ocenjeno, da znotraj MOM obstajajo potencialna območja, kjer bi bilo mogoče uporabiti tako izdelani kompozit. Kompozit bi se lahko vgrajeval **na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in/ali na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje**. Vendar je potrebno pridobiti vsa potrebna dovoljenja pred samo vgradnjo (pridobitev OVD). Pred vgradnjo pa se mora za kompozit pridobiti še Slovensko tehnično soglasje–**STS na podlagi laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja**.*

*Prav tako DIIP ne navaja pod kakšnimi pogoji se bi lahko takšen kompozit uporabilo/vgrajevalo na teh območjih. Trenutno se tako izdelani kompoziti v Sloveniji uporabljajo znotraj območja odlagališč. Potrebna bi bila dodatna laboratorijska analiza in testni preizkus v obliki izvedbe testnega polja, da se razvije ustrezna receptura kompozita in da se oceni možnost dolgoročne vgradnje takšnega kompozita na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje, česar DIIP ravnanje z blatom, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020 ne obravnava. Prav tako bi bilo potrebno povprašati lokalno skupnost, če se s takšno vgradnjo kompozita strinja. V nasprotnem primeru izvedba tovrstne tehnološke rešitve ni smiselna. Je pa potrebno poudariti, da se s takšno predelavo ves fosfor v blatu trajno izgubi, kar ni v skladu s sprejetimi smernicami EU z zahtevo po izločanju fosforja iz blata – potrebna bi bila predhodna ekstrakcija fosforja. Takšna tehnološka rešitev brez predhodne ekstrakcije fosforja iz blata ne more predstavljati dolgoročne rešitve, predstavlja pa lahko **le prehodno rešitev za krajše časovno obdobje**.*



*Podrobna vsebinska predstavitev variante 8 vključno s predstavitev zakonske podlage in omejitev, okoljskih dejavnikov ter prostorske simulacije je razvidna iz **Priloge 14**. Finančno ekonomsko ovrednotenje variante je podrobneje predstavljeno v **Prilogi 17**.*

## 6.9 VARIANTA 9 - UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)

Uporaba v kmetijstvu za gnojenje in kondicioniranje zemljišč je ena izmed možnosti za končno dispozicijo blata s čistilnih naprav. Glavni načini uporabe odvečnih blat v kmetijstvu so:

- direkten vnos obdelanega odvečnega blata,
- kompostiranje odvečnih blat, kjer potrebujemo dodatni strukturni material (npr. lesna biomasa) kot produkt pa dobimo kompost in pa
- anaerobna obdelava blata, kjer kot produkt dobimo pregnito blato (digestat).

Odpadno blato vsebuje koristne sestavine za oskrbo zemljišč s humusom, mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom. Žal pa je lahko tudi onesnaženo in sicer z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), kot tudi hormonsko aktivnih snovi. Kljub temu, da se potencial za plama blata na zemljišča zdi velik, je pogosto problem v kakovosti blata in omejitvah glede tal na katera se vnaša, zato je interes za uporabo vprašljiv.

Zaradi različnega izvora odpadne vode blato namreč lahko vsebuje tudi nevarne snovi. Pri vnosu blat na kmetijska zemljišča je zato potrebna previdnost, v ta namen pa zakonodaja podaja stroge omejitve. Moteče in omejujoče snovi so predvsem težke kovine. Večina kanalizacijskih sistemov zbira tudi industrijske odpadne vode oz. imajo komunalne vode visoko naravno ozadje, zato so v blatu praviloma prisotne težke kovine. Največ problemov povzročajo elementi z najnižjimi mejnimi vrednostmi, t. j. živo srebro, kadmij in nikelj.

Novejša zakonodaja z vedno strožjimi zahtevami glede kvalitete blat močno omejuje uporabo blat v kmetijstvu. V Nemčiji na primer, bo v prihodnosti dovoljena uporaba blat v kmetijstvu le za blato iz ČN pod 50.000 PE, Avstrija pa se že spogleduje s to omejitvijo in bo mejo postavila pri 20.000 PE. Pričakuje se, da bo temu v prihodnosti sledila tudi Slovenija.

Možnost dispozicije na kmetijska (pa tudi nekmetijska) zemljišča je torej močno otežena s strogimi zakonodajnimi omejitvami tako za kakovost blata in posledično digestata in komposta, kot tudi za sama tla na katera bi blato odlagali.

Problem sta tudi sezonska uporaba gnojil, medtem ko blato enakomerno nastaja vse leto in ga je težko skladiščiti za daljši čas ter (ne)razpolaganje z ustrezno velikimi kmetijskimi površinami v bližini čistilnih naprav, kar vodi v visoke transportne stroške.

V obstoječem stanju na CČN Maribor kot odpadni produkt nastaja blato, ki je naknadno dehidrirano in kemijsko stabilizirano in higienizirano z živim apnom. Pri pregledu Poročil o sestavi odpadka, načinu nastajanja in nevarnih lastnostih (Ikema, 2015 – 2020), smo ugotovili, da vrednosti težkih kovin ustrezajo vrednostim za 2. kakovostni razred komposta. Pri tem je potrebno opozoriti, da so v Poročilih o sestavi odpadka za potrebe določitve razreda okoljske kakovosti primerjane zgolj vrednosti težkih kovin (v skladu s staro Uredbo iz 2008), medtem, ko podatki za nekatere parametre (zahtevani v novelaciji Uredbe) niso bili izmerjeni, ali o njih v poročilih ni podatka.



Na podlagi trenutno dostopnih podatkov iz Poročil o sestavi odpadka ne moremo z gotovostjo trditi, da je blato obdelano do stopnje, ki ustreza 2. razredu okoljske kakovosti. To pomeni, da ne moremo potrditi, da trenutna obdelava zagotavlja aerobni ali anaerobni obdelavi blata enakovredno stabilizacijo, higienizacijo in izpolnjevanje zahtev za okoljsko kakovost ter s tem izpolnjuje zahteve uredbe za rabo v kmetijstvu.

V nadaljevanju je tabela s primerjavo mejnih vrednosti, določenih v zakonodaji in izmerjenih vrednosti v blatu iz CČN Maribor.

**Tabela 6.29: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu in maksimalne vrednosti v blatu iz CČN Maribor.**

Parameter	Obdelano blato - mejna vrednost  (mg/kg suhe snovi)	Obdelano blato CČN Maribor – maksimalna izmerjena vrednost  (mg/kg suhe snovi)	Obdelano blato CČN Maribor – maksimalne izmerjene vrednosti (2015 – 2020) preračunane na 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi*  (mg/kg suhe snovi)
<b>Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd</b>	1,5	1,5	<b>3</b>
<b>Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr</b>	200	85	117
<b>Baker in njegove spojine, izražene kot Cu</b>	300	220	<b>425</b>
<b>Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg</b>	1,5	2	<b>2</b>
<b>Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni</b>	75	48,9	<b>88</b>
<b>Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb</b>	250	59	86
<b>Cink in njegove spojine, izražene kot Zn</b>	1200	1.058,3	<b>2.303</b>

\*Mjerne vrednosti veljajo za koncentracije težkih kovin v obdelanem blatu. Izmerjene vrednosti morajo biti preračunane na 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi v obdelanem blatu.

\*\*kot vrednosti za blato s CČN Maribor so privzete maksimalne vrednosti parametra v desetletnem obdobju 2010 – 2020.

Iz omenjenih poročil in zgornje preglednice pa je razvidno, da v obdelanem blatu iz CČN Maribor dovoljene koncentracije petih (5) od sedmih težkih kovin, ki bi lahko bile toksične za rastline in ljudi (kadmij (Cd), baker (Cu), živo srebro (Hg), nikelj (Ni), in cink (Zn)) presegaajo dovoljene mejne vrednosti, ko jih preračunamo na zahtevano 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi.

Iz vsega navedenega podajamo zaključek, da blato iz čistilne naprave Maribor v tem trenutku ne izpolnjuje zahtev za uporabo v kmetijstvu oziroma je uporaba tega blata v kmetijstvu prepovedana.

V kolikor bo v prihodnosti prišlo do spremembe v tehnologiji čistilne naprave, ali dodatne obdelave (npr. kompostiranje) je v primeru interesa za uporabo v kmetijstvu, potrebno ponovno preučiti kakovost obdelanega blata in možnosti njegovega plasiranja na kmetijska zemljišča. Pri tem pa je:

- uporaba na kmetijskih zemljiščih možna le, če se zagotovi obdelava, ki bo zagotavljala 1. razred okoljske kakovosti produkta in še to le na območjih, kjer s predpisi ni določeno drugače;
- uporaba komposta 2. kakovostnega razreda ali digestata 2. kakovostnega razreda za vnos v ali na tla na kmetijskih zemljiščih prepovedana, močno pa je omejena tudi raba na nekmetijskih zemljiščih.
- uporaba komposta ali digestata, ki se ne uvršča v nobenega od razredov kakovosti iz Uredbe o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali, je prepovedana;



*Alternativo uporabe obdelanega blata v kmetijstvu v trenutnem stanju ocenjujemo kot nedovoljeno oziroma prepovedano. V primeru nadgradnje čistilne naprave je uporaba v kmetijstvu možna pod pogojem, da se doseže kakovost obdelanega blata, ki ustreza 1. razredu okoljske kakovosti. Pri tem opozarjamo, da se s spremembo obdelave ne pričakuje bistvene spremembe vsebnosti težkih kovin v obdelanem blatu.*

*Uporaba blata v kmetijstvu je sicer na prvi pogled privlačna možnost, vendar ni primerna za velike čistilne naprave z velikimi količinami odpadnega blata in s težkimi kovinami močno obremenjenim blatom. Ne glede na doseženo okoljsko kakovost obdelanega blata alternativo ocenjujemo kot manj primerno trajno rešitev končne dispozicije blata predvsem zaradi težav pri zagotavljanju ustreznih in razpoložljivih kmetijskih površin ter zaradi dejstva, da se zahteve zakonodaje za uporabo blat iz čistilnih naprav v kmetijstvu v zadnjih letih močno zaostrejo tako pri nas, kot v tujini, kar pomeni, da bo vse težje najti primerne odjemalce končnega produkta. Takšna uporaba tudi ne predvideva izrabe fosforja.*

*Podrobna vsebinska predstavitev variante 9 je razvidna iz **Priloge 15**.*

## 6.10 MOŽNOST KOMBINIRANIH SISTEMOV (UPORABA PRINCIPOV KROŽNEGA GOSPODARSTVA KOT INSTRUMENTA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA)

Živimo v času, ko se okoljske razmere močno poslabšujejo, saj povečana antropogena obremenitev presega sposobnosti okolja po samoregeneraciji. Medtem, ko svetovno prebivalstvo in s tem povpraševanje po surovinah narašča, je ponudba ključnih surovin omejena. Poleg tega pridobivanje in uporaba surovin močno vpliva na okolje saj povečuje porabo energije in emisije toplogrednih plinov. Vse bolj postaja jasno, da obstoječi linearni model gospodarstva, ki sledi načelu »vzemi-izdelaj-uporabi-zavrzi« ni v korelaciji z načeli in cilji EU za trajnostni razvoj, saj ogroža obstoj prihodnjih generacij.

### Kaj je krožno gospodarstvo?

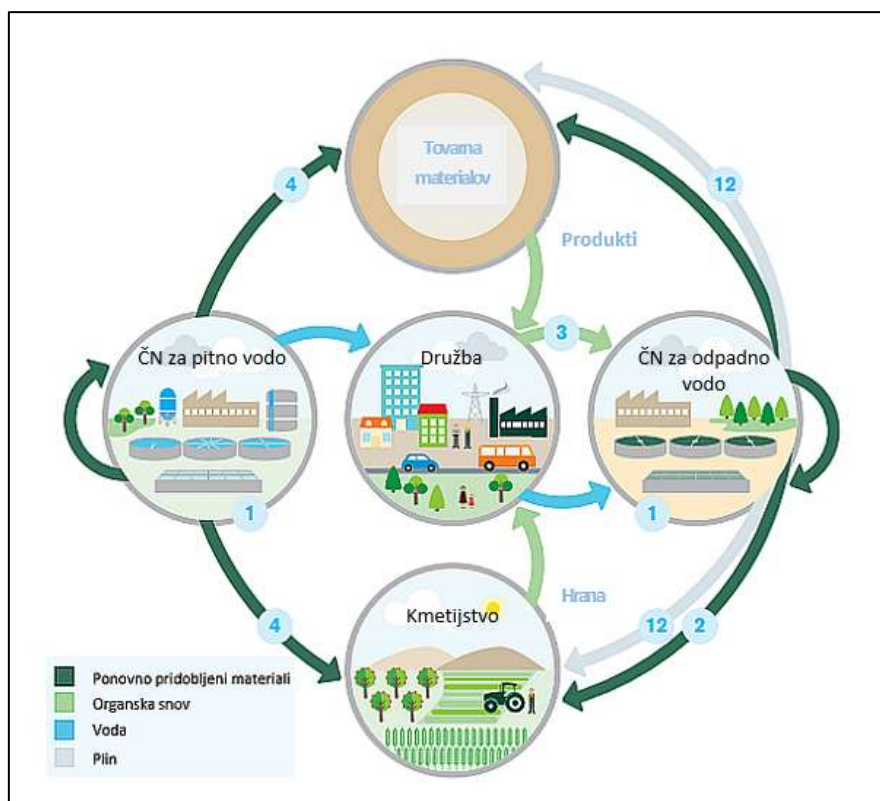
Krožno gospodarstvo (Circular economy) je po definiciji ekonomski sistem zaprtih zank, v katerem surovine, sestavni deli in izdelki izgubljajo čim manj svoje vrednosti, uporabljajo se obnovljivi viri energije, v središču pa je sistemsko razmišljanje. Definicije krožnega gospodarstva so raznolike in odvisne od področja za katero se izraz uporablja. Opredelitve, ki se osredotočajo na uporabo virov, pogosto sledijo 3-R pristopu:

- Reduce - zmanjšanje (minimalna uporaba surovin),
- Reuse - ponovna uporaba (čim večja ponovna uporaba izdelkov in komponent) in
- Recycle - recikliranje (visokokakovostna ponovna uporaba surovin).

Po Korhonen, Nuur, Feldmann & Birkie (2018) opredelitve, ki se osredotočajo na sistemske spremembe, pogosto poudarjajo tri elemente, ki so nadalje pojasnjeni v nadaljevanju:

- zaprti cikli,
- obnovljiva energija in
- sistemsko razmišljanje.

Naprave za čiščenje komunalne odpadne vode so lahko pomemben del krožne trajnosti zaradi vključevanja proizvodnje energije in pridobivanja virov med proizvodnjo čiste vode. Trenutno so glavna gonila za razvoj industrije odpadne vode globalne potrebe po hranilih ter pridobivanje čiste vode in energije iz procesov obdelave odpadne vode.



Slika 6.14: Primer izrabe virov v krožnem gospodarstvu (prirejeno po International Water Association, 2016).

Obveza ravnanja z nastalim komunalnim blatom predstavlja za povzročitelja odpadka velik strošek, saj stroške ravnanja nosi povzročitelj odpadkov.

Danes se spodbujajo sistemi krožnega gospodarstva, ki čim dlje ohranjajo dodano vrednost v izdelkih in zmanjšujejo količino odpadkov. Številne države lahko imajo ekonomsko in okoljsko korist zaradi boljše izrabe različnih virov. Pripraviti je treba načrte za učinkovito ravnanje z odpadki, vključno z blatom iz čistilnih naprav. Vse bolj se vzpodbujajo ekonomsko upravičene možnosti ponovne uporabe in recikliranja, pri čemer se tudi blato iz čistilnih naprav in ostanki pepela iz blata lahko pretvorijo v nove tržne materiale.

Ravnanje z blatom iz čistilnih naprav oziroma njegovo odstranjevanje je bilo sprva v Sloveniji rešeno z odlaganjem, po zaostitvi zakonodaje v letu 2009, pa prepuščeno deležnikom na trgu. Zelo majhna količina komunalnega blata se v Sloveniji predela po postopku R10 (vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje) in uporablja v kmetijstvu.

Po podatkih komunal, se je do danes velik delež blata predal predelovalcu v drugo državo EU (večinoma Madžarsko), pri čemer končna uporaba predelanega blata ni bila poročana v sistem o odpadkih v Slovenijo. Zaradi tega podatkovni in snovni tokovi niso pregledni in sledljivi, Slovenija pa je izgubljala snovne, energetske in finančne vire, ki jih potencialno predstavlja to blato. Hkrati je postala popolnoma odvisna od tržnih razmer in drugih držav in tako brez celovite rešitve v trenutku, ko odvoz v tujino ni več možen, upravljavci čistilnih naprav pa so prisiljeni sami najti rešitev, kam z nastalim blatom.



Za večji del blata iz večjih čistilnih naprav, ki je večinoma obremenjeno s težkimi kovinami in drugimi neustreznimi snovmi, je po mnenju komunal, energetska izraba najboljša tehnologija. Pri reševanju problematike blata je treba na dolgi rok upoštevati dejstvo, da bo tudi Slovenija morala izpolnjevati evropske direktive, ki predvidevajo, da bo po letu 2030 obvezen monosežig blata za vse komunalne čistilne naprave, ki so večje kot 50.000 PE, saj je le iz takšnega pepela možno ustrezno reciklirati fosfor.

Pri tem bo potrebno postaviti zahteve glede zasledovane končne vsebnosti P v suhi snovi. Samo tako se bodo povzročitelji odpadkov lahko odločali o uvedbi ustrezne tehnologije za recikliranje fosforja. Prav tako bo potrebno določiti ustrezna prehodna obdobja, v katerih bo potrebno te spremembe uvesti in hkrati določiti možnosti za uporabo končnih produktov, od česar je odvisno zaprtje zanke.

Zaradi povečanega povpraševanja po gradbenih materialih v zadnjih letih kot rezultat razvoja se zdi, da se obeta tudi razvoj v uporabo blata iz čistilnih naprav, ki bi lahko nadomestila nekatere gradbene materiale. Uporaba blata za proizvodnjo gradbenih materialov predstavlja del krožnega gospodarstva in prinaša velike koristi, kot so zmanjšanje obdelave blata, izogibanje dolgim transportom blata in spodbujanje podjetnikov k razvoju novih proizvodov in procesov, ki uporabljajo pepel iz sežiga blat kot surovine, s čimer se utira inovativen način za ustanavljanje sekundarnih industrij v krožnem gospodarstvu.

Kot vidimo, krožno gospodarjenje prinaša vrsto potencialnih priložnosti za vse deležnike, tako za tiste, ki se neposredno ukvarjajo z čiščenjem vode in odpadnim blatom kot tudi za širšo družbo, ki se sooča z okoljsko degradacijo in podnebnimi spremembami. Za podjetje lahko zgodnje investicije v nove tehnologije, znanje in spremembe poslovnih modelov pomenijo nižanje različnih vrst stroškov, višanje in diverzifikacijo prihodkov, novo znanje in inovacije ter izboljšano javno podobo.

*Kljub temu, da krožno gospodarstvo postaja vključeno v zakonodajo EU in posledično držav članic in so prednosti trajnostnega razvoja ravnanja z materiali in energijo splošno znane, pa je krožno gospodarstvo še precej daleč od realnosti. Tudi za posamezna podjetja obstaja vrsta ovir, večina od teh pa je povezana z zakonodajo in pogoji na trgu. Vprašljivo je tudi, če se širša javnost in potencialni partnerji zavedajo prednosti sodelovanja in investiranja v krožno gospodarjenje. Pomembno je začeti v smeri zaprtja zanke znotraj podjetja, obenem pa spremljati spremembe zakonodaje in navezovati stike z bodočimi partnerji v smislu skupnih raziskovalnih projektov in ustreznih rešitev.*

*Podrobna vsebinska predstavitev poglavja je razvidna iz **Priloge 16**.*





## 7 PREGLED SPREJEMLJIVIH VARIANT TER NJIHOVIH KOMBINACIJ

Preučene variante:

- **Varianta 1:** Anaerobna obdelava
- **Varianta 2:** Anaerobna obdelava s termično hidrolizo
- **Varianta 3:** Sušenje blata
- **Varianta 4:** Sosežig blata
  - **Varianta 4a:** Sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
  - **Varianta 4b:** Sosežig blata v cementarni
- **Varianta 5:** Monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja
  - **Varianta 5a:** Izgradnja manjše monosežigalnice za potrebe MOM
  - **Varianta 5b:** Izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije
- **Varianta 6:** Napredne tehnologije: piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija
- **Varianta 7:** Predelava blata v trdno gorivo
- **Varianta 8:** Predelava blata v gradbene kompozite
- **Varianta 9:** Uporaba blata v kmetijstvu

Predstavljene so bile še druge možne tehnične rešitve ravnanja z odvečnim blatom, vidik kombiniranih sistemov in krožnega gospodarstva ter pilotni projekti, ki pa vključujejo nadaljnje laboratorijske in druge analize in niso bile del predlaganih variant.

Vsaka varianta je bila analizirana glede na tehnološke, zakonodajne in okoljske možnosti, preučene so bile prednosti in slabosti posamezne variante (SWOT analiza), ocenjeni so bili investicijski in obratovalni stroški ter primernost s stališča konkretne uporabnosti za CČN Maribor. S tem smo dobili prve izločitvene dejavnike s katerimi smo nabor ustreznih alternativ za nadaljnjo obravnavo zmanjšali.

V prvi fazi analize smo izločili variante 6, 7 in 9.

- **Varianta 6:** Napredne tehnologije: piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija
- **Varianta 7:** Predelava blata v trdno gorivo
- **Varianta 9:** Uporaba blata v kmetijstvu

Iz podrobnejše obravnave je bila izločena **uporabo naprednih tehnologij (varianta 6)**, ker ocenjujemo, da razvojno še niso dovolj zrele, da bi koristi prevladale nad pomanjkljivostmi, ali pa še ni razvit trg za uporabo potencialno koristnih produktov.

**Piroliza** je alternativa procesoma zgorevanja (oz. sežiga) in sosežiga.. Gre za proces pridobivanja plina ali olja iz karbonskih materialov z uporabo zmerno do visokotemperaturnega (300–700 °C) termalnega razbijanja (angl. thermal cracking) z zunanjim virom toplote in v atmosferi brez ali s primanjkljajem kisika. Pridobljeno bio-olje lahko koristno uporabimo za generacijo električne in toplotne energije v plinskih turbinah. Stranska produkta pirolize sta tudi zogleneli ostanek (angl. biochar) in nekondenzirani plini. Obravnavana tehnološka rešitev pirolize zahteva, da je delež suhe snovi blata vsaj 80 % s kurilno vrednostjo najmanj 10 MJ/kg suhe snovi. Dehidrirano blato iz CČN Maribor je potrebno osušiti na 90 % s.s., da se zagotovi minimalna energetska vrednost blata za proces pirolize. Tovrstna tehnološka rešitev je primerna predvsem za odpadno lesno biomaso kot tudi za blata iz ČN, kjer se pridobi kot glavni produkt procesa karbonizirano blato, ki je bogato s fosforjem (pričakovana vrednost P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 10–12 %).



Za izhodiščno količino blata iz CČN Maribor 15.000 ton/leto (23 % s.s.) se pričakuje produkcija karboniziranega blata kot glavnega produkta procesa pirolize v količini 2.100 ton/leto in bi ga bilo mogoče uporabiti kot gnojilo v kmetijstvu. Pred prvim dajanjem takšnega gnojila v promet v Republiki Sloveniji je potrebno pridobiti dovoljenje Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Opozoriti je potrebno, da z 16. julijem 2022 stopi v veljavo EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009. Ta nova pravila bodo od sredine leta 2022 naprej zagotovila, da se bodo po vsej EU lahko prosto prodajala le gnojila, ki izpolnjujejo visokokakovostne in varnostne zahteve in standarde po vsej EU. Poudariti je potrebno, da substrati pridobljeni iz karboniziranega blata med katere se uvršča tudi produkt obravnavane tehnološke rešitve pirolize–karbonizirano blato trenutno niso vključeni znotraj EU Fertilizing Products Regulation STRUBIAS proposals. Z uveljavitvijo teh sprememb na področju gnojil v EU to pomeni, da uporaba karboniziranega blata v članicah EU kot gnojilo ne bo več mogoča. Problem s produkti po pirolizi je ne samo v zagotavljanju ustreznosti kakovosti produkta za nadaljnjo uporabo (v piroliznem olju se koncentrira Hg, v bioogljju / karboniziranem blatu se koncentrirajo težke kovine), temveč tudi v povpraševanju po takem produktu in posledično ali se brez stabilnega in dolgoročnega interesenta ozirom prevzemnika produkta, relativno visoki investicijski stroški izplačajo.

**Uplinjanje:** cilj procesa uplinjanja je pridobivanje plinske mešanice, t.i. sinteznega plina ( $H_2$ , CO,  $CO_2$ , lahki ogljikovodiki) z visoko energijsko vrednostjo. Uplinjanje je proces, kjer se izkorišča delno zgorevanje, pri katerem nadzorujemo transformacijo organskega materiala v plinsko mešanico s količino zraka ali kisika. Poteka pri visoki temperaturi 800–900 °C ali višji v atmosferi s tako nizkim deležem kisika, da ne pride do stehiometričnega vžiga. Proces je izveden v prisotnosti uplinjalnega medija, ki je lahko kisik, zrak, para ali ogljikov dioksid. Uplinjanje lahko karakteriziramo kot podaljšanje procesa pirolize. Plin, ki nastane pri uplinjanju, lahko direktno uporabimo v kotlu, motorju z notranjim zgorevanjem, turbini ali pa v gorivni celici kot vir toplote ali električne energije. Prav tako lahko iz pridobljenega plina sintetiziramo kemikalije, kot so metanol ali di-metil eter<sup>23</sup>. V Evropi so samo tri postrojenja z uporabo procesa uplinjanja, ki uporabljajo za vhodno gorivo blato iz ČN. Vsa tri postrojenja se nahajajo v Nemčiji. Uporaba procesa uplinjanja za blata iz ČN velja v tem trenutku še vedno za inovativen, čeprav je uplinjanje pogosto v uporabi v ostalih panogah.

**Hidrotermalna karbonizacija (HTC)** opisuje procesni pristop za obdelavo mokre biomase. Surovino obdelamo pod visokim tlakom (> 10–20 barov), temperaturami med 200 in 250 °C in večurnim zadrževalnim časom v tekoči vodni fazi. V sklopu procesa poteka veliko število reakcij (hidroliza, dehidrogenacija, dekarboksilacija, polimerizacija), kar naj bi privedlo do razgradnje biomase in posledično do ponovne polimerizacije. Raven temperature, tlak, čas zadrževanja in sestava biomase igrajo pomembno vlogo. Obstajajo različni pristopi tehnične izvedbe, pri čemer je trenutno stanje razvoja omejeno na poskusne in demonstracijske objekte. V praksi (Nemčija) še vedno obstajajo nerešeni problemi z izvedbo in nadgradnjo v polno delujoče objekte, zaradi nezadostne kakovosti produktov procesa in čiščenja procesne vode in plina. Kljub temu obstajajo po svetu v svetu nekateri HTC projekti in podjetja, ki se osredotočajo na obdelavo blata iz ČN s tovrstno tehnologijo. Postopek HTC (tehnologija Deydris Ultra) je bil pilotno testiran tudi na CČN Maribor v letu 2014. Testi tehnologije Dehydris Ultra na lokaciji CČN Maribor so dali pozitivne rezultate, vendar pa je bilo ugotovljeno, da bo industrializacija te tehnologije dolgotrajna, zmanjšanje volumna blata pa je možno doseči tudi z energijsko učinkovito tehnologijo sušenja blata.

Ocenjujemo, da bo komercializacija teh tehnologij dolgotrajna, uporaba končnih produktov pa zelo odvisna od doseganja ustreznosti kakovosti, zmanjšanje volumna blata pa je možno doseči tudi z energijsko učinkovito tehnologijo sušenja blata.

<sup>23</sup> Vir: Marko Draksler, *Eksperimentalno vrednotenje zgorevanja suhega blata čistilnih naprav, magistrsko delo, 2020.*



Izločena je bila tudi **predelavo blata v trdno gorivo (varianta 7)**. Dehidrirano blato iz CČN Maribor bi teoretično bilo možno predelati v trdno gorivo v kombinaciji z vsaj še eno vrsto odpadka, vendar pa je njegova uporaba zelo omejena. Prepovedano ga je uporabljati v malih kurilnih napravah. Prav tako ga je prepovedano uporabljati v srednjih in velikih kurilnih napravah. Uporabi se ga lahko le v srednjih in velikih kurilnih napravah, če se pridobi okoljevarstveno dovoljenje za sosežig. Prav tako se ga lahko uporabi v sežigalnicah in napravah za sosežig odpadkov s predhodno pridobitvijo okoljevarstvenega dovoljenja za sežig oz. sosežig. Ker trenutno nobena od proizvodnih linij v Sloveniji ne sprejema odpadka 19 08 05 za predelavo v trdno gorivo, bi bilo treba postaviti lastno proizvodno linijo in poiskati prevzemnika takšnega goriva. Predelavo blata iz CČN Maribor v trdno gorivo iz odpadkov smo ocenili kot neprimerno rešitev, saj takega goriva ne bo možno uporabiti oziroma najti zainteresiranega dolgoročnega prevzemnika. Prevzemniki SRF-a so predvsem cementarne, ki pa imajo svoje zelo stroge zahteve kakšne kvalitete mora biti takšno trdno gorivo.

**Uporaba blata v kmetijstvu (varianta 9)** je sicer na prvi pogled privlačna možnost, vendar ni primerna za velike čistilne naprave z velikimi količinami odpadnega blata in s težkimi kovinami močno obremenjenim blatom. Skladno z Uredbo o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008) uporaba blata na kmetijskih zemljiščih večinoma ni možna, saj blato ne dosega predpisanih vrednosti za uporabo na kmetijskih zemljiščih (I. razred okoljske kakovosti). Problem sta tudi sezonska uporaba gnojil, medtem ko blato enakomerno nastaja vse leto in ga je težko skladiščiti za daljši čas ter (ne)razpolaganje z ustrezno velikimi kmetijskimi površinami v bližini čistilnih naprav, kar vodi v visoke transportne stroške. Zahteve zakonodaje za uporabo blat iz čistilnih naprav v kmetijstvu se v zadnjih letih močno zaostrojuje tako pri nas, kot v tujini, kar pomeni, da bo vse težje zadostiti zahtevam po kakovosti produkta ter hkrati najti primerne odjemalce končnega produkta.

Za nadaljnjo ožjo analizo so tako ostale variante 1,2, 3, 4, 5 in 8:

- **Varianta 1:** Anaerobna obdelava
- **Varianta 2:** Anaerobna obdelava s termično hidrolizo
- **Varianta 3:** Sušenje blata
- **Varianta 4:** Sosežig blata
- **Varianta 5:** Monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja
- **Varianta 8:** Predelava blata v gradbene kompozite

**Anaerobna obdelava in anaerobna obdelava s termično hidrolizo (varianti 1 in 2):** V okviru predmetne točke je bila obravnavana predhodna potreba po spremembi tehnologije iz aerobne obdelave blata na anaerobno obdelavo blata na CČN Maribor, ki je predstavljala osnovo za nadaljnje predloge variant. S spremembo koncepta čiščenja iz aerobne stabilizacije blata na anaerobno stabilizacijo blata bi se ob ostalih prednostih (proizvodnja biološkega plina in s tem možnost delne samooskrbe z električno energijo) doseglo še zmanjšanje količine odvečnega blata. V ta namen je potrebno na lokaciji CČN zgraditi dodatne objekte (primarni usedalniki, dodatno zgoščanje blata, gnilišča, plinohrami, filtri za zrak, plinski generator) in vgraditi ostalo potrebno opremo.

Smatramo, da je uvedba anaerobne obdelavo zelo ustrezna in sprejemljiva opcija, ker se količina proizvedenega blata v tem primeru zmanjša že na izvoru. Ta varianta sicer ne rešuje končne dispozicije, jo pa olajšuje. Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na CČN Maribor, zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote.

**Termična hidroliza** je dvostopenjski postopek, ki združuje visokotlačno vrenje odpadkov ali blata, čemur sledi hitra dekompresija. To kombinirano delovanje sterilizira blato in ga naredi bolj biološko razgradljivega, kar izboljša razgradnjo. Sterilizacija uniči patogene organizme v blatu, tako da dosega stroge zahteve glede uporabe. Nadgradnja postopka anaerobno obdelave blata je termična hidroliza (THP—thermal hydrolysis process), postopek, ki se uporablja za obdelavo blata pred anaerobno digestijo. Prednosti termične hidrolize so:



- potrebna manjša velikost gnilišč,
- povečana proizvodnja bioplina,
- izboljšana dehidracija viška blata in s tem zmanjšana količina blata,
- višja kakovost blata, saj termalna hidroliza uniči patogene organizme,
- nižji ogljični odtis, postopek zmanjšuje količino toplogrednih plinov,
- višja kalorična vrednost blata, kar je pomembno v primeru sežiga/sosežiga blata.

Tako kot anaerobna stabilizacija tudi kombinacija s hidrolizo ne predstavlja optimalne variante končne dispozicije, jo pa olajšuje in zmanjšuje obratovalne stroške na CČN Maribor, zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote.

**Sušenje blata (varianta 3)** definiramo kot proces ločevanja kapljevite faze iz kapljevito-trdne zmesi (vlažne snovi), kjer je kot produkt procesa pridobljena suha trdna snov. Postopek dehidracije blata se najpogosteje izvaja s centrifugami in iztiskovanjem, kjer v odvisnosti od izbrane tehnologije dobimo produkt z vsebnostjo suhe snovi med 20% in 25%. Za doseganje višjih stopenj vsebnosti suhe snovi je potrebno uporabiti toplotne postopke sušenja. Končen produkt iz sistema sušenja je sipek in higieniziran odpadki z vsebnostjo suhe snovi 90 %. Gre za stabiliziran biološko razgradljiv odpadki, ki je zaradi svojih lastnosti enostavnejši za transport kot pa je to vlažno dehidrirano blato. Z izvedbo sušenja dehidriranega blata bi se občutno zmanjšala količina blata, ki ga je potrebno predati v končno ravnanje (iz izhodiščnih 15.000 na 3.833 t/leto). Posledično je zagotovljen manjši okoljski vpliv transporta blata od lokacije CČN do kraja končne obdelave. Prav tako bi imela manjša količina blata, ki jo je potrebno predati iz ČN v končno ravnanje, tudi manjši vpliv na zvišanje cene storitve čiščenja odpadne vode.

Sušenje blata sicer ni končna rešitev, predstavlja pa dober temelj za vse ostale končne obdelave. Za končno ravnanje z osušenim blatom obstaja več rešitev: uporaba v cementni industriji (uporaba kot alternativno gorivo za sosežig v cementarni), sosežig v sežigalnici odpadkov, sežig v monosežigalnici, uporaba v betonih in maltah (npr. uporaba kot beton nižje trdnosti, kot masivni beton (npr. pri gradnji hidroelektrarn in večjih temeljev), kot beton za voziščne konstrukcije, kot beton za nosilno plast betonskih tlakovcev), uporaba kot kompozitni material (npr. v cestogradnji uporaba kot agregat v vsakem izmed slojev voziščne konstrukcije), uporaba v opekarstvu kot nadomestni material pri proizvodnji opek, uporaba v kmetijstvu kot nadomestek umetnega gnojila.

Sušenje dehidriranega blata iz CČN Maribor je tako ena izmed možnih dolgoročnih tehničnih rešitev s končno uporabo osušenega blata v energetske namene (monosežig, sosežig). Možnost uporabe osušenega blata v ostale namene, pa je odvisna od povpraševanja in stanja na trgu kot tudi od same sestave blata v prihodnosti (predvsem glede vsebnosti težkih kovin).

**Sosežig blata (varianta 4):** Sosežig blata iz ČN v termoelektrarnah na premog, cementarnah in sežigalnicah odpadkov se je uveljavilo kot ena izmed možnih tehničnih načinov končne uporabe blata. Še posebej se je povečala uporaba v cementarnah in termoelektrarnah na premog kot možnost nadomeščanja klasičnih fosilnih goriv. Možnost uporabe blata v namen sosežiga omejuje predvsem vsebnost vode v blatu in dopustne koncentracije onesnaževal v dimnih plinih. V primeru sosežiga blata v sežigalnici odpadkov blata iz ČN ni potrebno dodatno osušiti, saj je možna uporaba vlažnega dehidriranega blata. Za koriščenje blata v cementarni in termoelektrarni pa je običajno zahteva, da je blato potrebno dodatno osušiti, da ima dovolj visoko energetsko vrednostjo.

Pri tem smo prepoznali dve možni podvarianti in sicer:

- **Varianta 4a:** Sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- **Varianta 4b:** Sosežig blata v cementarni



Odvečno blato, ki nastaja na CČN Maribor se bi lahko uporabilo kot vhodno gorivo za potrebe sosežiga v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM, ki je v načrtovanju ali v eni izmed cementarn v Avstriji, saj naša edina cementarna Anhovo trenutno osušenih blat v sosežig ne sprejema več. V objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM bi bilo mogoče uporabiti tako vlažno dehidrirano blato kot tudi osušeno, medtem ko bi v primeru predaje blata v cementarno bilo potrebno obstoječe dehidrirano blato najprej osušiti na 90 % s.s., šele na to pa ga bi bilo možno predati v sosežig, da se zagotovi zahtevana minimalna kurilna vrednost blata, ki jo zahteva cementarna.

Sosežig blata v različnih termoenergetskih objektih dolgoročno več ne moremo šteti za primeren način končne uporabe, predvsem zaradi EU strategije po izločanju fosforja iz pepela, kar v primeru sosežiga ni možno. Sosežig blata v sežigalnicah odpadkov in v cementarnah lahko predstavlja dolgoročno rešitev glede na trenutno EU strategijo le v primeru, v kolikor je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi. V primeru večje vsebnosti fosforja v blatu pa lahko sosežig blata v cementarnah in sežigalnicah odpadkov predstavlja le prehodno rešitev. Za blato iz CČN Maribor je nemogoče napovedati, če bo v prihodnosti zagotovljena vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi, saj se je v preteklosti vsebnost fosforja v blatu spreminjala in je znašala 19,935–41,20 g P/kg suhe snovi.

**Monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja (varianta 5):** Monosežig je najbolj preverjen način toplotne obdelave blata. Gre za proces zgorevanja organskih snovi pri visokih temperaturah v prisotnosti presežka kisika. Med procesom blatu odstranimo vlago in bistveno zmanjšamo suspendirano količino snovi. Prav tako se v procesu uničijo vse organske snovi, patogeni organizmi in nevtralizira neprijeten vonj. Za sam proces zgorevanja običajno uporabljamo predhodno delno osušeno blato z okrog 40 % deležem suhe snovi.

V zadnjem času pridobivanje fosforja iz blata postaja v Evropi vse bolj aktualna tematika. Fosfor se namreč v naravi ne obnavlja, je ključni element za življenje in pridobivanje hrane in se ga v naravi nahaja v omejenih količinah. Na voljo ga je še samo za nekaj desetletij. Fosfor je namreč enajsti najpogostejši element na Zemlji, a ocenjuje se, da bodo globalno zaloge izčrpane v 50 do 100 letih. V blatu iz ČN je 2 % fosforja ali celo več in bi, kot ponovno pridobljen, lahko predstavljal zanesljiv vir fosforja. Najpogosteje se fosfor pridobiva iz pepela po monosežigu. Iz teh razlogov se bodo v bližnji prihodnosti v čedalje večjem številu predvsem večje ČN odločale za pridobivanje fosforja ali pa za prodajo pepela kot preostanek monosežiga, iz katerega se lahko pridobiva fosfor s t.i. specializiranim obratom. Nekatere države že imajo sprejete smernice in pravila glede tega (npr. Švica, Nemčija, Avstrija). Pepel iz delujočih monosežigalnic se tako v največji meri trenutno začasno shranjuje, dokler se ne bodo razvile dovolj učinkovite metode za pridobivanje fosforja iz tega pepela.

Za monosežig blata iz CČN Maribor je potrebna izgradnja monosežigalnice z uporabo tehnologije sežiga v lebdečem sloju, ki velja v svetu za najbolj uveljavljeno in dovolj preizkušeno tehnologijo. Za dehidrirano blato iz CČN Maribor obstajata dve tehnološki rešitvi monosežiga:

- **Varianta 5a:** izgradnja manjše monosežigalnice za lastne potrebe CČN Maribor z zmogljivostjo obdelave 15.000 t dehidriranega blata/leto (vsebnost suhe snovi: 23 %) z dvema podvariantama glede pepela - pepel se bi ali odlagal na odlagališču nenevarnih odpadkov, ali pa začasno skladiščil na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja in pa
- **Varianta 5b:** izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije z zmogljivostjo obdelave 100.000 t do 120.000 t blata različne stopnje sušine letno, oziroma 30.000 t s.s. blata/leto. Pri varianti 5b, moramo prav tako ločiti še dve podvarianti glede ravnanja s pepeli in sicer odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov ali začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja.



Na podlagi opravljenega temeljitega pregleda ugotavljamo, da v Nemčiji monosežig blata ob sosežigu v sežigalnicah odpadkov, termoelektrarnah na premog in cementarnah predstavlja prevladujočo tehnologijo termične obdelave blat iz ČN. Zaradi že sprejete zakonodaje pa bo po letu 2029 v Nemčiji monosežig blata edina možna dolgoročna tehnološka rešitev.

Glede na že sprejeto zakonodajo v okoliških državah (Švica, Nemčija) se pričakuje, da bo tudi Republika Slovenija v bližnji prihodnosti sprejela podobna pravila glede obveznega izločanja fosforja iz blat, predvsem iz večjih ČN. Monosežig bi tako postal edina možna dolgoročna rešitev, predvsem za tista blata iz ČN, ki so prekomerno obremenjena s težkimi kovinami.

**Predelava blata v gradbene kompozite (varianta 8):** Blato iz CČN Maribor je centrifugiran material s povprečno vsebnostjo suhe snovi 23 %. Po fizikalni obliki je vlažen, homogen material z delci manjšimi od 5 mm. Takšno blato je mogoče predelati v kompozit z uporabo pepelov (na primer prepel lesne biomase). Zadnje stanje stroke kaže, da je najpogostejša uporaba recikliranega komunalnega blata v gradbeništvu v obliki geotehničnih kompozitov, to so kompoziti z nizkimi trdnostmi, ki nastanejo z mešanjem in kompakcijo enega ali več odpadkov pri optimalni vlažnosti. Tako izdelani geotehnični kompoziti iz blata in pepela kot preostanek sežiga lesne biomase se lahko uporabljajo za izgradnjo vodoneprepustnih plasti za namene tesnjenja odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo protipoplavnih nasipov, izgradnjo manj obremenjenih gozdnih cest, izgradnjo športnih terenov ter za remediacijo degradiranih zemljišč, material za zapolnjevanje odprtín, material za »tekoče« zasipe, podložni material za cevovode, cevi in kable, za sanacijo rudnikov oz. rudarskih prostorov, ki potrebujejo sanacijo. V primeru široke palete namenov uporabe, je v praksi potrebno razviti in pripraviti različne recepture kompozitov.

Na podlagi že izdelane investicijske dokumentacije (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor je ocenjeno, da znotraj MOM obstajajo potencialna območja, kjer bi bilo mogoče uporabiti tako izdelani kompozit. Kompozit bi se lahko vgrajeval **na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop)** in/ali na **območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje**. Vendar je potrebno pridobiti vsa potrebna dovoljenja pred samo vgradnjo (pridobitev OVD). Pred vgradnjo pa se mora za kompozit pridobiti še Slovensko tehnično soglasje–STS na podlagi laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja.

Prav tako DIIP ne navaja pod kakšnimi pogoji se bi lahko takšen kompozit uporabilo/vgrajevalo na teh območjih. Trenutno se tako izdelani kompoziti v Sloveniji uporabljajo znotraj območja odlagališč. Potrebna bi bila dodatna laboratorijska analiza in testni preizkus v obliki izvedbe testnega polja, da se razvije ustrezna receptura kompozita in da se oceni možnost dolgoročne vgradnje takšnega kompozita na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje, česar *DIIP ravnanje z blatom, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020* ne obravnava. Prav tako bi bilo potrebno povprašati lokalno skupnost, če se s takšno vgradnjo kompozita strinja. V nasprotnem primeru izvedba tovrstne tehnološke rešitve ni smiselna. Je pa potrebno poudariti, da se s takšno predelavo ves fosfor v blatu trajno izgubi, kar ni v skladu s sprejetimi smernicami EU z zahtevo po izločanju fosforja iz blata – potrebna bi bila predhodna ekstrakcija fosforja. Takšna tehnološka rešitev brez predhodne ekstrakcije fosforja iz blata ne more predstavljati dolgoročne rešitve, predstavlja pa lahko **le prehodno rešitev za krajše časovno obdobje.**





## 7.1 SWOT ANALIZA POSAMEZNE VARIANTE

PSPN matrika oz. SWOT analiza je analiza, s katero vzamemo pod drobnogled štiri aspekte, in sicer Prednosti, Slabosti, Priložnosti in Nevarnosti. Taka analiza nam omogoča oceniti primernost posameznega načina ravnanja z odvečnimi blati in je prikazana v tabeli nadaljevanju.

Primerjane so v prejšnjih poglavjih obravnavane variante. Poudariti je potrebno, da variante 1, 2, 3 ne rešujejo končne dispozicije blata, zmanjšujejo pa količino blata, s čimer optimizirajo nadaljnje postopke ravnanja.

Varianta končne dispozicije blata bo tako predstavljala najučinkovitejšo kombinacijo posameznih načinov ravnanja z blatom in bo v nadaljevanju izbrana na podlagi prednosti in ekonomsko finančnega vrednotenja.



Tabela 7.1: SWOT analiza variant.

ALTERNATIVA/VARIANTA	PREDNOSTI (Strengths)	SLABOSTI (Weaknesses)	PRILOŽNOSTI (Opportunities)	TVEGANJA (Threats)
<b>1. ANAEROBNA OBDELAVA BLATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primerno za blata z visoko vsebnostjo vlage</li> <li>• <b>bistveno zmanjšanje količine viškov blata</b>, ki jih moramo reševati (s 15.000 na 12.000 t/leto).</li> <li>• visoka redukcija patogenov</li> <li>• energijo, vezano v blato iz čistilne naprave, izkoristimo za proizvodnjo bioplina.</li> <li>• zajem metana, ki je toplogredni plin</li> <li>• nastajanje in možnost uporabe digestata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebna je dodatna obdelava za produkcijo digestata ustreznosti kakovosti za varno uporabo</li> <li>• potrebno poiskati ustrezno dolgoročno rešitev končnega ravnanja za nastalo odvečno blato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možna nova delovna mesta</li> <li>• možna nadaljnja obdelava preostanka - digestat, kompost</li> <li>• odprta možnost izločitve fosforja v sklopu čiščenja odpadne vode na ČN ali v nadaljnjih fazah obdelave blata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost delovne nesreče - eksplozija plina</li> <li>• odločitev Mestne občine Maribor, če gre v spremembo tehnologije čiščenja na čistilni napravi</li> </ul>
<b>2. ANAEROBNA OBDELAVA BLATA + TERMIČNA HIDROLIZA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• primerno za blata z visoko vsebnostjo vlage</li> <li>• <b>dodatno zmanjšanje količine viškov blata</b>, ki jih moramo reševati (zmanjšanje za 30%).</li> <li>• visoka redukcija patogenov</li> <li>• višja produkcija bioplina kot v primeru samo anaerobne obdelave blata.</li> <li>• s koriščenjem bioplina v plinskih generatorjih zmanjšamo porabo elektrike, potrebne za delovanje čistilne naprave, in odvzem električne energije iz zunanjih virov (elektro omrežja).</li> <li>• potrebna manjša velikost digestorjev kot pa v primeru samo anaerobne obdelave blata.</li> <li>• zajem metana, ki je toplogredni plin</li> <li>• termična hidroliza zmanjšuje ogljični odtis</li> <li>• nastajanje in možnost uporabe digestata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebno poiskati ustrezno dolgoročno rešitev končnega ravnanja za nastalo odvečno blato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možna nova delovna mest</li> <li>• možna nadaljnja obdelava preostanka - digestat, kompost</li> <li>• zmanjšanje ogljičnega odtisa</li> <li>• pridobivanje večje količine bioplina kot v primeru samo anaerobne obdelave blata.</li> <li>• odprta možnost izločitve fosforja v sklopu čiščenja odpadne vode na ČN ali v nadaljnjih fazah obdelave blata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost delovne nesreče - eksplozija plina</li> <li>• odločitev Mestne občine Maribor, če gre v spremembo tehnologije čiščenja na čistilni napravi</li> </ul>
<b>3. SUŠENJE BLATA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• zmanjšanje količine blata s 15.000 na <b>3.833 t/leto!</b></li> <li>• visoka vsebnost suhe snovi (90% s.s)</li> <li>• višja kalorična vrednost blata - lažja oddaja oz. izpolnjevanje zahtev za nadaljnjo uporabo</li> <li>• možna uporaba osušenega blata za namen sežiga ali sosežiga</li> <li>• potencialna uporaba kot kompozitni material, npr. kot dodatek v cestogradnji, pri izdelavi betonov in malt, ipd.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potreben je ustrezen in razpoložljiv vir toplote (električna energija, zemeljski plin, bioplina, lesni sekanci,...).</li> <li>• pogojenost z možnostjo dolgoročne predaje osušenega blata v končno ravnanje</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• uporaba osušenega blata je odvisna od povpraševanja oz. stanja na trgu in kakovosti blata</li> </ul>
<b>4. SOSEŽIG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• znana in dobro uveljavljena tehnologija</li> <li>• uničenje organskih snovi,</li> <li>• možna izraba toplotne in/ali električne energije</li> <li>• stroškovno ugodna možnost odstranitve</li> <li>• zanemarljivo organsko onesnaženje v dimnih plinih</li> <li>• za sosežig blata v sežigalnici odpadkov blata ni potrebno predhodno osušiti</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• večinoma potrebno predhodno sušenje (npr. predpogoj za sosežig v cementarni)</li> <li>• pomanjkanje objektov: V Sloveniji imamo le en objekt termoelektrarne na premog in en objekt cementarne, kjer bi se lahko izvajal sosežig blata.</li> <li>• <b>Izuba fosforja v procesu sosežiga</b></li> <li>• Proces sosežiga vzpostavlja ekonomsko soodvisnost med različnimi strankami, ki sicer delujejo neodvisno - povzroča več tveganj.</li> <li>• Prevoz blata do objektov za sosežig je običajno logistično zapleten in ima vpliv na okolje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost nadomeščanja klasičnih fosilnih goriv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ekonomska soodvisnost med različnimi strankami povečuje tveganje</li> </ul>

se nadaljuje...



VARIANTA 4. A in 4.B: SOSEŽIG V OBJEKTU ZA ENERGIJSKO IZRABO ODPADKOV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost sosežiga dehidriranega ali osušenega blata</li> <li>• pridobi s ekorstna toplotna in električna energija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nastanek dimnih plinov - potreben je učinkovit sistem za čiščenje dimnih plinov</li> <li>• nastanek pepela, ki ga je potrebno odstraniti</li> <li>• problem ostankov (= nevarnih odpadkov): ostanki po čiščenju dimnih plinov</li> <li>• ni možno izločanje fosforja iz pepela</li> <li>• odprto vprašanje kdaj bo prišlo do postavitve objekta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možna nova delovna mesta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ostaja odprto vprašanje do kdaj bo še dovoljen sosežig blata v takšnih objektih zaradi EU usmeritve po obveznem izločanju P iz blata (zadnje usmeritve kažejo, d abo dolgoročno dovoljen sosežig tistih blat, ki vsebujejo manj kot 20 g P/kg s.s.)</li> </ul>
VARIANTA 4.D: SOSEŽIG V CEMENTARNI		<ul style="list-style-type: none"> <li>• V Sloveniji samo en objekt - cementarna Anhovo, od leta 2017 v sosežig ne sprejema več blat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost nadomeščanja klasičnih fosilnih goriv.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odvisnost od zainteresiranosti cementarn v okolici (Avstrija), da sprejmejo osušeno blato v sosežig</li> <li>• prevzema cena, ki jo določi cementarna</li> </ul>
<b>5. MONOSEŽIG</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• preverjen način toplotne obdelave blata</li> <li>• blatu odstranimo vlago in bistveno zmanjšamo suspendirano količino snovi - manjša količina preostanka za končno oskrbo</li> <li>• uničijo se vse organske snovi, patogeni organizmi, nevtralizira se neprijeten vonj.</li> </ul> <p><i>Koristni produkti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pepel, ki ga lahko uporabimo za pridobivanje fosforja ali pa ga odlagamo na deponije, uporaba pri gradnji cest, predelavo v kompozit za sanacijo degradiranih območij</li> <li>• Toplotna energija - lahko koristno uporabimo za sušenje blata ogrevanje prostorov CČN, presežek pa oddamo v sistem daljinskega ogrevanja.</li> <li>• Električna energija: (ob toplotni) je rentabilna proizvodnja električne energije - le za večje monosežigalnice</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pomanjkanje objektov</li> <li>• nastanek dimnih plinov - potreben je učinkovit sistem za čiščenje dimnih plinov, ki omogoča varno ločevanje visokih obremenitev SO<sub>2</sub>.</li> <li>• nastanek pepela - ki ga je potrebo odstraniti ali <u>skladiščiti</u> za nadaljnjo uporabo</li> <li>• problem ostankov (= nevarnih odpadkov): mavec, odpadna voda ter ostanki po čiščenju dimnih plinov, so nevarni odpadki, zaradi visoke vsebnosti onesnaževal.</li> <li>• odpor prebivalstva do tovrstnih objektov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možna nova delovna mesta</li> <li>• možnost boljše izrabe in predelave pepela za koristno uporabo (pridobivanje fosforja - strategija EU)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kontaminacija zraka s škodljivimi plini v primeru neučinkovitega sistema za čiščenje</li> <li>• negativne posledice na zdravje ljudi v primeru neustreznega čiščenja dimnih plinov</li> <li>• problem preostanka - nevarnih odpadkov - možna kontaminacija</li> </ul>
VARIANTA 5.1.: MANJŠA MONOSEŽIGALNICA ZA LASTNE POTREBE MOM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.000 t pepela/leto - možno je pridobivanje P</li> <li>• nastaja toplotna energija</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• večji del ustvarjene toplotne energije se porabi za sušenje dehidriranega blata na stopnjo, ki jo zahteva proces monosežiga. Drugi del energije pa se lahko izkoristi za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja.</li> <li>• skladiščenje/oddaja 2.000 t pepela/leto,</li> <li>• nastane 100 t nevarnega odpadka/leto</li> <li>• višji specifični stroški manjših monosežigalnic</li> </ul>		
VARIANTA 5.2.: VEČJA MONOSEŽIGALNICA ZA VSO SLOVENIJO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15.000 t pepela/leto - možno je pridobivanje P</li> <li>• proizvede se koristna električna in toplotna energija, ki bi se lahko uporabila za potrebe daljinskega ogrevanja mesta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebno odlaganje ali skladiščenje 15.000 t pepela/leto</li> <li>• nastane 700 t nevarnega odpadka/leto</li> </ul>		

se nadaljuje...



6. NAPREDNE TEHNOLOGIJE				
UPLINJANJE	<ul style="list-style-type: none"> <li>energijsko visokoučinkovita tehnologija;</li> <li>minimalni ostanek (odpadek)</li> <li>nižje emisije</li> <li>fiksacija nevarnih snovi kot so Cd, Co, As, Hg v trdnem ostanku</li> <li>pridobivanje plinske mešanice, t.i. sinteznega plina/syngas (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, lahki ogljikovodiki) z visoko energijsko vrednostjo, ki ga lahko uporabimo kot vir toplotne in električne energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potrebno je predhodno sušenje</li> <li>tehnologija je še v zgodnjem razvoju,</li> <li>pomanjkanje objektov: v Evropi so samo tri postrojenja z uporabo procesa uplinjanja, nobeno ne deluje zanesljivo, imajo težave z zagonom</li> <li>organski polutanti v izpustu</li> <li>emisije težkih kovin in tvorba strupenih polutantov</li> <li>vsa proizvedena energija (toplota, električna energija) se v celoti porabi za delovanja samega postrojenja</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potencial za povečanje količine in izboljšanje kakovosti plina ter zmanjšanje emisij</li> <li>potencial za izdelavo tekočih goriv in kemikalij iz sinteznega plina</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>organski polutanti v izpustu</li> <li>emisije težkih kovin in tvorba strupenih polutantov</li> </ul>
PIROLIZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>Obstaja več vrst pirolize (počasna, hitra, bliskovita, z mikrovalovi) – izbere se najbolj ustreza glede na želeni glavni produkt procesa (katran, oglje, karbonizirano blato,...)</li> <li>minimalni ostanek (odpadek iz procesa)</li> <li>nižje emisije v primerjavi s sežigom</li> </ul> <p><i>Možnot pridobivanja koristnih produktov:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>plin</li> <li>bio olje - uporabimo za generacijo električne in toplotne energije v plinskih turbinah (kot gorivo v atmosferskih gorišnikih in v motorjih z notranjim zgorevanjem za pridobivanje toplote in električne energije). Predelamo ga lahko tudi v sintetični plin</li> <li>zogljeni ostanek (angl. bio-char) v katerega se veže večina težkih kovin</li> </ul> <p><i>Možno pridobivanje:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>karboniziranega blata - potencialna uporaba kot gnojilo v kmetijstvu.</li> <li>toplotne energije - potencialna uporaba viška proizvedene toplotne energije za predhodno sušenje vhodnega blata.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potrebno je predhodno sušenje</li> <li>večina tehnoloških rešitev je še v fazah razvoja in v fazi preboja na tržišče</li> <li>v piroliznem olju se koncentrira Hg, v bioogljju se koncentrirajo težke kovine</li> <li>odprto vprašanje glede končne uporabe biooglja (karboniziranega blata) v primeru visoke vsebnosti težkih kovin</li> <li>relativno visoki investicijski stroški, medtem ko še ni ustreznega trga za končne produkte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potencial za izdelavo tekočih goriv in kemikalij</li> <li>potencial za zmanjšanja onesaženosti in povečanja uporabnosti biooglja - potencial za izboljšanje tal, proizvodnjo bioenergije,..</li> <li>potencial za uporabo karboniziranega blata kot gnojilo v kmetijstvu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>variabilnost produktov - predvsem sestave ostankov v produktih (bioolju,...)</li> <li>pridobitev dovoljenja za uporabo karboniziranega blata kot gnojilo</li> <li>karbonizirano blato kot produkt pirolize ni uvrščeno v EU Fertilizing Products Regulation STRUBIAS proposals kar zna omejiti možnosti uporabe kot gnojilo v EU po letu 2022, ko stopi v veljavo EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009 - problem kam s karboniziranim blatom v takšnem primeru</li> <li>zagotovitev stalnega dolgoročnega prevzema karboniziranega blata s strani zainteresiranih prevzemnikov tovrstnega produkta</li> </ul>
HTC - HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA	<ul style="list-style-type: none"> <li>predhodno sušenje NI potrebno</li> <li>glavni produkt je oglje (hydrochar), (ki ima podobne lastnosti kot bioolje, vendar nekoliko manjšo vsebnost težkih kovin)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>tehnologija je še v zgodnjem razvoju</li> <li>možna je tvorba škodljivih snovi (benzeni, fenoli, furani, aldehidi in ketoni)</li> <li>boljši rezultati se dosegajo s sušenjem blata</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>potencial za zmanjšanja onesaženosti in povečanja uporabnosti biooglja - potencial za izboljšanje tal, proizvodnjo bioenergije...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>možna je tvorba škodljivih snovi (benzeni, fenoli, furani, aldehidi in ketoni)</li> </ul>

se nadaljuje...



<b>7. PREDELAVA BLATA V TRDNO GORIVO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pridobivanje trdnega goriva oziroma SRF (solid recovered fuels - trdna alternativna goriva).</li> <li>• predstavlja predelavo odpadka v visoko donosni vir energije za proizvodnjo toplote in električne energije,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebna je vsaj še ena vrsta odpadkov</li> <li>• problem je pridobiti ustrezne odpadke za mešanje za predelavo v trdno gorivo;</li> <li>• stroge zahteve za kakovost alternativnega goriva</li> <li>• uporaba je zelo omejena - težko je najti prevzemnika (cementarne)</li> <li>• <u>izločitev fosforja ni možna</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SRF predstavlja gorivo, ki je potencialna alternativa fosilnim gorivom</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omejena uporaba - ni ustreznih prevzemnikov</li> </ul>
<b>8. PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• odpadek se predela v nov gradbeni proizvod – kompozit</li> <li>• uporaba za geotehnične zaslape in nasipe.</li> <li>• predhodno sušenje blata ni potrebno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebno mešanje s še eno komponento (pepel ustrezne kvalitete)</li> <li>• strog sistem kontrole - potrebna pridobitev STS</li> <li>• zagotavljanje ustreznih lokacij/uporabnikov tega materiala</li> <li>• potrebno je razviti ustrezno recepturo glede na predviden namen vgradnje</li> <li>• omejena možnost dolgoročne uporabe za velike količine blata, če ni zagotovljenih velikih ponorov</li> <li>• <u>neizkoriščenost fosforja</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• možnost zmanjšanja porabe naravnega zasipnega materiala.</li> <li>• znotraj MOM obstajajo potencialna območja, kjer bi bilo mogoče uporabiti tako izdelani kompozit. Kompozit bi se lahko vgrajeval na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in/ali na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• omejene možnosti uporabe določenega (certificiranega) produkta - potrebno je prilagajanje recepture glede na namen končne uporabe</li> <li>• uporaba kompozita omejena na Slovenijo (pridobljeno soglasje - STS velja samo za uporabo v Sloveniji)</li> </ul>
<b>9. UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• koristne sestavine za oskrbo zemljišč s humusom, mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom.</li> <li>• vračanje hranil v naravno kroženje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potrebna je predhodna obdelava blata (digestat, kompost)</li> <li>• stroge omejitve glede kakovosti obdelanega blata (kakovostni razred, mejne vrednosti težkih kovin) in tal na katera se aplicira</li> <li>• problem logistike in cene transporta zaradi (ne)razpolaganja z ustrezno velikimi kmetijskimi površinami v bližini čistilnih naprav</li> <li>• uporaba gnojil je sezonska, potrebno je skladiščenje blata</li> <li>• pojav neprijetnih vonjav</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• potencialna uporaba kot gnojilo z omejeno uporabo v - v primeru ustrene kakovosti</li> <li>• možna uporaba za rekultivacijo degradiranih območij</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• kontaminacija tal s škodljivimi snovmi (težke kovine) ob neustrezni aplikaciji</li> <li>• kontaminacija podtalnice ob prekomerni in neustrezni aplikaciji</li> <li>• vedno strožje zakonodajne zahteve zmanjšujejo široko uporabo produkta</li> <li>• pojav smrada</li> </ul>

konec tabele.



## 7.2 PREGLEDNICA SPREJEMLJIVIH VARIANT ZA NADALJNO OBRAVNAVO

Glede na zaključeno analizo ocenjujemo, da nekatere možnosti zaradi prej opisanih pomanjkljivosti niso primerne za čistilno napravo Maribor, zato jih nima smisla podrobneje analizirati. Sprejemljive možnosti ravnanja z odvečnim blatom (v tabeli označene s plusom) bodo finančno podrobneje analizirane v nadaljevanju.

Tabela 7.2: Sprejemljivost variant.

ZAP. ŠT.	ALTERNATIVA/VARIANTA	SPREJEMLJIVOST ZA PRIMER CČN MARIBOR Alternative, ki se analizirajo naprej (+)
1	<b>ANAEROBNA OBDELAVA</b>	+
2	<b>ANAEROBNA OBDELAVA + TERMIČNA HIDROLIZA</b>	+
3	<b>SUŠENJE</b>	+
4	<b>SOSEŽIG</b>	+
5	<b>MONOSEŽIG</b>	+
6	NAPREDNE TEHNOLOGIJE	
	<i>Uplinjanje</i>	-
	<i>Piroliza</i>	-
	<i>HTC – hidrotermalna karbonizacija</i>	-
7	PREDELAVA BLATA V TRDNO GORIVO	-
8	<b>PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE</b>	+
9	UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)	-

Kot je razvidno iz tabele smo iz podrobnejše obravnave izločili uporabo naprednih tehnologij za katere ocenjujemo, da razvojno še niso dovolj zrele, da bi koristi prevladale nad pomanjkljivostmi, ali pa še ni razvit trg za uporabo potencialno koristnih produktov. Ocenjujemo, da bo komercializacija teh tehnologij dolgotrajna, uporaba končnih produktov zelo odvisna od doseganja ustrezne kakovosti, zmanjšanje volumna blata pa je možno doseči tudi z energijsko učinkovito tehnologijo sušenja blata.

Izločili smo tudi **predelavo blata v trdo gorivo (varianta 7)**. Predelava blata iz CČN Maribor v trdno gorivo iz odpadkov ni primerna rešitev, saj ga ne bo možno uporabiti oziroma najti zainteresiranega dolgoročnega prevzemnika. Prevzemniki SRF-a so predvsem cementarne, ki pa imajo svoje zelo stroge zahteve kakšne kvalitete mora biti takšno trdno gorivo.

Uporaba blata v kmetijstvu je sicer na prvi pogled privlačna možnost, vendar ni primerna za velike čistilne naprave z velikimi količinami odpadnega blata in s težkimi kovinami močno obremenjenim blatom. Skladno z Uredbo o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/2008) uporaba blata na kmetijskih zemljiščih večinoma ni možna, saj blato ne dosega predpisanih vrednosti za uporabo na kmetijskih zemljiščih (I. razred okoljske kakovosti). Problem sta tudi sezonska uporaba gnojil, medtem ko blato enakomerno nastaja vse leto in ga je težko skladiščiti za daljši čas ter (ne)razpolaganje z ustrezno velikimi kmetijskimi površinami v bližini čistilnih naprav, kar vodi v visoke transportne stroške. Zahteve zakonodaje za uporabo blat iz čistilnih naprav v kmetijstvu se v zadnjih letih močno zaostrejuje tako pri nas, kot v tujini, kar pomeni, da bo vse težje zadostiti zahtevam po kakovosti produkta ter hkrati najti primerne odjemalce končnega produkta.

V nadaljevanju bo tako obravnavanih šest od devetih glavnih variant, pri katerih se obravnavajo tudi možne podvariente.





## 7.3 EKONOMSKO FINANČNO OVREDNOTENJE VARIANT S PRIKAZOM FINANČNIH KAZALNIKOV IN POVRAČILNIH DOB POSAMEZNE VARIANTE

V nadaljevanju poglavja so predstavljeni zaključki finančne analize posamezne variante, ki vključuje izračun interne stopnje donosa posamezne variante ter izračun prihranka ter dobe vračanja investicije. Izračun končnega stroška cene ravnanja z blatom je prikazan v **poglavju 8**.

Finančna analiza je pripravljena skladno s priporočili priročnika Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion (EU, 2014) in je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.

### 7.3.1 Finančna analiza variante 1 - anaerobne obdelave odpadnega blata na izvoru

Varianta ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 12.000 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do leta 2024, ko je predvideno polno obratovanje.

Na podlagi izvedene finančne analize ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 955.095 EUR, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.

Tabela 7.3: Rezultati finančne analize variante 1.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	4.907.471
Interna stopnja donosnosti (%)	11,67%
Doba vračanja začetne investicije (let)	6,68
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-48.500.437

### 7.3.2 Finančna analiza variante 2 - anaerobna obdelava blata s termično hidrolizo

Varianta ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 6.150 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do leta 2024, ko je predvideno polno obratovanje.

Na podlagi izvedene finančne analize ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 2.231.095 EUR, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.

Tabela 7.4: Rezultati finančne analize variante 2.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	17.429.029
Interna stopnja donosnosti (%)	21,28%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,14
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-33.647.795



### 7.3.3 Finančna analiza variante 3 – sušenje blata

Varianta 3 ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 3.833 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do konec leta 2022 in v letu 2023 polno obratovanje.

Na podlagi izvedene finančne analize za oba možna primera končne dispozicije blata ob znižanju količine odpadnega blata zaradi izvedbe investicije v sušenje odpadnega blata, ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 1.655.723 EUR v primeru sosežiga v sežigalnici ali cementarni v Avstriji ali v letnem prihranku 2.000.693 EUR od leta 2027 dalje v kolikor se sosežig vrši v OEIO MB, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.

Tabela 7.5: Rezultati finančne analize variante 3 – končna dispozicija blata: sosežig v sežigalnici ali cementarni v Avstriji.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.468.297
Interna stopnja donosnosti (%)	63,45%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,63
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-18.557.431

Tabela 7.6: Rezultati finančne analize variante 3 – končna dispozicija blata: sosežig v OEIO MB.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	23.049.066
Interna stopnja donosnosti (%)	65,26%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,39
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.976.662

### 7.3.4 Finančna analiza variante 4 – sosežig blata

Finančna analiza variante sosežiga blata je varianta pri kateri smo za dve podvarianti kot predpogoj določili izvedbo variante 3, torej sušenje blata. Varianta 4 ima tako 4 možnosti končne dispozicije blata, ki jih predstavljamo v obliki podvariant in sicer:

- Varianta 4a: Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- Varianta 4b: Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- Varianta 4c: Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji
- Varianta 4d: Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji

Finančno sta varianti 4b in 4d predstavljeni v okviru variante 3, zato v nadaljevanju finančne analize podrobnih investicijskih ter letnih obratovalnih stroškov omenjenih podvariant ponovno ne prikazujemo.

Terminsko je v okviru finančne analize upoštevano, da se do leta 2027 upošteva stroške sosežiga blata v sežigalnici v Avstriji, po letu 2027 ko je predvideno obratovanje objekta za energijsko izrabo odpadkov Maribor (OEIO MB) pa je za podvarianti 4a in 4b predviden sosežig v OEIO MB.

Na podlagi izvedene finančne analize za vse štiri možne primere končne dispozicije blata pri varianti ugotavljamo, da je med predlaganimi možnostmi finančno daleč najbolj ugodna varianta izgradnje sistema za sušenje blata (varianta 3) ter predaja osušenega blata na sosežig v objekt za energetska izrabo odpadkov Maribor po letu 2027 (pred tem se sosežig izvaja v Avstriji).



V naslednjih tabelah predstavljamo zaključke posamezne podvariante. Poleg neto sedanje vrednosti stroškov posamezne podvariante, v kateri so zajeti tudi prihranki v kolikor jih podvarianta ustvarja, je prikazana neto sedanja vrednost denarnega toka, interna stopnja donosnosti in povračilna doba.

**Tabela 7.7: Rezultati finančne analize variante 4a.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	14.012.923
Interna stopnja donosnosti (%)	-
Doba vračanja začetne investicije (let)	0
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-32.853.317

**Tabela 7.8: Rezultati finančne analize variante 4b.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	23.049.066
Interna stopnja donosnosti (%)	65,26%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,39
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.976.662

**Tabela 7.9: Rezultati finančne analize variante 4c.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	0
Interna stopnja donosnosti (%)	-
Doba vračanja začetne investicije (let)	-
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-33.879.206

**Tabela 7.10: Rezultati finančne analize variante 4d.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.468.297
Interna stopnja donosnosti (%)	63,45%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,63
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-18.557.431

### 7.3.5 Finančna analiza variante 5 – monosežig blata

Varianta 5 predvideva monosežig odpadnega blata, pri tem smo finančno obravnavali manjšo monosežigalnico s kapaciteto 15.000 t odpadnega blata, ki bi zadostovala za potrebe Mestne občine Maribor (varianta 5a) ter večjo monosežigalnico s kapaciteto 100.000 t odpadnega blata različne sušine, ki bi zadovoljevala potrebe celotne Slovenije (varianta 5b). Vsled primerljivosti obeh variant, smo pri finančni analizi variante 5b upoštevali le 15% stroškov in prihodkov celotne variante, torej v deležu udeležbe MOM v celotni investiciji na ravni Slovenije.

Za analizo je predvidena iz CČN Maribor vhodna letna količina dehidriranega blata 15.000 t.

Pri vsaki od variant smo dodatno obdelali podvarianti ravnanja s pepelom kot stranskim produktom monosežigalnice. Tako smo obravnavali možnost odlaganja pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov Pragersko, kjer je prevzemna cena precej višja kot drugje po Evropi ter znaša okvirno 200 EUR/t ter možnost odlaganja na deponiji na lokaciji monosežigalnice, ki pa je cenovno seveda precej ugodnejša in omogoča kasnejše pridobivanje fosforja iz pepela.

Izvedba variante 5 je časovno nekoliko daljša, saj zahteva pridobitev okoljskih dovoljenj in umeščanje v prostor. Realizacija je predvidena do konca leta 2026, torej bi bila lahko v letu 2027 monosežigalnica že v polnem obratovanju.



Po izvedbi predvidene investicije v monosežigalnico odpadnega blata, se pričakuje dodatne letne obratovalno vzdrževalne stroške pri vsaki od variant pri čemer se letni stroški razlikujejo glede na velikost oz. glede na kapaciteto monosežigalnice in tudi glede na izbrano varianto odlaganja pepela kot stranskega produkta. Skladno s tem so v okviru finančne analize obravnavane naslednje variante variante 5:

- Varianta 5a1: Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov
- Varianta 5a2: Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice
- Varianta 5b1: Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov
- Varianta 5b2: Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice

Na podlagi izvedene finančne analize za oba scenarija monosežigalnice ob upoštevanju možnosti končnega odlaganja pepela kot stranskega produkta monosežiga odpadnega blata, ugotavljamo, da je finančno najugodnejša varianta izgradnje monosežigalnice večje kapacitete (100.000 t) torej monosežigalnice, ki bi zadoščala za potrebe celotne Slovenije, ter odlaganje pepela na deponiji na lokaciji ob monosežigalnici. Ugodni finančni rezultati se kažejo tako v višjem prihranku glede na obstoječe stroške ravnanja z odpadnim blatom (NSV stroškov je višja in ni negativna; interna stopnja donosnosti je najvišja) kot v najkrajši dobi vračanja investicije. Rezultate po posamezni podvarianti predstavljamo v tabelah, ki sledijo.

Tabela 7.11: Rezultati finančne analize variante 5a1.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	11.869.961
Interna stopnja donosnosti (%)	17,70%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,66
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-13.666.353

Tabela 7.12: Rezultati finančne analize variante 5a2.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	15.928.934
Interna stopnja donosnosti (%)	21,62%
Doba vračanja začetne investicije (let)	3,86
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-9.607.380

Tabela 7.13: Rezultati finančne analize variante 5b1.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	14.094.079
Interna stopnja donosnosti (%)	20,78%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,01
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-78.616.361

Tabela 7.14: Rezultati finančne analize variante 5a2.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	18.660.424
Interna stopnja donosnosti (%)	25,24%
Doba vračanja začetne investicije (let)	3,31
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-34.355.765



### 7.3.6 Finančna analiza variante 8 – predelava blata v gradbene kompozite

Finančna analiza variante 8 predvideva predelavo odpadnega blata v gradbene kompozite. Predpostavke modela smo črpali iz Dokumenta identifikacije investicijskega projekta z naslovom Ravnanje z blatom – Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, ki ga je pripravilo podjetje Energetika Maribor d.o.o. v oktobru 2020. V okviru predvidene finančne analize smo upoštevali tri možne podvariate in sicer:

- Varianta 8a – Dogoše: Postavitev objekta RZB na lokaciji še ne zaprtega in ne saniranega rudarskega prostora gramoznice Dogoše.
- Varianta 8b – AQS: Predvidena postavitev objekta RZB na lokaciji začasne deponije ob CČN MB v Dogošah (za končno odstranitev oz. vgradnjo se uporabi lokacija iz variante 8b ali 8c)
- Varianta 8c – Pobrežje: Postavitev objekta RZB na lokaciji zaprtega odlagališča na Pobrežju (Snaga).

Izvedba variante 8 s postavitvijo objekta za ravnanje z odpadnim blatom je terminsko predvidena do konec leta 2023, tako da je v letu 2024 polno obratovanje sistema ravnanja z blatom. Investicijske stroške povzemamo po prej navedenem DIIP po posamezni predlagani varianti kot sledi.

Na podlagi izvedene finančne analize za vse tri možnosti predelave blata v gradbene kompozite, ugotavljamo, da je finančno najbolj zanimiva varianta 8a, ki predvideva postavitev objekta RZB na lokaciji še ne zaprtega in ne saniranega rudarskega prostora gramoznice Dogoše.

Izvedba variante ima vpliv na znižanje obstoječe cene ravnanja z odpadnim blatom, prav tako pa ima najkrajšo povračilno dobo med podvariantami predelave blata v gradbene kompozite. Zaključki finančne analize po posamezni podvarianti so predstavljeni v naslednjih tabelah.

Tabela 7.15: Rezultati finančne analize variante 8a.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	20.324.747
Interna stopnja donosnosti (%)	50,64%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,69
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.009.671

Tabela 7.16: Rezultati finančne analize variante 8b.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.223.567
Interna stopnja donosnosti (%)	48,98%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,75
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-15.129.456

Tabela 7.17: Rezultati finančne analize variante 8c.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	20.324.747
Interna stopnja donosnosti (%)	50,64%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,69
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.024.258

Pri izvedeni finančno ekonomski analizi vseh variant ugotavljamo, da je s finančnega vidika **najoptimalnejša varianta izgradnja večje monosežigalnice ter deponiranje pepela na lokaciji monosežigalnice**; kot druga najugodnejša varianta pa se kaže kombinacija variant in sicer izvedba variante 3 + sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov Maribor po letu 2027 oz. do leta 2027 sosežig v cementarni ali sežigalnici v Avstriji.



## 8 CENOVNA POLITIKA IN VPLIVI POSAMEZNIH TEHNOLOGIJ NA CENO

Novembra 2012 je Vlada RS sprejela Uredbo o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja z veljavnostjo od začetka januarja 2013. Uredba določa metodologijo oblikovanja cen javnih storitev odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode.

Metodologijo za oblikovanje cen storitev obvezne občinske gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode ter zahteve v zvezi z okoljsko dajatvijo za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja komunalne odpadne vode urejata:

- Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12 in 109/12);
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS, št. 80/12 in 98/15).

Ceno storitve posamezne javne službe oziroma dela javne službe predlaga izvajalec z elaboratom o oblikovanju cene izvajanja storitev javne službe. Javno podjetje Energetika Maribor d.o.o. z elaboratom oblikuje in uveljavi ceno dela javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode to je odstranjevanje blata iz CČN, skladno z metodologijo MEDO in upošteva upravičene stroške teh storitev.

Energetika Maribor d.o.o. ima s podjetjem NIGRAD d.d. sklenjeno pogodbo o poslovnem sodelovanju pri plačilu izvajanja javne službe naročnika zaradi določila 2.odstavka 1. člena in 1. odstavka 8. člena Odloka o podelitvi javnega pooblastila, ki opredeljuje med nalogami in odgovornostmi tudi del obvezne lokalne GJS odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode in del stroška le – te.

Strošek odstranjevanja blata iz Centralne čistilne naprave predstavlja delež cene v sklopu gospodarske javne službe obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor. Ta pa je z majem 2020 postal precejšnji strošek gospodinjstev v Mestni občini Maribor, saj se je strošek ravnanja s komunalnim blatom dvignil predvsem zaradi zapiranja meja Madžarske, kamor se je odvažalo blato iz CČN.

Obstoječa cena za storitev odvajanja in čiščenja odpadne vode vključuje tudi ceno za ravnanje z odpadnim blatom. Ceno povzemamo po ceniku Nigrad in prikazujemo v naslednji tabeli.

**Tabela 8.1: Cena GJS odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode – odvajanje komunalne odpadne vode.**

Cene za izvajanje storitev javne gospodarske službe	Strošek na enoto brez DDV (EUR/m <sup>3</sup> )	Strošek na enoto z DDV (EUR/m <sup>3</sup> )
Cena storitve za odvajanje odpadne vode	0,3299	0,3612
Omrežnina za odvajanje odpadne vode	Strošek na enoto brez DDV (EUR/priključek/mesec)	Strošek na enoto z DDV (EUR/priključek/mesec)
DN ≤ 20	3,8800	4,2486
20 ≤ DN < 40	11,6500	12,7568
40 ≤ DN < 50	38,8500	42,5408
50 ≤ DN < 65	58,2700	63,8057
65 ≤ DN < 80	116,5400	127,6113
80 ≤ DN < 100	194,2400	212,6928
100 ≤ DN < 150	388,4700	425,3747
150 ≤ DN	776,9400	850,7493





Tabela 8.2: Cena GJS odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode – čiščenje komunalne odpadne vode.

Cene za izvajanje storitev javne gospodarske službe	Strošek na enoto brez DDV (EUR/m3)	Strošek na enoto z DDV (EUR/m3)
Cena čiščenja odpadnih voda	1,3056	1,4296

Tabela 8.3: Cena GJS odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode – ravnanje z blatom.

Cene za izvajanje storitev javne gospodarske službe	Strošek na enoto brez DDV (EUR/m3)	Strošek na enoto z DDV (EUR/m3)
Cena odstranjevanje blata	0,4679	0,5124

Variante predloga primerne tehnologije na področju ravnanja z odpadnim blatom, ki smo jih finančno predhodno predstavili v poglavju 7.3 imajo v glavnini vpliv na končno ceno ravnanja z odpadnim blatom, ki jo izračuna podjetje Energetika Maribor d.o.o. in za njen račun končnemu potrošniku zaračuna podjetje Nigrad d.d..

Glede na dejstvo, da je v ceni 0,4679 EUR/m3 brez DDV, danes upoštevan strošek 169 EUR/t za predajo obstoječih 13.000 t odpadnega blata letno, bi izvedba predlaganih variant, ki rezultirajo v prihranku stroška, pomenila znižanje cene za izvajanje GJS ravnanja z blatom za končnega potrošnika.

Skladno z navedenim dejstvom, smo za potrebe dodatne primerjave med variantami izračunali končni strošek ravnanja z odpadnim blatom od predpostavki obstoječega scenarija, ki smo ga definirali kot optimističnega s 15.000 t blata letno in stroškom predaje blata pooblaščenemu prevzemniku v znesku 200 EUR/t. Izračune predstavljamo v naslednjem poglavju.

## 8.1 CENOVNI VIDIK RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM S PREDSTAVITVIJO CENE KONČNE DISPOZICIJE BLATA

V poglavju 7.3 finančno opredeljene variante 1, 2 in 3 po predstavljenem modelu ohranjajo strošek končne dispozicije blata v znesku 200 EUR/t. Varianti 1 in 2 ustvarjata prihranke tako na področju GJS čiščenja kot na področju GJS ravnanja z blatom (zaradi manjše količine odpadnega blata). Varianta 3 ustvarja prihranke zaradi bistveno manjše končne dispozicije odpadnega blata po sušenju, kljub predvidenim dodatnim letnim obratovalno vzdrževalnim stroškom. Ustvarjene prihranke pri ravnanju z blatom na letni ravni prikazujemo v naslednji tabeli.

Tabela 8.4: Prihranki na sistemu ravnanja z odpadnim blatom za varianto 1, varianto 2 in varianto 3.

PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA ZNIŽANJE KOLIČINE ODPADNEGA BLATA		
	VARIANTA 1 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 2 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru s termično hidrolizo + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 3 Sušenje blata + predaja blata obstoječemu prevzemniku
Strošek predaje odpadnega blata v končno ravnanje po izvedbi variante (EUR/t)	200	200	200
Letna količina končne dispozicije blata (t)	12.000	6.150	3.833
Celotni letni prihranek zaradi izvedbe variante (EUR)	955.095	2.231.095	1.655.723
Letni prihranek iz naslova ravnanja z odpadnim blatom (EUR)	600.000	1.770.000	1.655.723
Končna cena ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)	200	200	200



V primeru variante 4, sosežiga blata, se na sistemu ravnanja z odpadnim blatom prav tako ustvarjajo letni prihranki glede na trenutne stroške kot je to razvidno iz tabele v nadaljevanju.

Tabela 8.5: Prihranki na sistemu ravnanja z odpadnim blatom za varianto 4 s podvariantami.

PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA			
	VARIANTA 4 Sosežig blata			
	VARIANTA 4a Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4b Izvedba variante 3 + sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM <sup>24</sup>	VARIANTA 4c Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 4d Izvedba variante 3 + sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji
Strošek predaje odpadnega blata v končno ravnanje po izvedbi variante (EUR/t)	110	110	200	200
Letna količina končne dispozicije blata (t)	15.000	3.833	15.000	3.833
NPV stroškov posamezne variante (EUR)	14.012.923	23.049.066	0	19.468.297
Celotni letni prihranek zaradi izvedbe variante (EUR)	1.350.000	2.000.693	0	1.655.723
Letni prihranek iz naslova ravnanja z odpadnim blatom (EUR)	1.350.000	2.000.693	0	1.655.723
Končna cena ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)	110	94	200	117
Vpliv na končno ceno potrošnika	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža	-	Končna cena se zniža

Dodatno smo izračunali strošek ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t), ki poleg vseh stroškov investicije in letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov, upošteva tudi stroške financiranja in stroške nadomeščanja opreme po vsakokratni amortizacijski dobi. Izračun končnega stroška ravnanja z odpadnim blatom, ki znaša danes 169 EUR/t je prikazan v spodnji tabeli. Za varianto 4a znaša 110 EUR/t (prevzemna cena v OEIO MB) in za varianto 4c 200 EUR/t (prevzemna cena za sosežig v sežigalnici v Avstriji).

Tabela 8.6: Izračun cene končnega ravnanja z odpadnim blatom v EUR/t za varianto 4 s podvariantami.

	Varianta 4b sosežig osušenega blata v OEIO MB*	Varianta 4d sosežig osušenega blata v sežigalnici/ cementarni v Avstriji
Letna količina blata (t)	15.000	15.000
Strošek kapitala (EUR)	257.250	257.250
Strošek financiranja (EUR)	12.315	12.315
Letni obratovalni stroški (EUR)	999.307	1.344.277
Letna amortizacija opreme (EUR)	133.770	133.770
<b>Strošek ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)</b>	<b>93,51</b>	<b>116,51</b>

Prihranki so prav tako izraziti pri investiciji v monosežigalnico, ki smo jo finančno obravnavali v okviru variante 5 in jih prikazujemo v tabeli, ki sledi.

<sup>24</sup> V prehodnem obdobju do izgradnje OEIO MB se osušeno blato predaja v sosežig v Avstrijo (2023-2026)-cementarna ali sežigalnica



Tabela 8.7: Prihranki na sistemu ravnanja z odpadnim blatom za varianto 5 s podvariantami.

PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA			
	VARIANTA 5 Monosežig blata			
	VARIANTA 5a1 Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov	VARIANTA 5a2 Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice	VARIANTA 5b1 Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov	VARIANTA 5b2 Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice
Strošek predaje odpadnega blata v končno ravnanje po izvedbi variante (EUR/t)	0	0	0	0
Letna količina končne dispozicije blata (t)	0	0	0	0
Letni prihranek iz naslova ravnanja z odpadnim blatom (EUR)	1.893.960	2.285.000	2.061.330	2.501.250
Končna cena ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)	146	120	125	96
Vpliv na končno ceno potrošnika	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža

Za varianto 5 smo prav tako izračunali strošek končnega ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t), ki poleg vseh stroškov investicije in letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov, upošteva tudi stroške financiranja in stroške nadomeščanja opreme po vsakokratni amortizacijski dobi. Izračun končnega stroška ravnanja z odpadnim blatom za alternative variante 5, ki znaša danes 169 EUR/t je prikazan v spodnji tabeli.

Tabela 8.8: Izračun cene končnega ravnanja z odpadnim blatom v EUR/t za varianto 5 s podvariantami.

	VARIANTA 5a1	VARIANTA 5a2	VARIANTA 5b1	VARIANTA 5b2
Letna količina blata (t)	15.000	15.000	100.000	100.000
Strošek kapitala (EUR)	840.000	840.000	5.250.000	5.250.000
Strošek financiranja (EUR)	42.350	42.350	264.688	264.688
Letni obratovalni stroški (EUR)	1.106.040	715.000	6.257.800	3.325.000
Letna amortizacija opreme (EUR)	336.000	336.000	2.100.000	2.100.000
Letni prihodki variante (EUR)	135.000	135.000	1.331.250	1.331.250
<b>Strošek ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)</b>	<b>145,96</b>	<b>119,89</b>	<b>125,41</b>	<b>96,08</b>

Ugotovimo lahko, da bi bil strošek obdelave blata v večji monosežigalnici **125,41 EUR/t** sprejetega blata z upoštevanjem, da se pepel kot preostanek monosežiga odda na odlaganje na odlagališče nenevarnih odpadkov Pragersko. V primeru, da se zgradi deponija na lokaciji monosežigalnice, kjer bi se pepel lahko začasno skladiščil za kasnejše pridobivanje fosforja pa je strošek obdelave blata **96,08 EUR/t** sprejetega blata. Strošek bi bil še manjši v kolikor se ne bi upoštevali stroški financiranja in bi država ali MOM objekt monosežigalnice gradil z lastnimi sredstvi ali s sredstvi EU.

Trend znižanja končne cene ravnanja z odpadnim blatom prav tako dosega vsaka od podvariant variante 8. Z ustvarjanjem letnih prihrankov na sistemu ravnanja z odpadnim blatom bi lahko javno podjetje Energetika Maribor d.o.o. znižalo končno ceno ravnanja z odpadnim blatom za končnega potrošnika, ki znaša danes 0,4679 EUR/m<sup>3</sup> brez DDV. Prihranke po posamezni podvarianti prikazujemo v naslednjih tabeli, ki ji sledi izračun končne cene ravnanja z odpadnim blatom po posamezni varianti.



Tabela 8.9: Prihranki na sistemu ravnanja z odpadnim blatom za varianto 8 s podvariantami.

PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA		
	VARIANTA 8		
	Predelava blata v gradbene kompozite		
	Varianta 8a - Dogoše	Varianta 8b - AQS	Varianta 8c - Pobrežje
Strošek predaje odpadnega blata v končno ravnanje po izvedbi variante (EUR/t)	0	0	0
Letna količina končne dispozicije blata (t)	0	0	0
Celotni letni prihranek zaradi izvedbe variante (EUR)	1.899.728	1.812.228	1.899.728
Letni prihranek iz naslova ravnanja z odpadnim blatom (EUR)	1.899.728	1.812.228	1.899.728
Končna cena ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)	108	114	108
Vpliv na končno ceno potrošnika	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža	Končna cena se zniža

Tabela 8.10: Izračun cene končnega ravnanja z odpadnim blatom v EUR/t za varianto 8 s podvariantami.

	VARIANTA 8a	VARIANTA 8b	VARIANTA 8c
Letna količina blata (t)	15.000	15.000	15.000
Strošek kapitala (EUR)	307.720	305.320	307.720
Strošek financiranja (EUR)	12.411	12.315	12.411
Letni obratovalni stroški (EUR)	1.100.272	1.187.772	1.100.272
Letna amortizacija opreme (EUR)	197.400	197.400	197.400
Letni prihodki variante (EUR)	0	0	0
<b>Strošek ravnanja z odpadnim blatom (EUR/t)</b>	<b>107,85</b>	<b>113,52</b>	<b>107,85</b>

Iz zgoraj predstavljene tabele lahko ugotovimo, da bi bil strošek obdelave blata pri varianti 8 najnižji v kolikor bi se objekt RZB postavil na lokaciji še ne zaprtega in ne saniranega rudarskega prostora gramoznice Dogoše ali na lokaciji zaprtega odlagališča na Pobrežju (Snaga). Najmanj ugodna varianta je postavitve objekta RZB na lokaciji začasne deponije ob CČN MB v Dogošah, saj ima najvišje letne obratovalno vzdrževalne stroške, medtem ko investicijski stroški niso značilno manjši od preostalih predlaganih variant.

V kolikor primerjamo vse izračunane stroške ravnanja z odpadnim blatom obravnavanih variant s podvariantami lahko zaključimo, da dosega najnižjo končno ceno ravnanja z odpadnim blatom varianta 4b, ki predstavlja izvedbo objekta za sušenje odpadnega blata po varianti 3 in sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM po letu 2027 (do tega leta se sosežig vrši v cementarni ali sežigalnici v Avstriji). Cena ravnanja z odpadnim blatom bi po tem scenariju znašala okrog 93,51 EUR/t kar je občutno manj od današnjih 169 EUR/t. Drugo najboljšo ceno ravnanja z odpadnim blatom dosega varianta izgradnje večje monosežigalnice s kapaciteto 100.000 t do 120.000 t odpadnega blata z deponiranjem pepela na deponiji lokacije monosežigalnice (varianta 5b2), katere cena je izračunana na 96,08 EUR/t odpadnega blata. Prve tri obravnavane variante pa ustvarjajo prihranke na sistemu ravnanja z odpadnim blatom zaradi bistveno zmanjšanih količin blata, ki je nato namenjen za končno dispozicijo, katere pa ne rešujejo, zato bi bilo smiselno razmisliti o kombinaciji rešitev, ki bi za MOM predstavljale optimalno rešitev na področju ravnanja z blatom in jih predstavljamo v **Poglavju 9** v obliki scenarijev.



## 9 IZBOR NAJPRIMERNEJŠE VARIANTE

Za izbor najprimernejše variante končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor je potrebno izhajati iz vidika, da se izbere takšna končna rešitev, ki zagotavlja dolgoročno neodvisnost od drugih in da se nastalo odvečno blato tudi končno ustrezno obdela znotraj MOM ali Slovenije. Izbrana najprimernejša varianta mora biti dolgoročna in sprejemljiva tako iz tehničnega in okoljskega, ekonomskega kot tudi zakonodajnega vidika.

Nekatere države v Evropi so že opredelile v svoji zakonodaji glede obvez za pridobivanje fosforja iz odvečnega blata, ki nastaja na ČN. V Sloveniji je vlada RS to predvidela v Programu ravnanja z odpadki in programu preprečevanja odpadkov, ki ga je sprejela leta 2016. Prav tako je Slovensko društvo za zaščito voda leta 2020 ustanovilo strokovno skupino za reševanje problematike blata iz ČN, ki se aktivno ukvarja s to tematiko in išče možno končno rešitev ter strategijo končnega ravnanja z blatom. Pri izboru najprimernejše variante je potrebno upoštevati, da bo morala tudi Slovenija kot članica EU slediti temu, kar se trenutno že dogaja po Evropi, kjer pripravljajo predpise, da je treba iz odvečnega blata izločati fosfor.

### 9.1 PREDSTAVITEV NAJPRIMERNEJŠE VARIANTE OZIROMA SCENARIJEV

Možni scenariji končne dolgoročne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor so lahko kombinacija predhodno predstavljenih variant s ciljem doseganja najoptimalnejše rešitve:

#### SCENARIJ A)

##### Varianta 3 – sušenje blata + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM:

izvedba investicije v sistem sušenja dehidriranega blata –osušitev dehidriranega blata na 90 % s.s. in po letu 2027 obdelavo v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki ga načrtuje postaviti MOM (v prehodnem obdobju do leta 2027 pa predaja v končno ravnanje na sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo). Pogoj: vsebnost fosforja v odvečnem blatu mora biti manjša od 20 g P/kg s.s., da se lahko takšna rešitev smatra kot dolgoročna (EU strategija glede izločanja/pridobivanja fosforja iz blata).

Tabela 9.1: Karakteristike Scenarija A.

<b>SCENARIJ A</b>	
Investicijski stroški - Scenarij A (EUR)	-2.572.500
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-577.677
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 3.833 t - po izvedbi projekta (EUR)	-421.630
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	2.675.400
<b>Letni neto prihranek</b> (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata - (dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata) (EUR)	<b>2.000.693</b>
Doba vračanja (leta)	1,50
NSV stroškov (EUR)	22.882.023,41
Interna stopnja donosa (%)	64%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE VARIANTE</b>	
Vir toplote za sušenje blata	toplotna črpalka
Poraba električne energije za sušenje blata	4.578 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	1 oseba; 8h/teden
Količina blata za predajo v končno ravnanje (90% suhe snovi)	3.833 t/leto



### SCENARIJ B)

#### Varianta 2 – anaerobna obdelava s termično hidrolizo + vključitev ustrezne tehnološke rešitve za izločanje fosforja v sklopu čiščenja na ČN + Varianta 3 – sušenje blata (za količino blata, ki bo nastala po Varianti 2) + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM

V primeru, da je vsebnost fosforja v odvečnem blatu iz CČN Maribor večja od 20 g P/kg s.s. je iz vidika varnosti pričakovanih zakonodajnih sprememb in smernic EU najbolj smiselna izvedba investicije anaerobne obdelave blata skupaj s termično hidrolizo in vključitev ustrezne tehnološke rešitve za izločanje fosforja že v sklopu čiščenja na ČN (predstavljeno v **Prilogi 16**–Recikliranje fosforja), da se zagotovi vsebnost fosforja v odvečnem blatu pod 20 g P/kg s.s. (investicija v ta del se lahko izvede naknadno, ko bo to v Sloveniji postalo zakonsko obvezno). V primeru vključitve Variante 3 se priporoča izbrati takšen sistem sušenja, ki omogoča uporabo toplote iz kogeneracije in bo na voljo po izvedbi Variante 2. S tem bodo obratovalni stroški sistema sušenja dolgoročno minimalni. Blato se po letu 2027 preda v končno obdelavo v objekt za energijsko izrabo odpadkov, ki ga načrtuje postaviti MOM (v prehodnem obdobju do leta 2027 pa se predvidi predaja blata v končno ravnanje na sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo).

Po izvedbi variante 2 je ocenjena pričakovana količina odvečnega blata v količini 6.150 ton/leto s povprečno 30 % vsebnostjo suhe snovi. V tehnološkem sklopu kogeneracije se bo s pomočjo generatorja, ki za primarni vir uporablja bioplin, proizvedla električna energija in se bo koristila za potrebe delovanja čistilne naprave. Stranski produkt je toplota, ki se uporabi za proizvodnjo pare v procesu termične hidrolize in ogrevanja gnilišč. Obstaja možnost dodatnega zmanjšanja količine odvečnega blata na 2.050 t/leto (90 % suhe snovi) z vključitvijo sistema sušenja. V tem primeru je potrebno vgraditi kogeneracijo na bioplin in zemeljski plin, da se zagotovi zadostna količina toplote iz kogeneracije, ki je potrebna za proces sušenja. Posledično se bo povečala tudi proizvodnja električne energije iz kogeneracije in bo zadoščala za pokrivanje celotnih potreb delovanja čistilne naprave in sistema sušenja. Na trgu takšen sistem sušenja z uporabo toplote iz kogeneracije ponujata na primer podjetji ELIQUO STULZ (sušilnik se trži pod imenom EloDry®) in HUBER iz Nemčije.

Tabela 9.2: Ocena investicijskih stroškov variante 2 z vključitvijo kogeneracije na bioplin in zemeljski plin ter sistema sušenja odvečnega blata.

Višina investicije	ocena stroškov variante s termično hidrolizo (EUR)
Investicijski stroški – Varianta 2	8.903.250
Investicijski stroški v kogeneracijo na zemeljski plin	500.000
Investicijski stroški v sistem sušenja	1.700.000
<b>INVESTICIJSKI STROŠKI SKUPAJ</b>	<b>11.103.250</b>

Tabela 9.3: Obratovalni stroški variante 2 z vključitvijo kogeneracije na bioplin in zemeljski plin ter sistema sušenja odvečnega blata.

Vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek [€]
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	30.000	3,50	€/L	105.000
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	400	0,35	€/L	140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38	€/L	1.178
poraba zemeljskega plina -kogeneracija	MWh	8.760	50	€/MWh	438.000
obratovalno vzdrževalni stroški -sistem sušenja					100.000
bruto stroški osebja	osebe	20	30000	€/osebo	600.000
skupaj obratovanje					1.281.518
končna dispozicija blata (do leta 2027)	t	2.050	200	€/t	410.000





Vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek [€]
končna dispozicija blata (od leta 2027 dalje)	t	2.050	110	€/t	225.500
<b>Skupaj obratovanje (do leta 2027)</b>					<b>1.691.518</b>
<b>Skupaj obratovanje (od leta 2027 dalje)</b>					<b>1.507.018</b>

Tabela 9.4: Karakteristike Scenarija B.

<b>SCENARIJ B</b>	
Investicijski stroški - Scenarij B (EUR)	-11.103.250
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-1.281.518
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 2050 t - po izvedbi projekta (EUR)	-225.500
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	-14.247.900
<b>Letni neto prihranek</b> (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata - (dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata) (EUR))	<b>2.917.595</b>
Doba vračanja (leta)	4,22
NSV stroškov (EUR)	22.493.292
Interna stopnja donosa (%)	22%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE SCENARIJA</b>	
Količina proizvedene toplotne energije iz kogeneracije bioplina+zemeljski plin	Zadošča za pokrivanje celotnih potreb delovanja ČN (termična hidroliza, ogrevanje gnilišč in objektov) in sistem sušenja
Količina proizvedene električne energije iz kogeneracije bioplina+zemeljski plin	Zadošča za pokrivanje celotnih potreb delovanja ČN in sistem sušenja
Poraba zemeljskega plina	8.760 MWh/leto
Vir toplote za sušenje blata	kogeneracija
Poraba toplotne energije za sušenje blata na 90% suhe snovi (uporaba iz kogeneracije)	3.383 MWh/leto
Poraba električne energije za sušenje blata na 90% suhe snovi (uporaba iz kogeneracije)	164 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	
Potrebno število novo zaposlenih	dodatno 4 osebe (poleg obstoječih 16 zaposlenih)
Količina blata za predajo v končno ravnanje (90% suhe snovi) v t	2.050

## SCENARIJ C)

### Varianta 5 – monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja

Izvedba investicije v monosežigalnico + kasnejša investicija v tehnološko rešitev za pridobivanje fosforja iz pepela – predstavljeno v 6.5.1 Pridobivanje fosforja in možnost njegove uporabe (načrtovano po letu 2030, ko bodo tehnološke rešitve komercialno dostopne, do takrat pa skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice). V primeru postavitve manjše monosežigalnice ni potrebe po predhodni izvedbi investicije v sistem sušenja (Varianta 3), saj se bi investicija lahko izvedla že pred načrtovanim letom 2027 (realno mogoče računati že za leto 2024 ali 2025), v kolikor MOM prične vse aktivnosti za izvedbo investicije še v letu 2021. V primeru postavitve večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije, pa bi bilo smiselno razmisliti o predhodni investiciji v sistema sušenja (Varianta 3) + izvedba morebitne nadgradnje CČN na anaerobno obdelavo blata skupaj s termično hidrolizo (Varianta 2), saj ni garancije, da bo prišlo do realizacije večje monosežigalnice v letu 2027 (obstaja več vplivnih faktorjev, ki lahko ogrozijo izvedbo takšne investicije). V prehodnem obdobju do postavitve monosežigalnice pa se predvidi predaja blata v končno ravnanje na sosežig v cementarno v kolikor se odvečno blato predhodno osuši ali v sežigalnico odpadkov v Avstrijo, ki lahko sprejme tako vlažno ali osušeno blato.



Tabela 9.5: Karakteristike Scenarija C – primer male monosežigalnice.

<b>SCENARIJ C - mala monosežigalnica za potrebe MOM</b>	
Investicijski stroški - Scenarij C (EUR)	<b>-8.400.000</b>
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	<b>-715.000</b>
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Predvideni letni prihodki iz naslova toplote po izvedbi projekta (EUR)	135.000
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	3.360.000
<b>Letni neto prihranek</b> (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata - (dodatni letni OPEX -prihodki) (EUR)	<b>2.420.000</b>
Doba vračanja (leta)	3,86
NSV stroškov (EUR)	15.928.934
Interna stopnja donosa (%)	22%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE VARIANTE</b>	
Količina proizvedene toplotne energije za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	4.500 MWh/leto
Količina proizvedene električne energije za oddajo v omrežje	0 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	4 osebe
Količina ostankov čiščenja dimnih plinov (nevarni odpadki)	100 t/leto
Količina pepela (uporaba za pridobivanje fosforja)	2.000 t/leto

Tabela 9.6: Karakteristike Scenarija C – primer velike monosežigalnice.

<b>SCENARIJ C - velika monosežigalnica za potrebe celotne države</b>	
Investicijski stroški - Scenarij C (EUR)	<b>-52.500.000</b>
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	<b>-3.325.000</b>
Strošek končne dispozicije odpadnega blata 15.000 t - danes (EUR)	-3.000.000
Predvideni letni prihodki iz naslova električne energije in toplote po izvedbi projekta (EUR)	1.331.250
Predviden strošek nadomeščanja v ekonomski dobi projekta (EUR)	21.000.000
<b>Letni neto prihranek</b> (15% participacija MOM glede na količino blata) (EUR)	<b>2.700.938</b>
Doba vračanja (leta)*	3,31
NSV stroškov (EUR)*	18.660.424
Interna stopnja donosa (%)*	25%
<b>TEHNIČNE SPECIFIKACIJE SCENARIJA</b>	
Količina proizvedene toplotne energije za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	33.750 MWh/leto
Količina proizvedene električne energije za oddajo v omrežje	6.375 MWh/leto
Potrebno število novo zaposlenih	12 oseb
Količina ostankov čiščenja dimnih plinov (nevarni odpadki)	700 t/leto
Količina pepela (uporaba za pridobivanje fosforja)	15.000 t/leto

\* Pri izračunu je upoštevan delež oz. participacija MOM glede na količino blata

S finančnega vidika je najprimernejši izbor scenarija A, vendar pa obstaja tveganje, da se do leta 2027 v Mestni občini Maribor ne izvede objekt za energijsko izrabo odpadkov kot je to načrtovano v scenariju. Prav tako obstaja tveganje bodočih zakonodajnih usmeritev in sprememb glede izločanja/pridobivanja fosforja iz blata. Druga najboljša rešitev je Scenarij B, ki poleg finančne sprejemljivosti predstavlja tudi optimalno rešitev iz vidika varnosti pričakovanih zakonodajnih sprememb in smernic EU na področju obveze izločanja fosforja iz odpadnega blata.

Tabela 9.7: Finančna primerjava scenarijev

Karakteristike scenarijev	Scenarij A	Scenarij B	Scenarij C
Investicijski stroški (EUR)	-2.572.500,00	-11.103.250,00	-8.400.000,00
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (OPEX) - po izvedbi projekta (EUR)	-577.676,70	-1.281.518,00	-715.000,00
Letni neto prihranek (obstoječi stroški dispozicije odpadnega blata - (dodatni letni OPEX + bodoči strošek dispozicije odpadnega blata -prihodki) (EUR)	2.000.693,30	1.308.482,00	2.420.000,00
Doba vračanja (leta)	1,55	4,22	3,86
<b>NSV stroškov (EUR)</b>	<b>22.793.522,82</b>	<b>22.493.291,80</b>	<b>15.928.933,65</b>
<b>Interna stopnja donosa (%)</b>	<b>63,37%</b>	<b>21,72%</b>	<b>21,62%</b>



Izbor najprimernejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor je odvisen predvsem od vsebnosti fosforja v odvečnem blatu. V zadnjih desetih letih se je vsebnost fosforja v odvečnem blatu izmerila le petkrat (leto 2010, 2011 in 2012: 37,00 g P/kg s.s., leto 2013: 41,20 g P/kg s.s. in leto 2020: 19,935 g P/kg s.s.), kar so zelo nezanesljivi podatki. Pred končno odločitvijo izbora najprimernejšega scenarija se priporoča čim prej pristopiti k spremljanju in izvedbi analize vsebnosti fosforja v odvečnem blatu na mesečni ravni in na podlagi rezultatov analize sprejeti končno odločitev najprimernejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom.

## 9.2 ANALIZA MOŽNOSTI REALIZACIJE IZBRANE VARIANTE

Realizacija izbrane variante se lahko izvede v skladu z veljavno nacionalno javno-naročniško zakonodajo in sicer ima investitor naslednje možnosti:

- a) Postopek oddaje javnega naročila po ZJN-3
  - i) Odprti postopek
  - ii) Omejeni postopek
  - iii) Partnerstvo za inovacije
  - iv) Konkurenčni postopek s pogajanji
  - v) Postopek s pogajanji z objavo
  - vi) Postopek s pogajanji brez predhodne objave
  
- b) Partnerstvo
  - i) Javno-zasebno partnerstvo
  - ii) Pogodbeno partnerstvo
  - iii) Statusno partnerstvo
    - o Partnerstvo z ustanovitvijo pravne osebe
    - o Partnerstvo s prodajo deleža
    - o Partnerstvo z nakupom deleža
  - iv) Javno-javno partnerstvo

Podrobni opisi posameznih variant javnega naročanja so v **Prilogi 19**.



## 10 PRIMERI DOBRE PRAKSE

Kot primer dobre prakse navajamo<sup>25</sup> v Sloveniji dve čistilni napravi.

Centralna čistilna naprava Ljubljana ima že sedaj sodobno tehnologijo čiščenja s primarnimi usedalniki. Odvečno blato po predhodnem gravitacijskem in strojnem predzgoščanju odvajamo v gnilišče, kjer poteka biološka razgradnja organskih snovi pri anaerobnih mezofilnih pogojih. Količina proizvedenega bioplina je 5.100 Nm<sup>3</sup>/dan kurilna vrednost bioplina 21.600 kJ/Nm<sup>3</sup> vsebnost metana v bioplenu pa 60 – 64 %. Bioplin uporabljajo poleg zemeljskega plina kot gorivo za ogrevanje blata v gniliščih in sušenje blata v sušilnem bobnu.

V sklopu nadgradnje čistilne naprave, ki je v izvajanju se bo uvedla tudi termična hidroliza.

Linija blata obsega nadalje strojno dehidriranje pregnitega blata s centrifugo in sušenje v sušilnem bobnu do vsebnosti min. 90 % suhe snovi v končnem produktu v obliki pelet premera 2-4 mm.

Pobuda za vključitev projekta termične in snovne izrabe blata iz komunalnih čistilnih naprav v Nacionalni načrt okrevanja in odpornosti za črpanje evropskih sredstev v obdobju od 2021 do 2027 obsega energetske in snovne izrabe procesa obdelave blata na lokaciji CČN Ljubljana. Prispevno območje je sledeče:

Tabela 10.1: Prispevno območje.

Komunalna čistilna naprava	Nazivna zmogljivost naprave
Ljubljana Zalog	360.000
Črnuče	8.000
Brod	5.800
Dol pri Ljubljani	4.000
Domžale-Kamnik	149.000
Kranj	95.000
Škofja loka	45.600
Vrhnik	15.500
Logatec	14.900
Podpeč-Preserje	5.100
Ig	5.000
Borovnica	6.000
Grosuplje	20.000
Ivančna gorica	6.000
Lukovica	6.000
Moravče	1.000
Skupaj zmogljivost	746.900

<sup>25</sup> Viri: <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/centralna-cistilna-naprava-ljubljana/obdelava-odvecnega-blata>

Pobuda za vključitev projekta termične in snovne izrabe blata iz komunalnih čistilnih naprav v Nacionalni načrt okrevanja in odpornosti za črpanje evropskih sredstev v obdobju od 2021 do 2027, Ministrstvo za okolje in prostor, Ljubljana, 23.11.2020

Uroš Krajnc osebna korespondenca



Velikost obrata je predvidena za prevzemanje količin blata 12.500 ton suhe snovi. Predvidena je dograditev obstoječega sklopa za dehidracijo blata s povečanjem obstoječih kapacitet za 120% v fazi sušenja blata.

Za potrebe termične izrabe se dogradi objekt za mono sežig blata iz komunalnih čistilnih naprav pri čemer nastane uporabna energija kot posledica izrabe organskega potenciala blata in produkt po mono sežigu pepel. V okviru objekta za mono sežig je predvidena tudi enota za nadaljnjo uporabo viška energije..

**Centralna čistilna naprava Domžale – Kamnik** ima prav tako sodobno tehnologijo čiščenja s primarnimi usedalniki. Tri gnilišča namenjena anaerobni razgradnji primarnega in sekundarnega blata ter muljem, v enem gnilišču pa poteka anaerobna razgradnja higieniziranih biološko razgradljivih tekočih odpadkov. Skupni volumen gnilišč je 7.200 m<sup>3</sup>.

V gniliščih poteka anaerobna razgradnja pri temperaturi 39 °C in zadrževalnem času 30 dni poteka anaerobna razgradnja organske snovi v bioplin. Nastali bioplin se skladišči v plinohramu, pregnito blato pa se strojno zgošča na centrifugi do okoli 30 % suhe snovi. Zgoščeno blato se pred odvozom na končno odstranjevanje skladišči na deponiji. Voda ali centrat, ki je produkt centrifugiranja, pa se črpa v zalogovnik in nato v proces deamonifikacije. Kapaciteta naprave je 149.000 PE, obstoječa proizvodnja blata s cca 27% suhe snovi pa 5.600 ton/leto. Količina strojno zgoščenega blata pri 100% obremenitvi naprave bi znašala cca 8.000 ton/leto.

Načrtujejo še dodatno sušenje blata z vsebnostjo 90 % sušine, izdelane so študije različnih tehnologij. V načrtu mono sežigalnice na CČN Ljubljana je kot prispevno območje navedena tudi Centralna čistilna naprava Domžale – Kamnik.



## 11 ZAKLJUČEK

Odlaganje komunalnega blata na odlagališčih je v Evropi prepovedano že nekaj let. Proizvajalci zato iščejo nove možnosti predelave, ki bodo okoljsko in finančno sprejemljive. S problematiko ravnanja z odpadnim blatom se srečuje tudi Mestna občina Maribor, saj se na Centralni čistilni napravi Maribor letno proizvede okrog 13.000 ton odpadnega dehidriranega blata (odpadek s klasifikacijsko številko 19 08 05).

Za ravnanje z odvečnim blatom obstaja veliko različnih možnosti in alternativ. Pri izbiri najustreznejše pa je potrebno upoštevati množico dejavnikov. Ti so tako obstoječa tehnologija čiščenja odpadne vode in posledično lastnosti nastajajočega blata, količina nastalega blata, zakonodajne omejitve in usmeritve, okoljski dejavniki, trenutne razmere na trgu in ne na zadnje tudi stroški, ki jih izbira določene možnosti predstavlja za upravljavca narave ter posledično tudi uporabnika storitve čiščenja odpadne vode.

Cilj projekta je bilo zato določiti primerno tehnologijo ravnanja z odpadnim blatom (ali kombinacija več teh) ter njeno izvedljivost za področje Mestne občine Maribor, ki obsega prispevno območje CČN Maribor oziroma naselja Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Rogoza, Duplek, del Hoč in Slivnice.

V študiji je bilo preučenih devet glavnih možnosti ali variant ravnanja z odvečnim blatom, ki so bile ocenjene kot najustreznejše in trenutno najpogosteje uporabljane in so naštetje v nadaljevanju. Transport blata čez mejo ni bil obravnavan, saj ocenjujemo, da je ta možnost okoljsko, cenovno in etično nesprejemljiva rešitev, saj bi morala za svoje odpadke država poskrbeti sama, takšna rešitev pa predstavlja tudi preveliko odvisnost od pripravljenosti drugih držav, da odpadek sprejme.

Vsaka varianta je bila analizirana glede na tehnološke, zakonodajne in okoljske možnosti, preučene so bile prednosti in slabosti posamezne variante (SWOT analiza), ocenjeni so bili investicijski in obratovalni stroški ter primernost s stališča konkretne uporabnosti za CČN Maribor. S tem smo dobili prve izločitvene dejavnike s katerimi smo nabor ustreznih alternativ za nadaljnjo obravnavo zmanjšali.

Za izbor ekonomsko optimalnega ravnanja z odpadnim (komunalnim) blatom so bile vse v poglavju 7 izbrane variante, finančno ovrednotene, izračunana je bila končna cena ravnanja z odpadnim blatom, ki znaša danes 169 EUR/t.

Pri izboru najprimernejše variante končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor smo izhajali iz vidika, da se izbere takšna končna rešitev, ki zagotavlja dolgoročno neodvisnost od drugih in da se nastalo odvečno blato tudi končno ustrezno obdela znotraj MOM ali Slovenije. Izbrana najprimernejša varianta mora biti dolgoročna in sprejemljiva tako iz tehničnega in okoljskega, ekonomskega kot tudi zakonodajnega vidika.

Nekatere države v Evropi so že opredelile v svoji zakonodaji glede obvez za pridobivanje fosforja iz odvečnega blata, ki nastaja na ČN. V Sloveniji je vlada RS to predvidela v Programu ravnanja z odpadki in programu preprečevanja odpadkov, ki ga je sprejela leta 2016. Prav tako je Slovensko društvo za zaščito voda leta 2020 ustanovilo strokovno skupino za reševanje problematike blata iz ČN, ki se aktivno ukvarja s to tematiko in išče možno končno rešitev ter strategijo končnega ravnanja z blatom. Pri izboru najprimernejše variante je potrebno upoštevati, da bo morala tudi Slovenija kot članica EU slediti temu, kar se trenutno že dogaja po Evropi, kjer pripravljajo predpise, da je treba iz odvečnega blata izločiti fosfor.





Možne scenarije končne dolgoročne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor smo predstavili v poglavju 9.1, obsegali pa so naslednje predlagane možnosti:

- **SCENARIJ A)** - Varianta 3 – sušenje blata + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- **SCENARIJ B)** - Varianta 2 – anaerobna obdelava s termično hidrolizo + vključitev ustrezne tehnološke rešitve za izločanje fosforja v sklopu čiščenja na ČN + Varianta 3 – sušenje blata (za količino blata, ki bo nastala po Varianti 2) + Varianta 4b – sosežig blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- **SCENARIJ C)** - Varianta 5 – monosežig blata z možnostjo pridobivanja fosforja

Izbor najprimernejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom iz CČN Maribor je odvisen predvsem od vsebnosti fosforja v odvečnem blatu. V zadnjih desetih letih se je vsebnost fosforja v odvečnem blatu izmerila le petkrat (leto 2010, 2011 in 2012: 37,00 g P/kg s.s., leto 2013: 41,20 g P/kg s.s. in leto 2020: 19,935 g P/kg s.s.), kar so zelo nezanesljivi podatki. Pred končno odločitvijo izbora najprimernejšega scenarija se priporoča čim prej pristopiti k spremljanju in izvedbi analize vsebnosti fosforja v odvečnem blatu na mesečni ravni in na podlagi rezultatov analize sprejeti končno odločitev najprimernejšega scenarija končne rešitve ravnanja z odvečnim blatom.



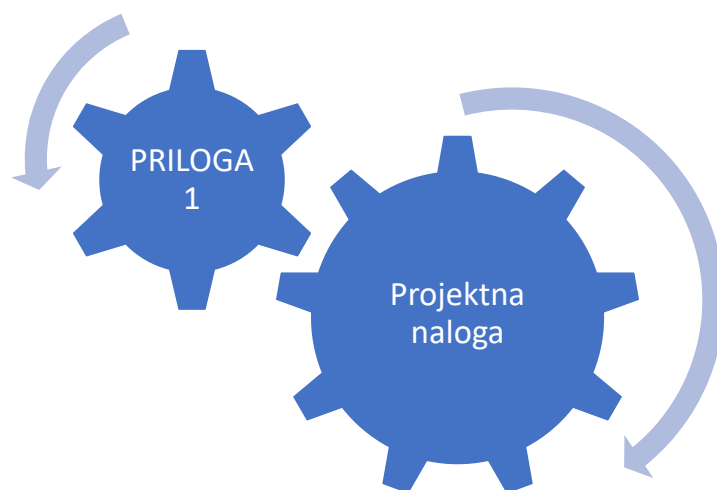
## 12 PRILOGE

- PRILOGA 1:** Projektna naloga
- PRILOGA 2:** Predstavitev izvajalcev na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode ter na področju ravnanja z odpadnim blatom
- PRILOGA 3:** Evropske direktive in nacionalna zakonodaja
- PRILOGA 4:** Podrobna demografska in gospodarska analiza
- PRILOGA 5:** Podroben opis centralne čistilne naprave Maribor
- PRILOGA 6:** Analiza blata – Struktura komunalnega blata in parametri
- PRILOGA 7:** Podroben opis variante 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU
- PRILOGA 8:** Podroben opis variante 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO
- PRILOGA 9:** Podroben opis variante 3 – SUŠENJE BLATA
- PRILOGA 10:** Podroben opis variante 4 – SOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 11:** Podroben opis variante 5 – MONOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 12:** Podroben opis variante 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA
- PRILOGA 13:** Podroben opis variante 7 – PREDELAVA BLATA V TRDO GORIVO
- PRILOGA 14:** Podroben opis variante 8 – PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPONENTE
- PRILOGA 15:** Podroben opis variante 9 – UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)
- PRILOGA 16:** Podroben opis možnosti kombiniranih sistemov (uporaba principov krožnega gospodarstva kot instrumenta trajnostnega razvoja)
- PRILOGA 17:** Ekonomsko finančno ovrednotenje variant
- PRILOGA 18:** Načrt ravnanja z odpadki
- PRILOGA 19:** Analiza možnosti realizacije izbrane variante



## 12 PRILOGE

- PRILOGA 1:** Projektna naloga
- PRILOGA 2:** Predstavitev izvajalcev na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode ter na področju ravnanja z odpadnim blatom
- PRILOGA 3:** Evropske direktive in nacionalna zakonodaja
- PRILOGA 4:** Podrobna demografska in gospodarska analiza
- PRILOGA 5:** Podroben opis centralne čistilne naprave Maribor
- PRILOGA 6:** Analiza blata – Struktura komunalnega blata in parametri
- PRILOGA 7:** Podroben opis variante 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU
- PRILOGA 8:** Podroben opis variante 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO
- PRILOGA 9:** Podroben opis variante 3 – SUŠENJE BLATA
- PRILOGA 10:** Podroben opis variante 4 – SOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 11:** Podroben opis variante 5 – MONOSEŽIG BLATA
- PRILOGA 12:** Podroben opis variante 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA
- PRILOGA 13:** Podroben opis variante 7 – PREDELAVA BLATA V TRDO GORIVO
- PRILOGA 14:** Podroben opis variante 8 – PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPONENTE
- PRILOGA 15:** Podroben opis variante 9 – UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)
- PRILOGA 16:** Podroben opis možnosti kombiniranih sistemov (uporaba principov krožnega gospodarstva kot instrumenta trajnostnega razvoja)
- PRILOGA 17:** Ekonomsko finančno ovrednotenje variant
- PRILOGA 18:** Načrt ravnanja z odpadki
- PRILOGA 19:** Analiza možnosti realizacije izbrane variante





## 12.1 PRILOGA 1 – PROJEKTNA NALOGA



MESTNA OBČINA MARIBOR  
URAD ZA KOMUNALO, PROMET IN  
PROSTOR  
Sektor za komunalno in promet  
Ulica heroja Staneta 1, 2000 Maribor

Številka: 4102-723/2020-1  
Datum: 27. 5. 2020

### PROJEKTNA NALOGA

#### ŠTUDIJA IZVEDLJIVOSTI RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM IZ CČN MARIBOR

Dokumentacija mora biti izdelana na nivoju študije izvedljivosti.

Maj 2020



**KAZALO**

1. UVOD .....	2
2. IZVEDLIVOST Z VIDIKA IZVAJANJA JAVNE GOSPODARSKE SLUŽBE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA KOMUNALNIH IN PADAVINSKIH ODPADNIH VOD.....	4
3. DOLOČITEV PRIMERNE TEHNOLOGIJE RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM .....	5
4. OBRAVNAVANE TEHNOLOGIJE .....	6
5. IZVEDLIVOST POSAZNIH TEHNILOGIJ ZA PODROČJE MESTNE OBČINE MARIBOR .....	7
6. ROKI IZVEDBE .....	8
7. OBVEZNOST NAROČNIKA .....	8
8. SPECIFIKACIJA NAROČILA .....	9



## 1. UVOD

Mestna Občina Maribor (v nadaljevanju: naročnik), pripravlja strateško-razvojno dokumentacijo, ki bo smiselno predvidela ekološko najprimernejše in ekonomsko najsprejemljivejše variante za razpolaganje z odpadnim blatom centralne čistilne naprave Maribor (Dogoše), ob upoštevanju dolgoročnosti rešitve.



Slika 1: CČN Maribor

Stroški za obdelavo in odvoz komunalnega blata predstavljajo velik del obratovalnih stroškov CČN, zato nameravamo področje racionalne obdelave in uporabe obdelati z ustrežno študijo.

V ta namen se naroča študija preučitve ravnanja z odpadnim (komunalnim) blatom (odpadek s klasifikacijsko številko 10 08 05), katere namen je določitev primerne tehnologije manipulacije odpadnega blata oziroma celostne izrabe tega materiala. Osnovna predpostavka študije mora biti optimalna izraba



## 2. OPIS OBSTOJEČEGA STANJA

Ravnanje z odpadnim blatom trenutno izvaja družba Energetika Maribor, d.o.o., Jadranska cesta 28, 2000 Maribor.

31. 3. 2016 je bilo izvajanje storitve ravnanja z odpadnim blatom iz centralne čistilne naprave Maribor, družbi dodeljeno na podlagi določil Odloka o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor (MUV, št. 14/2015).

Odlok o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor je junija 2016 nadomestil Odlok o načinu opravljanja lokalne gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode v Mestni občini Maribor (MUV, št. 11/2016).

Odlok v osnovi ureja način opravljanja javne službe in izvajalce javne službe, v okviru dejavnosti ravnanja z blatom iz CČN Maribor pa obliko zagotavljanja javne službe, pogoje za zagotavljanje in uporabo storitev javne službe, vire financiranja in oblikovanje cene storitev javne službe.

Strošek odstranjevanja blata iz Centralne čistilne naprave predstavlja delež cene v sklopu gospodarske javne službe obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor. Ta pa je z majem 2020 postal precejšnji strošek gospodinjstev v Mestni občini Maribor, saj se je strošek ravnanja s komunalnim blatom dvignil predvsem zaradi zapiranja meja Madžarske, kamor se je odvažalo blato iz CČN. V zadnjih letih to nalogo opravlja družba Surovina, d.o.o., po ceni 169 €/t (prej 57 €/t).

Upravljanje s Centralno čistilno napravo Maribor (Dogoše) izvaja družba Aquasystems d.o.o., ki ima pridobljeno okoljevarstveno dovoljenje za izvajanje dejavnosti do leta 2023.

Zmogljivost Centralne čistilne naprave Maribor je 195.000 PE. Kapaciteta CČN za biološko čiščenje znaša 5.000 m<sup>3</sup>/h, za predčiščenje in črpanje v HE kanal SD1 pa 7.000 m<sup>3</sup>/h.

Prispevno območje CČN Maribor zajema Mestno občino Maribor, Miklavž na Dravskem polju, Rogozo, Duplek, del Hoč in Slivnice.



### 3. IZVEDLJIVOST Z VIDIKA IZVAJANJA JAVNE GOSPODARSKE SLUŽBE ODVAJANJA IN ČIŠČENJA KOMUNALNIH IN PADAVINSKIH ODPADNIH VOD

Zagotavljanje obveznega ravnanja z nastalim komunalnim blatom predstavlja velik strošek za vse nosilce te gospodarske javne službe. Program ravnanja z odpadki (Vlada, 2016) v ospredje postavlja naslednje načine obdelave komunalnega blata:

- recikliranje komunalnega blata po postopku R3 v digestat in kompost za uporabo na (ne)kmetijskih zemljiščih;
- termična obdelava v skladu z R1 za uporabo kot gorivo;
- dolgoročno skladiščenje stabiliziranega blata ter pepela iz termične obdelave blata za namene pridobivanja fosforja (rekuperacija fosforja)<sup>1</sup>.

Mestna občina Maribor na podlagi Zakona o varstvu okolja (Uradni list RS, št. 39/06 – uradno prečiščeno besedilo, 49/06 – ZMetD, 66/06 – odl. US, 33/07 – ZPNačrt, 57/08 – ZFO-1A, 70/08, 108/09, 108/09 – ZPNačrt-A, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ, 21/18 – ZNOrg in 84/18 – ZIURKOE), izvaja gospodarsko javno službo odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode.

Izvajanje te dejavnosti je definirano z Uredbo o odvajanju in čiščenju komunalne in padavinske vode, pri čemer se izvajanje del deli na naslednje osnovne dejavnosti:

- Odvajanje komunalne in padavinske vode do Centralne čistilne naprave
- Čiščenje komunalne in padavinske vode ki priteka na Centralno čistilno napravo
- Ravnanje z odpadnim blatom iz Centralne čistilne naprave.

Mestna občina Maribor je na podlagi podeljenega pooblastila z Odlokom o podelitvi javnega pooblastila za opravljanje upravnih nalog in izvajanje dejavnosti obdelave in ravnanja z blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor (MUV, št. 14/2015), družbi Energetika Maribor predala naloge opravljanja javne službe v okviru dejavnosti ravnanja z blatom.

Namen priprave študije je, v okviru Uredbe o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12, 109/12, 76/17 in 78/19), pripraviti smiselno in izvedljivo oceno in rešitev ravnanja z odpadnim blatom Centralne čistilne naprave Maribor.

Ponudnik v sklopu izdelave študije preveri in pregleda izdane upravne akte za določitev implementacije drugih tehnoloških možnosti z opisom omejitev in potrebnih postopkov oziroma korakov za pripravo potrebnih aktov glede na izbrane tehnologije.

<sup>1</sup> ZAG, Uporaba sekundarnih surovin v gradbeništvu – reciklirano blato iz komunalnih čistilnih naprav



#### 4. DOLOČITEV PRIMERNE TEHNOLOGIJE RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM

Ključna za študijo možnosti izrabe blata je pridobitev njegove makro in mikro-elementne in komponente sestave ter drugih relevantnih lastnosti, ki jih je v študiji potrebno obdelati, analizirati in predstaviti zaključke (preveritev vsebnosti težkih kovin).

Poleg tega je potrebno preveriti še obseg fluktuacije med letom in posameznimi leti od 2002-2019, ter eventualne časovne trende spreminjanja teh lastnosti.

V prispevnem območju CČN Maribor živi približno 136.000 prebivalcev.

Izvor odpadnih vod sestavljajo odplake gospodinjstev, živilske industrije, industrije proizvodnje detergentov, tekstilne industrije, obrti, ustanov, bolnišnice. Delež industrije znaša približno 20 %.

V okvirju študije preučitve ravnanja z odpadnim blatom iz Centralne čistilne naprave je potrebno, ob upoštevanju veljavne zakonodaje na obravnavanem področju, določiti okoljsko, ekološko in ekonomsko najbolj primerno tehnologijo ravnanja s komunalnim blatom, ob upoštevanju naslednjih kriterijev:

1. Letna količina odpadkov.
2. Struktura komunalnega blata in dobljeni parametri.
3. Razpoložljiva infrastruktura v lasti ali upravljanju naročnika.
4. Razpoložljiva energetska infrastruktura na posameznih lokacijah.
5. Logistične in transportne zmožnosti omrežja in ponudnikov.
6. Možnost umeščanja objektov z vidika prostorskih aktov.
7. Upoštevanja okoljevarstvenih pogojev in okoljskih dejavnikov.
8. Zagotavljanja dolgoročnosti in konsistentnosti cen in možnosti ravnanja z blatom.

V ta namen je se s strani upravljavca Centralne čistilne naprave Maribor pridobi analize tega odpadka, kar omogoča analitični in statistično obdelavo.





## 5. OBRAVNAVANE TEHNOLOGIJE

Izvajalec naj v sklopu študije preučitve ravnanja z odpadnim (komunalnim) blatom in upoštevanju pogojev iz prejšnje točke obravnava razpoložljive tehnologije ravnanja z blatom, predvsem:

1. **Predelava blata v gorivo (trdo, biomaso, ...).**
2. **Termična obdelava blata (piroliza, uplinjanje in možnost uporabe ostankov termične obdelave).**
3. **Predelava blata v gradbene kompozite.**
4. **Stiskanje blata za nadalje odlaganje (upoštevaje dehidracijo in sušenje).**
5. **Proizvodnja bioplina.**
6. **Proizvodnja komposta (digestata) I. ali II. reda za uporabo v kmetijstvu (z možnostjo higienizacije z dodajanjem apna).**
7. **Odvoz blata na druge lokacije oziroma drugim subjektom z dejavnostjo ravnanja z blatom.**
8. **Možnost kombiniranih sistemov (uporaba principov krožnega gospodarstva kot instrumenta trajnostnega razvoja).**
9. **Druge možne rešitve oziroma tehnologije na predlog izdelovalca študije.**

In poda, glede na vhodne podatke, primerne rešite za Mestno občino Maribor izvajalca gospodarske javne službe ravnanja z odpadnim blatom iz Centralne čistilne naprave, skladno z usmeritvami v nadaljevanju te projektne naloge.

V primeru dodatnih razpoložljivih možnosti, izvajalec predlaga in predstavi možnosti implementacije le-teh. Pri tem se naj upošteva, da se v predlaganih procesih izgublja čim manj snovne, energetske in finančne vrednosti komunalnega blata.

**Za posamezne tehnologije je potrebno opredeliti zaveze in možnosti z vidika pridobivanja okoljevarstvenih dovoljenj.**



## 6. IZVEDLJIVOST POSAZNIH TEHNILOGIJ ZA PODROČJE MESTNE OBČINE MARIBOR

- V sklopu izdelave študije je potrebno za posamezne primere ravnanja z odpadnim blatom centralne čistilne naprave prikazati ekonomsko, prostorsko in energetsko simulacijo za dobo 15 let (do leta 2035), ob trenutno veljavni zakonodaji, ki jo je potrebno ustrezno navesti. Prav tako je potrebno izdelati Načrt ravnanja s komunalnimi blatom, ki ga predvideva Program ravnanja z odpadki.
- Predvideti je potrebno možnosti prodaje energije, surovine ali izdelkov ob predhodno določeni količini posameznih kategorij izhodnega produkta in finančno definirati najustreznejše variante.
- V primeru predvidenih investicij v infrastrukturo oziroma opremo je potrebno prikazati povračilno dobo investicije v letih.
- Za posamezne predlagane tehnologije se pripravi SWOT analiza, preveri možnosti povezav z ostalimi generatorji komunalnega blata.
- Za posamezne tehnologije je potrebno predvideti vplive na ceno zbiranja in čiščenja odpadne vode v Mestni občini Maribor (upoštevati je potrebno tudi stroške analize blata). Analizirati je potrebno stroške dosedanje prakse za pripravo ocene prihrankov oziroma zagotavljanja morebitnih dodatnih sredstev.
- Za izbrano tehnologijo je potrebno podati primere dobrih praks (Slovenija in tujina).
- V študiji se naj (kot varianta pri posameznih tehnologijah ravnanja s komunalnim blatom) obdela možnost pridobivanja fosforja in možnost njegove uporabe.
- Pri termični obdelavi blata je potrebno podati okvirne količine energetske vrednosti glede na razpoložljive količine in glede na izbrane tehnologije same termične obdelave blata.
- Glede na pridobljene podatke je potrebno pripraviti predvideno gibanje količin komunalnega blata za dobo 10 let, z upoštevanjem predvidenih dodatnih gradenj oziroma povečanja PE.
- Ob izdelanih končnih izsledkih študije, se naj obdela možnost in primerna tehnologija za sklenitev javno-zasebnega partnerstva, pri čemer tveganja prevzame zasebni partner, ki jamči prihranke javnega partnerja.
- Obdelati je potrebno možnost izboljšanja tehnologije obdelave odpadnega blata na izvoru, to stroškovno in tehnološko opredeliti ter predvideti končni produkt in njegovo uporabnost.

7





- Predvidet je potrebno možnost rekultivacije oziroma sanacije degradiranih območij v Mestni občini Maribor v primeru kombiniranih tehnologij (na primer 30 % kompostiranje, 70 % monosežig). Predvidi se ustrezna območja, določiti je potrebno možno količino vnosa snovi in terminsko definirati možnost odlaganja na teh območjih (trajanje do zapolnjenja).

V sklopu priprave študije ravnanja z odpadnim blatom, je potrebno upoštevati tudi Evropsko direktivo Sewage Sludge, št. 86/278/EEC.

## 7. ROKI IZVEDBE

Dela se izvedejo v naslednjih rokih:

- študija preučitve ravnanja z odpadnim blatom iz Centralne čistilne naprave Maribor, v roku 120 dni od oddaje naročila izvajalcu.

## 8. OBVEZNOST NAROČNIKA

Naročnik po oddaji naročila zagotovi izvajalcu najnovejše podloge (DOF, topografske ali druge načrte, DKN, zbirni kataster gospodarske javne infrastrukture), v zvezi z možnimi prostorskimi ureditvami ustrezne prostorske akte, vso relevantno dokumentacijo in informacije o dokumentaciji v izdelavi, podatke o cenah energentov, razpoložljive podatke iz Centralne čistilne naprave, vezane na obdelavo komunalnega blata.

Podatke, ki so potrebni za opravljanje ustreznih modelov in kalkulacij za pripravo študije z vidika odpadnega blata, bo naročnik podatke zagotovil v sklopu izvajanja gospodarskih javnih služb.

Izbranemu izvajalcu bo naročnik podelil pooblastilo za zbiranje in obdelavo podatkov, potrebnih za izdelavo študije, ki bo veljalo za javna podjetja, katerih ustanoviteljica je Mestna občina Maribor.

**9. SPECIFIKACIJA NAROČILA**

Specifikacija zahtev naročnika, na podlagi katerih se pripravi študija ravnanja z odpadnim blatom so sestavni del ponudbenega predračuna v postopku pridobivanja ponudnika:

1. Izvedljivost z vidika izvajanja javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja komunalnih in padavinskih odpadnih vod
2. Določitev primerne tehnologije ravnanja z odpadnim blatom
  - a. analiza sestave komunalnega blata
  - b. predelava blata v gorivo (trdo, biomaso, ...).
  - c. termična obdelava blata (piroliza, uplinjanje in možnost uporabe ostankov termične obdelave).
  - d. predelava blata v gradbene kompozite.
  - e. stiskanje blata za nadalje odlaganje (upoštevaje dehidracijo in sušenje).
  - f. proizvodnja bioplina.
  - g. proizvodnja komposta (digestata) I. ali II. reda za uporabo v kmetijstvu (z možnostjo higienizacije z dodajanjem apna).
  - h. odvoz blata na druge lokacije oziroma drugim subjektom z dejavnostjo ravnanja z blatom.
  - i. možnost kombiniranih sistemov (uporaba principov krožnega gospodarstva kot instrumenta trajnostnega razvoja).
  - j. druge možne rešitve oziroma tehnologije na predlog izdelovalca študije
3. Izvedljivost posameznih tehnologij za področje Mestne občine Maribor, razdelano po posameznih tehnologijah po zahtevanih pogojih naročnika.

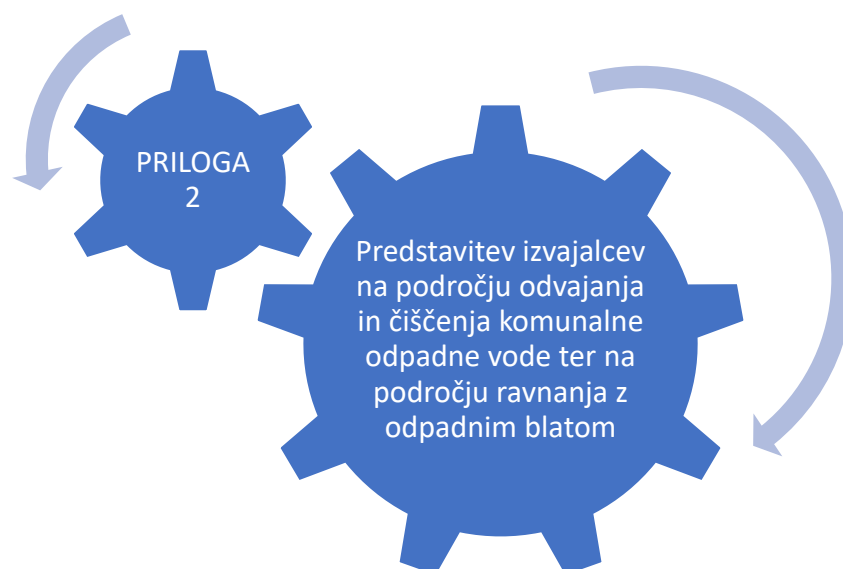
Izjava ponudnika:

Izjavljamo, da smo seznanjeni z zahtevami in obsegom projektne naloge.

Datum: 20.08.2020.....

**SI consult**  
 Dizijeva ulica 9  
 1000 Ljubljana (2)

Podpis.....





## 12.2 PRILOGA 2 - PREDSTAVITEV IZVAJALCEV NA PODROČJU ODVAJANJA IN ČIŠČENJA KOMUNALNE ODPADNE VODE TER NA PODROČJU RAVNANJA Z ODPADNIM BLATOM

### PREDSTAVITEV JAVNEGA PODJETJA ENERGETIKA MARIBOR d.o.o.

Energetika Maribor je javno podjetje, v katerem stremijo k zadovoljevanju energetskih potreb svojih odjemalcev. Podjetje spada med srednje velika podjetja in ima sedež na Jadranski cesti 28, 2000 Maribor.

Podjetje je registrirano pri Okrožnem sodišču v Mariboru pod vl. št. 1/00753/00. Osnovni kapital znaša 1.011.099,98 EUR. Ustanovitelj in 100 % lastnik podjetja je Mestna občina Maribor.

Energetika Maribor d.o.o. se ukvarja z naslednjimi dejavnostmi:

- proizvodnja toplote,
- distribucija toplote (GJS),
- odstranjevanje blata iz CČN Maribor (GJS),
- proizvodnja elektrike,
- ostalo (pod ostale dejavnosti smo uvrstili dejavnost skladiščenja kurilnega olja za namene državnih blagovnih rezerv, najemnine za oddane poslovne prostore, vzdrževanje in upravljanje kogeneracijskih naprav).

Energetika Maribor d.o.o. kot obvladujoča družba sestavlja skupino podjetij z odvisno družbo Energija in okolje d.o.o., Jadranska cesta 28, 2000 Maribor (100% delež) in njeno odvisno družbo Energy and Environment kft, Falk Miksa utca 22, 1055 Budimpešta, Madžarska (100% delež), pridruženim podjetjem Moja energija d.o.o. Jadranska cesta 28, 2000 Maribor (33,33% delež) in pridruženim podjetjem Nipa d.o.o. – v likvidaciji, Zagrebška cesta 37, 2000 Maribor (48,91% delež).

Tabela 12.1: Podatki o izvajalcu obdelave in ravnanja z blatom iz CČN Maribor

Naziv	Javno podjetje Energetika Maribor d.o.o.
Naslov	Jadranska cesta 28, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI77722922
Odgovorna oseba	mag. Alan Perc
Telefonska številka	+386 (0)2 300 88 00
E-pošta	info@energetika-mb.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

V poslovnem letu 2019 je bilo povprečno število zaposlenih 55,25. Na dan 31.12.2019 je bilo v podjetju zaposlenih 57 delavcev.

Podjetje posluje rentabilno in je finančno stabilno kot je to razvidno iz spodnje tabele v kateri prikazujemo izkaz uspeha podjetja za zadnja tri preučevana leta.

Čisti prihodki od prodaje se večinoma nanašajo na prihodke od opravljanja gospodarske javne službe in sicer: a) prihodke od opravljanja gospodarske javne službe proizvodnja in distribucija toplotne energije in sanitarne vode in b) prihodke od opravljanja gospodarske javne službe odstranjevanje blata iz CČN Maribor.



Delno pa čiste prihodke od prodaje ustvarja družba pri opravljanju drugih dejavnosti in sicer: a) prodajo električne energije; b) podpora za proizvodnjo električne energije; c) prihodke od prodaje zagotavljanja prihrankov električne energije pri končnih odjemalcih; d) prihodke od storitev polnilnice stisnjene zemeljskega plina za potrebe vozil s pogonom CNG; e) prihodke od upravljanja, vzdrževanja, svetovanja, poslovanja in drugih storitev; f) prihodke od najemnin in g) prihodke od števnin.

Iz preučevanja izkaza uspeha za leto 2019 je razbrati, da je podjetje dosegalo pozitivni čisti poslovni izid poslovnega leta 2019, ki je znašal 1.713.969 EUR, v breme katerega je bila pokrita prenesena izguba iz naslova odprave aktuarskih dobičkov/izgube v prenesen poslovni izid v višini 2.753 EUR. Tako ostaja še nerazporejen bilančni dobiček v višini 1.711.216 EUR in bo razdeljen po sklepu skupščine.

Tabela 12.2: Izkaz uspeha podjetja Energetika Maribor d.o.o. za obdobje 2017 - 2019 (EUR)

	2017	2018	2019
<b>Čisti prihodki od prodaje</b>	<b>8.525.726</b>	<b>9.961.919</b>	<b>11.031.207</b>
<i>Opravljanje GJS</i>	6.683.588	8.306.737	8.737.345
<i>Opravljanje drugih dejavnosti</i>	1.842.138	1.655.182	2.293.862
<b>Drugi poslovni prihodki (s prevrednotovalnimi poslovnimi prihodki)</b>	<b>318.570</b>	<b>247.381</b>	<b>396.396</b>
<b>Stroški blaga, materiala in storitev</b>	<b>-6.553.189</b>	<b>-7.499.345</b>	<b>-7.660.837</b>
<b>Stroški dela</b>	<b>-1.906.572</b>	<b>-2.060.645</b>	<b>-2.145.740</b>
<b>Odpisi v rednosti</b>	<b>-303.959</b>	<b>-443.522</b>	<b>-430.430</b>
<i>Amortizacija</i>	-174.284	-255.442	-318.089
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri neopred.dolg.sred. in opredmetenih osn.sredstvih</i>	0	-49	-1.006
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri obratnih sredstvih</i>	-129.675	-188.031	-111.335
<b>Drugi poslovni odhodki</b>	<b>-60.701</b>	<b>-49.870</b>	<b>-60.648</b>
<b>Finančni prihodki iz deležev</b>	<b>1.108.000</b>	<b>1.330.657</b>	<b>651.935</b>
<b>Finančni prihodki iz danih posojil</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Finančni prihodki iz poslovnih terjatev</b>	<b>104.756</b>	<b>58.602</b>	<b>33.843</b>
<b>Finančni odhodki iz oslabitve in odpisov finančnih naložb</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-15.000</b>
<b>Finančni odhodki iz finančnih obveznosti</b>	<b>-10.984</b>	<b>-4.438</b>	<b>-7.794</b>
<b>Finančni odhodki iz poslovnih obveznosti</b>	<b>-1.173</b>	<b>-3.528</b>	<b>-6.579</b>
<b>Drugi prihodki</b>	<b>33.682</b>	<b>52.941</b>	<b>24.951</b>
<b>Drugi odhodki</b>	<b>-73.813</b>	<b>-101.013</b>	<b>-97.335</b>
<b>Davek iz dobička</b>	<b>0</b>	<b>-171.851</b>	<b>0</b>
<b>Odloženi davki</b>	<b>-351.453</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>ČISTI POSLOVNI IZID OBRAČUNSKEGA OBDOBJA</b>	<b>828.890</b>	<b>1.317.288</b>	<b>1.713.969</b>

Vir: Letno poročilo Javnega podjetja Energetika Maribor d.o.o. za leto 2017, 2018 in 2019

Podjetje je v vseh treh preučevanih letih poslovalo s pozitivnim čistim poslovnim izidom tako na ravni podjetja kot na področju dejavnosti ravnanja z blatom, kar je razvidno iz tabele v nadaljevanju.

Tabela 12.3: Izkaz uspeha podjetja Energetika Maribor d.o.o. za obdobje 2017 - 2019 za dejavnost ravnanje z blatom (EUR)

	2017	2018	2019
<b>Čisti prihodki od prodaje</b>	<b>949.361</b>	<b>949.035</b>	<b>976.155</b>
<i>Opravljanje GJS</i>	0	949.032	975.888
<i>Opravljanje drugih dejavnosti</i>	949.361	3	267
<b>Drugi poslovni prihodki (s prevrednotovalnimi poslovnimi prihodki)</b>	<b>295</b>	<b>85.433</b>	<b>90.067</b>
<b>Stroški blaga, materiala in storitev</b>	<b>-769.520</b>	<b>-774.616</b>	<b>-847.154</b>
<b>Stroški dela</b>	<b>-51.528</b>	<b>-140.949</b>	<b>-32.679</b>
<b>Odpisi v rednosti</b>	<b>-92.659</b>	<b>-103.576</b>	<b>-16.839</b>
<i>Amortizacija</i>	-7.190	-13.522	-16.838
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri obratnih sredstvih</i>	-85.469	-90.054	-1
<b>Drugi poslovni odhodki</b>	<b>-19</b>	<b>-11</b>	<b>-12</b>
<b>Finančni prihodki iz deležev</b>	<b>609</b>	<b>0</b>	<b>0</b>



	2017	2018	2019
Finančni prihodki iz danih posojil	0	0	0
Finančni prihodki iz poslovnih terjatev	103	5	3
Finančni odhodki iz oslabilnitve in odpisov finančnih naložb	0	0	-1
Finančni odhodki iz finančnih obveznosti	-6	-2	0
Finančni odhodki iz poslovnih obveznosti	0	0	0
Drugi prihodki	173	0	1
Drugi odhodki	-2	-2	-7
Davek iz dobička		-1.435	
Odloženi davki	-304	0	0
<b>ČISTI POSLOVNI IZID OBRAČUNSKEGA OBDOBJA</b>	<b>36.501</b>	<b>13.882</b>	<b>169.534</b>

Vir: Letno poročilo Javnega podjetja Energetika Maribor d.o.o. za leto 2017, 2018 in 2019

## PREDSTAVITEV DELNIŠKE DRUŽBE NIGRAD – KOMUNALNO PODJETJE d.d.

Javno podjetje Nigrad, p. o. je ustanovil Mestni ljudski odbor z odločbo 9374/12 dne 10.12.1954. V letu 1961 se je podjetje preimenovalo v podjetje Nizke gradnje in poslovalo do leta 1985. Od 1985 leta je podjetje poslovalo kot komunalna delovna organizacija. Leta 1990 se je podjetje preoblikovalo v Javno podjetje NIGRAD p. o. Maribor. Skladno z novo zakonodajo je podjetje 04.02.1997 uspešno končalo proces lastniškega in statusnega preoblikovanja in se organiziralo kot delniška družba. S sklepom o preoblikovanju Javnega komunalnega podjetja Nigrad d. d. (MUV, št. 22/2009), se je Javnemu komunalnemu podjetju Nigrad d. d. ukinil položaj javnega podjetja.

Tabela 12.4: Podatki o izvajalcu GJS odvajanje komunalne odpadne vode

Naziv	Nigrad - komunalno podjetje, d.d.
Naslov	Zagrebška cesta 30, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI71083715
Odgovorna oseba	Matjaž Krevelj
Telefonska številka	+386 (0)2 45 00 300
E-pošta	info@nigrad.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

Znesek osnovnega kapitala družbe Nigrad d.d. znaša 3.679.235,50 EUR. Osnovni kapital je razdeljen na 440.846 navadnih kosovnih delnic. Lastniška struktura na dan 31. 12.2019 je predstavljena v spodnji tabeli. Glede na zastopanost lastnikov je Nigrad podjetje v pretežni javni lasti. Družba se uvršča med velika podjetja.

Tabela 12.5: Lastniški deleži v družbi (%)

Delničarji	Delež (%)
Mestna občina Maribor	56,9586
DUTB	24,9066
Energetika Maribor d.o.o.	7,3395
Občina Hoče – Slivnica	3,3390
Občina Rače-Fram	2,1633
Občina Ruše	1,4590
Nigrad d.d.	1,1720
Občina Selnica	0,9316
Občina Lovrenc na Pohorju	0,6292
Občina Pesnica	0,4253
Občina Kungota	0,3336
Občina Sv. Jurij v Slovenskih Goricah	0,2905



Občina Lenart	0,0490
Občina Duplek	0,0011
Občina Miklavž na Dravskem polju	0,0011

Vir: Letno poročilo družbe NIGRAD d.d. za leto 2019, Maribor, april 2020

Na dan 31. 12. 2019 je bilo v podjetju zaposlenih 263 delavcev, od tega 16 delavcev zaposlenih za določen čas. Največji odstotek zaposlenih delavcev je v službi javne prometne površine, in sicer 49,81 %. 17,49 % je zaposlenih v službi kanalizacija, 6,84 % v službi javna razsvetljava in semaforizacija, 4,18 % je zaposlenih v službi komerciala skupaj s skladiščem. V službi avto strojnega parka in mehanizacije je zaposlenih 5,32 %, 3,42 % pa v upravno-tehnični službi. Delež zaposlenih v podpornih dejavnostih (finance in računovodstvo z obračunom komunalnih storitev, informatika, pravno in kadrovske področje ter splošne službe z glavno pisarno) znaša skupaj 12,92 % vseh zaposlenih.

Glavne dejavnosti družbe:

- vzdrževanje javnih prometnih površin,
- izvajanje gradbenih in ostalih del za potrebe javnih prometnih površin,
- vzdrževanje in upravljanje določenih javnih parkirišč,
- zimska služba,
- vzdrževanje in upravljanje kanalizacijskega sistema, prečrpališč in čistilnih naprav,
- izvajanje gradbenih in ostalih del za potrebe komunalne infrastrukture,
- vzdrževanje javne razsvetljave in prometne semaforizacije,
- kataster,
- upravna služba,
- akreditirana dejavnost – laboratorij.

Kot koncesionar ali z občinskim odlokom pooblaščen izvajalec gospodarske javne službe (odvajanje, čiščenje ali oboje) družba Nigrad, d. d., vzdržuje več kot 750 km kanalizacijskega omrežja s pripadajočimi 120 objekti in 40 čistilnimi napravami, prisotna pa je v naslednjih občinah:

- Mestna občina Maribor (koncesija – odvajanje),
- Občina Hoče - Slivnica (koncesija – odvajanje),
- Občina Kungota (koncesija – odvajanje in čiščenje),
- Občina Miklavž na Dravskem polju (odlok – odvajanje),
- Občina Pesnica (koncesija – odvajanje in čiščenje),
- Občina Ruše (odlok – odvajanje in čiščenje),
- Občina Šentilj (koncesija – odvajanje in čiščenje),
- Občina Lovrenc na Pohorju (koncesija – čiščenje).

Kot koncesionar ali pogodbeni izvajalec vzdrževalnih, investicijskih in obnovitvenih del na omrežju javne razsvetljave in prometne semaforizacije družba Nigrad, d. d., vzdržuje 360 km omrežja javne razsvetljave s cca 18.000 svetilkami in 74 semaforiziranih križišč (73 v Mestni občini Maribor in eno v Miklavžu), prisotna pa je v občinah: Mestna občina Maribor, Občina Miklavž na Dravskem polju, Občina Benedikt.

Kot koncesionar ali pogodbeni izvajalec vzdrževalnih, investicijskih oz. obnovitvenih del na javnih prometnih površinah družba Nigrad, d. d., vzdržuje in upravlja cestno omrežje in javne površine v skupni dolžini 1000 km, v okviru zimske službe pa 750 km cest in ulic, 464 km pločnikov, 96 večjih križišč, 30 km<sup>2</sup> parkirišč in osem mostov. Prisotna je v naslednjih občinah: Mestna občina Maribor, Mestna občina Ptuj, Občina Miklavž na Dravskem polju.





Družba posluje finančno stabilno kot je to razvidno iz tabele v nadaljevanju, v kateri prikazujemo izkaz uspeha družbe za zadnja tri leta poslovanja. Poslovno leto 2019 je družba zaključila z dobičkom v višini 88.592 EUR, kar predstavlja 0,47 % celotnega prihodka.

V letu 2019 so se prihodki, odhodki in poslovni izid v primerjavi z letom 2018 zmanjšali, in sicer predvsem zaradi nižjih prihodkov iz naslova rednega vzdrževanja cest, milejše zime in manj asfaltnih prevlek ter manjšega obsega del na tržnem segmentu. Prav tako sta na slabši rezultat vplivala tudi izplačilo plač in oblikovanje rezervacij za zaposlena, ki sta se vrnila nazaj v delovno razmerje na podlagi sodbe delovnega sodišča.

Tabela 12.6: Izkaz uspeha družbe Nigrad d.d. za obdobje 2017 - 2019 (EUR)

	2017	2018	2019
<b>Čisti prihodki od prodaje</b>	<b>16.298.395</b>	<b>19.213.778</b>	<b>18.126.578</b>
<i>od tega najemnine</i>	<i>147.300</i>	<i>158.301</i>	<i>170.164</i>
Sprememba v rednosti zalog proizvodov in nedokončane proizvodnje	0	0	0
Usredstveni lastni proizvodi in lastne storitve	10.714	0	0
<b>Drugi poslovni prihodki (s prevrednotovalnimi poslovnimi prihodki)</b>	<b>597.204</b>	<b>299.997</b>	<b>488.836</b>
<b>Stroški blaga, materiala in storitev</b>	<b>9.763.294</b>	<b>11.684.363</b>	<b>10.710.652</b>
<b>Stroški dela</b>	<b>6.026.551</b>	<b>6.564.540</b>	<b>6.788.962</b>
<b>Odpisi v rednosti</b>	<b>1.523.487</b>	<b>769.342</b>	<b>916.789</b>
<i>Amortizacija</i>	<i>635.445</i>	<i>698.722</i>	<i>871.894</i>
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri neopredmetenih dolgoročnih sredstvih in opredmetenih osnovnih sredstvih</i>	<i>553.227</i>	<i>523</i>	<i>2.048</i>
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri obratnih sredstvih</i>	<i>334.815</i>	<i>70.097</i>	<i>42.847</i>
<b>Drugi poslovni odhodki</b>	<b>132.448</b>	<b>230.694</b>	<b>148.041</b>
<b>Finančni prihodki iz deležev</b>	<b>24.387</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Finančni prihodki iz danih posojil</b>	<b>19.103</b>	<b>55</b>	<b>170</b>
<b>Finančni prihodki iz poslovnih terjatev</b>	<b>92.010</b>	<b>22.600</b>	<b>30.883</b>
<b>Finančni odhodki iz oslabitve in odpisov finančnih naložb</b>	<b>14.539</b>	<b>23.762</b>	<b>0</b>
<b>Finančni odhodki iz finančnih obveznosti</b>	<b>10.077</b>	<b>11.501</b>	<b>9.224</b>
<b>Finančni odhodki iz poslovnih obveznosti</b>	<b>18.899</b>	<b>8.747</b>	<b>38.821</b>
<b>Drugi prihodki</b>	<b>558.518</b>	<b>65.148</b>	<b>55.048</b>
<b>Drugi odhodki</b>	<b>78.477</b>	<b>5.640</b>	<b>434</b>
<b>Davek iz dobička</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Odloženi davki</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>ČISTI POSLOVNI IZID OBRAČUNSKEGA OBDOBJA</b>	<b>32.559</b>	<b>303.489</b>	<b>88.592</b>

## PREDSTAVITEV PODJETJA AQUASYSTEMS d.o.o.

Storitev čiščenja komunalne odpadne vode opravlja podjetje Aquasystems d.o.o., ki je koncesionar Mestne občine Maribor za področje upravljanja s Čistilno napravo Maribor. Koncesijsko pogodbo je podjetje podpisalo 29. 7. 1998.

Mestna občina Maribor je projekt gradnje CČN uresničila s pomočjo javno-zasebnega partnerstva (JZP). Zasebni sektor v tej zgodbi predstavlja podjetje Aquasystems d.o.o., ki je izvedlo vse aktivnosti izgradnje CČN Maribor in mu je bila podeljena koncesija za čiščenje odpadnih voda. Mestna občina Maribor je v projekt JZP prispevala zemljišča na lokaciji Spodnji Bedlič v Dogošah, koncesionar Aquasystems d.o.o. pa je moral zagotoviti finančna sredstva za izvedbo investicije, tehnologijo in znanje s področja gradnje ter obratovanja postrojenj za čiščenje odpadne vode. Gre za prvo večjo in pomembnejšo tujo neposredno investicijo v Sloveniji in nasploh prvo v okoljevarstveno infrastrukturo.



Projektno podjetje Aquasystems d.o.o. je bilo ustanovljeno posebej za namen izvedbe za lokalno skupnost izredno pomembnega projekta BOT (built-operate-transfer) CČN Maribor. Po uspešno zaključeni kompleksni razvojni fazi projekta in štiri leta dolgi fazi izgradnje lahko po trinajstih letih zelo učinkovitega obratovanja koncesijo podjetja Aquasystems in izgradnjo CČN Maribor pripoznamo kot izjemen ter pozitiven regionalno referenčni projekt javno-zasebnega partnerstva na področju okoljevarstva.

Podjetje Aquasystems gospodarjenje z vodami d.o.o. je bilo ustanovljeno 4. 9. 1997. Podjetje se glede na število zaposlenih in letne prihodke uvršča med mala podjetja. Osnovne podatke o podjetju prikazuje tabela v nadaljevanju.

Tabela 12.7: Podatki o izvajalcu GJS čiščenje komunalne odpadne vode

Naziv	Aquasystems gospodarjenje z vodami d.o.o.
Naslov	Dupleška cesta 330, SI - 2000 Maribor
ID DDV	SI64170934
Odgovorna oseba	mag. Leon Lozar
Telefonska številka	+386 (0)2 450 37 80
E-pošta	info@aquasysems.si
Organizacijska oblika izvajalca javne službe	Gospodarska javna služba in koncesionar

Pri pregledu izkazov uspeha podjetja za zadnja tri leta poslovanja ugotavljamo, da podjetje posluje finančno stabilno, kar je razvidno tudi iz tabele v nadaljevanju iz katere izhaja, da je podjetje Aquasystems vsako preučevano leto zaključilo s pozitivnim finančnim rezultatom.

Tabela 12.8: Izkaz uspeha družbe Nigrad d.d. za obdobje 2017 - 2019 (EUR)

	2017	2018	2019
<b>Čisti prihodki od prodaje</b>	<b>7.672.696</b>	<b>7.812.904</b>	<b>7.875.648</b>
Sprememba v rednosti zalog proizvodov in nedokončane proizvodnje	0	0	0
Usredstveni lastni proizvodi in lastne storitve	0	0	0
<b>Drugi poslovni prihodki (s prevrednotovalnimi poslovnimi prihodki)</b>	<b>30.873</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
<b>Stroški blaga, materiala in storitev</b>	<b>1.362.089</b>	<b>1.332.159</b>	<b>1.543.361</b>
<b>Stroški dela</b>	<b>745.073</b>	<b>767.920</b>	<b>805.371</b>
<b>Odpisi v rednosti</b>	<b>1.787.097</b>	<b>1.795.944</b>	<b>1.621.936</b>
<i>Amortizacija</i>	<i>1.786.555</i>	<i>1.795.944</i>	<i>1.616.176</i>
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri neopredmetenih dolgoročnih sredstvih in opredmetenih osnovnih sredstvih</i>	<i>499</i>	<i>0</i>	<i>4.224</i>
<i>Prevrednotovalni poslovni odhodki pri obratnih sredstvih</i>	<i>42</i>	<i>0</i>	<i>1.536</i>
<b>Drugi poslovni odhodki</b>	<b>18.122</b>	<b>6.607</b>	<b>7.279</b>
<b>DOBIČEK IZ POSLOVANJA</b>	<b>3.791.187</b>	<b>3.910.273</b>	<b>3.897.701</b>
<b>Finančni prihodki iz deležev</b>	<b>371.036</b>	<b>55.365</b>	<b>21.120</b>
<b>Finančni prihodki iz danih posojil</b>	<b>0</b>	<b>12.636</b>	<b>13.919</b>
<b>Finančni prihodki iz poslovnih terjatev</b>	<b>30.381</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Finančni odhodki iz oslabilve in odpisov finančnih naložb</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Finančni odhodki iz finančnih obveznosti</b>	<b>0</b>	<b>383.391</b>	<b>316.546</b>
<b>Finančni odhodki iz poslovnih obveznosti</b>	<b>463.400</b>	<b>69</b>	<b>0</b>
<b>Drugi prihodki</b>	<b>8.195</b>	<b>8.343</b>	<b>9.048</b>
<b>Drugi odhodki</b>	<b>13</b>	<b>14.965</b>	<b>8.779</b>
<b>CELOTNI DOBIČEK</b>	<b>3.737.386</b>	<b>3.588.193</b>	<b>3.616.465</b>
<b>Davek iz dobička</b>	<b>698.038</b>	<b>677.843</b>	<b>736.716</b>
<b>Odloženi davki</b>	<b>3.220</b>	<b>-7.833</b>	<b>-60.377</b>
<b>ČISTI POSLOVNI IZID OBRAČUNSKEGA OBDOBJA</b>	<b>3.036.128</b>	<b>2.918.183</b>	<b>2.940.125</b>





## 12.3 PRILOGA 3 – EVROPSKE DIREKTIVE IN NACIONALNA ZAKONODAJA

### A. EVROPSKE DIREKTIVE

**Waste Framework Directive (2018/851/EC) - Okvirna direktiva o odpadkih** (Direktiva 2018/851 Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Direktive 2008/98/ES o odpadkih).

Določa osnovne pojme in opredelitve, povezane z ravnanjem z odpadki, kot so opredelitve odpadkov ali recikliranje. Uvaja hierarhijo ravnanja z odpadki, načelo "onesnaževalec plača" in "razširjeno odgovornost proizvajalcev" ter določa cilje ločenega zbiranja. Uvaja spodbujanje načel krožnega gospodarstva, povečevanja rabe energije iz obnovljivih virov, povečevanja energetske učinkovitosti, zmanjševanja odvisnosti Unije od uvoženih virov, zagotavljanja novih gospodarskih priložnosti in prispevanja k dolgoročni konkurenčnosti. Da bi gospodarstvo postalo resnično krožno, je treba sprejeti dodatne ukrepe za trajnostno proizvodnjo in porabo z osredotočanjem na ves življenjski cikel proizvodov na način, ki ohranja vire in zapre zanko. Učinkovitejša raba virov bi pripomogla tudi k znatnim neto prihrankom za podjetja, javne organe in potrošnike v Uniji, obenem pa bi pomagala zmanjšati skupne letne emisije toplogrednih plinov. Direktiva omenja, da bi bilo potrebno zvišati cilje priprave za ponovno uporabo in recikliranja odpadkov, določene v Direktivi 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta, saj bi tako bolje odražali prizadevanje Unije za prehod na krožno gospodarstvo.

V povezavi z: Obvestilom Komisije o tehničnih smernicah o razvrščanju odpadkov (2018/C 124/01). Namen tega obvestila je zagotoviti tehnične smernice o nekaterih vidikih okvirne direktive o odpadkih in Odločbe Komisije 2000/532/ES o seznamu odpadkov, kot je bila revidirana v letih 2014 in 2017.

**Landfill Directive (2018/850/EC) - Direktiva o odlagališčih** (Direktiva 2018/850 Evropskega parlamenta in Sveta o spremembi Direktive 1999/31/ES o odlagališčih odpadkov).

Njen namen je preprečiti ali zmanjšati škodljive učinke odlagališč odpadkov na okolje. Opredeljuje različne kategorije odpadkov in velja za vsa odlagališča. Razvršča tudi vrste odlagališč in države članice zavezuje, da na odlagališčih zmanjšajo biorazgradljive odpadke.

**Water Framework Directive (2000/60/EC; Uradni list L 327, 22/12/2000 str. 0001 - 0073) - Direktiva Evropskega parlamenta in sveta o določitvi okvira za ukrepe Skupnosti na področju vodne politike.**

Direktiva je bila sprejeta 23. oktobra 2000 s strani Evropskega parlamenta in Sveta Evropske unije. Namen te direktive je določiti okvir za varstvo celinskih površinskih voda, obalnega morja in podzemne vode ter s tem prispevati k zagotavljanju zadostnih zalog površinske in podzemne vode potrebne za trajnostno, uravnoteženo in pravično rabo vode, znatnemu zmanjšanju onesnaževanja podzemne vode ter varstvu teritorialnih in morskih voda in uresničevanju ciljev ustreznih mednarodnih sporazumov.

**Urban Waste Water Directive (91/271/EEC; 98/15/EC; Uradni list L 135, 30/05/1991 str. 0040 – 0052; Official Journal L 067, 07/03/1998 P. 0029 - 0030) - Direktiva Sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode**

Direktiva Sveta z dne 21. maja 1991 o čiščenju komunalne odpadne vode (UWWWD—Urban Waste Water Directive) in predpristopna pogodba zahtevata, da so vse aglomeracije, ki imajo obremenitve večje od 2.000 PE do konca leta 2015 opremljene s kanalizacijo, ki se zaključi s čistilno napravo. V Sloveniji imamo 159 takih aglomeracij na katerih bo potrebno zgraditi javno infrastrukturo s pomočjo sredstev iz Kohezijskega sklada. Pri tem so morale biti aglomeracije večje od 15.000 PE opremljene do leta 2010 (zbiranje in sekundarna obdelava), aglomeracije večje od 10.000 PE z odvajanjem na občutljivih območjih pa do konca leta 2008 (zbiranje in zahtevnejša obdelava).



Aglomeracije, ki so večje od 100.000 PE pa je bilo potrebno komunalno opremiti do konca leta 2008. Vsi ostali objekti, ki so manjši od 2.000 PE in ležijo na območjih Nature 2000, zavarovanih območjih ali območjih kopalnih rek, jezer ali drugih npr. turističnih območjih in katerih gostota poselitve (večja od 10 prebivalcev/ha in manjša od 20 prebivalcev/ha), se bodo sofinancirali iz Operativnega programa krepitve regionalnih razvojnih potencialov.

**Sewage Sludge Directive (86/278/EEC) - Direktiva Sveta z dne 12. junija 1986 o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu (86/278/EGS; Uradni list L 181, 04/07/1986 str. 0006 - 0012)**  
Namen te direktive je urediti uporabo blata iz čistilnih naprav v kmetijstvu na način, da se preprečijo škodljivi učinki na tla, vegetacijo, živali in ljudi, ter s tem spodbujati pravilno uporabo blata iz čistilnih naprav. Določa mejne vrednosti koncentracij težkih kovin v blatu.

**Nitrates Directive (91/676/EEC) - Direktiva Sveta z dne 12. decembra 1991 o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (91/676/EGS; Uradni list L 375, 31/12/1991 str. 0001 - 0008)**

Cilj Nitratne direktive, ki se nanaša na varstvo voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, je zmanjšanje onesnaževanja voda, ki ga povzročajo nitrati iz kmetijskih virov in nadaljnje preprečevanje tovrstnega onesnaževanja. Od držav članic zahteva, da vsaka opredeli vode, ki so že onesnažene ali bi lahko bile onesnažene z nitrati iz kmetijskih virov in na tej podlagi določi ranljiva območja. Na ranljivih območjih država članica pripravi in sprejme operativni program varstva pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov, pri čemer lahko za različna ranljiva območja ali dele ranljivih območij izdela tudi različne operativne programe. Zagotoviti mora spremljanje stanja površinskih in podzemnih voda ter morja. Vsaka štiri leta mora Evropski komisiji posredovati poročilo o spremljanju izvajanja zahtev Nitratne direktive. Evropska komisija na podlagi poročil držav članic pripravi skupno poročilo o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov za Evropski parlament. V Sloveniji je kot ranljivo območje določeno celotno območje države, Zahteve in ukrepi, določeni v operativnem programu, so za kmete obvezni.

**EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009 - Uredba (EU) 2019/1009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o določitvi pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu, spremembi uredb (ES) št. 1069/2009 in (ES) št. 1107/2009 ter razveljavitvi Uredbe (ES) št. 2003/2003, ki bo uredila to področje do sredine leta 2022.**

Ta uredba se uporablja za sredstva za gnojenje EU. Sredstva za gnojenje EU so lahko dostopna na trgu samo, če izpolnjujejo zahteve iz te uredbe.

**Industrial Emission Directive (2010/75/EU) - Direktiva 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) (Uradni list L 334, 17.12.2010, str. 17-119)**

Direktiva določa tudi pravila o celovitem preprečevanju in nadzoru onesaževanja okolja, ki je posledica industrijskih dejavnosti.

Ta Direktiva določa tudi pravila za preprečevanje ali, če to ni izvedljivo, za zmanjševanje emisij v zrak, vodo in tla ter za preprečevanje nastajanja odpadkov, da bi dosegli visoko stopnjo varstva okolja kot celote. Uporablja se za industrijske dejavnosti, ki povzročajo onesnaževanje okolja, iz poglavij II do VI torej za: kurilne naprave; sežigalnice odpadkov in naprave za sosežig odpadkov.

Ključni cilji upoštevanja EU direktiv so:

- Izbira ustrezne in ekonomsko ter okoljsko zadovoljive tehnologije ravnanja z blatom z izgradnjo potrebne infrastrukture;



- izgraditev ustrezne infrastrukture za odvajanje in čiščenje komunalnih odpadnih voda, ki so v državnem programu opredeljena kot območja, ki morajo biti opremljena s kanalizacijo skladno z evropskimi direktivami na področju odvajanja in čiščenja odpadnih voda in s predpristopno pogodbo,
- zmanjšanje vpliva na okolje (voda, tla).

Poleg tega obstajajo številna ustrezna sporočila Evropske komisije, ki so vredna posebne pozornosti zaradi močne povezave z EU politiko ravnanja z odpadki in krožnim gospodarstvom:

#### **Waste Shipment Regulation - Uredba (ES) št. 1013/2006 Evropskega parlamenta in Sveta o pošiljkah odpadkov.**

Določa postopke za nadzor pošiljk odpadkov za izboljšanje varstva okolja in določa sistem nadzora nad pretokom odpadkov. Zadeva skoraj vse vrste odpremljenih odpadkov.

#### **European Green Deal- Sporočilo o evropskem zelenem dogovoru**

Komisija je 11. decembra 2019 predstavila sporočilo o evropskem zelenem dogovoru. Zeleni dogovor je oblikovan kot predlog nove strategije EU za rast, katere cilj je preobrazba EU v podnebno nevtralnno, pravično in uspešno družbo s sodobnim, konkurenčnim in z viri gospodarnim gospodarstvom. Evropski zeleni dogovor zagotavlja splošno strategijo EU za učinkovito uporabo virov s prehodom z linearnega na krožni ekonomski model in si prizadeva obnoviti biotsko raznovrstnost in zmanjšati onesnaženje. Zlasti opredeljuje potrebo po zmanjšanju nastajanja odpadkov in predvideva spremembe pri zbiranju odpadkov v EU. EU se je zavezala, da bo do leta 2050 dosegla podnebno nevtralnno. Da bi dosegli ta cilj, bo potrebno preoblikovanje evropske družbe in gospodarstva, ki naj se izvede na čim bolj gospodaren in pravičen, pa tudi socialno uravnotežen način. V sporočilu Evropske komisije o zelenem dogovoru so predstavljene politične pobude, ki naj bi EU pomagale doseči cilj podnebne nevtralnosti do leta 2050. Svet obravnava zakonodajne in druge pobude v okviru evropskega zelenega dogovora, potem ko jih predlaga Komisija.

#### **Circular Economy Action Plan 2.0 - Akcijski načrt za krožno gospodarstvo 2.0**

Akcijski načrt za krožno gospodarstvo (11/3/2020) napoveduje posebne strategije za prehod z linearnega na krožni model za široko paleto materialov (plastika, tekstil, hrana, baterije, gradbeništvo itd.) in predvideva cilje zmanjševanja odpadkov ter ukrepe za spodbujanje ponovne uporabe, popravila in recikliranja. Akcijski načrt predstavlja nove pobude za posodobitev in preobrazbo našega gospodarstva ob hkratnem varstvu okolja, ki zajemajo celotno življenjsko dobo proizvodov. Temelji na želji, da bi proizvajali trajnostne proizvode, ki jih je mogoče dolgo uporabljati, ter državljanom in državljanom omogočili polno sodelovanje v krožnem gospodarstvu in izkoriščanje pozitivnih sprememb, ki jih to prinaša.

#### **EU Methane Strategy - Strategija EU za metan (14/10/2020)**

Cilj strategije EU za metan (14/10/2020) je zmanjšati emisije metana iz antropogenih virov, ki izvirajo iz energetskega, kmetijskega in odpadnega sektorja. Metan je za ogljikovim dioksidom drugi največji povzročitelj podnebnih sprememb. Poleg tega je močno lokalno onesnaževalo zraka, ki povzroča resne zdravstvene težave. Boj proti emisijam metana je zato bistvenega pomena za doseganje naših podnebnih ciljev za leto 2030 in cilja podnebne nevtralnosti do leta 2050 ter doprinos k cilju ničelnega onesnaževanja Komisije. Ena od prednostnih nalog strategije je izboljšati merjenje emisij metana in poročanje o njih. Spodbujati namerava rabo proizvodnje bioplina, pregnitega blata (kot sredstvo za izboljšanje tal) in biomaterialov iz komunalnih odpadkov, kmetijskih odpadkov, gnoja in vodnih odpadkov. Predvideva zlasti spodbujanje kompostiranja in anaerobne razgradnje.

**European Sustainable Investment Plan (SEIP) - Evropski načrt za trajnostne naložbe (14/01/2020)**

Evropski načrt za trajnostne naložbe (14/01/2020) je naložbeni steber evropskega zelenega dogovora in bo v naslednjem desetletju očitno mobiliziral vsaj 1 bilijon EUR trajnostnih naložb. Njegov namen je olajšati in spodbuditi javne in zasebne naložbe, potrebne za prehod na podnebno nevtralno, "zeleno" gospodarstvo.

**8th Environment Action Programme - 8. okoljski akcijski program (14/10/2020)**

8. okoljski akcijski program (14/10/2020). To je predlog sklepa Evropskega parlamenta in Sveta Evropske unije, ki bo vodil evropsko okoljsko politiko do leta 2030. Določa 6 prednostnih ciljev, povezanih s prehodom na krožno gospodarstvo, tako imenovano »zero-pollution ambition« za stanje brez onesnaževanja, obnovo biotske raznovrstnosti ali podnebno nevtralne celine do leta 2050, če omenimo le nekatere.

**B. NACIONALNA ZAKONODAJA**

Področje ravnanja z odpadnim blatom iz CČN je del dejavnosti širše opredeljene javne gospodarske službe odvajanja in čiščenje komunalne odpadne vode. Področje urejajo predpisi, izdani na podlagi:

- Zakona o varstvu okolja (ZVO-1) (Ur. l. RS št. 41/04, 17/06, 28/06 Skl.US: U-I-51/06-5, 39/06-UPB1, 49/06-ZMetD, 66/06 Odl.US: U-I-51/06-10, 112/06 Odl.US: U-I-40/06-10, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12, 97/2012 Odl.US: U-I-88/10-11, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16, 61/17 – GZ in 21/18 – ZNOrg, 84/18 – ZIURKOE, 158/20),
- Zakona o gospodarskih javnih službah (ZGJS) (Ur. l. RS št. 32/93, 30/98 ZZLPP0, 127/06 ZIZP, 38/10-ZUKN, 57/11-ORZGJS40),
- Zakona o vodah (ZV-1) (Ur. l. RS št. 67/02, 110/02 ZGO-1, 2/04 ZZdl-A, 41/04 ZVO-1, 57/08, 57/12, 100/2013, 40/2014, 56/15, 65/20) in
- Zakona o urejanju prostora (ZUreP-2) (Ur. l. RS št. 110/02, 8/03 – popr., 58/03 – ZK-1, 33/07 – ZPNačrt, 108/09 – ZGO-1C, 80/10 – ZUPUDPP in 61/17 – ZUreP-2)
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15);
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15, 76/2017, 81/2019);
- Pravilnik o občutljivih območjih (Uradni list RS, št. 98/15);
- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (Uradni list RS, št. 94/14 in 98/15);
- Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode (Sklep Vlade RS, št. 35400-6/2020/4 z dne 17. 09. 2020);
- Zakon o javno-zasebnem partnerstvu (Uradni list RS, št. 127/06).

**Zakon o varstvu okolja**

Zakon o varstvu okolja določa odvajanje in čiščenje odpadnih komunalnih in padavinskih voda kot obvezno lokalno javno službo, kar pomeni, da je lokalna skupnost odgovorna za pripravo sanacijskega programa za komunalne odpadne vode ter izvedbo nujnih investicij za sanacijo povzročene onesnaževanja. Za spodbujanje manjšega obremenjevanja okolja ter pospešeno odpravljanje njegovih posledic predpisuje država instrumente v obliki okoljske dajatve, ki jih plačujejo povzročitelji onesnaževanja okolja.





### **Zakon o gospodarskih javnih službah**

Zakon o gospodarskih javnih službah določa način in oblike izvajanja gospodarskih javnih služb. Gospodarske javne službe se določijo z zakoni s področja energetike, prometa in zvez, komunalnega in vodnega gospodarstva in gospodarjenja z drugimi vrstami naravnega bogastva, varstva okolja ter z zakoni, ki urejajo druga področja gospodarske infrastrukture. Pri zagotavljanju javnih dobrin je pridobivanje dobička podrejeno zadovoljevanju javnih potreb.

### **Zakon o vodah**

Zakon o vodah ureja upravljanje z morjem, celinskimi in podzemnimi vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči. Upravljanje z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči obsega varstvo voda, urejanje voda in odločanje o rabi voda. Ta zakon ureja tudi javno dobro in javne službe na področju voda, vodne objekte in naprave ter druga vprašanja, povezana z vodami. Cilj upravljanja z vodami ter vodnimi in priobalnimi zemljišči je doseganje dobrega stanja voda in drugih, z vodami povezanih ekosistemov, zagotavljanje varstva pred škodljivim delovanjem voda, ohranjanje in uravnavanje vodnih količin in spodbujanje trajnostne rabe voda, ki omogoča različne vrste rabe voda ob upoštevanju dolgoročnega varstva razpoložljivih vodnih virov in njihove kakovosti. Zakon določa tudi prepovedi in omejitve na področju odvajanja odpadnih voda.

### **Zakon o urejanju prostora**

Zakon o urejanju prostora ureja prostorsko načrtovanje in uveljavljanje prostorskih ukrepov za izvajanje načrtovanih prostorskih ureditev, zagotavljanje opremljanja zemljišč za gradnjo ter vodenje sistema zbirk prostorskih podatkov. Določa tudi pogoje za opravljanje dejavnosti prostorskega načrtovanja in določa prekrške v zvezi z urejanjem prostora in opravljanjem dejavnosti prostorskega načrtovanja.

**Na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode** je pomembna Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15, 76/17 in 81/19). Uredba se uporablja za komunalne in skupne čistilne naprave, namenjene čiščenju komunalne odpadne vode ali mešanic odpadnih voda. Uredba določa mejne vrednosti parametrov onesnaženosti odpadne vode na iztoku iz komunalne čistilne naprave s sekundarnim čiščenjem v Prilogi 1 Uredbe. Uredba prav tako določa, da za objekte, ki niso priključeni na javno kanalizacijo in za odvajanje in čiščenje odpadne vode uporabljajo greznice ali male komunalne čistilne naprave (MKČN) z zmogljivostjo do 50 PE, praznjenje greznic, odvzem blata iz MKČN in oskrbo obojega zagotavlja izvajalec gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja odpadnih vod kot obvezno storitev javne službe. Praznjenje greznic in odvzem blata iz MKČN se izvaja po Terminskem načrtu prevzema blata iz greznic ali MKČN, ki je pripravljen v Programu odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode za vsako občino in je potrjen s strani občin in odgovorne osebe izvajalca javne službe.

Področje odvajanja in čiščenja komunalne in padavinske odpadne vode urejajo še naslednji predpisi:

- Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Ur.l. RS, št. 87/12, 109/12, 76/17 in 78/19),
- Uredba okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Ur. l. RS, št. 08/12 in 98/15),
- Uredba o vodnih povračilih (Uradni list RS, št. 103/02, 122/07 in 3/21).
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju padavinske vode z javnih cest (Ur. l. RS, št. 47/05),
- Uredba o stanju površinskih voda (Uradni list RS, št. 14/09, 98/10, 96/13 in 24/16),
- Uredba o kakovosti površinskih voda za življenje sladkovodnih vrst rib (Uradni list RS, št. 46/02, 41/04-ZVO-1),
- Uredba o stanju podzemnih voda (Uradni list RS, št. 25/09, 68/12 in 66/16),
- Pravilnik o monitoringu stanja površinskih voda (Uradni list RS, št. 10/09, 81/11 in 73/16),



- Pravilnik o obratovalnem monitoringu stanja podzemne vode (Uradni list RS, št. 66/17, 4/18, 77/19 in 197/20),
- Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda (Ur. l. RS št. 94/14, 98/15),
- Pravilnik o določitvi vodne infrastrukture (Uradni list RS, št. 46/05),
- Pravilnik o merilih za odmero komunalnega prispevka (Ur. l. RS, št. 95/07, 61/17 – ZUreP-2 in 20/19)
- Pravilnik o kriterijih za določitev vodovarstvenega območja (Uradni list RS, št. 64/04, 05/06, 58/11 in 15/16).

**Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov RS** (št. 35402-1/2016/6 z dne 30. 6. 2016) prioritizira naslednje načine obdelave komunalnega blata:

- aerobna obdelava (kompostiranje),
- anaerobna obdelava v napravah za pridobivanje bioplina,
- odlaganje na kmetijske površine,
- termična obdelava zaradi pridobivanja energije,
- skladiščenje z namenom kasnejše rekuperacije fosforja.

Področje **ravnanja z odpadki in odpadnim blatom** dodatno urejajo naslednji predpisi:

- Uredba o prostorskem redu Slovenije (Uradni list RS, št. 122/04, 33/07 – ZPNačrt in 61/17 – ZUreP-2)
- Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15, 69/15 in 129/20),
- Uredba o odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14, 54/15, 36/16, 37/18 in 13/21),
- Uredba o emisiji snovi pri odvajanju izcedne vode iz odlagališč odpadkov (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o sežiganju odpadkov (Uradni list RS, št. 68/08, 41/09 in 8/16),
- Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16, 116/21),
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08),
- Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17)
- Operativni program varstva pred onesnaževanjem voda z nitrati iz kmetijskih virov,
- Smernice za izvajanje zahtev varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov,
- Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13, 56/15 in 56/18),
- Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Uradni list RS, št. 34/08 in 61/11),
- Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14),
- Uredba o obdelavi odpadkov v premičnih napravah (Uradni list RS, št. 34/08),
- Uredba o izvajanju Uredbe (ES) o pošiljkah odpadkov (Uradni list RS, št. 78/16),
- Pravilnik o izdelavi ocene odpadka pred odlaganjem in ocene nevarnega odpadka pred sežiganjem ter o izvedbi kontrolne kemične analize odpadkov (Uradni list RS, št. 58/16),
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15),

*ki v 19. členu uredbe določa, da je blato prepovedano izpuščati, odlagati ali odmetavati neposredno ali posredno v vode ali izpuščati v javno kanalizacijo.*

*Ne glede na prejšnji odstavek je obdelano ali neobdelano blato iz komunalne ali skupne čistilne naprave in preostalo blato iz obstoječe pretočne greznice, ki se v skladu s predpisom, ki ureja odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode prevzema in obdeluje v okviru obveznih storitev javne službe, dovoljeno izpuščati na komunalno ali skupno čistilno napravo, ki je namenjena izvajanju javne službe in je opremljena za prevzem in obdelavo blata.*

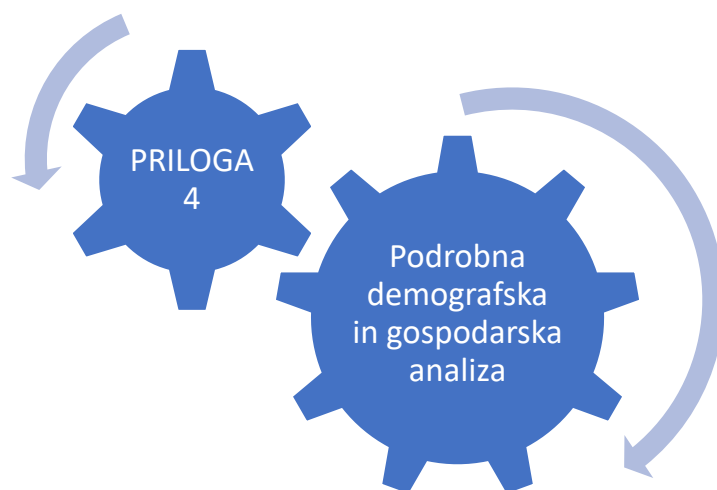
*Upravljevec čistilne naprave mora z blatom ravnati v skladu s predpisi, ki urejajo odpadke.*



*Ne glede na prejšnji odstavek se za prevzem, prevoz in obdelavo blata iz komunalnih čistilnih naprav in obstoječih pretočnih greznic, ki se izvajajo kot storitve obvezne občinske gospodarske javne službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode v skladu s predpisom, ki ureja odvajanje in čiščenje komunalne odpadne vode, predpisi, ki urejajo odpadke, ne uporabljajo.*

- Uredba o metodologiji za oblikovanje cen storitev obveznih občinskih gospodarskih javnih služb varstva okolja (Uradni list RS, št. 87/12, 109/12, 76/17 in 78/19)
- Uredba o obvezni občinski gospodarski javni službi zbiranja komunalnih odpadkov (Uradni list RS, št. 33/17 in 60/18)
- Uredba o načinu opravljanja obvezne državne gospodarske javne službe sežiganja komunalnih odpadkov (Uradni list RS, št. 123/04, 106/05, 6/16),
- Uredba o okoljski dajatvi za onesnaževanje okolja zaradi odvajanja odpadnih voda (Uradni list RS, št. 80/12 in 98/15)
- Uredba o vodovarstvenem območju za vodno telo vodonosnikov Ruš, Vrbanskega platoja, Limbuške dobave in Dravskega polja (Uradni list RS, št. 24/07, 32/11, 22/13, 79/15 in 182/20)
- Uredba o podporah elektriki, proizvedeni iz obnovljivih virov energije in v sproizvodnji toplote in elektrike z visokim izkoristkom (Uradni list RS, št. 74/16 in 74/20)

*V kateri je v 4. členu uredbe navedeno, da so podpore namenjene proizvodnim napravam OVE z energetske tehnologijami, ki med v 4. členu navedenimi energijami in potenciali izkoriščajo tudi energijo, pridobljeno iz plina, ki izvira iz blata čistilnih naprav odpadnih voda iz točke C 3 Priloge I te Uredbe.*





## 12.4 PRILOGA 4 - PODROBNA DEMOGRAFSKA IN GOSPODARSKA ANALIZA

Maribor je po velikosti drugo slovensko mesto. Je gospodarsko in kulturno središče severovzhodne Slovenije. Njegov položaj v presečišču prometnih poti iz srednje v jugovzhodno Evropo ter iz zahodne srednje Evrope v Panonsko nižino mu je odmerjal dokajšnjo vlogo že v preteklosti, odmerja mu jo danes in mu jo bo bržčas še bolj v prihodnosti. Ker leži le osemnajst kilometrov od državne meje z Avstrijo, predstavlja prag v našo državo, pa tudi na Balkan.



Slika 12.1: Maribor in Mestna občina Maribor.

Maribor je v slabem tisočletju doživil vzpone in padce. Ni bil veliko in pomembno mesto, sredi 18. stoletja pa se je vendarle začel počasi vzpenjati. Nov pospešek je dobil med prvo industrializacijo v drugi polovici 19. stoletja. Iz mirnega podeželskega mesteca, v katerem so živeli trgovci, v mnogih cehih združeni obrtniki, nekaj uradništva in vojakov pa malo plemstva, se je razvil v gospodarsko kar razgibano mesto.

V ustavni dobi po letu 1861 je Maribor postal politično, gospodarsko in kulturno središče Slovencev na Štajerskem. Mesto se je razmahnilo v novi državi, Kraljevini Srbov, Hrvatov in Slovencev (Jugoslaviji), potem ko je po koncu prve svetovne vojne razpadla Avstro-Ogrska. Postalo je važno upravno središče severovzhodne Slovenije, dobilo je vrsto kulturnih in prosvetnih institucij in kar nekaj nove industrije. Nadenj pa so se zgrnila družbena in politična nasprotja, značilna za takratno državo. Med drugo svetovno vojno je Maribor veliko trpel. Mnogo slovenskih razumnikov in drugih nasprotnikov nacizma je bilo pregnanih, uporniško gibanje, ki se je utrdilo v mestu, so oblastniki zatirali na vse načine; ustreljenih je bilo na stotine borcev in talcev. Povrh je bil Maribor med vojno še na moč porušen od letalskih napadov. Ko je bilo mesto leta 1945 osvobojeno, so se iz pregnanstva in vojaških enot vanj vračali nekdanji Mariborčani, pridružili pa so se jim ljudje iz raznih krajev Slovenije in tudi Jugoslavije. Obnoviti je bilo treba porušeno mesto, nato pa se lotiti graditve močne industrije.

Dolga leta je Maribor sodil v sam vrh jugoslovanske industrijske proizvodnje. A to mu ni bilo v poseben prid, saj se je razvijal zgolj industrijsko. Posledice enostranskega razvoja so bile posebej vidne ob razpadu Jugoslavije in izgubi pomembnega jugoslovanskega trga. V devetdesetih se je mesto tako znašlo v krizi. Propadanje nekoč največjih tovarn, brezposelnost in izseljevanje prebivalcev sta pripomogla k temu, da se je utrip mesta za nekaj časa tako rekoč ustavil.



## DEMOGRAFSKA ANALIZA

Občina Maribor je del podravske statistične regije. Meri 148 km<sup>2</sup>. Po površini se med slovenskimi občinami uvršča na 40. mesto.

Na dan 1. 7. 2020 je imela občina približno 104.988 prebivalcev (približno 50.992 moških in 53.996 žensk). Po številu prebivalcev se je med slovenskimi občinami uvrstila na 2. mesto. Na kvadratnem kilometru površine občine je živel povprečno 709 prebivalcev; torej je bila gostota naseljenosti tu večja kot v celotni državi (102 prebivalca na km<sup>2</sup>).

Število živorojenih je bilo v letu 2019 nižje od števila umrlih, zato je bil naravni prirast negativen, znašal je -325 prebivalcev. Število tistih, ki so se iz te občine odselili, je bilo višje od števila tistih, ki so se vanjo priselili. Selitveni prirast med občinami je bil tako negativen, znašal je -198. Na drugi strani je bil selitveni prirast s tujino pozitiven, saj se je v MOM priselilo več prebivalcev iz tujine kot pa se je vanjo odselilo. Skupni selitveni prirast upošteva selitveni prirast s tujino ter med občinami je bil pozitiven in je znašal 968 prebivalcev.

Po zadnjih dostopnih podatkih SURS-a je bila povprečna starost občanov 45 let in tako višja od povprečne starosti prebivalcev Slovenije (42,9 leta).

Med prebivalci te občine je bilo število najstarejših – tako kot v večini slovenskih občin – večje od števila najmlajših: na 100 oseb, starih 0–14 let, je prebivalo 178 oseb starih 65 let ali več. To razmerje pove, da je bila vrednost indeksa staranja za to občino višja od vrednosti tega indeksa za celotno Slovenijo (ta je bila 125). Pove pa tudi, da se povprečna starost prebivalcev te občine dviga v povprečju hitreje kot v celotni Sloveniji.

Podatki po spolu kažejo, da je bila vrednost indeksa staranja za ženske v vseh slovenskih občinah višja od indeksa staranja za moške. V občini je bilo – tako kot v večini slovenskih občin – med ženskami več takih, ki so bile stare 65 let ali več, kot takih, ki so bile stare manj kot 15 let; pri moških je bila slika enaka.

Predšolska vzgoja v Mestni občini Maribor se izvaja v 49 vrtcih in enotah otroških vrtcev. V šolskem letu 2019/2020 jih je obiskovalo 4.438 otrok. Od vseh otrok v občini, ki so bili stari od 1–5 let jih je bilo 75,5 % vključenih v vrtec, kar je manj kot v vseh vrtcih v Sloveniji skupaj (80,3 %). V tamkajšnjih osnovnih šolah (26 šol in podružnic) se je v šolskem letu 2019/2020 izobraževalo približno 9.046 učencev. Različne srednje šole je obiskovalo okoli 3.021 dijakov. Med 1.000 prebivalci v občini je bilo 32 študentov in 14 diplomantov; v celotni Sloveniji je bilo na 1.000 prebivalcev povprečno 39 študentov in 15 diplomantov.

Med 100 prebivalci občine jih je 48 imelo osebni avtomobil. Ta je bil star povprečno 10 let.

V obravnavanem letu je bilo v občini zbranih 438 kg komunalnih odpadkov na prebivalca, to je 79 kg več kot v celotni Sloveniji.

## ANALIZA GOSPODARSTVA

Med aktivnim prebivalstvom občine je bilo v letu 2019 v povprečju 11,6 % registriranih brezposelnih oseb, to je več od povprečja v državi (7,3 %). Med brezposelnimi je bilo tu – kot v večini slovenskih občin – več žensk kot moških.



Povprečna mesečna plača na osebo, zaposleno pri pravnih osebah, je bila v tej občini v bruto znesku za približno 4,4 % nižja od letnega povprečja mesečnih plač v Sloveniji, v neto znesku pa za približno 3,9%.

Po zadnjih dostopnih podatkih SURS-a, ki se nanašajo na leto 2019 je bilo v Mestni občini Maribor 11.465 podjetij, ki so skupaj ustvarila 6.330.245 mio prihodka ter zaposlovala 67.821 oseb kar je približno 5,9 oseb na podjetje.

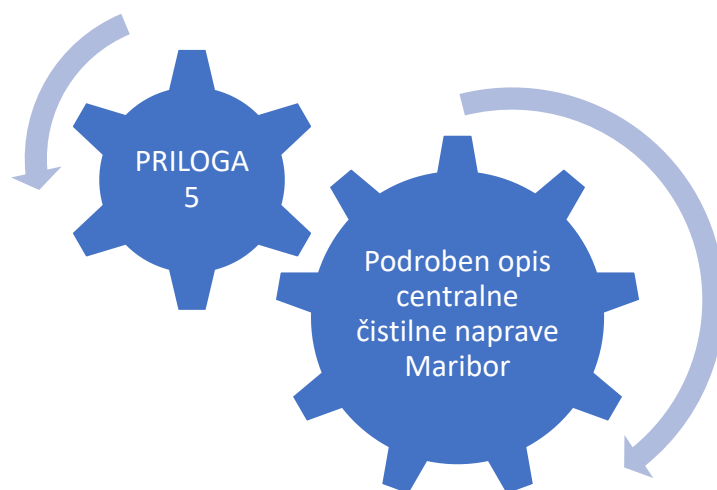
V nadaljevanju prikazujemo osnovne kazalnike gospodarstva za MOM.

**Tabela 12.9: Ekonomski kazalniki v občini**

	MOM	Slovenija	%
Delovno aktivno prebivalstvo po prebivališču (11/2020)	60.810	889.758	6,83%
Registrirane brezposelne osebe (12/2020)	6.559	87.283	7,51%
Stopnja registrirane brezposelnosti (11/2020)	13,2	8,6	153,49%
Bruto plača (11/2020)	1.952	2.027	96,30%
Neto plača (11/2020)	1.266	1.328	95,36%
Število podjetij (2019)	11.465	205.139	5,59%
Število oseb, ki delajo (2019)	67.821	940.948	7,21%
Prihodek (1000 EUR) - 2019	6.330.245	121.356.615	5,22%
Povprečno število zaposlenih v podjetju (2019)	5,9	4,6	128,26%

Vir: SURS, 2021







## 12.5 PRILOGA 5 – PODROBEN OPIS CČN MARIBOR

Čistilna naprava Maribor obsega naslednje objekte, oziroma tehnološke sklope:

### 01. predčiščenje z naslednjimi podsklopi

- lovilec gramoza
- grobe grablje
- vhodno črpališče
- fine grablje
- črpališče iztoka v kanal Hidrocentrale
- kompresorska postaja
- čiščenje zraka in prezračevanje
- čiščenje gošč iz greznic
- kotlovnica
- trafo postaja
- delavnica in skladišče
- oprema peskolova za izločanje peska, maščob in proizvodnjo stisnjenega zraka

### 02. peskolov in lovilec maščob

### 03. merilnik pretoka vode po predčiščenju

### 04. anaerobni bazen – odpade – ni potreben

### 05. prezračevalni bazen (denitrifikacija, nitrifikacija, odplinjevalna cona)

### 06. naknadni usedalnik

### 07. merilnik pretoka vode prečiščene vode

### 08. merilnik pretoka vode prečiščene vode

### 09. flotacija odvišnega blata

### 10. bazen flotiranega blata

### 11. strojno zgoščanje blata

### 12. začasna deponija blata

### 13. shramba in doziranje FeCl<sub>3</sub>

### 14. upravna zgradba

### 15. parkirni prostor

### 16. črpališče odcejene vode začasne deponije blata

### 17. elektro agregat in cisterna plinskega olja

### 25. dostopna pot

### 26. plato naprave

### 27. iztočni kanal v Dravo

### 28. iztočni kanal v kanal hidroelektrarne

### 29. sekundarne povezave (vodovodni razvodi, elektrika, odvajanje meteorne vode)

### 30. vodnjaki servisne vode

### LINIJA VODE

Zaradi povišanja platoja celotne CČN in s tem tudi objektov CČN ni več možno prvotno predvideno gravitacijsko prelivanje viška vode ob deževnem vremenu prek prelivnega roba ob vhodnem lovilnem jašku za pesek direktno v črpališče v kanal hidrocentrale.



V kolikor bi pri izvedenem povišanju platoja in objektov CČN še naprej vztrajali pri gravitacijskem prelivanju viška vode ob deževnem vremenu prek prelivnega roba ob vhodnem lovilnem jašku za pesek, bi zaradi višjega nivoja vode v dovodnem kanalu ob deževnem vremenu prihajalo do zalivanja dovodnega kanala, kar bi povzročalo prekomerno usedanje neraztopljenih snovi v dovodnem kanalu in motnje v delovanju Venturi merilnika pretoka pred CČN.

#### **DOVODNI KANAL NA CČN**

Pretežni del dovodnega kanala med Venturi merilnikom pretoka in objektom 01 je izveden kot DN1200mm (prvotno DN1600mm) z nagibom 6,1 % od nivoja 236,40 na 235,00 m.n.m.. Upošteva potreben minimalen nivo vode v vhodnem črpališču, je dovodni kanal med iztočnim delom Venturi merilnika in vtokom v objekt 01 stalno potopljen. Hitrost vode v tem delu cevovoda bo med 0,38 m/s pri  $Q_t = 1.531 \text{ m}^3/\text{h}$  in 1,72 m/s pri  $Q_{\text{max}} = 7.000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### **VHODNI LOVILNI JAŠEK ZA PESEK**

Jašek je opremljen s korčnim dvigalom za odstranjevanje večjih in težjih delcev iz dotekajoče odpadne vode. Ti delci bi lahko poškodovali nizvodno opremo in črpalke vhodnega črpališča. Izločeni delci se odlagajo v zabojnik. Zmogljivost vodnega lovilnega jaška je  $7.000 \text{ m}^3/\text{h}$ .

#### **VHODNO ČRPALIŠČE**

Črpališče črpa dotekajočo vodo na ustrezno višino, tako da je omogočen gravitacijski pretok linije vode na čistilni napravi. Črpališče je dimenzionirano tako, da lahko prečrpa največ  $7.500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Število in zmogljivost črpalk omogoča učinkovito obratovanje v obsegu  $650\text{-}7.500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Zaradi že omenjene spremembe višine platoja je vgrajena dodatna četrta črpalka. Obratovanje črpalk bo prek mejnih stikal oziroma PLC.

Pri obratovanju črpalk samo prek mejnih stikal bo najnižji nivo vode v črpališču bo 236,50 mn.m., najvišji pa 238,30 m.n.m. Tako pri najvišjem nivoju vode v vhodnem črpališču še ne prihaja do motenj v obratovanju Venturi merilnika pretoka, obenem pa zagotavlja maksimalno prilagajanje obratovanja črpalk dotoku na CČN in enakomerno obratovanje črpališča.

Pri obratovanju črpalk prek PLC je najnižji nivo vode v črpališču 236,78 mn.m. pri najmanjšem pretoku  $600 \text{ m}^3/\text{h}$  in najvišji 238,22 m.n.m. pri največjem pretoku  $7.000 \text{ m}^3/\text{h}$ . V tem primeru krmili obratovanje črpalk prek PLC ultrazvočni merilnik nivoja vode.

V primeru okvar PLC je sistem regulacije nastavljen tako, da črpalke tedaj obratujejo z maksimalno zmogljivostjo tj.  $2.500 \text{ m}^3/\text{h}$ . Vsaka črpalka je krmiljena z dvema nivojskima stikaloma. Predvideno število vklopov je manj kot 10/h.

Pri pretokih nad  $5.000 \text{ m}^3/\text{h}$  se odpre obtočni zasun za dotok v črpališče kanala hidrocentrale in voda iz kinete pred finimi grabljami izteka v črpališče kanala hidrocentrale. Največji možni obtok je  $4.500 \text{ m}^3/\text{h}$  in to tudi v primeru izpada el. energije.



Tabela 12.10: Karakteristike

sušni dotok	Qt	1.531 m <sup>3</sup> /h
sušni dotok	Qtmax	2.500 m <sup>3</sup> /h
deževni dotok	Qm	5.000 m <sup>3</sup> /h
število črpalk		4 (ena kot rezerva)
zmogljivost črpalk		4 x 2.500 m <sup>3</sup> /h
višina črpanja		10 mVS
število črpalk v obratovanju pri Qtmax		1
število črpalk pri Qm		3



Slika 12.2: Vhodno črpališče.

## MEHANSKO ČIŠČENJE

Ta del je opremljen s prelivi za delitev pretoka, zapornicami, finimi grabljami, napravami za obdelavo in sušenje odpadkov iz grabelj, ozračene peskolove in lovilce maščob.

Objekti so dimenzionirani za pretok do 5.000 m<sup>3</sup>/h. V sklopu mehanskega čiščenja je urejena tudi meritev pretoka in distribucija vode v linije biološkega čiščenja.

Tabela 12.11: Karakteristike

sušni dotok	Qt	1.531 m <sup>3</sup> /h
sušni dotok	Qtmax	2.500 m <sup>3</sup> /h
deževni dotok	Qm	5.000 m <sup>3</sup> /h
število bazenov		3
oblika peskolova		cilindrična
premer bazena		8,0 m
globina vode		6,3 m
skupna površina		3 x 50 = 150 ,2
skupna prostornina		3 x 154 = 462 m <sup>3</sup>
število zračnih črpalk		3 x 1
obremenitev površine pri Qtmax		16,7 m/h
obremenitev površine pri Qm		33,3 m/h
zadrževalni čas pri Qt		18,1 min
zadrževalni čas pri Qm		5,5 min
število črpalk za pesek		3 x 1
vrsta črpalke		centrifugalna
zmogljivost črpalke za pesek		3 x 50 m <sup>3</sup> /h pri 4 mVS
število črpalk za maščobe		3 x 1
vrsta črpalke		pnevmatska
število izdvajalcev peska		1



sušni dotok	Qt	1.531 m <sup>3</sup> /h
zmogljivost		50 m <sup>3</sup> /h
število naprav za izločanje maščob		1
količina izločenega peska		190.000 x 0,013 = 2.470 m <sup>3</sup> /leto (6,8 m <sup>3</sup> /d)



Slika 12.3: Fine grablje.

### ČIŠČENJE GOŠČ IZ GREZNIC

Postavljena je postaja za sprejem gošč iz greznic. V ta namen je vgrajena sejalna naprava in avtomatsko vzorčenje odpadnih gošč iz greznic. Zmogljivost postaje je 250 m<sup>3</sup>. Zadrževalni bazen omogoča izenačitev pretokov in sestave gošč. Zbirni bazen je opremljen z vso potrebno merilno opremo.

Tabela 12.12: Karakteristike

zadrževalni čas pri max. dotoku	1 dan
povprečni pretok zraka	382 N m <sup>3</sup> /h (pri 0,4 bar)
zmogljivost sejalne naprave	60 m <sup>3</sup> /h
število črpalk za gošče	4
vrsta črpalk	potopna črpalka
zmogljivost črpalke	2 x 20 m <sup>3</sup> /h

### ČRPALIŠČE V KANAL HIDROCENTRALE

Črpališče se uporablja za prečrpavanje delno prečiščene odpadne iz objektov predčiščenja v energetske kanal, cca 1.200 m stran od naprave. Črpališče bo dimenzionirano za črpanje maksimalnega pretoka 7.000 m<sup>3</sup>/h. Število in zmogljivost črpalk omogoča učinkovito obratovanje za vse pretoke.

Tabela 12.13: Karakteristike

največji pretok	7.000 m <sup>3</sup> /h
število črpalk	3
zmogljivost črpalke	3 x 2.350 m <sup>3</sup> /h
geodetska višina črpanja	17,5 m
premer cevi do energetskega kanala	1,2 m



Slika 12.4: Črpališče v kanal HE.

### **BIOLOŠKO ČIŠČENJE**

Biološko čiščenje odstranjuje suspendirane trdne delce skupaj z raztopljenim onesnaženjem (posebno BPK5, tn & tp). Biološko čiščenje je zasnovano na procesu aktivnega blata. Čiščenje obsega biološke bazene, ki obsegajo neprezračene (anoksične) ter prezračene (oksične) cone, katerim sledi končno izločanje bioloških kosmov iz vode.

Izgrajene so tri vzporedne linije biološkega čiščenja. Vsaka linija obsega prezračevalni bazen, naknadni usedalnik in merilnik pretoka na iztoku iz naknadnega usedalnika.

Proces čiščenja je zasnovan kot reaktor s čepovnim pretokom v treh vzporednih linijah za odstranitev ogljika, dušika in fosforja. V 2. fazi je predvideno biološko čiščenje ogljika nitrifikacija, denitrifikacija in kemijsko čiščenje fosforja s simultanim obarjanjem fosforja s kemijskimi sredstvi.



Slika 12.5: Biološko čiščenje.



Izvedena je gradnja predhodne denitrifikacije in sistema za interno recirkulacijo nitratnega dušika. Prostornina prezračevalnega bazena in obratovalni pogoji so preračuni za nitrifikacijo in denitrifikacijo. Kalkulirana obremenitev suhe snovi blata (0,12 do 0,16 kgTS/m<sup>3</sup>d) po zagotovitvi ONDEO Degremont še zagotavlja nitrifikacijo v vseh letnih pogojih obratovanja. Predvidena je ustrezna recirkulacija za povračanje nitratnega dušika (za zagotovitev denitrifikacije).

Tabela 12.14: Karakteristike

sušni dotok	Qt	1.531 m <sup>3</sup> /h
deževni dotok	Qm	5.000 m <sup>3</sup> /h
skupna prostornina denitrifikacije		3 x 2.000 = 6.000 m <sup>3</sup>
skupna prostornina nitrifikacije		3 x 9.000 m <sup>3</sup>
razmerje prostornine denitr./celotna prostor.		0,18
skupna prostornina prezrač. bazenov		3 x 11.000 = 33.000 m <sup>3</sup>
višina vode v denitrifikaciji		6,6 m
višina vode v nitrifikaciji		6,6 m
predvidena vsebnost suhe snovi blata		3 do 4 kgTS/m <sup>3</sup>
obremenitev suhe snovi blata		0,12 do 0,16 kgTS/m <sup>3</sup> d
mešanje denitrifikacije		3 x 2 potopni mešali
vnešena energija v denitrifikaciji		60.000/6.000 = 10 W/m <sup>3</sup>
obratovanje		24/24 h
zadrževalni čas v denitrif. coni pri Qt		3,9 h
zadrževalni čas v denitrif. coni Qm		1,2 h
gostota prezračeval		1,15 kosov/m <sup>2</sup>
število črpalk za povračanje blata		3 x 2
zmogljivost črpalk za povračanje blata		6 x 1.600 m <sup>3</sup> /h
število črpalk za odvišno blato		3 x 1
zmogljivost črpalk odvišnega blata		3 x 150 m <sup>3</sup> /h pri 6 mVS
število črpalk interne recirkulacije		3 x 2
zmogljivost črpalk interne recirkulacije		6 x 1.000 m <sup>3</sup> /h pri 2mVS
število mešal		3 x 3 potopna banana mešala
skupni zadrževalni čas pri Qt		21,5 h
skupni zadrževalni čas pri Qm		6,6 h
proizvodnja odvišnega sekundarnega blata		11.630 kgTS/d
dnevna poraba kisika pri 12 oC in čisti vodi		20.587 kg/d
konična urna poraba kisika in čisti vodi		1.224 kg/h
predvideni učinek vnosa kisika		38,7 %
korekcijski faktor (temp, globina vode)		0,55
dejanska dnevna poraba kisika		30.364 kg/d
število puhal		4 x 6.600/2.770 Nm <sup>3</sup> /h





Slika 12.6: Ozračevalni bazen.



Slika 12.7: Sistem ozračevanja.

## NAKNADNI USEDALNIKI

Tabela 12.15: Karakteristike

sušni dotok	Qt	1.531 m <sup>3</sup> /h
maksimalni sušni dotok	Qtmax	2.500 m <sup>3</sup> /h
deževni dotok	Qm	5.000 m <sup>3</sup> /h
vrsta usedalnika		radialni s horizontalnim pretokom
število bazenov		3 bazeni
premer bazena		50 m
skupna površina usedalnikov	S	3 x 1.963 = 5.890 m <sup>2</sup>
srednja globina	hcel	4,50 m
skupna prostornina usedalnikov		3 x 7.500 = 22.500 m <sup>3</sup>
dejanska obremenitev površine pri Qt	qA	0,26 m/h
dejanska obremenitev površine pri Qtmax	qA	0,42 m/h
dejanska obremenitev površine pri Qm	qA	0,85 m/h
povračanje blata pri Qt	RVe	100 %
zadrževalni čas pri Qt		14,7 h
zadrževalni čas pri Qm		4,5 h
nagib dna		1/12,5



Slika 12.8: Naknadni usedalnik.

## PUHALA

Tabela 12.16: Karakteristike

število puhal	4 (eno kot rezerva)
dobavna količina puhal	6.600/2.770 Nm <sup>3</sup> /h pri S.P. (0 oC in 1 bar)
nadtlak puhala	0,8 bar

## LINIJA BLATA

Blato se po zgoščanju v flotaciji črpa v objekt za strojno zgoščanje, kjer se zgošča v centrifugah. Zbirni bazen za blato omogoča obratovanje centrifug 5 dni v tednu. Na ta način se zmanjša prostornina blata za odlaganje,. Končno stabilizacijo blata se dosega z mešanjem strojno zgoščenega blata z apnom v prahu. Na platoju naprave je izgrajena deponija strojno zgoščenega blata za obdobje enega leta obratovanja CČN.

## BAZEN ZGOŠČENEGA BLATA

Tabela 12.17: Karakteristike

število bazenov	1
dimenzije bazena	12,5 x 8 m
globina blata v bazenu	3,1 m
prostornina bazena	300 m <sup>3</sup>
število črpalk za črpanje blata v centrifugo	2
zmogljivost črpalk zgoščenega blata	2-32 m <sup>3</sup> /h

## DEHIDRACIJA

Tabela 12.18: Karakteristike

število centrifug	2
pretok blata v centrifugi	do 20 m <sup>3</sup> /h
srednja vsebnost suhe snovi zgošč. blata	20 %
srednja dnevna količina zgoščenega blata	81,4 m <sup>3</sup> /d
odstotek odstranjenih trdnih delcev	95 %
predpostavljena poraba polielektrolita	10 kg/td.s
število naprav za pripravo in doziranje poliel.	2
število dozirnih črpalk	2
zmogljivost priprave polielektrolita	4,5 m <sup>3</sup> /h
zmogljivost dozirne črpalke	0,57 do 2,2 m <sup>3</sup> /h



število centrifug	2
dnevna poraba apna	3.250 kg/d
vrsta apna	v prahu
vsebnost suhe snovi blata po dodajanju CaO	25 %
proizvodnja zgošč. blata po dodajanju CaO	81,4 m <sup>3</sup> /d
število silosov za apno	1
prostornina silosa	80 m <sup>3</sup>



Slika 12.9: Objekt dehidracije blata.

#### ZAČASNA DEPONIJA BLATA

Deponija je velikosti ca 1,00 ha, ograjena z betonskim zidom višine 2,50 m, talna obloga je iz asfalta. Urejen je odvod meteorne vode in vode, ki se preceja iz blata do vmesnega zbiralnika izven deponije. Pristop do deponije je skozi odprtino v obzidju. Za zaščito pred vdorom umazane vode z deponije je vhod opremljen z nadvišano rampo. Celotni prostor deponije je s pregradnimi zidovi razdeljen na pet polj, ki so povezana s središčnim manipulativnim prostorom. Središčni prostor je najnižji in na njem je pokrit kanal za zbiranje vode.



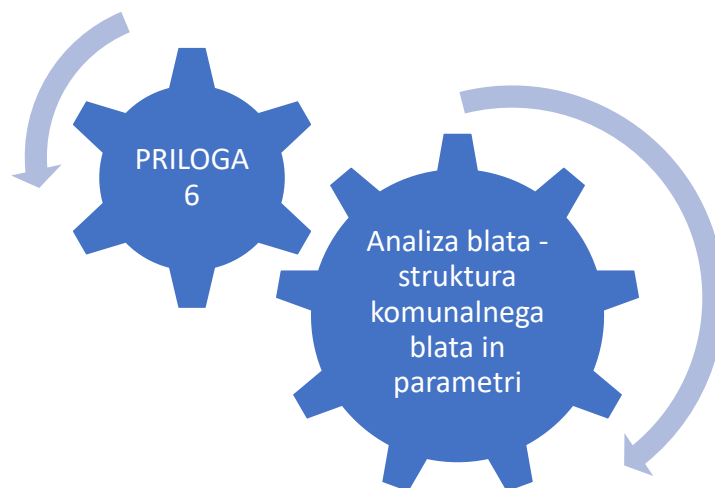
Slika 12.10: Začasna deponija blata.

## UPRAVNA STAVBA

Dvoetažen objekt obsega pisarne in prostore za administrativno osebje čistilne naprave.



Slika 12.11: Upravna zgradba.

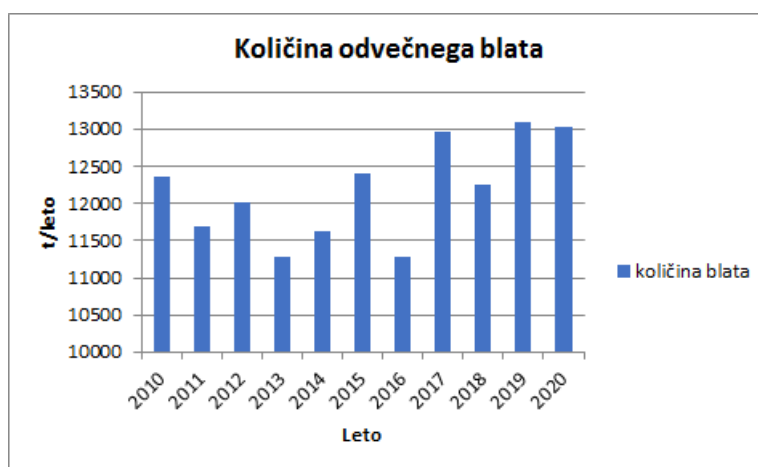




## 12.6 PRILOGA 6 - ANALIZA BLATA - STRUKTURA KOMUNALNEGA BLATA IN PARAMETRI

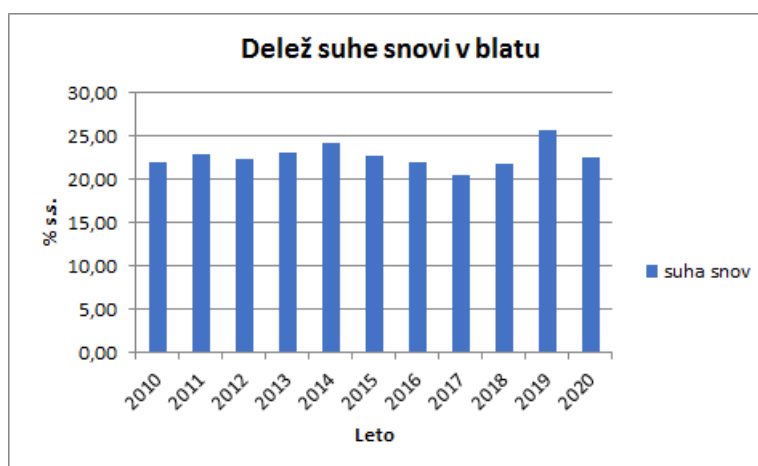
Odvečno biološko blato komunalnih čistilnih naprav za čiščenje odpadnih vod predstavlja pomemben tok komunalnih odpadkov. Blato nastaja pri čiščenju komunalne vode kot odvečni produkt - odpad. Tovrsten odpad ima v seznamu odpadkov klasifikacijsko številko 19 08 05 in ni nenevaren, saj vsebnost potencialnih okoljsko kritičnih komponent ne presega mejnih vrednosti.

Na CČN Maribor je v obdobju 2010–2020 nastalo med 11.000 in 13.000 ton odvečnega blata letno. Gre za dehidrirano in z živim apnom stabilizirano/higienizirano blato.



Slika 12.12: Gibanje količine odvečnega blata iz CČN Maribor v obdobju 2010–2020.

Vsebnost suhe snovi v blatu se je letno spreminjala. Gibala se je od 20,48 % do 25,61 %. Blato je vsebovalo v povprečju 23% suhe snovi.



Slika 12.13: Gibanje deleža suhe snovi v blatu v obdobju 2010–2020.

Ključno za presojo možnosti izrabe blata je dobro poznavanje njegovih makro in mikro elementov in komponentne sestave ter nekaterih drugih relevantnih lastnosti, poleg tega pa še obseg njihovih nihanj (fluktacij) med letom ter morebitnih časovnih trendov spreminjanja teh lastnosti.



CČN Maribor izvaja letne analize tega odpadka, kar omogoča statistično obdelavo rezultatov in so predstavljeni v tabeli v nadaljevanju. Analize blata za CČN Maribor trenutno izvaja IKEMA d.o.o. iz Lovrenca na Dravskem polju.

**Tabela 12.19: Karakteristična sestava in lastnosti odvečnega blata iz CČN Maribor**

Parameter/enota	Minimalna izmerjena	Maksimalna izmerjena	Povprečna izmerjena
	vrednost v obdobju 2010– 2020	vrednost v obdobju 2010– 2020	vrednost v obdobju 2010– 2020
Suha snov, %	20,48	25,61	22,66
Organska snov, % mase s.s.	60,92	67,83	64,85
Celotni organski ogljik, % s.s.	23,00	35,07	31,02
Klor, % Cl	< 0,1	< 0,1	< 0,1
Žveplo, % S	0,44	0,88	0,62
Dušik, celotni, % s.s.	0,55	6,91	4,56
Amonijev dušik, mg/kg	794,00	3.709,00	1.830,50
Fosfor, celotni, % s.s.	1,99	4,12	3,44
Kalij, % s.s.	0,41	0,54	0,47
Kalcij, % s.s.	12,00	18,20	14,57
Magnezij, % s.s.	0,91	1,40	1,07
Selen, mg./kg s.s.	< 2	3,3	2,62
Bor, mg/kg s.s.	20,07	39,00	28,27
Arzen, mg/kg s.s.	< 2	2,7	2,42
Kadmij, mg/kg s.s.	0,69	1,50	0,95
Celotni krom, mg/kg s.s.	23,81	85,00	47,47
Baker, mg/kg s.s.	131,35	220,00	165,78
Živo srebro, mg/kg s.s.	0,51	2,00	1,18
Nikelj, mg/kg s.s.	12,94	48,87	21,04
Svinec, mg/kg s.s.	27,20	59,00	40,47
Cink, mg/kg s.s.	509,75	1.058,33	708,20
Kurilna vrednost, MJ/kg <sub>k.p.</sub> *	0,8692	1,5350	1,1920

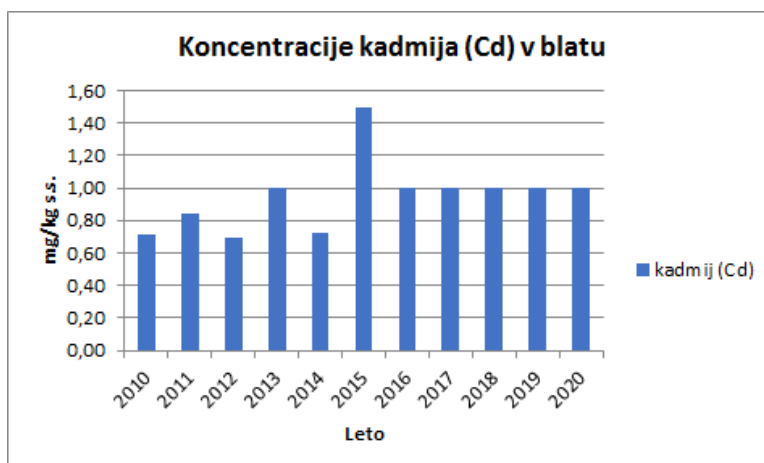
\* k.p.–kot prejeto

Odvečno blato ima izredno zanimive sestavine. Bogato je z mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, kot tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom. V obdobju 2010–2020 se je vsebnost fosforja v odvečnem blatu izmerila le petkrat. V letih 2010, 2011 in 2012 je bila izmerjena vsebnost fosforja v blatu 37,00 g P/kg s.s., leta 2013 nekoliko večja in sicer 41,20 g P/kg s.s.. Leta 2020 pa je bila izmerjena vsebnost fosforja v blatu le še 19,935 g P/kg s.s., kar so zelo nezanesljivi podatki in kaže na pomanjkljivost izvajanja meritev vsebnosti fosforja v odvečnem blatu.

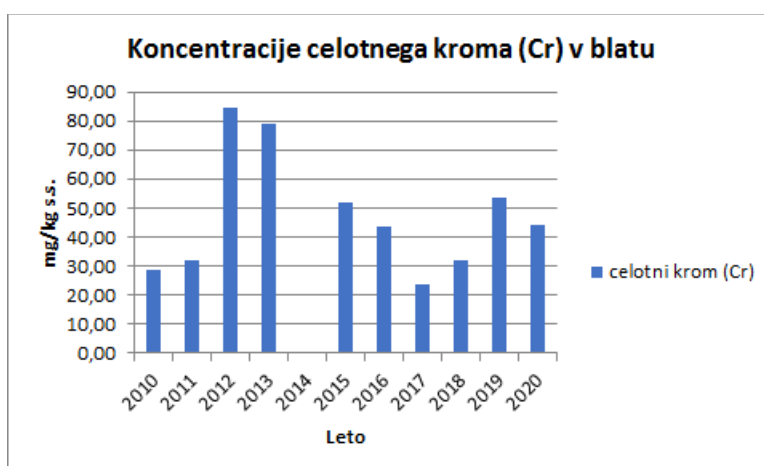
Na žalost pa so potencialno prisotne tudi moteče snovi, predvsem težke kovine. Veliko kanalizacijskih sistemov namreč zbira tudi industrijske odpadne vode oziroma imajo komunalne vode visoko naravno ozadje, zato so v blatu praviloma prisotne večje koncentracije težkih kovin. Ravno prisotnost težkih kovin zelo omejuje možnosti uporabe blata, ki je zakonodajno zelo strogo določena.

Največ težav povzročajo elementi z najnižjimi mejnimi vrednostmi, t. j. kadmij, živo srebro in nikelj. V nadaljevanju je prikazana koncentracija nekaterih bistvenih elementov. Nekateri parametri v določenih letih niso bili merjeni, zato so grafi v tistem letu prazni - leto 2014 za celotni krom, baker, nikelj in cink, ter leti 2013 in 2014 za žveplo. Nekatere vrednosti so minimalno prilagojene (Cd, Hg) - izmerjena vrednost v letu 2005 za kadmij je znašala < 1,5, v grafu pa je prikazana kot vrednost 1,5. V obdobju 2016 – 2020 so koncentracije kadmija nekoliko nižje in sicer < 1, v grafu so prikazane kot vrednost 1. Izmerjena vrednost za živo srebro v letih 2015 – 2016 in 2018 ter 2020 znaša < 1, v grafu je prikazana kot 1; vrednost < 2, pa je v grafu prikazana kot vrednost 2.

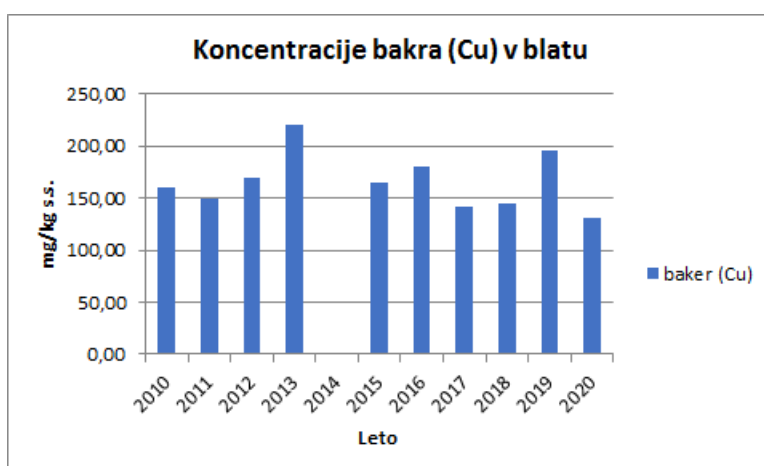




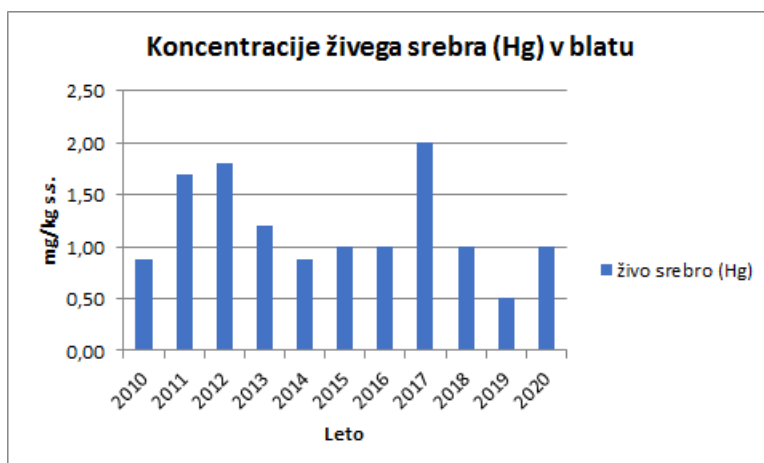
Slika 12.14: Količina kadmija v blatu v obdobju 2010–2020.



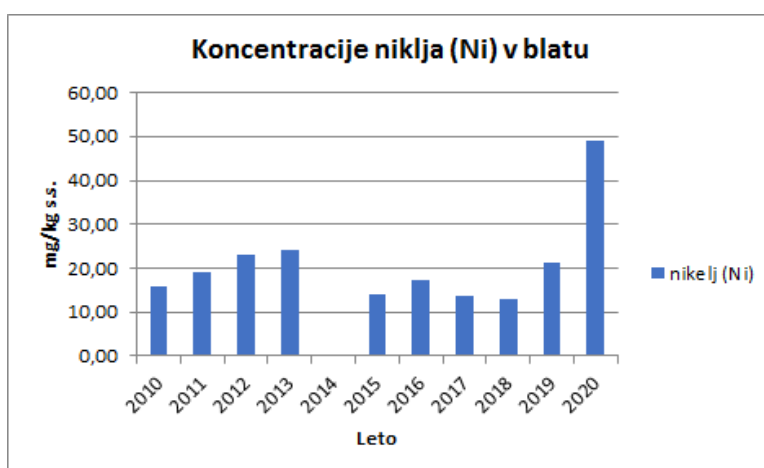
Slika 12.15: Količina celotnega kroma v blatu v obdobju 2010–2020.



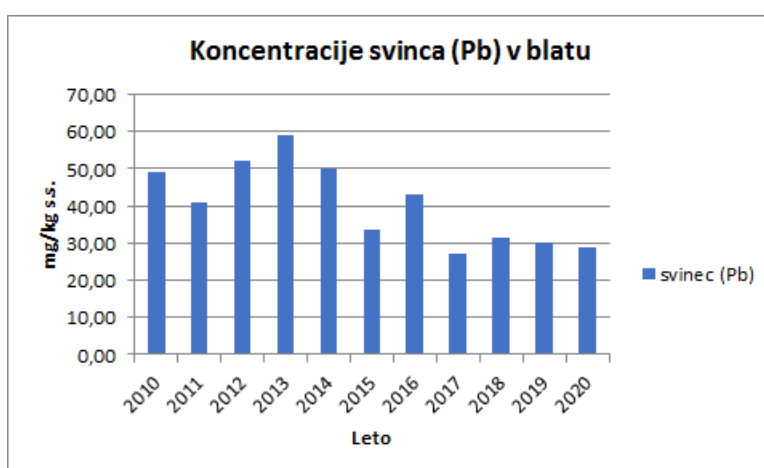
Slika 12.16: Količina bakra v blatu v obdobju 2010–2020.



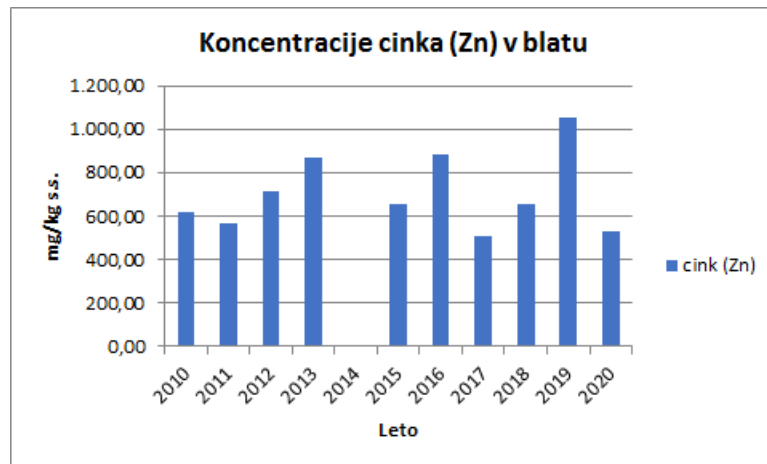
Slika 12.17: Količina živega srebra v blatu v obdobju 2010–2020.



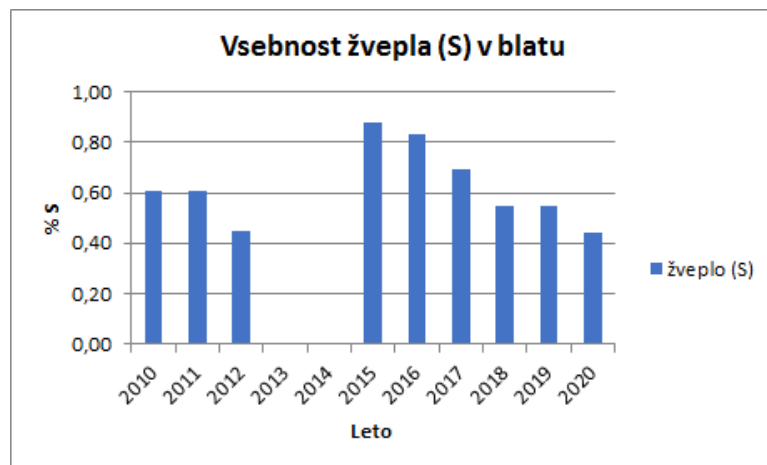
Slika 12.18: Količina niklja v blatu v obdobju 2010–2020.



Slika 12.19: Količina svineca v blatu v obdobju 2010–2020.



Slika 12.20: Količina cinka v blatu v obdobju 2010–2020.



Slika 12.21: Količina žvepla v blatu v obdobju 2010–2020.





## 12.7 PRILOGA 7 - PODROBEN OPIS VARIANTE 1 - ANAEROBNA OBDELAVA ODPADNEGA BLATA NA IZVORU

V okviru predmetne točke je predstavljena predhodna potreba spremembe tehnologije iz aerobne obdelave blata na anaerobno obdelavo blata na CČN Maribor, ki je osnova za nadaljnje predloge variant.

### PROIZVODNJA BIOPLINA

Definicija izraza bioplin (digester gas, biogas) je, da je to mešanica plinov, ki nastanejo pri anaerobni presnovi, prevladuje metan ( $\text{CH}_4$ ) in ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ )<sup>1</sup>.

Bioplinska produktivnost (BRP- biogas production rate) je volumen bioplina, ki ga proizvede 1m<sup>3</sup> reaktorja v enem dnevu).

Bioplinski potencial (biogas potential, BP) je maksimalna specifična proizvodnja bioplina. Maksimalni volumen bioplina, ki se ga da pridobiti iz mase substrata.

Anaerobne procese uporabljamo za čiščenje organsko močno obremenjenih odpadnih vod ( $\text{BPK}_5 > 500 \text{ mg/L}$ ,  $\text{KPK} > 1000 \text{ mg/L}$ ) in za dodatno obdelavo primarnega in sekundarnega blata iz konvencionalnih bioloških čistilnih naprav. Odpadne vode, ki so bogate z biorazgradljivimi organskimi snovmi, nastajajo običajno v kmetijstvu in prehranski industriji. Take odpadne vode je težko čistiti z aerobnimi sistemi čiščenja zaradi težav in cene, da bi zadovoljivo odstranili visoko potrebo pa kisiku in vzdrževanju aerobnih pogojev. Večina odstranjenih ogljikovih organskih snovi iz raztopine se med konvencionalnim biološkim čiščenjem odpadne vode pretvori v blato. To se lahko nadalje stabilizira aerobno ali, bolj običajno, z uporabo anaerobne presnove. Anaerobno čiščenje, čeprav počasno, daje vrsto prednosti pri čiščenju močno onesnaženih odpadnih vod.

Te vključujejo visoko stopnjo čiščenja, sposobnost čiščenja pri visokih obremenitvah, produkcijo majhne količine odvečnega blata, ki je normalno zelo stabilno, in produkcijo gorljivega plina (metan) kot končnega produkta. V nasprotju z aerobnimi sistemi pa z anaerobnim postopkom ni možna popolna stabilizacija organskih snovi, zato je pa anaerobnem čiščenju odpadnih vod potrebno še aerobno čiščenje. Iztok iz anaerobne čistilne naprave vsebuje raztopljene organske snovi, ki so primerne za aerobno čiščenje.

V tem poglavju bomo pretežno govorili o bioplinu, ki nastaja v čistilnih napravah za komunalne odpadne vode. Drugi primeri nastanka bioplina so:

- Tehnološke odpadne vode z velikim organskim onesnaženjem, na primer odpadne vode Pivovarne Laško
- Agroživilski kompleks, velika reja živali (na primer Farma Ihan)
- Male kmetije, tu so na trgu že majhne bioplinarne.

<sup>1</sup> Roš M, Toman M.J.: Izrazi ns področju voda, Fit media, 2007



## ODPADKI

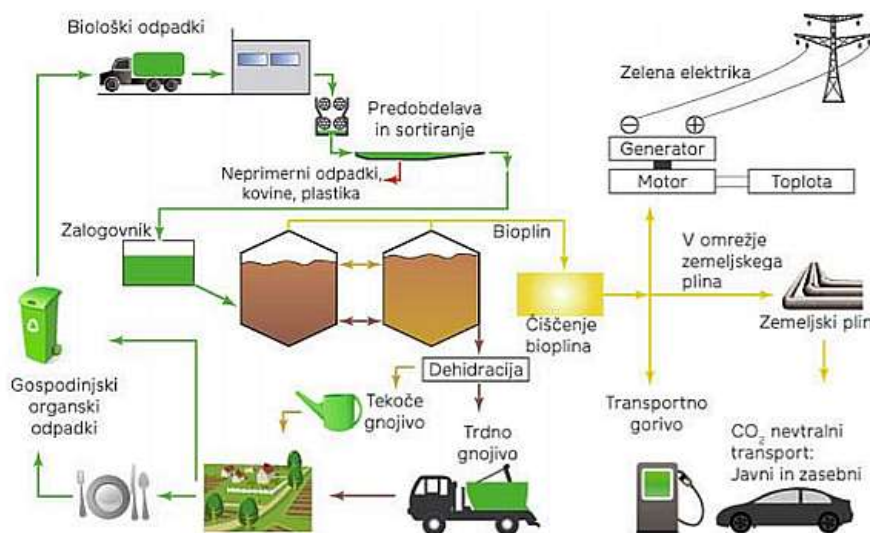
Pri odpadkih imamo dva različna vira bioplina. Starejša odlagališča odpadkov, kjer so bili odloženi neselektivno vsi odpadki, tudi organski, iz organskih odpadkov nastaja bioplin. Ta pojav je večkrat povzročil eksplozije bioplina in požare na odlagališčih. Danes na teh starih deponijah s sistemom odplinjevanja ta plin zbiramo in ga bodisi sežigamo na baklah (CERP Puconci) ali pa izkoriščamo za proizvodnjo električne enenergije (Odlagališče Pobrežje Maribor, odlagališče Bukovžlak Celje).

Pri sodobnih centrih za ravnanje z odpadki vstopajo odpadki v center ločeno po vrstah odpadkov, navajamo opis za CERO Ljubljana. Tisto, kar odložimo v črne zabojnike - preostanek odpadkov -, gre v tovarno, kjer odpadke zmeljemo in presejemo, ločimo v težko frakcijo, to so organski odpadki, in lahko frakcijo, ki je v glavnem gorljiva.

Ta gre v drugi objekt, kjer odstranimo primesi in jo obdelamo do kakovosti goriva z višjo (za cementarne) ali nižjo (za termoelektrarne) kalorično vrednostjo. Težka frakcija gre v biološke reaktorje, kjer poteka anaerobna razgradnja. V dveh tednih iz teh odpadkov nastane bioplin in digestat, ki ga posušimo in pošljemo v termično obdelavo. Bioplin poganja tri nove motorje, ki skupaj z obstoječimi pokrijejo potrebe Rcera po elektriki in toploti. Po obdelavi preostanka odpadkov bomo tako odložili med 5 in 10 odstotkov odpadkov, ki bodo brez škodljivih vplivov na okolje.

V drugem objektu predelujemo ločeno zbrane bio odpadke ter iz njih pridobivali kompost. Biorazgradljivi odpadki gredo najprej v poseben reaktor. Ta reaktor je velika betonska stavba, ki se z zunanje strani ogreva, da vzdržujemo temperaturo približno 55 stopinj Celzija. V reaktorju so mešala, ki to maso odpadkov mešajo in biodpadki potujejo od vstopa do izstopa iz tega reaktorja približno 3 tedne. V teh treh tednih se razkrajajo brez prisotnosti kisika in pri tej razgradnji nastaja bio plin. Ko pregnita masa pride iz reaktorja, se na določenih napravah ožame oziroma loči od vode. Tako dobimo suh del, ki ga prepeljemo v zorilni del, kjer ga dlje časa intenzivno prezračujemo in se pri tem še dodatno razkraja. Potem pa sledi še zadnja, tretja faza, ko pod nadstrašnico približno 3 mesece masa še dodatno zori do kakovosti komposta (<https://www.rcero-ljubljana.eu/aktualno/rcero-ljubljana-predstavili-medijem>).

Iz plina, ki nastane pri biološki predelavi odpadkov v RCERO Ljubljana, na leto proizvedejo 17.000 MWh električne energije in 36.000 MWh toplote. Bioplin nastaja pri anaerobni fermentaciji biorazgradljivih odpadkov, pridobljeni elektrika in toplota pa zadostujeta za obratovanje celotnega regijskega centra (<https://www.ljubljana.si/sl/moja-ljubljana/varstvo-okolja/krožno-gospodarstvo-v-mol/primeri-kroznega-gospodarstva-v-mestni-obcini-ljubljana/soproizvodnja-energije/>).



Slika 12.22: Shema predelave odpadkov v bioplin<sup>2</sup>.

V tej točki obravnavamo proizvodnjo bioplina iz prebitnega biološkega blata na komunalnih čistilnih napravah, v tem primeru govorimo o anaerobni obdelavi prebitnega blata. Za razumevanje procesov moramo najprej pregledati lastnosti komunalne odpadne vode kot vir biološkega blata.

Fizikalne lastnosti odpadne vode so: trdne snovi, motnost, temperatura, barva in vonj, koncentracija in specifična masa. Suspendirane snovi delimo na: celotne oz. totalne trde snovi (TS), celotne hlapne oz. volatilne snovi (TVS), celotne fiksirane snovi (TFS), celotne suspendirane snovi (TSS), hlapne suspendirane snovi (VSS), fiksirane suspendirane snovi (FSS), celotne raztopljene snovi (TDS), celotne hlapne raztopljene snovi (VDS), fiksirane raztopljene snovi (FDS) ter usedljive snovi. Izmed teh so najpomembnejše celotne trde snovi, ki so sestavljene iz plavajočih snovi, usedljivih snovi, raztopljenih snovi in koloidnih delcev. Motnost je lastnost, s katero izrazimo prepustnost svetlobe skozi vodo.

Kalnost vode povzročajo raztopljene in delno raztopljene snovi v odpadni vodi. Temperatura odpadne vode odločilno vpliva na življenje organizmov v vodi, na kemijske reakcije in reakcijske hitrosti. Z višanjem temperature vode se niža topnost kisika v vodi, intenzivneje pa pričnejo potekati biološki procesi. V aerobni čistilni napravi je optimalna temperatura za bakterijsko aktivnost med 25 in 35°C, medtem ko aerobni razkroj poteka do temperature 65°C. Koncentracija snovi izraža množino snovi, ki je pomešana z drugimi snovmi in se izraža v g/L ali kg/m<sup>3</sup>.

Med kemijske lastnosti prištevamo anorganske parametre, kot so: pH, kloridi, alkaliniteta, dušikove spojine, fosfor, žveplo, plini, ter organske parametre, kot so: KPK, BPK, TOC, AOX. PH vrednost je merilo za kislost in bazičnost. Čista voda ima pH pri 25°C okoli 7, kar je nevtravno, pH odpadne vode se zaradi raztopljenih snovi giblje med 6,5 in 8,5. Kloride v naravi najdemo v kamninah, voda pa jih na svoji poti spira in odnaša s seboj. Vir kloridov so človeški iztrebki, dodatno se kloridi znajdejo v odpadni vodi, saj se pogosto uporabljajo za mehčanje trde vode.

Alkaliniteta je parameter, s katerim merimo sposobnosti odpadne vode, da nevtralizira kislino. Alkaliniteto izražamo v mg/l kalcijevega karbonata.

<sup>2</sup> Vir: Zupančič in Grilc, 2012





Elementa dušik in fosfor sta pomembni hranili oz. nutrienti za rast mikroorganizmov, rastlin in živali. V naravi se odvija cikel, kjer dušik neprestano kroži med zrakom, prstjo, rastlinami in živalmi (Roš in Zupančič, 2010).

Kemija dušika je zapletena, saj dušik spreminja oksidacijska stanja tudi s pomočjo živih organizmov (Roš in Zupančič 2010). Amonijak je neorgansko onesnaževalo, ki je toksično za vodne organizme. V odpadni vodi ga najdemo v različnih oblikah, kot so: amonijak ( $\text{NH}_3$ ), amonij ( $\text{NH}_4^+$ ), dušikov plin ( $\text{N}_2$ ), nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ), nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ), organski dušik (N), ipd.

V odpadni vodi najdemo soli žveplovih spojin, kot so: vodikov sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ), sulfidni anion oz. sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ), sulfatni ion oz. sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ). Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) se biološko reducira pri anaerobnih pogojih v sulfid ( $\text{S}^{2-}$ ), ta pa ob prisotnosti vodika tvori vodikov sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ), ki je strupen in povzroča korozijo kovin. Povišane koncentracije sulfida ( $\text{S}^{2-}$ ) lahko v gniliščih ob aerobnih pogojih zavirajo biološke procese. Surove odpadne vode vsebujejo pline, ki se mešajo iz atmosfere: dušik (N), kisik ( $\text{O}_2$ ), ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ), ter pline, ki izvirajo iz razgradnje organskih snovi: vodikov sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ), amonijak ( $\text{NH}_3$ ) in metan ( $\text{CH}_4$ ). Onesnaževala vode so tudi sledovi nekaterih kovin: kadmij, krom, baker, železo, svinec, mangan, živo srebro, nikelj, cink, katerih čezmerne količine lahko negativno vplivajo na žive organizme.

Skupne organske spojine sestavljajo kombinacije elementov ogljika, vodika, kisika in dušika. V odpadni vodi se nahaja približno 40-60 % proteinov, 20-25 % ogljikovih hidratov ter 8-12 % olj in maščob. Vsebnost organskih snovi v odpadni vodi določamo z različnimi analiznimi metodami: biokemijska potreba po kisiku (BPK), kemijska potreba po kisiku (KPK), celotni (totalni) organski ogljik (TOC).

Biokemijska potreba po kisiku (BPK) predstavlja količino kisika, ki je potrebna za stabilizacijo ogljikovih organskih snovi skozi biokemijske procese. BPK je merilo za onesnaženje površinskih in odpadnih voda z biološko razgradljivimi organskimi in razgradljivimi anorganskimi snovmi. Metoda temelji na določanju kisika v vodi pred in po inkubaciji.

Kemijska potreba po kisiku (KPK) je količina kisika, ki je potrebna za oksidacijo organskih spojin. KPK predstavlja celotno organsko onesnaženje. Organske nečistoče določamo tako, da jih pri določenih pogojih oksidiramo in iz porabe oksidanta sklepamo količino organske snovi. S tem postopkom določimo vse organske snovi. Iz razmerja BPK in KPK lahko določimo, koliko organskih snovi v odpadni vodi je razgradljivih.

Celotni organski ogljik (TOC) določa koncentracijo organsko vezanega ogljika v odpadni vodi. TOC je množina ogljika prisotnega v vodi, v kateri so raztopljene ali suspendirane snovi. Določa se na podlagi oksidacije ogljika, prisotnega v organskih spojinah, v ogljikov dioksid.

Adsorbiljive organske halogene spojine (AOX) predstavljajo količino organsko vezanega klora, joda in broma, ki se veže na aktivno oglje. Ta parameter uporabljamo za nadzor lastnosti voda in je pokazatelj industrijskega onesnaževanja okolja.

Koristni mikroorganizmi, zaradi katerih potekajo procesi biološkega čiščenja, ki se nahajajo v odpadnih vodah, so bakterije, glive, praživali, virusi ter mikroskopske rastline in živali. Pozornost moramo nameniti nekaterim patogenim bakterijam, glivam, virusom, ki se pojavijo zaradi človeških izločkov in povzročajo razne okužbe ter bolezni, kot so kolera, tifus, diareja ter griža. Bakterije se določajo kot celotne koliforme (TC), fekalne koliforme (FC), fekalne streptokoke (FS).



## Faze čiščenja komunalnih odpadnih voda

Navajamo le faze, pomembne za nastanek bioplina, torej tako imenovano sekundarno fazo - biološko čiščenje. Mikroorganizmi razgrajujejo preostanek organskih snovi ter raztopljen in neusedljive dušikove in fosforjeve spojine. Procesi razgradnje potekajo na več načinov v odvisnosti od količine prisotnega raztopljenega kisika in prisotnosti nekaterih oksidiranih dušikovih spojin (nitrit, nitrat).

Sisteme čistilnih naprav delimo v tri skupine:

- naravne sisteme za čiščenje odpadne vode,
- sisteme čiščenja z aktivnim blatom in
- sisteme s pritrjeno biomaso

### NARAVNI SISTEMI ZA ČIŠČENJE ODPADNIH VODA

Lagune in namakalna polja se lahko uporabljajo kot čistilni sistem za čiščenje komunalne odpadne vode iz manjših naselij ali kot dopolnilno čiščenje drugim sistemom. Pri namakalnih poljih gre za kontroliran proces uporabe odpadne vode na površini zemlje. Biološki procesi razgrajujejo organske snovi. S filtracijo skozi zemljino se izločajo nekatere odpadne snovi, čiščena voda pa ostaja obremenjena z dušikom, fosforjem in strupenimi snovmi. Lagune so veliki plitvi bazeni ali sistemi povezanih bazenov, ki so vgrajeni v zemljino. V vsakem izmed bazenov ločeno poteka del celotnega cikla čiščenja. Z imenom rastlinske čistilne naprave imenujemo umetno zgrajene lagune ali mokrišča, ki posnemajo samočistilne in obnovitvene procese mokrišč. Vegetacija pripomore k razvoju mikroorganizmov in deluje kot vir ogljika za mikrobo, ki razpadajo.

Na ta način rastline odstranijo do 10 % onesnaževal, preostanek čiščenja opravijo naravni kemijski procesi in perifiton oz. skupine rastlinskih ter živalskih vodnih organizmov<sup>3</sup>.

### SISTEMI ČIŠČENJA Z AKTIVNIM BLATOM

Ena izmed najpogostejših metod čiščenja odpadne vode je postopek z aktivnim blatom, pri katerem se odpadna voda čisti s pomočjo organizmov v aktivnem blatu (biomasa) razpršenih v prezračevalnem bazenu (prezračevalniku) pri aerobnih pogojih, torej v prisotnosti kisika. Sistem z aktivnim blatom za pretvorbo in odstranjevanje raztopljenih, drobnih raztopljenih in koloidnih snovi izrablja metabolične reakcije mikroorganizmov, ti oksidirajo organsko snov in amonij v novo biomaso, pri tem pa porabljajo kisik, ki ga je potrebno mehansko dovajati v sistem. V prezračevalnem bazenu, ob prisotnosti predhodno razvitih kosmov in prisotnosti stalnega vira kisika ter mešanja, prihaja ob vtoku odpadne vode do bioloških reakcij med kosmi in organsko snovjo iz odpadne vode. Vsebinsko prezračevalnega bazena imenujemo suspenzija aktivnega blata. Po reakciji odteka voda iz prezračevalnika v naknadni usedalni bazen, kjer se suspendirane snovi gravitacijsko ločijo od čiščene vode. Del koncentrirane suspenzije aktivnega blata se iz nakadnega usedalnika se vrne v prezračevalnik (re-cikel) zaradi visoke vsebnosti mikroorganizmov, ki čistijo odpadno vodo, preostali del pa se izloči kot višek odpadnega blata.

<sup>3</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Panjan, 2012)



## SISTEMI ČIŠČENJA S PRITRJENO BIOMASO

Pri sistemih precejalnikov, rotirajočih bioloških konektorjev ter različnih biofiltrrov, je biomasa v obliki filma, ki vsebuje raznovrstne organizme (bakterije, praživali, alge, glive), pritrjena na nosilce. Precejalnik je reaktor s fiksnim biofilmom, ki služi kot podlaga za rast mikroorganizmov, ki se hranijo z organsko snovjo iz odpadne vode.

V reaktorju je vrteči razdelilnik za odpadno vodo. Rotirajoči biološki kontaktor je zaprt reaktor s horizontalno nosilno gredjo, na kateri so pritrjeni diski, ki so prekrti z biomaso. Reaktor s pritrjeno biomaso opravlja enako nalogo kot prezračevalnik z aktivnim blatom. Z biofiltri iz odpadne vode istočasno odstranjujemo raztopljene organske onesnaževalce in suspendirane snovi. Biomasa teh sistemov ima višjo koncentracijo in aktivnost kot pri postopkih čiščenja z aktivnim blatom<sup>4</sup>.

Terciarna faza čiščenja je običajno nadaljnja obdelava iztoka sekundarnega čiščenja, kjer se uporabljajo kemijski in fizikalno-kemijski postopki. V suspenziji odpadne vode se nahajajo koloidi oz. delci med pravo raztopino in suspenzijo. To so zelo majhne fino porazdeljene trde snovi, ki se med seboj odbijajo in se kljub gravitaciji ne usedajo, odstraniti jih je možno s postopki koagulacije, biokemijskim delovanjem ali membransko filtracijo. S pomočjo določenih kemikalij lahko s postopkom koagulacije destabiliziramo odboj koloidnih delcev.

Po destabilizaciji naboja koloidnih delcev običajno sledi postopek pospeševanja tvorbe kosmov oz. flokulacija. Tako združeni delci so večji in jih iz odpadne vode lažje odstranimo. Ionska izmenjava je postopek, ki se uporablja za mehčanje vode, odstranjevanje dušika in težkih kovin. Za ionske izmenjevalce se uporabljajo naravni ali sintetično pridobljeni materiali v obliki zrn, ki reagirajo tako, da iz odpadne vode izločijo določeno vrsto ionov.

Z naprednimi postopki čiščenja se po biološkem čiščenju iz vode odstranjujejo raztopljene in fino suspendirane snovi. Pri globinski filtraciji prehaja voda skozi granulirani filtrirni material (pesek, gramoz), v katerem se zadržijo suspendirane snovi. Za površinsko filtracijo se uporabljajo membranski filtri, kot na primer blago ali sintetični materiali. Nano in mikro delce se odstranjuje s posebnimi membranskimi filtri.

## Stranski produkti čiščenja odpadnih voda

Pri čiščenju odpadne vode na BČN se kot stranski produkti čistilnih procesov izločajo viški blata, mulja, gošč, peska in maščob. Na vsaki stopnji obdelave odpadne vode se izločajo odpadne snovi. Imamo torej več vrst odpadkov: odpadki z grabelj in sit, peskolova, maščobnika, primarnega usedalnika, sekundarnega usedalnika ter gnilišča. Viški iz posameznih enot BČN imajo različne lastnosti, zato je potrebno izbrati primeren način obdelave posameznih blat, glede na njihovo sestavo. Vsi viški iz BČN so v osnovi odpadki, ki imajo energetski in snovni potencial in jih je mogoče ob primerni obdelavi ponovno uporabiti.

Odvečno blato je po definiciji blato, ki se odstrani pri procesu čiščenja z aktivnim blatom z namenom, da bi preprečili čezmerno množino blata v sistemu. Gre torej za presežek aktivnega blata iz reaktorjev, ki se izloča pri procesih čiščenja odpadne vode in ga je potrebno redno odstranjevati. Za potrebe skladiščenja blata in mulja je potrebno na komunalni čistilni napravi (KČN) zagotoviti deponije primernih velikosti. Možnih je več načinov obdelave blata, navadno proces obdelave blata poteka v več stopnjah. Odvečno blato iz KČN je v veliki meri biološkega izvora z deležem 50-90 % organskih biološko razgradljivih komponent, preostanek je anorganski. Največ blata se izloči v fazi predčiščenja in biološkega čiščenja, manjši delež predstavljajo blata, ki nastajajo pri kemijskih procesih.

<sup>4</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš 2001)



Na grabljah se ujamejo veliki delci in odpadki ter večji delci peska, torej pretežno anorganske snovi. V primarnem usedalniku z lovilnikom maščob se na dno useda primarno, dokaj usedljivo blato, med tem ko na površino izplavajo maščobne gošče. Pri procesu biološke faze čiščenja nastaja sekundarno blato v suspendirani obliki, to so prirasli mikroorganizmi, ki so se hranili z onesnaževali v odpadni vodi. Prav tako pri procesu nitrifikacije nastajajo suspendirane snovi, kjer je prirast mikroorganizmov manjša kot pri sekundarnem blatu in posledično manjša količina razgradljivega dela blata.

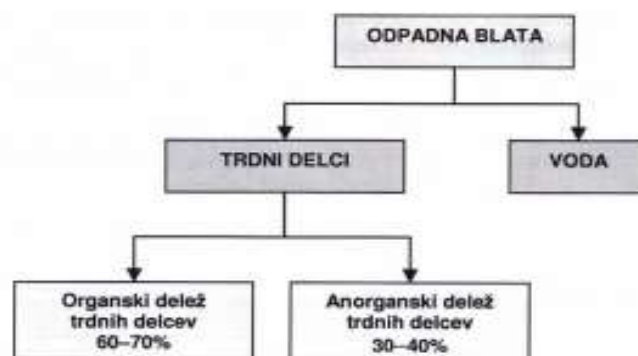
### Lastnosti odvečnega blata

Za nadaljnjo obdelavo blat in blatenice (vode, ki po obdelavi blat nastaja) je potrebno poznati sestavo in lastnosti blata. Spodnja tabela prikazuje lastnosti blat iz BČN.

Tabela 12.20: Lastnosti blata iz BČN <sup>5</sup>.

Blato	Opis
grablje	Tušaj se izločajo odpadki in delci peska. Delež organske snovi se spreminja glede na vrste odpadkov. Sestava blata je takšna, da ga je v večini primerov možno deponirati.
maščobna gošča	Maščobna gošča je sestavljena večinoma iz maščob in delcev, ki so se ujeli med maščobo. Sestavljena je iz rastlinskih in živalskih maščob in manjših delcev ostankov odpadkov. Specifična teža maščobne gošče je nižja od 1.0, zato plava na vodi. Ponavadi ima gnjod vonj in je svetle rjave ali sive barve.
primarno blato	To so usedeni suspendirani delci iz primarnega usedalnika, specifične teže večje od 1.0. Blato je temno rjave barve, sluzvaste konsistence in ima močan smrdeč vonj.
blato iz kemijskih postopkov obdelave	Blato je temne barve, vonj je rahlo neprijeten. Konsistenca blata je zaradi dodajanja koagulantov želatinasta.
biološko blato – suspendirano	Blaton je ponavadi rjave barve in kosmičaste oblike, urna neprijetnega vonja. Če je barva temna, blatu primanjkuje kisika, če je barva svetla, je bilo prezračevanje močno.
biološko blato – prirasta biomasa	Blato je rjave barve in ne smrdi dokler so pogoji anaerobni in je blato sveže.

Blato je sestavljeno iz suspendiranih delcev (suhe snovi) in vode, kot prikazuje spodnja shema .



Slika 12.23: Sestava odvečnih blat <sup>6</sup>.

<sup>5</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (povzeto po Roš in Zupančič 2010, str. 202)

<sup>6</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Samec in Lobnik, 2009, str. 126)



Pri tekočem blatu je suhe snovi (SS) približno 10 %, kar predstavlja mejo med tekočim blatom in blatom trdne oblike. Največ SS vsebuje primarno blato, ki ga mehansko lahko posušimo do maksimalno 40 % vsebnosti SS. Če želimo višjo vsebnost SS, je potrebna termična obdelava. Z višanjem deleža SS v blatu se niža vsebnost vode, kar pomeni zmanjšanje volumna blata in s tem posledično zmanjšanje količine blata, kar olajša nadaljnje postopke obdelave. Volumen blata je v največji meri odvisen od vsebnosti vode v odvečnem blatu. Blato z višjim deležem organskih snovi ima tudi višjo kurilno vrednost<sup>7</sup>.

Spodnja tabela podaja deleže komponent tipične sestave blata.

Tabela 12.21: Tipična kemijska sestava blata<sup>8</sup>

Parameter	Primarno blato	Biološko blato
suha snov (suspendirani delci), %	5-9	0,8-1,2
organska snov (% suhe snovi)	60-80	60-90
maščobni delež (% suhe snovi)	13-35	5-12
beljakovine (% suhe snovi)	20-30	32-41
dušik (N, % suhe snovi)	1,5-4,0	2,4-5,0
fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , % suhe snovi)	0,8-2,8	2,8-11
kalij (K <sub>2</sub> O, % suhe snovi)	0-1	0,5-0,7
celuloza (% suhe snovi)	8-15	-
železo (ne kot sulfid)	2,0-4,0	-
silikati (SiO <sub>2</sub> , % suhe snovi)	15-20	5-20
pH	5,0-8,0	6,5-8,5
alkaliniteta (mg/L kot CaCO <sub>3</sub> )	500-1500	580-1100
organske kisline (mg/L kot acetat)	200-2000	1100-1700
kurilna vrednost (kJ/kg suhe snovi)	23000-29000	19000-23000

Parametri, ki opisujejo sestavo in strukturo odpadnih blat so:

- vsebnost trdnih snovi in vsebnost vode,
- delež organskih snovi,
- sposobnost zgoščevanja oz. dehidracije,
- pH vrednost,
- vsebnost in količina organskih kislin,
- vsebnost težkih kovin in toksičnih snovi<sup>9</sup>.

Spodnja tabela prikazuje vsebnost trdnih snovi in organskih trdnih delcev v različnih vrstah blata. Iz tabele je razvidno, da ima največjo vsebnost trdnih delcev primarno blato, najmanjšo pa aktivno (sekundarno) blato.

<sup>7</sup> Roš in Zupančič, 2010

<sup>8</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Zupančič, 2010, str. 203)

<sup>9</sup> Samec in Lobnik, 2009, str.126

Tabela 12.22: Vsebnost trdnih snovi in določanje trdnih snovi v odpadnih blatih<sup>10</sup>.

Blato	Vsebnost trdnih delcev [gTS/E-d]	Vsebnost organskih trdnih delcev [gTS/E-d]	Delež trdnih delcev [%]
Primarno blato	45	30	5,0
Sekundarno blato	35	20	0,7
Terclamo blato	15	3	2,0

Količina nastanka odvečnega blata je pogojena z onesnaženostjo odpadne vode, vrste čistilne naprave ter izbire procesov čiščenja.

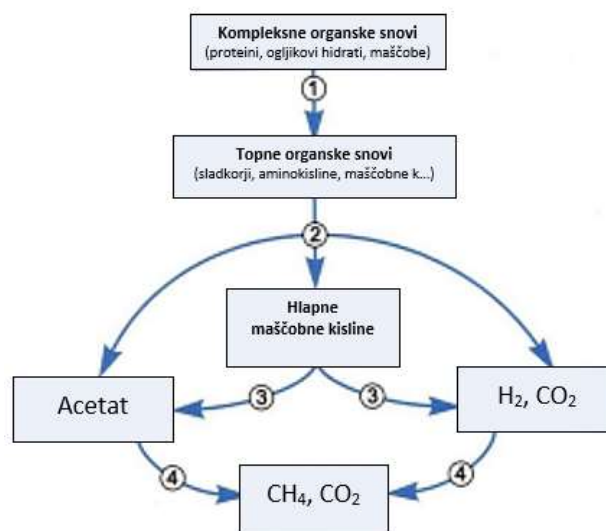
### Anaerobna presnova

Gre za vrsto biokemijski procesov, kjer mikroorganizmi razgradijo organske snovi v zaprtem brezračnem okolju tj. brez prisotnosti kisika. Takšna stabilizacija se pogosto uporablja za obdelavo blata iz ČN, saj kot stranski produkt zmanjševanja količine blata nastaja bioplin.

Anaerobna presnova poteka v zaprtih anaerobnih gniliščih. Procesu anaerobne stabilizacije potekajo v štirih fazah glede na biokemijske reakcije, in sicer:

- hidroliza (1),
- acidogeneza (2),
- acetogeneza (3),
- metanogeneza (4)<sup>11</sup>.

Naslednja shema prikazuje prehod snovi med fazami (1-4), s pomočjo biokemijskih reakcij pri procesu anaerobne presnove.



Slika 12.24: Biokemijske reakcije in poti anaerobne presnove.

<sup>10</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Samec in Lobnik, 2009, str. 127)

<sup>11</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš, Zupančič, 2010, str. 215)





Pri hidrolizi odvečnega blata gre za fizikalno-kemijski proces, kjer se celice mikroorganizmov raztrgajo in anaerobni mikroorganizmi pričnejo s predelavo organskih snovi. Postopek se lahko izvede z natrijevo lužino, z ultrazvokom, z ozonom, z gama žarki ali s strižnimi silami. V fazi hidrolize se kompleksne organske snovi (biopolimeri) razgradijo ter presnovijo v manjše enote, kot so mono in oligomeri. Ogljikovi hidrati se s pomočjo hidroliznih mikroorganizmov (encimi, glive, bakterije) razgradijo v enostavne sladkorje, lipidi v maščobne kisline in proteini v aminokisline.

V fazi acidogeneze mikroorganizmi pretvorijo manjše organske molekule v hlapne maščobne kisline, med katerimi prevladuje očetna kislina.

Na stopnji acetogeneze se pretvorijo še preostale maščobne kisline v očetno kislino.

Zadnja faza anaerobnega cikla je metanogeneza, kjer metanogene bakterije kot glavno hrano in substrat porabljajo očetno kislino, da proizvajajo bioplin. Na ta način nastane 90 % bioplina, ostalih 10 % nastane iz redukcije ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>) in vodika (H<sub>2</sub>). Metanogene bakterije so strogo anaerobne, saj kisik nanje deluje toksično. Na koncu anaerobnega cikla se iz reaktorja poleg nastalega bioplina izloči predelan organski material (digestat), ki vsebuje odmrle mikroorganizme skupaj z organskimi ostanki, ki jih slednji niso mogli prebaviti.

Bioplin, ki nastaja, vsebuje metan (CH<sub>4</sub>), ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>) in vodikov sulfid (H<sub>2</sub>S). Delež metana v bioplinu je odvisen od količine maščobnega substrata, delež ogljikovega dioksida od količine ogljikovih hidratov, delež vodikovega sulfida pa od količine beljakovinskega substrata.

### Parametri anaerobne razgradnje

Dejavniki, ki vplivajo na anaerobno presnovo, so: temperatura, Redox potencial, razmerje ogljika in dušika, vrednost pH, inhibitorne snovi ter dodatki organskih substratov blatu. Inhibitorne snovi v tem primeru predstavljajo tisto vrednost oz. koncentracijo snovi, pri kateri se zmanjša anaerobna aktivnost in s tem zniža nastanek bioplina. V primeru, ko se proces proizvodnje bioplina zmanjša za 70 %, govorimo o toksičnosti.

Spodnja tabela prikazuje optimalne vrednosti parametrov potrebnih za anaerobno presnovo.

Tabela 12.23: Pogoji optimalnega delovanja anaerobne presnove<sup>12</sup>.

Parameter	Hidroliza/ Acidogeneza	Metanogeneza
temperatura	25-35 °C	mezofilni: 30-40 °C termofilni: 50-60 °C
pH vrednost	5,2-6,3	6,7-7,5
C:N razmerje	10-45	20-30
redox potencial	+400 do -300 mV	manj kot -250 mV
C:N:P:S razmerje	500:15:5:3	600:15:5:3
elementi v sledovih	brez posebnih potreb	bistveni: Ni, Co, Mo, Se

<sup>12</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Zupančič, 2010, str. 218)



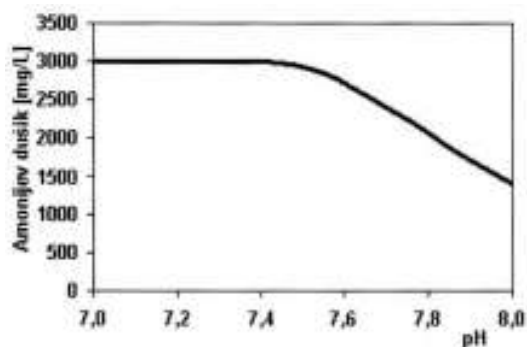


Anaerobna presnova poteka v temperaturnem območju od 5-65°C. Obstajajo tri temperaturna območja optimalne presnove, in sicer psihrofilno območje med 15-20°C, mezofilno območje med 30-40°C in termofilno območje med 50-60°C. Obstajajo različne skupine mikroorganizmov, ki v posameznem od teh temperaturnih območij dobro uspevajo. Pomembno je le, da je temperatura v času procesa presnove čim bolj konstantna ter da je nihanje temperature čim manjše, saj vpliva na hitrost presnove določene skupin mikroorganizmov. Običajno je hitrost presnove najhitrejša v mezofilnem območju. V anaerobnem procesu je nujno, da je redukcijsko oksidacijski potencial (Redox potencial) nizek, zato je pomembno, da v reaktor ne dodajamo oksidantov, kot so kisik, nitrat, nitrit ali sulfat. Redox potencial je eksperimentalno izmerjena vrednost standardnega elektronskega potenciala posameznega elementa. Izraža sposobnost poteka redukcijsko – oksidacijske reakcije.

Prav tako je pomembno razmerje ogljika in dušika (C:N). V odvečnem blatu se idealno razmerje C:N giblje med 20-30:1. Če je razmerje višje, se počasneje tvorijo aminokisliline, ki so pomembne za strukturo mikroorganizmov, zato je presnova počasnejša, učinek razgradnje blata pa slabši.

Pogosto so odvečna blata bogata z dušikom v obliki amonijevega iona (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ki je idealni vir dušika za optimalno razmerje z ogljikom za rast anaerobnih mikroorganizmov. Pri tem je potrebno upoštevati verjetnost nastanka inhibicije z amonijem, kar lahko v visokih koncentracijah vodi do toksičnosti mikroorganizmov. V mezofilnem temperaturnem območju, pri koncentraciji pH 7,4, se pri koncentraciji amonijevega dušika 3000 mg/L prične inhibicija mikroorganizmov z amonijem.

Spodnja slika prikazuje mejo inhibicije amonijevega dušika v odvisnosti od pH vrednosti.



Slika 12.25: Meja inhibicije z amonijevim dušikom<sup>13</sup>.

pH vrednost ima največji vpliv na metanogeno fazo presnove in je optimalna med 6,5 in 7,5. Za vzdrževanje optimalnega območja se uporablja več načinov uravnavanja in pufranja pH vrednosti: ogljikov dioksid-hidrogen karbonat-karbonat puferni sistem, amonijak-amonij puferni sistem, sistem dodajanja alkalnih snovi (apno, natrijev karbonat, hidrogen karbonat). Pri dodajanju alkalnih snovi moramo biti pozorni na možnost inhibicije metanogenih mikroorganizmov.

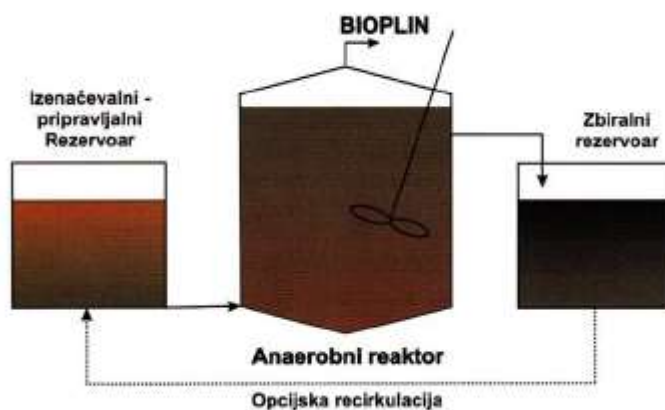
Tipična značilnost anaerobne presnove je prisotnost mikroelementov, ki so v majhnih količinah nujni za anaerobni proces, v večjih količinah pa povzročajo inhibicijo mikroorganizmov.

<sup>13</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Zupančič, 2010, str. 219)

Substrat je organska snov, ki vsebuje ogljikove hidrate, beljakovine, maščobe, celulozo in hemicelulozo. Blato iz BČN je tipičen substrat, primeren za anaerobno presnovo brez predhodne obdelave. S predobdelavo blata lahko pospešimo anaerobno presnovo ter s tem povečamo zmogljivost reaktorja in minimalno povečamo količino pridobljenega bioplina. Torej je predobdelava smotrna, ko iz povečane količine bioplina dobimo več energije kot smo jo porabili za predobdelavo ali v primeru, ko je substrat zelo slabo razgradljiv.

Obstaja več vrst procesov in več tipov reaktorjev za anaerobno presnovo. Anaerobni proces lahko poteka v običajnem enostopenjskem reaktorju, v dvostopenjskem reaktorju ali v šaržnem reaktorju. Pri enostopenjskem reaktorju sta potrebna še vtočni zalogovnik surovega blata ter iztočni zalogovnik predelanega blata. Enostopenjski reaktorji delujejo v mezofilnem ali termofilnem temperaturnem območju. Mezofilni reaktorji stabilizirajo blato z organsko obremenitvijo med 3 in 3,5 kg/m<sup>3</sup>na dan v zadrževalnem času med 20 in 40 dni. Termofilni reaktorji pa stabilizirajo blato z organsko obremenitvijo do 8 kg/m<sup>3</sup>na dan, v zadrževalnem času med 10 in 20 dni. Potrebno je omeniti, da je za termofilno temperaturno območje potrebne več energije kot za mezofilno, ter da je termofilni proces manj stabilen od mezofilnega, saj se prej poruši ravnovesje anaerobne presnove<sup>14</sup>.

Shemo običajnega enostopenjskega anaerobnega procesa prikazuje spodnja slika .



Slika 12.26: Običajni enostopenjski anaerobni proces <sup>15</sup>.

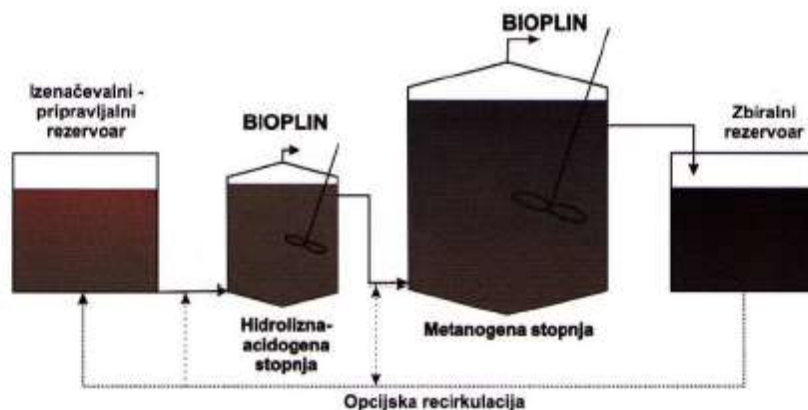
Pri dvostopenjskem anaerobnem reaktorju potekajo zgoraj opisane faze reakcij v dveh stopnjah v dveh zaporednih reaktorjih. Prav tako sta potrebna dva rezervoarja, vstopni za surovo blato ter izstopni za stabilizirano blato.

V prvi stopnji potekata hidroliza in acidogeneza, v drugi stopnji pa acetogeneza in metanogeneza. Obe stopnji potekata pri isti temperaturi. Zadrževalni čas blata v reaktorju pri prvi stopnji traja od 1 do 4 dni, v drugi stopnji pa 10 do 15 dni. V dvostopenjskem reaktorju poteka proces anaerobne presnove hitreje in temeljiteje kot v enostopenjskem, vendar je zanj potrebna natančnejša regulacija, zato so stroški investicije dvostopenjskega reaktorja višji.

<sup>14</sup> Roš in Zupančič, 2010

<sup>15</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Zupančič, 2010, str. 228)

Spodnja slika prikazuje shemo dvostopenjskega anaerobnega procesa.

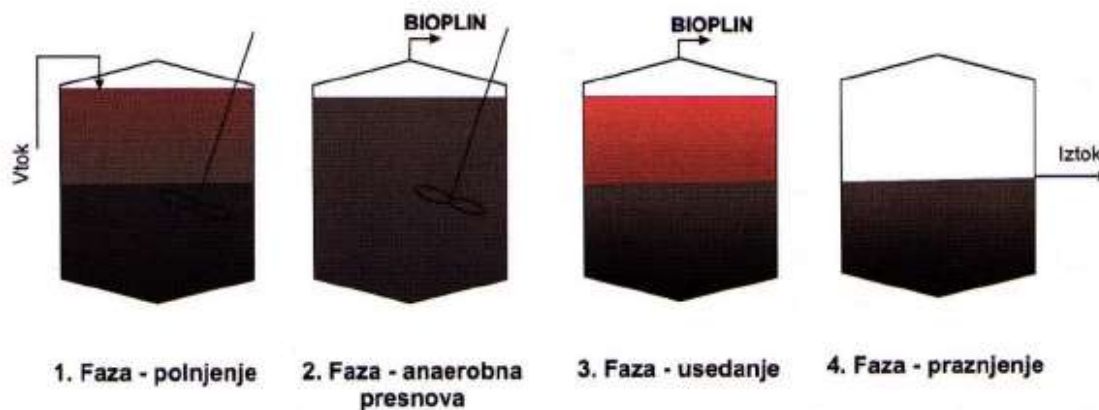


Slika 12.27: Dvostopenjski anaerobni proces <sup>16</sup>.

Anaerobni šaržni proces je manj primeren za stabilizacijo blata. Primernejši je za tekoče substrate, ki vsebujejo več kot 0,5 % suspendiranih snovi. Po načinu delovanja je podoben SBR reaktorju za obdelavo odpadne vode z aktivnim blatom, le da nima faze prezračevanja, saj anaerobni proces poteka brez prisotnosti kisika.

Šaržni reaktor sestavljajo štiri zaporedni rezervoarji: v prvem blato vstopa, v drugem poteka anaerobna presnova, v tretjem usedanje, četrti je namenjen praznjenju<sup>17</sup>.

Spodnja slika prikazuje anaerobni šaržni proces stabilizacije.



Slika 12.28: Anaerobni šaržni reaktor <sup>18</sup>.

Poseben tip anaerobne presnove je t.i. anaerobno kompostiranje, kjer poteka anaerobna presnova blata v trdnem stanju, z vsebnostjo SS med 15 in 40 % in kjer je potrebno mletje blata na manjše kose. Reaktor ima valjasto obliko in mora biti plinotesen. Blato v trdnem stanju je manjšega volumna kot v tekočem, zato so potrebni manjši reaktorji. Zaradi manjše vsebnosti vode in težjega mešanja blata so procesi anaerobne presnove počasnejši, pojavlja se večja neenakomernost pri razporeditvi anaerobnih organizmov.

<sup>16</sup> Vir: Ksenija Gabrovec; PREGLED RAVNANJA Z ODVEČNIM BLATOM, PESKI IN MAŠČOBAMI IZ BIOLOŠKIH ČISTILNIH NAPRAV; Diplomsko delo; Maribor, september 2016 (Roš in Zupančič, 2010, str. 229)

<sup>17</sup> Roš in Zupančič, 2010

<sup>18</sup> Roš in Zupančič, 2010, str. 229



Potrebna sta dva reaktorja, kjer se za cepitev mikroorganizmov in prenos med posameznimi šaržami uporablja precejšana voda. Glavna prednost je večja odpornost na toksične snovi (nekateri anorganske soli, težke kovine) in običajne zaviralce anaerobnega procesa. Takšna vrsta obdelave prenese višje koncentracije slanosti in dušikovih spojin kot anaerobna presnova blata v tekočem stanju. Ker je kontakt mikroorganizmov in suspenzije počasnejši, lahko mikroorganizmi razvijejo določeno odpornost, kar pripomore k temu, da so organske obremenitve manjše, kar podaljša zadrževalni čas tudi do 100 dni.

### Bioplinarne v Sloveniji in tujini

Zaradi naklonjenosti Evropske Unije bioplinarnam, so se te v precejšnji meri razširile tudi po Evropi. Največ jih je v Nemčiji (okoli 8700, podatki EBA iz leta 2012), sledijo Italija, Švica in Francija. Slovenija je na 18. mestu, za Luxembourgom in pred Irsko s 33 bioplinarnami. Gre sicer za zastarel podatek, saj je treba upoštevati tudi dejstvo, da se je nemalo bioplinarn pri nas znašlo v težavah – nekatere so pristale na zloglasni slabi banki, vsaj ena (bioplinarna Petač v Pirničah) je bila zaradi neustrezne dokumentacije porušena. Energetska izraba bioplina se je pri nas začela konec 80. let prejšnjega stoletja, prva samostojna bioplinarna pa je bila zgrajena v 90. letih ob prašičji farmi v Ihanu, kjer še danes obratuje. Veliko število naprav v Sloveniji je velikosti 1 MW, kar je predvsem posledica državnih subvencij, ki so spodbujale gradnjo prej omenjene velikosti. Najbolj primerne za naše okolje bi bile sicer manjše bioplinarne naprave, s katerimi bi lahko učinkovito pristopili k zmanjšanju odpadkov iz živinoreje in gospodinjstev ter zagotovili enakomernejši razvoj in delovna mesta.

Največ bioplinarn je v Pomurju, kjer obstaja tudi največji potencial za tovrstne naprave. Uporaba bioplina sicer ni omejena zgolj na pridobivanje električne energije, temveč se ponekod že širše uporablja kot pogonsko gorivo za vozila. Če bioplin ustrezno prečistimo, se ga lahko dovaja neposredno v omrežje zemeljskega plina. Ravno tako inovativna je morebitna rešitev za izrabo toplotne energije – ta se lahko uporabi za daljinsko ogrevanje, ogrevanje cevi v anaerobnem reaktorju, rastlinjake, ipd. Rešitev je zaenkrat precej, razvoj pa bo verjetno prinesel še boljše in učinkovitejše. EU namreč stremi k politiki »Zero waste«, ki jo z uporabo bioplinarn lahko dosegamo v še večji meri. Navkljub nekaterim čustvom nenaklonjenosti v splošni javnosti glede bioplinarnih naprav gre torej za zeleno energijo, ki pa v naravi več da, kot vzame.

## VARIANTA 1 - ANAEROBNA OBDELAVA BLATA - TEHNOLOŠKA OPREDELITEV S PREDVIDENIM KONČNIM PRODUKTOM IN NJEGOVO UPORABNOSTJO

Predlog obsega spremembo tehnologije čiščenja z anaerobno obdelavo blata. Predlog izhaja iz obremenitve čistilne naprave za izdelavo ocene.

### hidravlična obremenitev

$Q_d = 36.750 \text{ m}^3/\text{d}$ ,

$Q_t = 1.531 (600\text{--}2.500) \text{ m}^3/\text{h}$ ,

$Q_m = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$

### snovna obremenitev

Iz podatkov letnega tehničnega poročila upravljalca CČN za 2019

2018: 9.165 kgBPK5/d7, 17.378 kgKPK/d7

2019: 9.193 kgBPK5/d7, 17.720 kgKPK/d7



Proizvodnja dehidriranega blata v 2019 je 13.093 ton. Obremenitev CČN naj bi se zaradi povečanja prispevne površine povečala za cca 9.500 PE. Iz predhodnih podatkov sledi, da bo bodoča povprečna dnevna biokem. obremenitev CČN cca:  $9.193 + 570 = 9.763$  kgBPK5/d7, oziroma 162.716 PE. Za nadaljnje ocene je upoštevano 165.000 PE, oziroma 9.900 kgBPK5/d7.

Rekonstrukcija obsega objekte:

- primarni usedalniki,
- strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata,
- gnilišča in strojnica gnilišč,
- plinohram in plinski razvodi,
- plinska bakla,
- objekt kogeneracije in toplotne postaje,
- zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija),
- razširitev sistema računalniškega vodenje.
- preureditev dela trafo postaje.

#### Primarni usedalniki

Zadrževalni čas upoštevamo 1,5 h.

Potrebna koristna prostornina 2.300 m<sup>3</sup>.

Prostornina črpališč in strojnice 400 m<sup>3</sup>.

Skupna prostornina 2.700 m<sup>3</sup>.

Dva pravokotna bazena odprte izvedbe, globina vode 3 m, Tlorisne dimenzije 2 x 9 x 42,6 m.

Oprema verižno posnemalo za usedlo in plavajoče blato.

Črpanje usedlega blata v obstoječo flotacijo blata ali neposredno v gnilišča.

Črpanje plavajočega blata v gnilišča.

Dnevni pretok primarnega blata  $165.000 \times 0,035 = 5.775$  kgSS/d7, SS cca 35 kgSS/m<sup>3</sup>, pretok 165 m<sup>3</sup>/h

#### Strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata

Možni sta dve varianti:

- odvajanje presežnega biološkega blata v gnilišča brez predhodnega strojnega zgoščanja
- odvajanje presežnega biološkega blata v gnilišča s predhodnim strojnim zgoščanjem

Na tako veliki napravi je danes stanje tehnike strojno predzgoščanje, tako se namreč zaradi manjše količine biološkega blata zmanjša poraba toplotne energije za ogrevanje dovoda blata v gnilišča, zato je energetska bilanca naprave bistveno boljša, tudi izvedba gnilišč je zaradi manjše prostornine nekoliko cenejša.

Na obstoječi napravi se biološko blata zgošča s flotacijo, predpostavljamo, da je možno na obstoječi napravi predzgoščati tudi primarno blato.

#### Gnilišča in strojnica gnilišč

Potrebna prostornina gnilišč : potrebna prostornina gnilišč bo cca  $165.000 \times 0,30 = 4.950$  m<sup>3</sup>.

Zaradi obratovalne varnosti je primerna gradnja dveh gnilišč. upoštevamo dve kovinski montažni gnilišči prostornine po 2.475 m<sup>3</sup>, fi 14 m, temeljenje na AB temeljni plošči.

**Plinohram in plinski razvodi**

Ocenjena proizvodnja bioplina  $165.000 \times 0,025 = 4.125 \text{ Nm}^3/\text{d7}$  ( $172 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ), HRT cca 6 ur  
Potrebna prostornina  $1.032 \text{ m}^3$ . Upoštevamo en plinohram prostornine  $1.100 \text{ m}^3$ , fi 12 m, balonska izvedba z dvojno membrano

**Plinska bakla**

zmogljivost  $2 \times 172 = 344 \text{ Nm}^3/\text{h}$

**Objekt kogeneracije in toplotne postaje**

Objekt vsebuje: opremo za čiščenje bioplina (peščeni filter, keramični filter, karbonski filter), CHP enoto (2x), toplotno postajo z razvodom ogrevanja gnilišč in objektov.

Dnevna proizvodnja energije iz bioplina je 25.163 kWh. Gradbeni objekt ima površino  $110 \text{ m}^2$ .

## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

Operativni program odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode z datumom: 17. 9. 2020, točka 2.3 Ravnanje z blatom navaja:

Blato iz komunalnih čistilnih naprav, ki niso opremljene za obdelavo blata, in blato iz obstoječih pretočnih greznic odstranjuje in prevzema izvajalec javne službe na območju, kjer se komunalna odpadna voda čisti v tej komunalni čistilni napravi oziroma obstoječi pretočni greznici. Izjemoma lahko upravljavec male komunalne čistilne naprave z zmogljivostjo, manjšo od 50 PE, ali obstoječe pretočne greznice na kmetijskem gospodarstvu blato odvzema sam in ga uporablja kot gnojilo v kmetijstvu, če je zagotovljeno izpolnjevanje zahtev Uredbe o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu.

Prevzem blata s strani izvajalca javne službe mora biti zagotovljen v časovnih presledkih, določenih glede na zmogljivost posamezne male komunalne čistilne naprave, vendar najmanj enkrat na tri leta, za prevzeto blato pa mora izvajalec javne službe zagotoviti obdelavo na območju komunalne čistilne naprave, ki je opremljena za prevzem in obdelavo blata. Če izvajalec javne službe sam ne upravlja komunalne čistilne naprave, ki je opremljena za obdelavo blata, mora zagotoviti obdelavo blata na območju druge komunalne čistilne naprave, ki je opremljena z zadostnimi zmogljivostmi za obdelavo blata. Izvajalec javne službe lahko v soglasju z občino zagotovi obdelavo blata v premični napravi za obdelavo blata, če se taka obdelava blata izvaja na območju komunalne čistilne naprave, kjer nastaja blato.

Izvajalec javne službe, ki je upravljavec komunalne čistilne naprave, opremljene za obdelavo blata, mora za blato, ki nastane pri čiščenju komunalne odpadne vode, zagotoviti obdelavo blata, s katero se doseže:

- izpolnjevanje zahtev za uporabo kot gnojilo v kmetijstvu v skladu s predpisom, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, če se obdelano blato uporablja kot gnojilo v kmetijstvu, ali
- izpolnjevanje zahtev za postopke predelave ali odstranjevanja blata v skladu s predpisi, ki urejajo odpadke.



Opremljanje z opremo za prevzem in obdelavo blata ureja Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Navedena uredba določa, da mora investitor oziroma lastnik pri načrtovanju, gradnji, rekonstrukciji ali vzdrževanju komunalne ali skupne čistilne naprave z zmogljivostjo, enako ali večjo od 10.000 PE, ki je namenjena za izvajanje javne službe, zagotoviti vgradnjo opreme za prevzem in obdelavo blata iz komunalnih čistilnih naprav, ki niso opremljene za njegov prevzem in obdelavo, ter blata iz obstoječih pretočnih greznic. Upravljavca te komunalne ali skupne čistilne naprave mora pri njenem obratovanju zagotoviti neoviran sprejem blata in njegovo obdelavo na tej komunalni ali skupni čistilni napravi.

Ravnanje z obdelanim blatom iz komunalnih čistilnih naprav, ki ga izvajalec javne službe odda v odstranjevanje kot odpadke, je podrobneje obravnavano v Programu ravnanja z odpadki in Programu preprečevanja odpadkov Republike Slovenije (poglavje 3.2., str 120), sklep Vlade RS, št. 35402-1/2016/6 z dne 30. junija 2016.

## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

Anaerobna obdelava blata ima s stališča okolja več pozitivnih dejavnikov:

- Energijo, vezano v blato iz čistilne naprave, izkoristimo za proizvodnjo bioplina. S koriščenjem tega plina v plinskih generatorjih zmanjšamo porabo elektrike, potrebne za delovanje čistilne naprave, iz zunanjih virov elektrike. Količine viškov blata, ki jih moremo reševati, se bistveno zmanjša.
- Zmanjša se količina presežnega blata iz čistilne naprave.
- Okoljevarstveni pogoji se nanašajo na emisije snovi in hrupa dodatnih objektov iz čistilne naprave, a so glede na stanje tehnike s standardnimi ukrepi izvedljivi.

## STROŠKOVNA OCENA

Stroški variante 1 so razvidni iz spodnjih tabel.

Tabela 12.24: Stroškovna ocena variante 1

Objekt	ocena stroškov variante brez termične hidrolize (EUR)
primarni usedalniki	790.000
strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
gnilišča in strojnica gnilišč	1.730.000
plinohram in plinski razvodi	190.000
plinska bakla	50.000
objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
preureditev dela trafo postaje	200.000
zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ brez stroškov projektiranja, inženiringa, garancij in poskusnega pogona in brez DDV</b>	<b>4.555.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon cca 35 %	1.595.000
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>6.150.000</b>





Tabela 12.25: Obratovalni stroški po izvedbi variante 1

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	2.700.000	0,11	€/kWh	297.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	40.000	3,50	€/L	140.000
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	400	0,35		140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38		1.178
apno	t	300	180		54.000
kurilno olje	l	22.915			
bruto stroški osebja	oseba	18	30.000	oseba	540.000
<b>skupaj</b>					<b>1.069.518</b>
končna dispozicija blata	t	12.000	200		2.400.000
<b>SKUPAJ</b>					<b>3.469.518</b>

Tabela 12.26: Primerjava s sedanjimi obratovalnimi stroški (podatki 2020).

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	6.100.000	0,11	€/kWh	671.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	28.300	3,50	€/L	99.050
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	116.715	0,310	€/L	36.182
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	372	0,35	€/L	130
NaOCl (čiščenje zraka)	l	2.975	0,38	€/L	1.131
apno	t	300	180	€/L	54.000
kurilno olje	l	22.915	1	€/L	22.915
bruto stroški osebja	osebe	16	30000	oseba	480.000
<b>skupaj</b>					<b>1.364.407</b>
končna dispozicija blata	t	13.000	200		2.600.000
<b>SKUPAJ</b>					<b>3.964.407</b>

Boljša primerjava je, če primerjamo stroške v bodoče ob isti tehnologiji. Upoštevamo povečanje obremenitve čistilne naprave na 165.000 PE.

Tabela 12.27: Primerjava z bodočimi obratovalnimi stroški (povečanje obremenitve CČN).

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	6.583.451	0,11	€/kWh	724.180
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	30.000	3,50	€/L	105.000
FeCl <sub>3</sub> (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (čiščenje zraka)	l	400	0,35	€/L	140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38	€/L	1.178
apno	t	300	180	€/L	54.000
kurilno olje	l	22.915	1	€/L	22.915
bruto stroški osebja	oseba	16	30000	oseba	480.000
<b>skupaj</b>					<b>1.424.613</b>
končna dispozicija blata	t	15.000	200		3.000.000
<b>SKUPAJ</b>					<b>4.424.613</b>

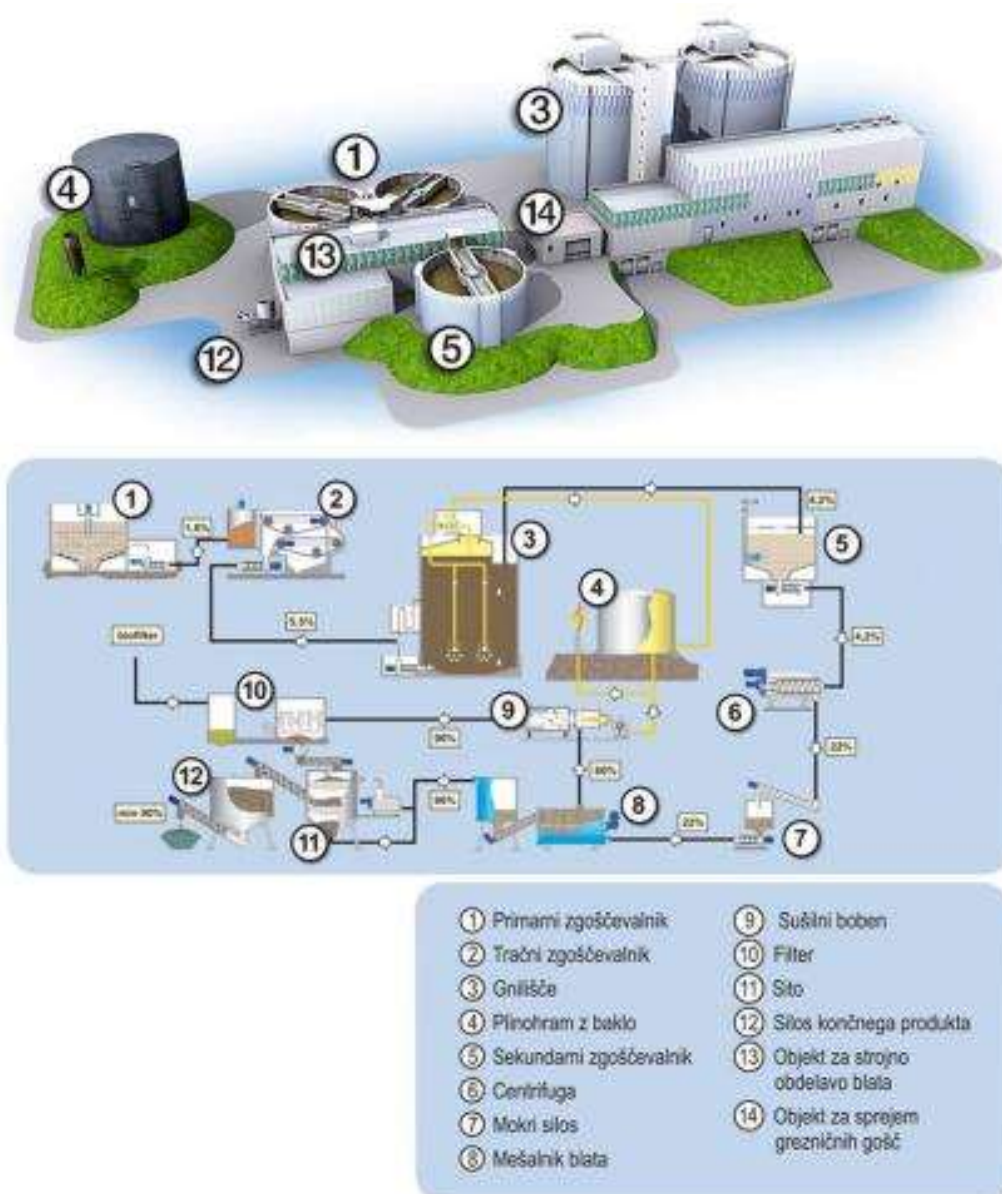
Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v Prilogi 17.

## PRAKSA V SLOVENSKEM PROSTORU

Večina večjih čistilnih naprav v Sloveniji uporablja anaerobno obdelavo blata. Navedimo dva primera.

### ČISTILNA NAPRAVA LJUBLJANA<sup>19</sup>

Odvečno blato, ki nastaja pri biološkem čiščenju odpadne vode, predstavlja največji delež odpadkov na čistilni napravi. Blato ima na vstopu v proces obdelave visok delež vode in organskih snovi. Cilj obdelave blata je zmanjšanje deleža vode in izvedba kontrolirane razgradnje blata. Končni produkt obdelave blata je stabiliziran biološko razgradljiv odpadke, ki je zaradi svojih lastnosti in količine enostaven za skladiščenje ter transportiranje in je primeren za snovno in energijsko izrabo.



Slika 12.29: Shema obdelave odvečnega blata na čistilni napravi Ljubljana<sup>20</sup>.

<sup>19</sup> Vir: <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/centralna-cistilna-naprava-ljubljana/obdelava-odvecnega-blata>

<sup>20</sup> Vir: <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/centralna-cistilna-naprava-ljubljana/obdelava-odvecnega-blata>



Odvečno blato po predhodnem gravitacijskem in strojnem predzgoščanju odvajamo v gnilišče, kjer poteka biološka razgradnja organskih snovi pri anaerobnih mezofilnih pogojih. Sledi strojno dehidriranje pregnitega blata s centrifugo in sušenje v sušilnem bobnu do vsebnosti min. 90 % suhe snovi v končnem produktu. Končni produkt obdelave odvečnega blata je posušen, sipek in higieniziran odpadki v obliki pelet premera 2-4 mm. Njegova končna obdelava je lahko kompostiranje ali pa lahko služi kot komplementarno gorivo v industriji.



Slika 12.30: Pogled na objekte za obdelavo blata na čistilni napravi Ljubljana<sup>21</sup>.

Pri razgradnji organskih snovi v gnilišču nastaja bioplin, ki je sestavljen pretežno iz metana in ogljikovega dioksida, vsebuje pa tudi vodikov sulfid. Bioplin uporabljamo poleg zemeljskega plina kot gorivo za ogrevanje blata v gniliščih in sušenje blata v sušilnem bobnu.

#### ČISTILNA NAPRAVA DOMŽALE<sup>22</sup>

Po rekonstrukciji naprave so tri gnilišča namenjena anaerobni razgradnji primarnega in sekundarnega blata ter muljem, v enem gnilišču pa poteka anaerobna razgradnja higieniziranih biološko razgradljivih tekočih odpadkov. Skupni volumen gnilišč je 7.200 m<sup>3</sup>.

V gniliščih brez prisotnosti kisika pri temperaturi okoli 39 °C in zadrževalnem času 30 dni poteka anaerobna razgradnja organske snovi v bioplin. Na prvi stopnji poteka kislinška faza hidrolize, kjer se organska snov razgradi do kratkoveržnih maščobnih kislin. Sledi metanogena faza, kjer se maščobne kisline pretvorijo v bioplin.

Nastali bioplin se skladišči v plinohramu, pregnito blato pa se strojno zgošča na centrifugi do okoli 30 % suhe snovi. Zgoščeno blato se pred odvozom na končno odstranjevanje skladišči na deponiji. Voda ali centrat, ki je produkt centrifugiranja, pa se črpa v zalogovnik in nato v proces deamonifikacije.

<sup>21</sup> Vir: <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/centralna-cistilna-naprava-ljubljana/obdelava-odvecnega-blata>

<sup>22</sup> Vir: <https://www.ccn-domzale.si/index.php/sl/ciscenje-odpadne-vode/anaerobno-biološko-ciscenje>



Slika 12.31: Čistilna naprava Domžale - gnilišča in plinohram<sup>23</sup>.



Slika 12.32: Čistilna naprava Domžale - plinohram<sup>24</sup>.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Smatramo, da je uvedba anaerobne obdelavo zelo ustrezna in sprejemljiva, ker se bo količina proizvedenega biološkega blata zmanjša. Ta varianta sicer ne rešuje optimalne končne dispozicije, jo pa olajšuje.

Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na čistilni napravi Maribor zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote.

<sup>23</sup> Vir: <https://www.ccn-domzale.si/index.php/sl/ciscenje-odpadne-vode/anaerobno-biolosko-ciscenje>

<sup>24</sup> Vir: <https://www.ccn-domzale.si/index.php/sl/ciscenje-odpadne-vode/anaerobno-biolosko-ciscenje>





## 12.8 PRILOGA 8 - PODROBEN OPIS VARIANTE 2 – ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO

### TERMIČNA HIDROLIZA OPIS

Termična hidroliza je dvostopenjski postopek, ki združuje visokotlačno vrenje odpadkov ali blata, čemur sledi hitra dekompresija. To kombinirano delovanje sterilizira blato in ga naredi bolj biološko razgradljivega, kar izboljša razgradnjo. Sterilizacija uniči patogene organizme v blatu, tako da presega stroge zahteve glede uporabe zemljišč (kmetijstvo).

Poleg tega obdelava prilagodi reologijo do te mere, da se lahko stopnje obremenitve anaerobnih gnilišč blata podvojijo, poleg tega pa se bistveno izboljša odstranjevanje blata.

Prva celovita uporaba tega postopka za blato iz odpadne vode je bila nameščena v Hamarju na Norveškem leta 1996. Od takrat je bilo po vsem svetu več kot sto naprav, največji proizvajalec opreme za termično hidrolizo je podjetje Cambi je opremilo 75 naprav.

Nadgradnja postopka anaerobno obdelave blata je Termična hidroliza (THP thermal hydrolysis process), postopek, ki se uporablja za obdelavo blata pred anaerobno digestijo.

Prednosti termične hidrolize so:

- Povečana proizvodnja bioplina
- Izboljšana dehidracija viška blata in s tem zmanjšana količina blata
- Višja kakovost blata, saj termalna hidroliza uniči patogene organizme.
- Nižji ogljični odtis, postopek zmanjšuje količino toplogrednih plinov,
- Višja kalorična vrednost blata, pomembno v primeru sežiga blata

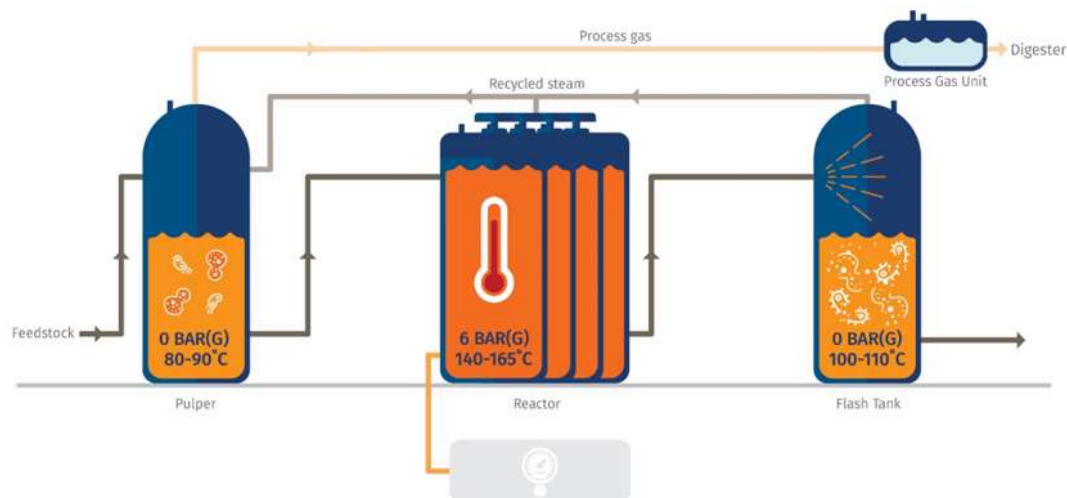
Opis postopka povzemamo po proizvajalcu opreme za termično hidrolizo podjetju Cambi kot sledi v nadaljevanju. Blato iz primarnih in sekundarnih usedalnikov se pomeša in zgosti na 16 -18 % suhe snovi. To zgoščeno blato se neprekinjeno dovaja v drobilnik. Tu se proizvede kaša z namenom homogenizirati in predhodno segreti blato na temperaturo blizu 100 ° C z uporabo pare, pridobljene v dekompresijskem bazenu

Kaša - toplo blato neprekinjeno dovaja v reaktorje, in sicer v zaporednem postopku, ki zagotavlja zaprte serije blata v vsakem reaktorju. Ko se reaktor napolni, blato teče do naslednjega, ki je na voljo. Običajno število je med 2 in 5 reaktorjev, odvisno od količine blata, velikosti reaktorja in časa zadrževanja. Ko je reaktor poln in zaprt, se doda para, da se temperatura dvigne na 160 do 180 ° C pri tlaku približno 6 barov. Na ta način se doseže višjo razgradnjo organskih snovi v blatu. Postopek termične hidrolize je običajno nastavljen na 20 do 30 minut za vsako serijo, da se zagotovi uničenje patogenih organizmov.

Iz reaktorja se zdaj sterilizirano in hidrolizirano blato prenese v bliskovni rezervoar, ki deluje pri atmosferskem tlaku. Nenaden padec tlaka vodi do znatnega uničenja celic organskih snovi v blatu iz odplak. Para, ki nastane pri sproščanju tlaka, se vrne v zbirni bazen za predgretje vhodnega blata.

Ko blato zapusti termično hidrolizo, se blato v toplotnih izmenjevalcih ohladi na običajno temperaturo za anaerobno prebavo. Nato se odvaja v anaerobna gnilišča.





Slika 12.33: Celoten postopek termične hidrolize<sup>25</sup>.

## VARIANTA 2 - ANAEROBNA OBDELAVA BLATA IN TERMIČNA HIDROLIZA - TEHNOLOŠKA OPREDELITEV S PREDVIDENIM KONČNIM PRODUKTOM IN NJEGOVO UPORABNOSTJO

### Uporaba termične hidrolize

Anaerobna obdelava blata je opisana v prejšnjem poglavju. Izvedba anaerobne obdelave blata je možna z ali brez termične hidrolize blata. Uporaba termične hidrolize poveča proizvodnjo bioplina in potrebna je manjša prostornina gnilišč. Uporaba termične hidrolize na večjih ČN postaja stanje tehnike, zato pri oceni stroškov upoštevamo, da se bo zgradila - vgradnja tipizirane enote termične hidrolize.

Predlog tehnološke zasnove izhaja iz obremenitve čistilne naprave za izdelavo ocene.

#### hidravlična obremenitev

$Q_d = 36.750 \text{ m}^3/\text{d}$ ,

$Q_t = 1.531 (600\text{--}2.500) \text{ m}^3/\text{h}$ ,

$Q_m = 5.000 \text{ m}^3/\text{h}$

#### snovna obremenitev

Iz podatkov letnega tehničnega poročila upravljalca CČN za 2019

2018: 9.165 kgBPK5/d7, 17.378 kgKPK/d7

2019: 9.193 kgBPK5/d7, 17.720 kgKPK/d7

<sup>25</sup> <https://www.cambi.com/what-we-do/thermal-hydrolysis/how-does-thermal-hydrolysis-work/>





Proizvodnja dehidriranega blata v 2019 je 13.093 ton. Obremenitev CČN naj bi se zaradi povečanja prispevne površine povečala za cca 9.500 PE. Iz predhodnih podatkov sledi, da bo bodoča povprečna dnevna biokem. obremenitev CČN cca:  $9.193 + 570 = 9.763$  kgBPK5/d7, oziroma 162.716 PE. Za nadaljnje ocene je upoštevano 165.000 PE, oziroma 9.900 kgBPK5/d7.

Rekonstrukcija obsega objekte:

- primarni usedalniki,
- strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata,
- termična hidroliza,
- gnilišča in strojnica gnilišč,
- plinohram in plinski razvodi,
- plinska bakla,
- objekt kogeneracije in toplotne postaje,
- zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija),
- razširitev sistema računalniškega vodenje.
- preureditev dela trafo postaje.

#### Primarni usedalniki

Zadrževalni čas upoštevamo 1,5 h.

Potrebna koristna prostornina 2.300 m<sup>3</sup>.

Prostornina črpališč in strojnice 400 m<sup>3</sup>.

Skupna prostornina 2.700 m<sup>3</sup>.

Dva pravokotna bazena odprte izvedbe, globina vode 3 m, Tlorisne dimenzije 2 x 9 x 42,6 m.

Oprema veržno posnemalo za usedlo in plavajoče blato.

Črpanje usedlega blata v obstoječo flotacijo blata ali neposredno v gnilišča.

Črpanje plavajočega blata v gnilišča.

Dnevni pretok primarnega blata  $165.000 \times 0,035 = 5.775$  kgSS/d7, SS cca 35 kgSS/m<sup>3</sup>, pretok 165 m<sup>3</sup>/h

#### Strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata

Možni sta dve varianti:

- odvajanje presežnega biološkega blata v gnilišča brez predhodnega strojnega zgoščanja
- odvajanje presežnega biološkega blata v gnilišča s predhodnim strojnim zgoščanjem

Na tako veliki napravi je danes stanje tehnike strojno predzgoščanje, tako se namreč zaradi manjše količine biološkega blata zmanjša poraba toplotne energije za ogrevanje dovoda blata v gnilišča, zato je energetska bilanca naprave bistveno boljša, tudi izvedba gnilišč je zaradi manjše prostornine nekoliko cenejša.

Na obstoječi napravi se biološko blata zgošča s flotacijo, predpostavljamo, da je možno na obstoječi napravi predzgoščati tudi primarno blato.

#### Gnilišča in strojnica gnilišč

Potrebna prostornina gnilišč : ob upoštevanju vgradnje termične hidrolize bo potrebna prostornina gnilišč cca 2.350 m<sup>3</sup>.

Zaradi obratovalne varnosti je primerna gradnja dveh gnilišč. upoštevamo dve kovinski montažni gnilišči prostornine po 1.175 m<sup>3</sup> , fi 11-12 m, temeljenje na AB temeljni plošči.

**Plinohram in plinski razvodi**

Ocenjena proizvodnja bioplina (z upoštevanjem vgradnje termične hidrolize)  $165.000 \times 0,031 = 5.115 \text{ Nm}^3/\text{d7}$  ( $213 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ), HRT cca 6 ur

Potrebna prostornina  $1.278 \text{ m}^3$ . Upoštevamo en plinohram prostornine  $1.300 \text{ m}^3$ , fi 12 m, balonska izvedba z dvojno membrano

**Plinska bakla**

Zmogljivost  $2 \times 213 = 526 \text{ Nm}^3/\text{h}$

**Objekt kogeneracije in toplotne postaje**

Objekt vsebuje: opremo za čiščenje bioplina (peščeni filter, keramični filter, karbonski filter), CHP enoto (2x), toplotno postajo z razvodom ogrevanja gnilišč in objektov. Dnevna proizvodnja energije iz bioplina je 31.201 kWh. gradben objekt  $110 \text{ m}^2$ .

**ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE**

Za varianto 2 velja ista zakonska podlaga kot za varianto 1. Zakonska podlaga je opisana v **Prilogi 6**.

**OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI**

Anaerobna obdelava blata ima s stališča okolja več pozitivnih dejavnikov, dodatna termična hidroliza pa te prednosti še poveča.

Energijo, vezano v blato iz čistilne naprave, izkoristimo za proizvodnjo bioplina. S koriščenjem tega plina v plinskih generatorjih zmanjšamo porabo elektrike, potrebne za delovanje čistilne naprave, iz zunanjih virov elektrike. Količine viškov blata, ki jih moremo reševati, se bistveno zmanjša. Ker termična hidroliza poveča proizvodnjo bioplina, je ta okoljski dejavnik še bolj zadovoljen. Še bolj se zmanjša se količina presežnega blata iz čistilne naprave.

Okoljevarstveni pogoji se nanašajo na emisije snovi in hrupa dodatnih objektov iz čistilne naprave, a so glede na stanje tehnike s standardnimi ukrepi izvedljivi.

**STROŠKOVNA OCENA VARIANTE**

Stroški variante 2, so razvidni iz tabele v nadaljevanju.



Tabela 12.28: Ocena investicijskih stroškov variante 2.

Objekt	ocena stroškov variante s termično hidrolizo (EUR)
primarni usedalniki	790.000
strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
uporaba termične hidrolize	2.500.000
gnilišča in strojnica gnilišč	1.270.000
plinohram in plinski razvodi	190.000
plinska bakla	50.000
objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
preureditev dela trafo postaje	200.000
zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ brez stroškov projektiranja, inženiringa, garancij in poskusnega pogona in brez DDV</b>	<b>6.595.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon cca 35 %	2.308.250
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>8.903.250</b>

Tabela 12.29: Obratovalni stroški variante 2.

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek [€]
električna energija	kWh	2.000.000	0,11	€/kWh	220.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	30.000	3,50	€/L	105.000
FeCl3 (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H2SO4 (čiščenje zraka)	l	400	0,35	€/L	140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38	€/L	1.178
bruto stroški osebja	osebe	20	30000	€/osebo	600.000
<b>skupaj</b>					<b>963.518</b>
končna dispozicija blata	t	6.150	200	€/t	1.230.000
<b>Skupaj obratovanje</b>					<b>2.193.518</b>

Tabela 12.30: Primerjava s sedanjimi obratovalnimi stroški (podatki 2020).

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	6.100.000	0,11	€/kWh	671.000
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	28.300	3,50	€/L	99.050
FeCl3 (obarjanje P)	l	116.715	0,310	€/L	36.182
H2SO4 (čiščenje zraka)	l	372	0,35	€/L	130
NaOCl (čiščenje zraka)	l	2.975	0,38	€/L	1.131
apno	t	300	180	€/L	54.000
kurilno olje	l	22.915	1	€/L	22.915
bruto stroški osebja	osebe	16	30000	oseba	480.000
<b>skupaj</b>					<b>1.364.407</b>
končna dispozicija blata	t	13.000	200		2.600.000
<b>Skupaj</b>					<b>3.964.407</b>

Boljša primerjava je, če primerjamo stroške v bodoče ob isti tehnologiji. Upoštevamo povečanje obremenitve čistilne naprave na 165.000 PE.



Tabela 12.31: Primerjava z bodočimi obratovalnimi stroški (povečanje obremenitve CČN).

vrsta stroška	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
električna energija	kWh	6.583.451	0,11	€/kWh	724.180
poraba polielektrolita za linijo blata	kg	30.000	3,50	€/L	105.000
FeCl3 (obarjanje P)	l	120.000	0,310	€/L	37.200
H2SO4 (čiščenje zraka)	l	400	0,35	€/L	140
NaOCl (čiščenje zraka)	l	3.100	0,38	€/L	1.178
apno	t	300	180	€/L	54.000
kurilno olje	l	22.915	1	€/L	22.915
bruto stroški oseba	oseba	16	30000	oseba	480.000
<b>skupaj</b>					<b>1.424.613</b>
končna dispozicija blata	t	15.000	200		3.000.000
<b>Skupaj</b>					<b>4.424.613</b>

Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.

## PRAKSA V SLOVENSKEM PROSTORU

V Sloveniji še nimamo izvedene termične hidrolize pri obdelavi blata iz komunalnih čistilnih naprav. V izgradnji je III. faza CČN Ljubljana<sup>26</sup>, ki obsega:

- izgradnjo terciarne stopnje čiščenja, v okviru katere bodo iz odpadne vode odstranjene tudi dušikove in fosforjeve spojine,
- povečanje zmogljivosti CČN Ljubljana iz zdajšnjih 360.000 PE na 555.000 PE zaradi upoštevanja predvidenega priključevanja novih uporabnikov na kanalizacijsko omrežje.
- prilagoditve in ureditev obstoječe CČN Ljubljana zaradi povečanja zmogljivosti in izgradnje terciarnega čiščenja, upošteva izgradnje vseh potrebnih objektov za normalno opravljanje dejavnosti odvajanja in čiščenja odpadnih vod.

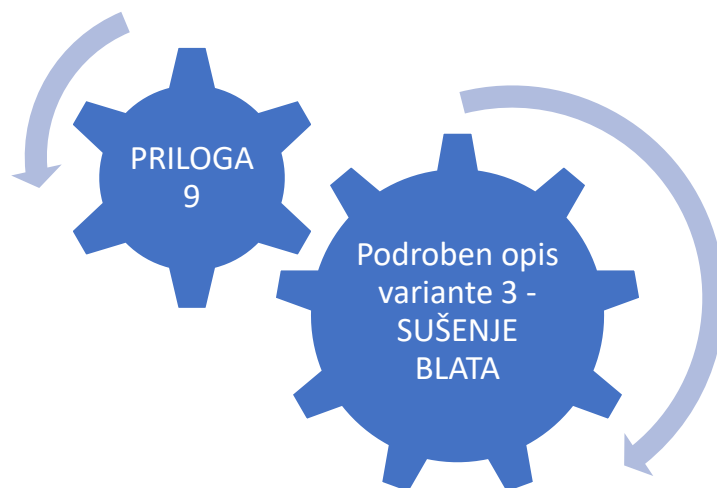
Predvidena je uporaba hidrolize, hidrolizira se trdna odstranljiva frakcija in je uporabna za proizvodnjo biološkega anaerobnega blata. Nadalje je pri termični hidrolizi možna higienizacija glede na higienske zahteve EU in gnilišče lahko obratuje s krajšim zadrževalnim časom. Za izvedbo hidrolize se bo postavila nova zgradba.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Smatramo, da je uvedba anaerobne obdelave s termično hidrolizo zelo ustrezna in sprejemljiva, ker se bo količina proizvedenega biološkega blata še bolj zmanjšala. Ta varianta sicer ne rešuje optimalne variante končne dispozicije, jo pa olajšuje.

Poleg tega ta varianta zmanjšuje obratovalne stroške na čistilni napravi Maribor zaradi lastne proizvodnje elektrike in toplote.

<sup>26</sup> <https://www.vokasnaga.si/o-druzbi/centralna-cistilna-naprava-ljubljana/razvojni-nacrti-izgradnja-iii-faze-0>





## 12.9 PRILOGA 9 - PODROBEN OPIS VARIANTE 3 – SUŠENJE BLATA

Sušenje definiramo kot proces ločevanja kapljevite faze iz kapljevito-trdne zmesi (vlažne snovi), kjer je kot produkt procesa pridobljena suha trdna snov.

Ločevanje faz lahko poteka na več načinov:

- z mehanskimi postopki: filtracija, centrifugiranje, iztiskovanje;
- s fizikalno-kemijskimi postopki:
  - z uporabo higroskopskih sušilnih snovi (adsorpcija in absorpcija vlage) ali
  - s kemijskimi reakcijami med vlago in sušilno snovjo;
- s toplotnimi postopki, pri katerih zaradi dovajanja toplote vlaga preide v plinsko obliko in se loči od vlažne zmesi.

Prva dva postopka uvrščamo v mehansko procesno tehniko oziroma kemijsko tehniko, medtem ko sodi toplotni postopek v toplotno procesno tehniko. Postopek dehidracije blata se najpogosteje izvajajo s centrifugami in iztiskovanjem, kjer v odvisnosti od izbrane tehnologije dobimo produkt z vsebnostjo suhe snovi med 20% in 25%. Za doseganje višjih stopenj vsebnosti suhe snovi je potrebno uporabiti toplotne postopke sušenja, ki jih v osnovi sestavljata dva koraka:

- Dovod toplote s pomočjo prevoda, konvekcije ali sevanja, oziroma z generacijo toplote znotraj sušeče se zmesi. Dovedena toplota je namenjena uparjanju oziroma hlapenju vlage iz vlažne zmesi.
- Ločitev pare od zmesi, odvod pare iz sušilnika in po potrebi tudi kondenzacija par zunaj sušilnika.

Spodnja slika prikazuje glavno shemo sušilnika po načelu konvekcijskega sušenja, kjer v splošnem vedno najdemo puhalo, enoto za termično sušenje, enoto za odstranjevanje prahu in obdelavo izhodnih plinov. V primeru sušenja blata iz čistilnih naprav se skoraj vedno izvaja dehidracija blata s procesom mehanskega sušenja, kjer se najpogosteje pojavljajo centrifuga, vijačni iztiskovalnik in tračni iztiskovalnik. Izbira tehnologije sušenja je močno povezana z zahtevami po končni stopnji sušenja produkta, t.j. do kakšne vrednosti suhe snovi bo potekalo sušenje vlažne snovi.



Slika 12.34: Značilni sušilni sestav procesnih enot pri sušenju.



Z obzirom na snov, ki jo bomo sušili, se pri izvedbi sušilne naprave pojavijo naslednja tehnična vprašanja:

- Kako pripeljati toploto, potrebno za spremembo agregatnega stanja vlage, do vlažne snovi?
- Kako odvesti nastalo paro iz področja vlažne snovi?
- Kje je področje fazne spremembe, oziroma meja med mokrim in osušenim delom, znotraj sušene snovi v danem trenutku?

Odgovor na prvo vprašanje lahko dobimo na osnovi dobrega poznavanja mehanizmov prenosa toplote in dinamike tekočin (tekočino v danem primeru predstavlja sušilni plin). Pri tem je treba opozoriti, da je obvladovanje integralnega postopka, to je postavitev pravih snovnih in toplotnih (entalpijskih) tokov, šele prvi korak na poti do najustrežnejšega načina dovoda toplote, čemur mora slediti še natančna določitev tokovnega in toplotnega polja v sušilniku.

Odgovore na vprašanje o toku nastale pare s področja vlažne snovi moramo poiskati v znanjih s področja prenosa snovi, kjer sta v danem primeru najpomembnejša mehanizma difuzija in konvekcija. Izkaže se, da je hkratio poznavanje in obravna mehanizmov prenosa toplote in snovi pogosto edina mogoča pot k zagotovitvi želenih pogojev sušenja.

Dokler je področje fazne spremembe na površini vlažne snovi, je opis prenosa toplote in snovi razmeroma enostaven. Takšno stanje velja samo za površinsko omočene neporozne snovi, medtem ko v primeru sušenja blata obravnavamo sušenje porozne snovi, kjer se meja agregatne spremembe z napredovanjem sušenja pomakne v notranjost vlažne snovi. V tem primeru je gibanje vlage v notranjosti vlažne snovi odvisno od strukture snovi ter od sil, ki vlago vežejo nanjo. Poznavanje zakonitosti gibanja vlage ter prenosa toplote in snovi v notranjosti vlažne snovi podaja temelj za iskanje odgovora glede fazne spremembe.

Iz navedenega lahko povzamemo, da na potek sušenja odločilno vplivajo:

- razmere v okolici in površini vlažne snovi in
- razmere v notranjosti vlažne snovi.

Toplotni načini sušenja se razlikujejo v dovodu toplotne energije vlažni snovi, ki se porablja za uparjanje vlage, hkrati pa vzdržuje primerni nivo temperature v vlažni snovi. Primerna temperatura vlažne snovi je pomembna iz vidika ustvarjanja dovolj velike razlike med tlakom nasičenja na medfazni površini in parcialnim tlakom vlage v sušilnem plinu. Višja kot je temperatura vlažne snovi, višji je tlak nasičenja vlage na meji med mokrim in osušenim delom snovi, kar pomeni višjo razliko do vrednosti parcialnega tlaka vlage v sušilnem plinu in večjo gonilno silo fazne spremembe vlage iz kapljevite v plinasto obliko. Pri tem je potrebno opozoriti na dejstvo, da je edina smiselna izbira sušilnega plina uporaba atmosferskega zraka, slednjemu pa se vrednost parcialnega tlaka vodne pare (oziroma relativna vlažnost) spreminja z vremenskimi razmerami, kar seveda vpliva na intenzivnost postopka sušenja. V primeru relativne vlažnosti okoliškega zraka blizu 100% je zato potreben večji dvig temperature sušilnega zraka kot v običajnih atmosferskih pogojih, če želimo ohraniti nespremenjeno intenzivnost sušenja.

Za sušenje dehidriranega blata najbolj smiselno uporabiti **konvekcijsko sušenje**, saj s tem dosegamo zelo veliko stično površino med sušilnim plinom in odpadnim blatom, pri čemer lahko pozneje z spreminjanjem hitrosti sušilnega zraka spreminjamo koeficient prenosa toplote in snovi med sušilnim plinom in snovjo, kar posledično privede do spreminjanja hitrosti sušenja.





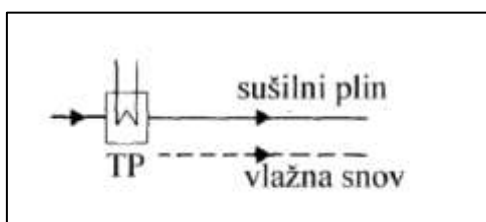
### Konvekcijsko toplotno sušenje dehidriranega blata:

Pri konvekcijskem sušenju se za uparjanje potrebna toplota dovaja vlažni snovi s konvekcijo toplote iz grelnega plina na vlažno snov. Grelni plin je običajno pregreti zrak, ki pa lahko vsebuje tudi inertne pline ali izpušne pline. Plin lahko teče prek površine sušenca, lahko ga vpihavamo v vlažno snov, skozi umetno ustvarjene kanale ali skozi porozno strukturo snovi, lahko pa tudi pnevmatično prenaša vlažno snov in jo pri tem suši.

Glede na smer toka vlažnega plina in vlažnega materiala ter glede na število stopenj sušenja ločimo:

- Istosmerno (sotočno) sušenje:

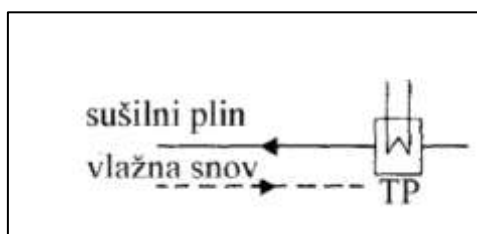
Primerno je za sušenje toplotno občutljivih snovi, saj je suha snov na izhodu v stiku z ohlajenim plinom, tako da so izhodne temperature suhe snovi nizke.



Slika 12.35: Sotočno konvekcijsko sušenje.

- Protitočno sušenje:

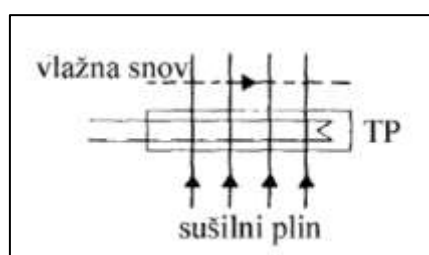
Zaradi dejstva, da vstopajoči vroči plin pride v stik z izstopajočo snovjo, je temperatura le-te visoka, kar je lahko problem pri temperaturno občutljivih snoveh. Prednost protitočnega sušenja je v enakomernejši intenzivnosti sušenja po dolžini sušilnika, saj je na vstopu plina v sušilnik razlika parcialnega tlaka pare v plinu in parnega tlaka kapljavine v snovi mnogo večja kakor pri istosmernem sušilniku. To omogoča doseganje nižjih izhodnih vlažnosti sušene snovi.



Slika 12.36: Protitočno konvekcijsko sušenje.

- Prečno sušenje oziroma sušenje s tokom plina skozi vlažno snov:

Sušilni plin lahko teče skozi vlažno snov ali okoli nje ali odnaša s sabo delce te snovi in jo pri tem suši. Intenzivnost sušenja je zelo velika, zato morata biti tako vlažen kakor suh material neobčutljiva na visoke temperature. Posebno primeren je tak način sušenja za zahtevane kratke čase sušenja.

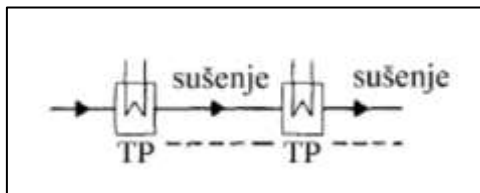


Slika 12.37: Prečno konvekcijsko sušenje.



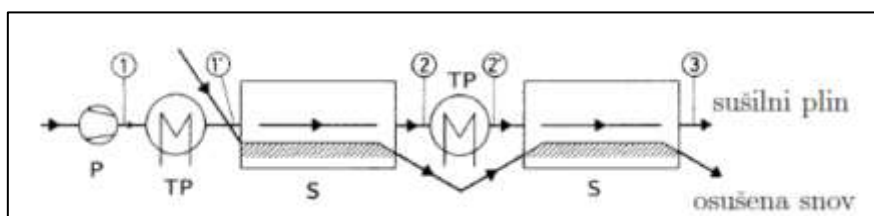
- Večstopensko sušenje:

V primeru sušenja temperaturno občutljivih snovi je treba izvesti sušenje v več stopnjah, kar za sotočni primer prikazuje **Slika 12.38**.



Slika 12.38: Večstopensko konvekcijsko sušenje.

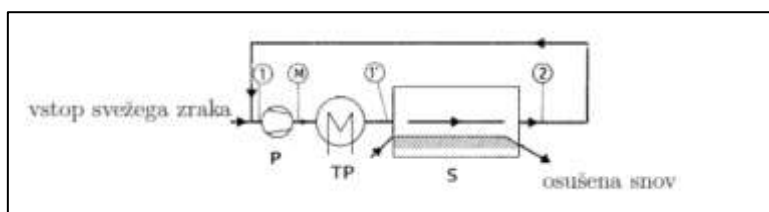
Pri tem segrevamo sušilni plin do največje dovoljene temperature pred vsako stopnjo sušenja. Potrebna specifična toplota  $q$  in specifični masni tok plina  $l$  sta enaka kakor pri enostopenjskem sušenju. Ustrezna shema sušilne naprave je prikazana na **Sliki 12.39**.



Slika 12.39: Shema večstopenske sušilne naprave (P - puhalo, TP – toplotni prenosnik).

- Sušenje s kombinacijo svežega in recikliranega sušilnega plina:

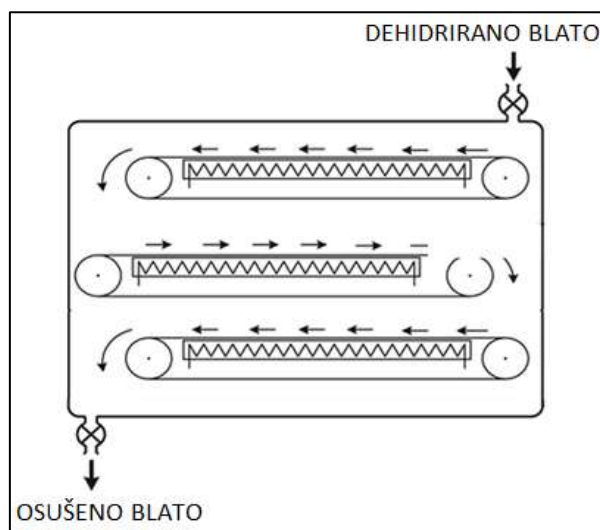
Pogosto uporabljamo za sušenje zrak iz okolice. Zaradi nihanj v sestavi oziroma temperaturi in vlažnosti tega zraka se običajno uporablja dodajanje recikliranega oziroma sušilnega plina iz procesa sušenja. **Slika 12.40** kaže primer večstopenskega sušenja s cirkulacijo zraka.



Slika 12.40: Konvekcijsko sušenje s cirkulacijo zraka.

Glede na to, da je imamo opravka z velikimi količinami mokrega dehidriranega blata, je najbolj smiselno uporabiti konvekcijsko (konvektivno) sušenje dehidriranega blata. Kot optimalna izbira, se predlaga izvedba sušilnika v pretočni izvedbi s tekočim trakom oziroma t.i. tračni sušilnik, saj le-ta zagotavlja dovolj velik masni tok blata.

Tračni sušilniki po navadi niso omejeni po dolžini. Možna je tudi večstopensjska izgradnja v vertikalni smeri več stopenj-trakov. Širina tračnih sušilnikov (trakov) se običajno giblje med 0,5 in 3 metra. Shematski prikaz več-stopenskega tračnega sušilnika je prikazan v nadaljevanju.

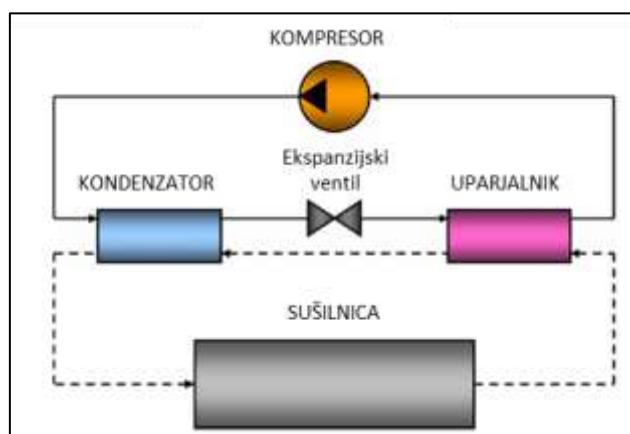


Slika 12.41: Shema več-stopenjskega tračnega sušilnika.

Za transport blata v sušilniku se uporabi jekleni trak. Za preprečitev neprijetnih vonjav in emisij v okolico so predvideni filtri (prefilter in filter za zrak).

Za potrebe sušenja odpadnega blata je potrebno zagotoviti ustrezen in razpoložljiv vir toplote. Na lokaciji CČN Maribor odpadne toplote ni na voljo, prav tako na sami lokaciji CČN ni na voljo zemeljskega plina. Na voljo je le električna energija. Glede na razpoložljive vire na sami lokaciji CČN se ocenjuje uporaba nizkotemperaturnega vira toplote, npr. toplotne črpalke kot najprimernejša izbira razpoložljivega vira toplote za potrebe sušenja odpadnega blata.

V nadaljevanju bo podana shema toplotnega postrojenja s sušilnico za sušenje odpadnega blata in sicer na podlagi koriščenja nizkotemperaturnega vira toplote toplotne črpalke, katerega delovanje je shematsko prikazano na spodnji sliki.



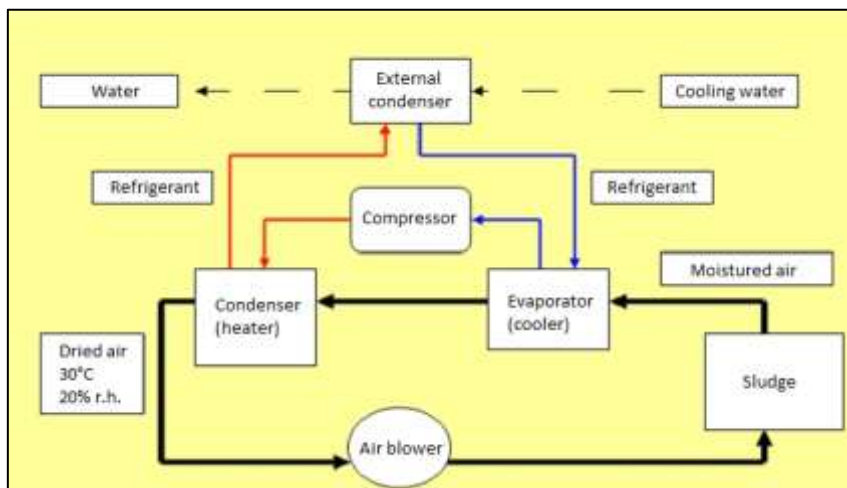
Slika 12.42: Shema toplotne črpalke za pripravo sušilnega plina za potrebe sušenja.

Osnovna shema delovanja sušilnice v sklopu s toplotno črpalko je prikazana na sliki v nadaljevanju in ga sestavljajo:

- sušilnica,
- ventilator,
- kompresorski sistem toplotne črpalke,

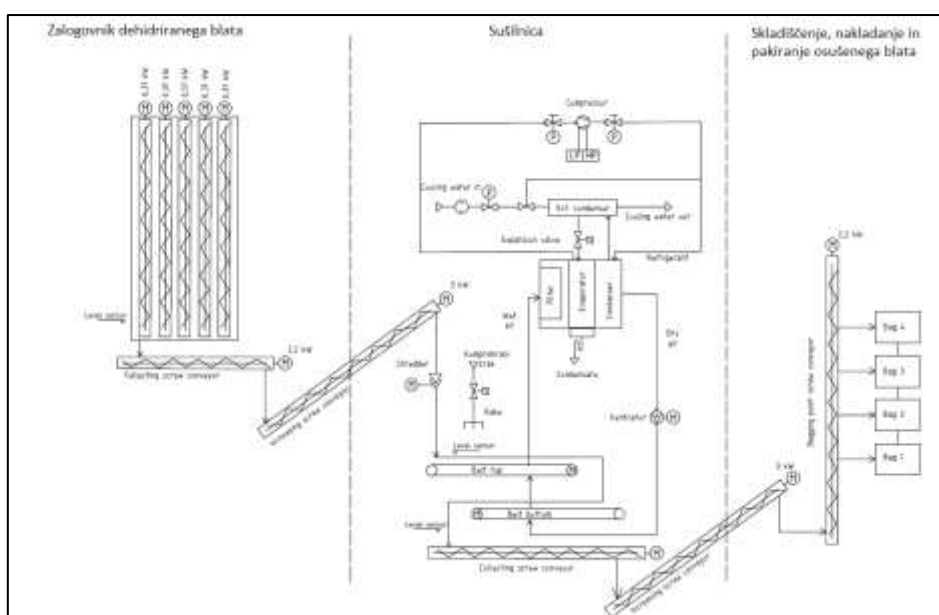


- kondenzatorski sistem toplotne črpalke,
- uparjalni sistem toplotne črpalke,
- ekspanzijski ventili toplotne črpalke,
- rezervoar za kondenzirano vodo iz sušilnega plina.



Slika 12.43: Shema postrojenja sušilnice s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke.

Sistem sušilnice je zaprt sistem, zato se ves zrak v sušilniku reciklira. Zrak se ohladi na uparjalniku (kondenzacija vlage v zraku po prehodu skozi blato—po prehodu skozi uparjalnik nastane suh zrak, sam uparjalnik ima temperaturo 0 °C, kjer je nasičen zrak 80 % vlažnosti kondenzira in odstrani vlago na približno 20% r.h.), nato je zrak suh s približno 20 % relativne vlažnosti, ki nato gre skozi kondenzator, kjer se segreje na približno 30 °C in s pomočjo ventilatorja prehaja skozi blato na jeklenih trakovih sušilnice. Ventilator na eni strani sesa zrak iz uparjalnika in kondenzatorja, na drugi pa ga vpihuje skozi blato. Zunanji kondenzator služi kot izmenjevalnik toplote, v katerem se freon iz sistema hladi s pomočjo vode. Stranski produkt procesa sušenja je kondenzat (kondenzirana voda), ki se odvaja na čistilno napravo.



Slika 12.44: Shema celotnega sistema tračnega sušenja dehidriranega blata s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke.



a) sistem tračnega sušenja



b) dehidrirano blato



c) blato v tračni sušilnici



d) osušeno blato

Slika 12.45: Sušenje dehidriranega blata v tračni sušilnici.

## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

Za umestitev sistema sušenja na CČN Maribor je potrebno upoštevati naslednja izhodišča. Gradbenega dovoljenja ni potrebno pridobiti v primeru, da sistem za sušenje blata zahteva samo montažo nove naprave in da se namembnost objekta ne spreminja. V primeru rekonstrukcije obstoječega objekta in spremembe namembnosti objekta, pa je potrebno pridobiti gradbeno dovoljenje.

## PROSTORSKA SIMULACIJA NA LOKACIJI CČN MARIBOR

Predvidena je umestitev sistema sušenja v že obstoječi prostor CČN Maribor, kjer se trenutno izvaja dehidracija blata z morebitno manjšo dograditvijo oziroma razširitvijo prostora v obliki montažnega objekta.



Umestitev–pogled 1



Umestitev–pogled 2

Slika 12.46: Primer možne umestitve predlaganega sistema sušenja v obstoječi objekt CČN.

## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

Končen produkt iz sistema sušenja je sipek in higieniziran odpadki z vsebnostjo suhe snovi 90 %. Gre za stabiliziran biološko razgradljiv odpadki, ki je zaradi svojih lastnosti enostavnejši za transport kot pa je to vlažno dehidrirano blato.

Z izvedbo sušenja dehidriranega blata se bi občutno zmanjšala količina blata, ki ga je potrebno predati v končno ravnanje (iz izhodiščnih 15.000 na 3.833 t/leto). Posledično je zagotovljen manjši okoljski vpliv transporta blata od lokacije CČN do kraja končne obdelave. Prav tako bi imela manjša količina blata, ki jo je potrebno predati iz CČN v končno ravnanje, tudi manjši vpliv na zvišanje cene storitve čiščenja odpadne vode.

## STROŠKOVNA OCENA

Za potrebe CČN Maribor bi bilo najbolj smiselno obstoječe dehidrirano blato iz CČN Maribor osušiti na 90 % suhe snovi, saj bi se s tem občutno zmanjšala količina blata za predajo v končno ravnanje.

Tabela 12.32: Količine dehidriranega in osušenega blata

Količina dehidriranega blata	15.000	t/leto
Delež suhe snovi v dehidriranem blatu	23	% s.s.
Količina osušenega blata	3.833	t/leto
Delež suhe snovi v osušenem blatu	90	% s.s.

Z izvedbo investicije sistema sušenja dehidriranega blata na CČN Maribor se bi letna količina blata zmanjšala iz izhodiščnih 15.000 na **3.833 ton**.





Celotni investicijski stroški v izgradnjo predlaganega sistema sušenja z izvedbo na ključ se ocenjujejo na **2.572.500,00 EUR** in so podrobneje predstavljeni v nadaljevanju. Predvidena je umestitev sistema sušenja v že obstoječi prostor, kjer se izvaja dehidracija blata z morebitno manjšo dograditvijo oziroma razširitvijo prostora. Stroški povezani z razširitvijo prostora so v investiciji zajeti pod postavko gradbena dela in so ocenjeni v višini **50.000,00 EUR**. Prav tako so predvideni v celotni investiciji še nepredvideni stroški v višini **122.500,00 EUR**, ki bi se lahko pojavili v času gradnje in v tem trenutku niso poznani.

**Tabela 12.33: Višina investicije za izgradnjo sistema sušenja na CČN Maribor.**

Sistem sušenja dehidriranega blata CČN Maribor	Vrednost v EUR
Gradbena dela–dograditev/razširitev obstoječega prostora	50.000,00
Celotno postrojenje sušilnice s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke, zalogovnik za dehidrirano blato 25 m <sup>3</sup> , transportni trak za dovod dehidriranega in zbiranje osušenega blata	2.400.000,00
Nepredvideni–dodatni stroški	122.500,00
<b>Celotna investicija</b>	<b>2.572.500,00</b>

Letni obratovalni stroški celotnega sistema sušenja so vezani predvsem na porabljen električno energijo, redno menjavo filtrov za zrak in pregled TČ ter manjša tekoča vzdrževalna dela.

**Tabela 12.34: Letni obratovalni stroški sistema sušenja na CČN Maribor.**

Letni obratovalni stroški sistema sušenja dehidriranega blata CČN Maribor		
Letna količina odstranjene vode	11.167	t/leto
Specifična poraba električne energije	410	kW/t H <sub>2</sub> O
Skupna predvidena letna poraba električne energije	4.578.470	kWh/leto
Strošek zaposlenih	8.320	1 oseba; 8 h/teden; 416 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Letna menjava filtrov za zrak	30.000	EUR/leto
Redni letni pregled TČ in ostali nepredvideni vzdrževalni stroški	10.000	EUR/leto

Poleg letnih obratovalnih stroškov je potrebno vzeti v obzir še strošek v zamenjavo kompresorjev. Pričakovana življenjska doba kompresorjev je okrog 70.000 delovnih ur. Ocenjuje se, da bo potrebno vsakih 9 let zamenjati kompresorje (strošek 360.000 EUR), saj bo sistem sušenja v obratovanju 7.500 h/leto. Poleg kompresorjev bo potrebno po 10 letih še zamenjati posamezne sestavne dele, ki se bodo iztrošili (ventilatorji, linearni pogon za izravnavo blata, drobilniki, jermenski zobniki, trak sušilnice, kroglični ležaji, zamenjava plina,...). Ocenjeni strošek zamenjave kompresorjev in vseh ostalih sestavnih delov predstavlja 1.337.700 EUR za 10 let obratovanja sistema sušenja. Natančno življenjsko dobo takšnega sistema sušenja je težko napovedati, saj so tovrstni sistemi sušenja za sušenje blat iz ČN v širši uporabi zadnjih 12 let. Pričakovana življenjska doba takšnega sistema sušenja se ocenjuje na 20–25 let. Ocenjuje se, da je celotne opreme za amortizacijo po tej varianti za 1.337.700 EUR.

Za končno ravnanje z osušenim blatom obstaja več rešitev:

- uporaba v cementni industriji (uporaba kot alternativno gorivo za sosežig v cementarni),
- sosežig v sežigalnici odpadkov,
- sežig v monosežigalnici,
- uporaba v betonih in maltah (npr. uporaba kot beton nižje trdnosti, kot masivni beton (npr. pri gradnji hidroelektrarn in večjih temeljev), kot beton za voziščne konstrukcije, kot beton za nosilno plast betonskih tlakovcev),





- uporaba kot kompozitni material (npr. v cestogradnji uporaba kot agregat v vsakem izmed slojev voziščne konstrukcije),
- uporaba v opekarski industriji kot nadomestni material pri proizvodnji opek,
- uporaba v kmetijstvu kot nadomestek umetnega gnojila.

Ocenjujemo, da je najizvedljivejša možnost kot dolgoročna rešitev uporaba osušenega blata za namen sežiga ali sosežiga. Vse ostale možnosti pa so odvisne od povpraševanja in stanja na trgu (t.j. zainteresiranih podjetij), ki bi osušeno blato želele uporabljati v okviru svoje dejavnosti (uporaba kot kompozitni material, npr. kot dodatek v cestogradnji, pri izdelavi betonov in malt, ipd.). Uporaba v kmetijstvu kot nadomestek umetnega gnojila se ocenjuje kot dolgoročno neprimerna rešitev, predvsem iz vidika vsebnosti težkih kovin, ki so prisotne v blatu iz CČN Maribor.

**Tabela 12.35: Možne dolgoročne končne rešitve ravnanja z osušenim blatom iz CČN Maribor.**

Končna rešitev ravnanja z osušenim blatom	Prezemna cena
sosežig v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)
+	
do izgradnje objekta odvoz na sosežig v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
sežig v monosežigalnici, ki bi se zgradil v MOM	Cena določena v okviru analize variante monosežigalnice
+	
do izgradnje objekta odvoz na sosežig v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
Odvoz na sosežig v sežigalnico odpadkov v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)
Odvoz na sosežig v cementarno v Avstrijo*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)

\* za prevzem blata in predajo prevzemniku poskrbi podjetje Surovina, Saubermacher ali Koto.

Potreben čas za izvedbo investicije v postavitve sistema sušenja se ocenjuje na 9–12 mesecev. Izračun stroškov dodatnega sušenja dehidriranega blata za primer CČN Maribor je podan v naslednji tabeli.

**Tabela 12.36: Prikaz letnih stroškov.**

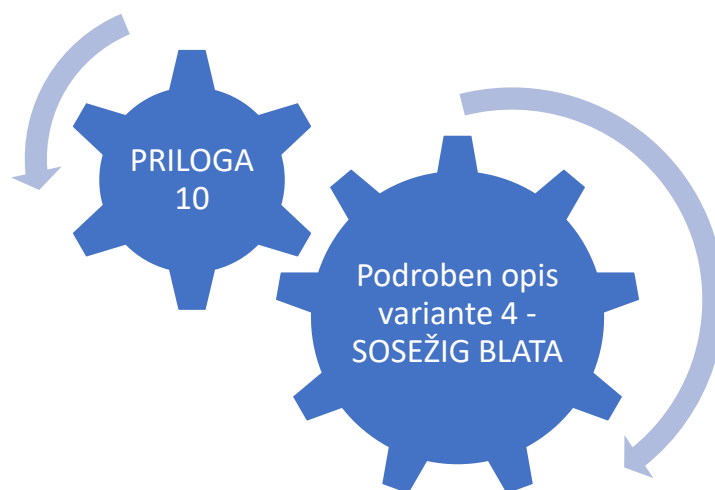
Sistem sušenja za letno obdelavo 15.000 t blata–sušenje blata iz 23 % na 90 % s.s.		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	8.320 EUR	1 oseba; 8 h/teden; 416 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	503.632 EUR	Poraba električne energije 4.578.470 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	40.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Stroški predaje osušenega blata v končno ravnanje; prevzemna cena: 200 EUR/t	766.600 EUR	Letna količina osušenega blata: 3.833 t
Ostali prihodki	0	
Uporaba infrastrukture (stroški vzdrževanja)	25.725 EUR	

Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.



## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Sušenje dehidriranega blata iz CČN Maribor je ena izmed možnih dolgoročnih tehničnih rešitev s končno uporabo osušenega blata v energetske namene (monosežig, sosežig). Možnost uporabe osušenega blata v ostale namene, pa je odvisna od povpraševanja in stanja na trgu kot tudi od same sestave blata v prihodnosti (predvsem glede vsebnosti težkih kovin).





## 12.10 PRILOGA 10 - PODROBEN OPIS VARIANTE 4 – SOSEŽIG BLATA

Odvečno blato iz ČN je mogoče uporabiti za namen sosežiga v različnih termoenergetskih objektih, in sicer:

- v sežigalnici odpadkov,
- v termoelektrarni na premog ali
- v cementarni.

Sosežig blata iz ČN v termoelektrarnah na premog, cementarnah in sežigalnicah odpadkov se je uveljavilo kot ena izmed možnih tehničnih načinov končne uporabe blata. Še posebej se je povečala uporaba v cementarnah in termoelektrarnah na premog kot možnost nadomeščanja klasičnih fosilnih goriv. Možnost uporabe blata v namen sosežiga omejuje predvsem vsebnost vode v blatu in dopustne koncentracije onesnaževal v dimnih plinih.

V primeru sosežiga blata v sežigalnici odpadkov blata iz ČN ni potrebno dodatno osušiti, saj je možna uporaba vlažnega dehidriranega blata. Za koriščenje blata v cementarni in termoelektrarni pa je običajno zahteva, da je blato potrebno dodatno osušiti, da ima dovolj visoko energetska vrednostjo. Na primer, za sosežig v cementarni je potrebno, da ima blato kurilno vrednost vsaj 11 MJ/kg, kar v praksi dosegajo osušena blata na 80 % s.s. ali več.

V Nemčiji se je izkazalo, da je tehnično izvedljiva uporaba blata do 5 % skupne mase goriva za potrebe sosežiga v termoelektrarnah na premog; v sežigalnicah odpadkov je lahko ta delež do 20 %, v kolikor je vhodno gorivo temeljito premešano.

Pregled razpoložljivih tehnologij termične obdelave blata iz ČN v Nemčiji je podan v naslednji tabeli.

Tabela 12.37: Razpoložljive tehnologije termične obdelave blata iz ČN v Nemčiji <sup>27</sup>.

Mono-incineration		Fluidized bed	Rotary kiln	Grate furnace	(Combined) multiple hearth (fluidized bed) furnace
Number of plants	-	20 (20 planned)	0 (2 planned)	1	1 (1)
Total capacity	Mg/a DM	670,000 (460,000 planned)	0 (70,000 planned)	55,000	88,560
Plant capacity	Mg/a DM	2,000-100,000	0 (25,000 planned)	55,000	36,000 (52,560)
Technology assessment	-	proven	few references	few references	complex
Co-incineration		Waste incineration plant		Coal fired power plant	Cement kiln
Number of plants	-	17		11	n.a.
Total capacity	Mg/a DM	65,000		560,000	120,000
Technology assessment	-	proven, co-incineration requires prior phosphorus recovery in future			
Alternative processes		Pyrolysis	Gasification	Metallurgical processes	HTC
Number of plants	-	3 (2 planned)	3	1 pilot plant	n.a.
Total capacity	Mg/a DM	about 2,100 (3,800 planned)	about 11,000	n.a.	n.a.
Plant capacity	Mg/a DM	700-1,400 (3,500 planned)	400-5,000	n.a.	n.a.
Technology assessment	-	product-qualification unclear	permanent operation unsteady	only on a small scale for sewage sludge treatment used currently no continuation after pilot operation	only suitable for pre-treatment

Ugotovimo lahko, da v Nemčiji ob monosežigu blata sosežig v sežigalnicah odpadkov, termoelektrarnah na premog in cementarnah predstavlja prevladujoče tehnologije termične obdelave, ki so preizkušeno delujoče. Je pa v Nemčiji monosežig blata edina možna dolgoročna tehnološka rešitev po letu 2029, zaradi že sprejete zakonodaje glede izločanja fosforja iz blata ČN.

<sup>27</sup> vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review, Journal of Environmental Management, Volume 263, 1 June 2020*



Glavni argumenti proti sosežigu so naslednji:

- trenutno je v Srednji Evropi predlagano zmanjšanje emisij CO<sub>2</sub> v hitri preusmeritvi proizvodnje električne energije iz premoga v čistejše vire energije. Iz tega vidika termoelektrarn na premog ni mogoče šteti za dolgoročno rešitev, vsaj ne v Srednji Evropi. Na primer:
  - Avstrija je v letu 2020 že zaprla zadnjo termoelektrarno na premog Mellach, locirana južno od mesta Graz. Cilj države je do konca leta 2030 proizvesti celotno električno energijo iz obnovljivih virov. V letu 2018 je bil ta delež 75 %. vir: <https://apnews.com/article/48fbd5c9cd8792e282a6e0b124f311dc>
  - Avstrija je za Belgijo tako druga država v Evropi, ki je že opustila termoelektrarne na premog. Do leta 2030 to namerava storiti še kar nekaj EU držav: Francija (2022), Švedska (2022), Slovaška (2023), Portugalska (2023), Velika Britanija (2024), Irska (2025) in Italija (2025). Grčija (2028), Nizozemska (2029), Finska (2029), Madžarska (2030) in Danska (2030). Nemčija ima to namen storiti do leta 2038. vir: <https://energycentral.com/news/austria-phases-out-coal-closure-verbunds-246-mw-mellach-plant>
  - Podobne načrte ima tudi Slovenija. Po enih informacijah se bi naj zaprtje Termoelektrarne Šoštanj zgodilo že leta 2033, sicer pa leta 2038 ali 2042. vir: <https://savinjske.com/novica/823/>
- Pri procesu sosežiga se fosfor v blatu praviloma izgubi. V cementarnah se ujame v sam proizvod in v sežigalnicah odpadkov se pomeša s pepelom iz ostalih odpadkov. V termoelektrarnah na premog se izvajajo preizkusi za pridobivanje fosforja iz pepela. Vendar so ta preskušanja še vedno v pilotni fazi in nanje vpliva upadanje število še delujočih termoelektrarn.
- Proces sosežiga vzpostavlja ekonomsko soodvisnost med različnimi strankami, ki sicer delujejo neodvisno. To vključuje več tveganj, ki lahko potencialno škodljivo vplivajo na dolgoročno načrtovanje končne uporabe blata.
- Prevoz blata do objektov za sosežig je običajno logistično zapleten in ima vpliv na okolje.
- do leta 2030 se pričakuje vse manjši delež sosežiga blat v cementarnah in sežigalnicah odpadkov, zaradi usmeritve Evrope po pridobivanju fosforja in že sprejetih zakonodajnih omejitev v določenih državah (Švica, Nemčija, Avstrija ima v tem trenutku že sprejete smernice v katero smer bi naj šla; Osnutek Zveznega načrta za odpadke 2017 (BMLFU, 2017)). V ostalih državah se to še pričakuje. Posledično je za pričakovati, da se bo sosežig blata v tovrstnih objektih po letu 2030 izvajal v vse manjšem obsegu.

Na podlagi temeljitega pregleda vseh razpoložljivih tehnologij za sosežig blata lahko ugotovimo, da za blato iz CČN Maribor obstaja več tehnoloških rešitev in sicer:

- **Varianta 4a:** Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
- **Varianta 4b:** Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM,
- **Varianta 4c:** Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji in
- **Varianta 4d:** Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji.

**Variante 4a–4d** predstavljajo dolgoročno rešitev le pod pogojem, da je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi. V nasprotnem primeru veljajo vse variante za kratkoročno prehodno rešitev, saj se pričakuje, da bo tudi Slovenija po letu 2030 sprejela podobne smernice kot so to storile že nekatere države v Evropi (Nemčija, Švica).

V Sloveniji imamo le en objekt termoelektrarne na premog in en objekt cementarne, kjer bi se lahko izvajal sosežig blata. Cementarna Anhovo od leta 2017 osušenega blata v sosežig ne sprejema več. Termoelektrarna Šoštanj pa nima okoljevarstvenega dovoljenja za izvajanje tovrstnega sosežiga.



Je pa v načrtu na področju MOM-a izgradnja objekta za energijsko izrabo odpadkov, kjer bi se lahko blato iz CČN Maribor uporabilo kot vhodni odpadki<sup>28</sup>. V takšnem objektu se bi lahko termično obdelala različna vrsta odpadkov, tudi dehidrirano ali osušeno blato iz CČN. V investicijski dokumentaciji (DIIP) je podana ocena investicije za izgradnjo takšnega objekta kot tudi prevzemna cena za sprejem odpadkov v obdelavo. Višina investicije izgradnje objekta za energijsko izrabo odpadkov je ocenjena na **45.203.000 EUR**, strošek prevzema odpadkov v obdelavo pa **110 EUR/t**. Predviden pričetek obratovanja objekta po podatkih navedenih v DIIP-u pa je za **leto 2027**.

Blato iz CČN Maribor bi bilo možno uporabljati dolgoročno za sosežig v objektu za energijsko izrabo odpadkov, katerega izgradnja se načrtuje v MOM, vendar pod pogojem, da je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi, saj se pričakuje, da bo tudi Slovenija po zgledu Nemčije in Švice sprejela zakonodajo, ki bo sledila usmeritvam EU o pridobivanju fosforja iz blata. V primeru večje vsebnosti fosforja v blatu nad 20 g P/kg suhe snovi, pa lahko sosežig blata v tovrstnem objektu predstavlja le prehodno rešitev, kar pa bo odvisno od Republike Slovenije za kakšna pravila se bo odločila.

Za potrebe sosežiga v cementarnah pa bi bilo potrebno blato iz CČN Maribor najprej osušiti na 90 % suhe snovi in lahko predstavlja dolgoročno rešitev, v kolikor bo vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi. V nasprotnem primeru lahko sosežig blata v cementarnah predstavlja le prehodno rešitev. Znotraj Slovenije že v tem trenutku ni mogoče oddati osušeno blato v cementarno na sosežig, obstaja samo možnost oddaje v tujino (npr. Avstrija ima devet cementarn).

## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

V Sloveniji ravnanje z odpadki ureja več različnih predpisov. Osredotočili se bomo predvsem na tiste, ki se nanašajo na sosežig blata. To ureja Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16).

### Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov:

Ta uredba v skladu z Direktivo 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) (prenovitev) (UL L št. 334 z dne 17. 12. 2010, str. 17) za sežigalnice odpadkov in naprave za sosežig odpadkov določa:

- pogoje za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje;
- mejne vrednosti emisije snovi v zrak in ukrepe za nadzor emisije snovi v zrak;
- mejne vrednosti emisije snovi pri odvajanju odpadne vode in ukrepe za nadzor emisije snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za čiščenje odpadnih plinov;
- pravila ravnanja z odpadki in ostanki;
- pogoje obratovanja;
- zahteve za obratovalni monitoring emisije snovi v zrak in emisije snovi pri odvajanju odpadne vode.

<sup>28</sup> Termična predelava odpadkov Maribor JHMB 20/21, investicijska dokumentacija (DIIP), Energetika Maribor, 2020.



V nadaljevanju je podan povzetek členov, ki definirajo v uredbi uporabljene izraze:

- Naprava za sosežig je kakršna koli naprava, ki je nepremična ali premična tehnološka enota, katere glavni namen je proizvodnja energije ali materialnih izdelkov in ki uporablja odpadke kot običajno ali dodatno gorivo ali v kateri se odpadki termično obdelajo z namenom odstranitve s sežigom z oksidacijo odpadkov in drugimi postopki toplotne obdelave, kot so piroliza, uplinjanje ali obdelava v plazmi, če se snovi, ki nastanejo pri obdelavi, naknadno sežgejo. Naprava za sosežig vključuje vse linije za sosežiganje, sprejem odpadkov, skladiščenje, naprave za predobdelavo na kraju samem, sisteme za oskrbo z odpadki, gorivom in zrakom, kotle, naprave za čiščenje odpadnih plinov, naprave za obdelavo ostankov in odpadne vode na kraju samem, rezervoarje za odpadno vodo, odvodnike, naprave in sisteme za nadziranje postopkov sosežiganja, zapisovanje in spremljanje pogojev sosežiganja. Če se za toplotno obdelavo odpadkov uporabijo postopki, različni od oksidacije, kot so piroliza, uplinjanje ali obdelava v plazmi, so v sklop naprave za sosežig vključeni tudi postopki in sistemi toplotne obdelave in naknadnega sežiga. Če sosežiganje odpadkov poteka tako, da glavni namen naprave za sosežig ni proizvodnja energije ali izdelkov, ampak termična obdelava odpadkov, se naprava šteje za sežigalnico.
- Mejne vrednosti emisij snovi v zrak iz sežigalnic in naprav za sosežig so določene v 7. členu in Prilogi 1: Mejne vrednosti emisij snovi v zrak te uredbe.

## OKVIRNE KOLIČINE ENERGETSKE VREDNOSTI GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVE KOLIČINE IN IZBRANO TEHNOLOGIJO TERMIČNE OBDELAVE BLATA - SOSEŽIG

Energetski potencial blata iz CČN Maribor se v primeru sosežiga izkoristi znotraj MOM le v primeru koriščenja blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se ga načrtuje v MOM.

Dehidrirano in osušeno blato iz CČN Maribor izkazuje naslednjo energetska vrednost:

Tabela 12.38: Energetska vrednost dehidriranega in osušenega blata.

Blato iz CČN Maribor	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost	Povprečna vrednost
<b>Dehidrirano blato (23 % s.s.)</b>	0,8692 MJ/kg	1,5350 MJ/kg	1,1920 MJ/kg
<b>Osušeno blato (90 % s.s.)</b>	10 MJ/kg	12 MJ/kg	11 MJ/kg
<b>–ocena</b>			

## STROŠKOVNA OCENA

V okviru Variante 4 so za blato iz CČN Maribor analizirane izvedljive možnosti prodaje dehidriranega in osušenega blata v sosežig ter so predstavljene v tabeli.





Tabela 12.39: Stroškovna ocena variant.

Varianta	Končna rešitev ravnanja z osušenim blatom	Prezemna cena	Količina blata	Opomba
<b>Varianta 4a</b>	sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)	15.000 ton/leto	Kot izhodišče za pričetek delovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se upošteva leto 2027.
<b>Varianta 4b</b>	sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov, ki se načrtuje zgraditi v MOM	110 EUR/t (ocena DIIP Termična predelava odpadkov Maribor, 2020, Energetika Maribor)	3.833 ton/leto	Kot izhodišče za pričetek delovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se upošteva leto 2027. Upošteva se izvedba variante 3. Do pričetka obratovanja objekta za energijsko izrabo odpadkov se osušeno blato predaja v sosežig v cementarno ali sežigalnico odpadkov v Avstrijo po prevzemni ceni 200 EUR/t.
<b>Varianta 4c</b>	sosežig dehidriranega blata v sežigalnici odpadkov v Avstriji*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)	15.000 ton/leto	Izvedljivo takoj.
<b>Varianta 4d</b>	sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici odpadkov v Avstriji*	200 EUR/t (trenutna cena na trgu)	3.833 ton/leto	Izvedba variante 3.

\* za prevzem blata in predajo prevzemniku poskrbi podjetje Surovina, Saubermacher ali Koto.

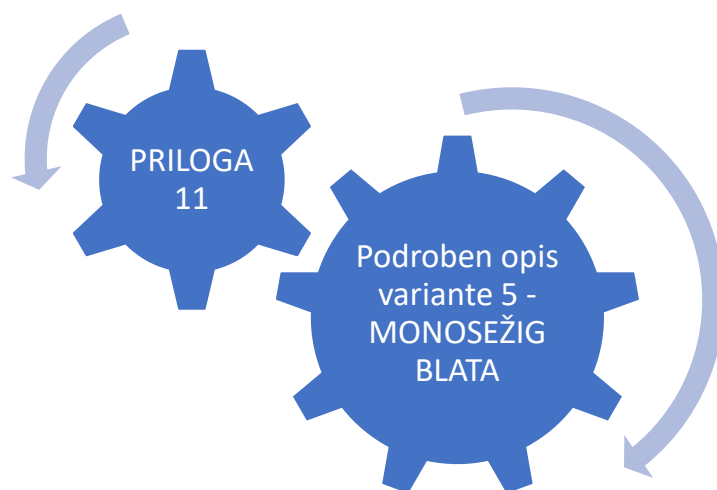
Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Odvečno blato, ki nastaja na CČN Maribor se bi lahko uporabilo kot vhodno gorivo za potrebe sosežiga v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM, ki je v načrtovanju ali v eni izmed cementarn v Avstriji, saj naša edina cementarna Anhovo trenutno osušenih blat v sosežig ne sprejema več. V objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM bi bilo mogoče uporabiti tako vlažno dehidrirano blato kot tudi osušeno, medtem ko bi v primeru predaje blata v cementarno bilo potrebno obstoječe dehidrirano blato najprej osušiti na 90 % s.s., šele na to pa ga bi bilo možno predati v sosežig, da se zagotovi zahtevana minimalna kurilna vrednost blata, ki jo zahteva cementarna.

**Sosežig blata v različnih termoenergetskih objektih dolgoročno več ne moremo šteti za primeren način končne uporabe, predvsem zaradi EU strategije po izločanju fosforja iz pepela, kar v primeru sosežiga ni možno. Sosežig blata v sežigalnicah odpadkov in v cementarnah lahko predstavlja dolgoročno rešitev glede na trenutno EU strategijo le v primeru, v kolikor je vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi.**

**V primeru večje vsebnosti fosforja v blatu pa lahko sosežig blata v cementarnah in sežigalnicah odpadkov predstavlja le prehodno rešitev. Za blato iz CČN Maribor je nemogoče napovedati, če bo v prihodnosti zagotovljena vsebnost fosforja v blatu pod 20 g P/kg suhe snovi, saj se je v preteklosti vsebnost fosforja v blatu spreminjala in je znašala 19,935–41,20 g P/kg suhe snovi.**





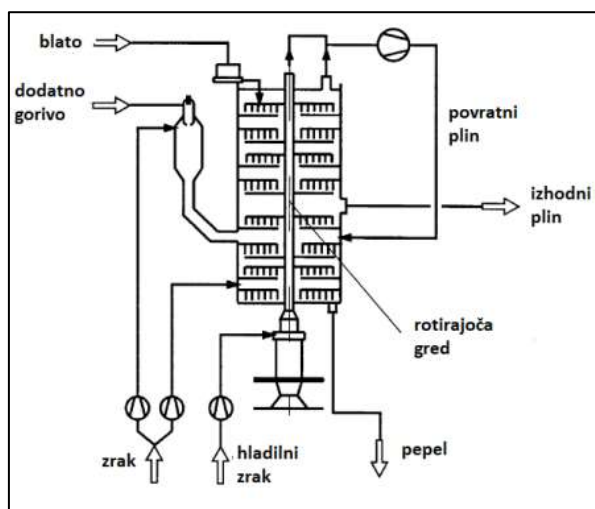
## 12.11 PRILOGA 11 - PODROBEN OPIS VARIANTE 5 – MONOSEŽIG BLATA

Monosežig je najbolj preverjen način toplotne obdelave blata. Ta način končne obdelave trenutno koristijo v največji meri na Nizozemskem, v Nemčiji, Švici, kjer so monosežigalnice namenjene izključno sežigu blata iz ČN. Gre za proces zgorevanja organskih snovi pri visokih temperaturah v prisotnosti presežka kisika. Med procesom blatu odstranimo vlago in bistveno zmanjšamo suspendirano količino snovi. Prav tako se v procesu uničijo vse organske snovi, patogeni organizmi in nevtralizira neprijeten vonj. Za sam proces zgorevanja običajno uporabljamo osušeno blato z okrog 40 % deležem suhe snovi.

Najbolj pogosti tehnologiji za zgorevanje blata sta večstopenjska monosežigalnica (angl. Multiple Hearth Furnace) in monosežigalnica z lebdečim (fluidiziranim) slojem (angl. Fluidized Bed Combustor). V uporabi so tudi različni tipi rotirajočih peči (angl. Rotary Kilns), ciklonov in talilnih peči.

### Večstopenjska monosežigalnica:

Večstopenjske monosežigalnice so razdeljene na tri cone (sušilna, zgovalna, ohlajevalna). Zgovalna komora je cilindrične oblike. Komora vsebuje rotirajočo gred in 4 do 14 jeder. Omogoča zgorevanje blata, ki je le mehansko zgoščeno. Blato se dodaja na vrhu, kjer s pomočjo krtač, ki so pritrjene na rotirajočo gred, potuje proti dnu skozi štiri obratovalne cone. Sušilni coni sledijo od zgoraj navzdol pirolizna cona, zgovalna cona in ohlajevalna cona. Zrak se dodaja na dno monosežigalnice z namenom boljšega zgorevanja. Glavna prednost večstopenjske monosežigalnice je dobro izkoriščanje notranje energije, saj so dimni plini v direktnem stiku z blatom in zagotavljajo dobro sušenje. Glavno težavo pa predstavlja pogosta potreba po dodatnem gorivu, da se zagotavlja stabilen proces zgorevanja.



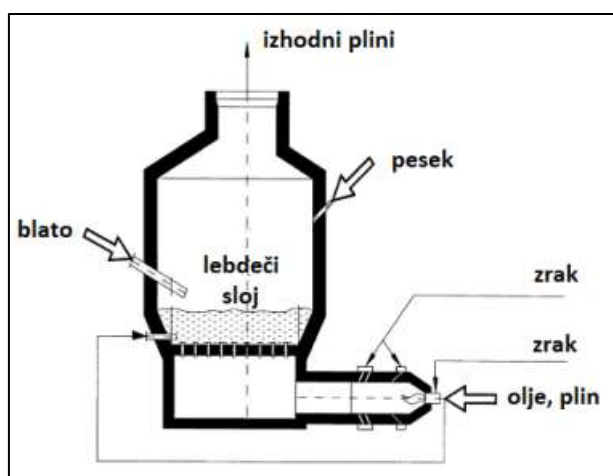
Slika 12.47: Večstopenjska monosežigalnica<sup>29</sup>.

<sup>29</sup> vir: J. Werther, T. Ogada: Sewage sludge combustion. Progress in energy and combustion science 25 (1999), str. 55–116.



### **Monosežigalnice z lebdečim slojem:**

Velja za najpogostejšo tehnologijo v uporabi v svetu za samostojen sežig blata. Takšna monosežigalnica je prikazana na sliki v nadaljevanju. V monosežigalnici lahko zgoravamo tako suho kot vlažno blato ali kombinacijo obeh. Ključni del monosežigalnice z lebdečim slojem je sloj inertnega materiala, najpogosteje silicijevega peska na dnu zgorovalne komore. Od spodaj se preko več šob v sloj vpihuje komprimiran zrak, ki je potreben za proces zgoravanja in rahlja pesek. Sloj ima zaradi vpihanega zraka lastnosti tekočine. V sloju peska so suspendirani delci blata, ki zaradi intenzivnega turbulentnega mešanja zgoravajo hitro in popolno. Razlog je velika površina inertnega materiala, ki zagotavlja dober kontakt med gorivom in kisikom ter odličen prenos toplote pri relativno nizkih temperaturah. Velika količina inertnega materiala zaradi velike kapacitivnosti prav tako deluje kot temperaturni vztrajnik, ki preprečuje hitra temperaturna nihanja zaradi nenadnih sprememb v sestavi ali vlažnosti blata. Ena največjih prednosti pa so dokaj nizki stroški vzdrževanja, saj v kurišču ni rotirajočih delov, velika količina inertnega materiala pa onemogoča temperaturne šoke.



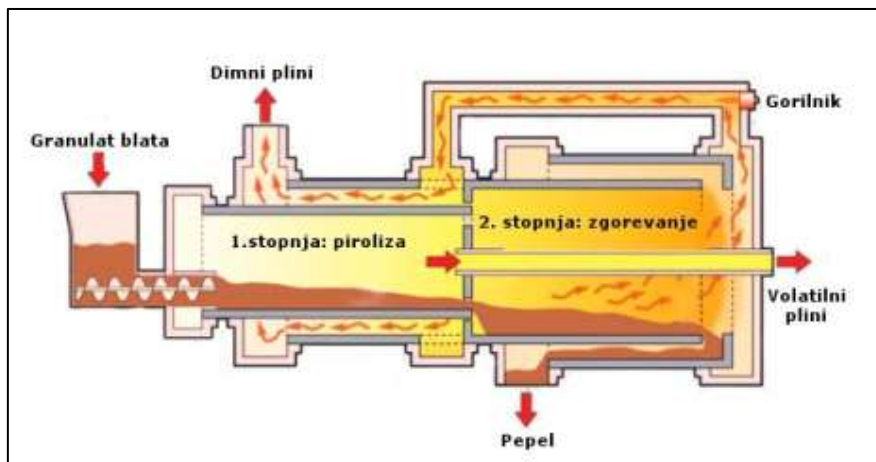
Slika 12.48: Monosežigalnica z lebdečim slojem.<sup>30</sup>

### **Rotirajoča peč:**

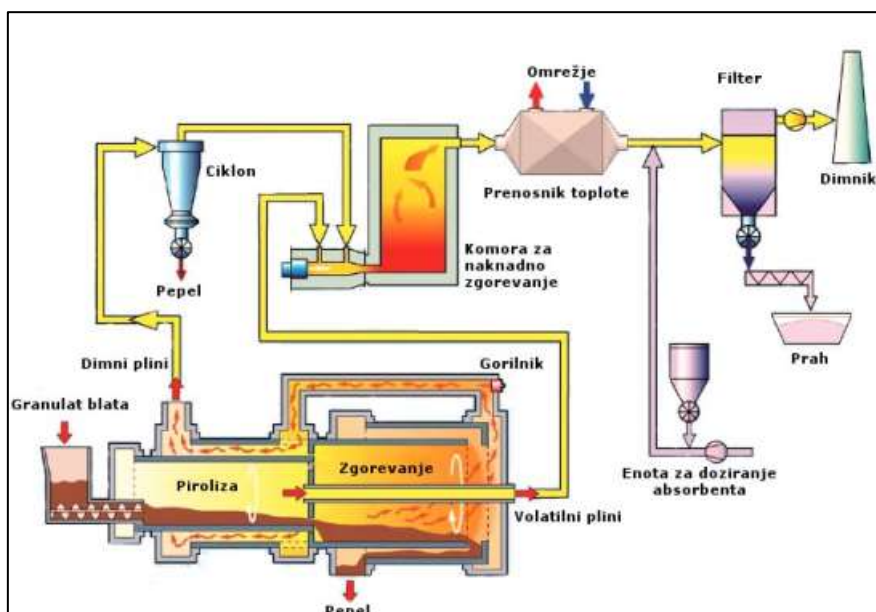
V osnovi je rotirajoča peč jeklen boben obložen na notranji strani z visoko ognjeodpornimi materiali. Boben se vrti okoli rotirajoče gredi, ki je nekoliko nagnjena od horizontale. Med rotacijo se blato obrača in potuje skozi različne cone z različnimi temperaturnimi razmerami. V različnih conah ali stopnjah je blato podvrženo sušenju, devolatilizaciji ali pirolizi, zgoravanju in hlajenju pepela. Piroliza poteka do temperature 800 °C, zgoravanje pa v območju 800–1000 °C. Težava rotirajoče peči se pojavlja predvsem zaradi aglomeracije in sintranja površine aglomerata, kar posledično prepreči, da bi zgorela tudi notranost granulata. To bistveno znižuje izkoristek peči. Na spodnji sliki je prikazan primer dvostopenjske rotirajoče peči. Piroliza in zgoravanje tečeta zaporedno. Granulat blata z nizko vsebnostjo vlage (zahtevano osušeno blato, praviloma 90% s.s.) doziramo v pirolizno komoro s pomočjo vijaka. V pirolizni komori se iz blata izločajo volatili preko nizektemperaturne karbonizacije v atmosferi s primanjkljajem kisika. Volatilni plini so nato direktno transportirani v komoro naknadnega zgoravanja (angl. afterburner chamber), kjer zgoravajo na visoki temperaturi. Preostalo oglje se s spiralnim transportom prenese v zgorovalno komoro. Pepel, nastal pri zgoravanju, se odvaja iz zgorovalne komore in je primeren za zemeljsko odlaganje. Dimni plini, ki nastanejo pri zgoravanju oglja se nato dodatno segrevajo in se vodijo mimo pirolizne komore, kjer oddajo del svoje energije, ki je potrebna za pirolizo. Dimni plini se nato očistijo v ciklonskem odstranjevalniku delcev in se v nadaljevanju združijo z volatilnimi plini iz pirolizne komore, ki nato skupaj potujejo v komoro naknadnega zgoravanja. Postrojenje je prikazano na sliki v nadaljevanju.

<sup>30</sup> Vir: J. Werther, T. Ogada: Sewage sludge combustion. Progress in energy and combustion science 25 (1999), str. 55–116

Toploto, ki izhaja iz komore naknadnega zgorovanja lahko uporabimo za proizvodnjo pare, tople vode ali segrevanja termalnega olja za segrevanje sušilnika blata. Kisle spojine in težke kovine v dimnih plinih lahko naknadno odstranimo v filtru v katerega doziramo absorbente.



Slika 12.49: Dvostopenjska rotirajoča peč.<sup>31</sup>



Slika 12.50: Celotno postrojenje za sežig blata.<sup>32</sup>

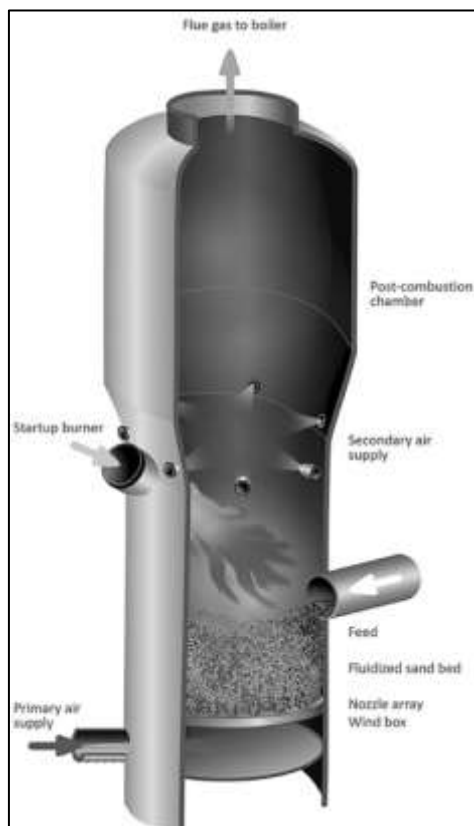
V Evropi sta v obratovanju le dva takšna postrojenja, in sicer v Stadtwerke Crailsheim v Nemčiji (kapaciteta 650 kg/h, osušeno blato 90 % s.s.) in na južnem Tirolskem v Italiji (550 kg/h, osušeno blato 90 % s.s.) in sta bila zgrajena v obdobju 2000–2010. Po letu 2010 se ni postavil več nobeden takšen objekt.

<sup>31</sup> Vir: J. D. Bień, B. Bień, *Sludge Thermal Utilization, and the Circular Economy, Civil and Environmental Engineering Reports, 2019*

<sup>32</sup> Vir: J. D. Bień, B. Bień, *Sludge Thermal Utilization, and the Circular Economy, Civil and Environmental Engineering Reports, 2019*



**Najprimernejša tehnologija za sežig blata je kurišče z lebdečim slojem in velja za najbolj preizkušeno tehnologijo v svetu.** Na sliki je shematsko prikazan monosežig blata v kurišču z lebdečim slojem.



Slika 12.51: Monosežig blata v kurišču z lebdečim slojem.<sup>33</sup>

Monosežigalnice z lebdečim slojem so v uporabi in obratovanju na primer v Nemčiji za obdelavo blata od 3.200 t blata s.s./leto (Ruegen, Nemčija) pa vse do 95.000 t blata s.s./leto (Lünen, Nemčija). Trenutno je v Nemčiji v obratovanju 20 monosežigalnic s skupno kapaciteto 670.000 t blata s.s./leto. V diskusiji ali v pripravi je v Nemčiji trenutno 20–30 novih projektov za monosežigalnice, zaradi pričakovanih sprememb v zakonodaji do leta 2030.

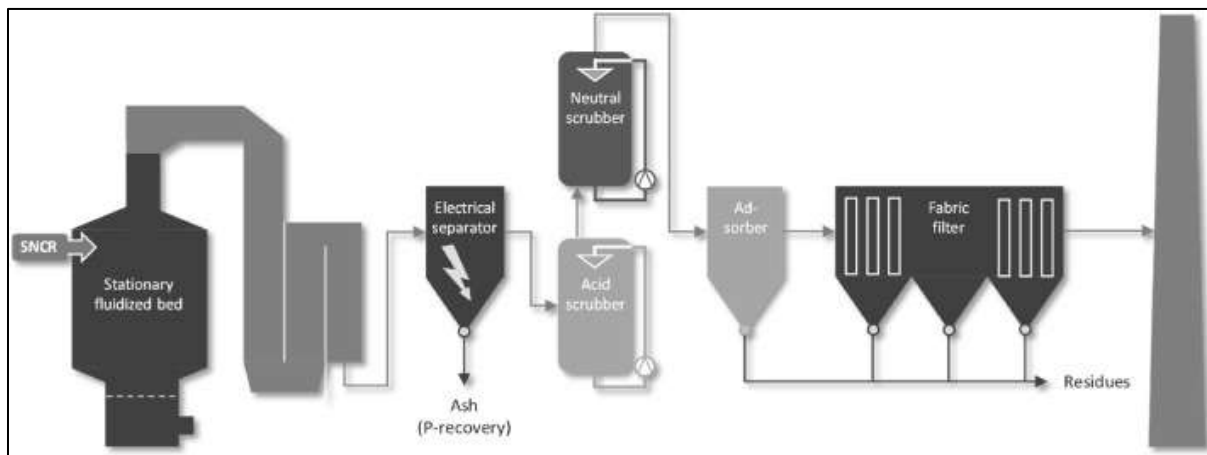
#### **Čiščenje dimnih plinov iz monosežigalnice:**

Procesna tehnologija, ki se uporablja za čiščenje dimnih plinov iz monosežigalnice, se razlikuje od tehnologije pri sežiganju odpadkov, zaradi različne sestave dimnih plinov. V splošnem so uporabljena podobna tehnološka načela. Posebno pozornost je treba nameniti nizki vsebnosti vodikovega klorida (HCl) in bistveno višji vsebnosti žveplovega dioksida (SO<sub>2</sub>) v dimnih plinih v primerjavi s konvencionalnim sežiganjem odpadkov. Potreben je učinkovit sistem za čiščenje dimnih plinov, ki omogoča varno ločevanje visokih obremenitev SO<sub>2</sub>. Ker je temperature izgoravanja v lebdečem sloju mogoče dobro nadzorovati, lahko večina monosežigalnic izpolnjuje dejanske mejne vrednosti emisij dušikovega oksida v območju 150–200 mg/m<sup>3</sup> brez kakršnih koli sekundarnih ukrepov za zmanjšanje. Če to ni mogoče, npr. zaradi strožjih mejnih vrednosti zakonodaje (100 mg/m<sup>3</sup> ali manj), se običajno uporabljajo postopki selektivne nekatalitske redukcije (SNCR).

<sup>33</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review*, *Journal of Environmental Management*, Volume 263, 1 June 2020



Raztopina sečnine ali amoniaka se vbrizga neposredno v kurišče z lebdečim slojem, da se dušikovi oksidi reducirajo v elementarni dušik. Katalitski procesi (SCR) so v monosežigalnicah redko uporabljeni. Primer možne postavitve linije za čiščenje dimnih plinov za monosežigalnico je shematično prikazan na sliki spodaj.



Slika 12.52: Primer tehnološke rešitve čiščenja dimnih plinov iz monosežigalnice.<sup>34</sup>

#### Glavni produkti monosežiga:

Toploto, pridobljeno med procesom zgorevanjem blata, lahko koristno uporabimo za sušenje blata pred sežigom, ogrevanje prostorov ČN, presežek pa oddamo v sistem daljinskega ogrevanja. V večjih monosežigalnicah pa je možno poleg toplote še pridobivati električno energijo.

#### Preostanki monosežiga:

Pri monosežigu blata nastaja pepel, ki ga lahko uporabimo za pridobivanje fosforja ali pa ga odlagamo na deponije, uporaba pri gradnji cest, predelavo v kompozit za sanacijo degradiranih območij (trenutna praksa). Preostanek procesa monosežiga so še mavec, odpadna voda ter ostanki po čiščenju dimnih plinov, ki se predajo pooblaščenemu prevzemniku odpadkov, saj so nevarni odpadki, zaradi visoke vsebnosti onesnaževal. Mavec iz mokrih čistilcev dimnih plinov se lahko uporablja v gradbeništvu, vendar je uporaba zaradi njegovega izvora in razmeroma majhnih količin precej omejena.

#### **Pridobivanje fosforja in možnost njegove uporabe**

V zadnjem času pridobivanje fosforja iz blata postaja v Evropi vse bolj aktualna tematika. Fosfor se namreč v naravi ne obnavlja, je ključni element za življenje in pridobivanje hrane in se ga v naravi nahaja v omejenih količinah. Na voljo ga je še samo za nekaj desetletij. Fosfor je namreč enajsti najpogostejši element na Zemlji, a ocenjuje se, da bodo globalno zaloge izčrpane v 50 do 100 letih. V blatu iz ČN je 2 % fosforja ali celo več in bi kot ponovno pridobljen lahko predstavljal zanesljiv vir fosforja. Iz teh razlogov se bodo v bližnji prihodnosti v čedalje večjem številu predvsem večje ČN odločale za pridobivanje fosforja ali pa za prodajo pepela kot preostanek monosežiga, iz katerega se lahko pridobiva fosfor s t.i. specializiranim obratom. Nekatere države že imajo sprejete smernice in pravila glede tega (npr. Švica, Nemčija, Avstrija). Pepel iz delujočih monosežigalnic se tako v največji meri trenutno začasno shranjuje, dokler se ne bodo razvile dovolj učinkovite metode za pridobivanje fosforja iz tega pepela.

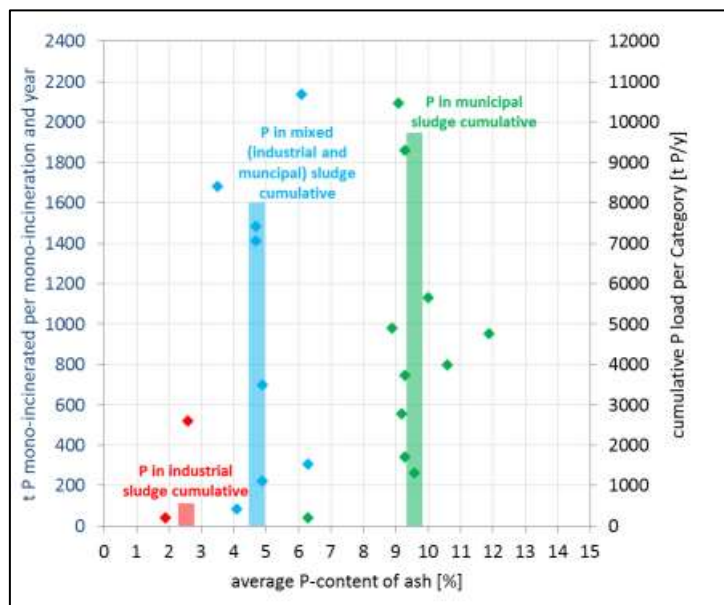
<sup>34</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review, Journal of Environmental Management, Volume 263, 1 June 2020*





### Razpoložljive tehnologije za pridobivanje fosforja iz pepela kot preostanek monosežiga blata

Po sežigu blata v monosežigalnici je preostanek procesa pepel z visoko vsebnostjo fosforja. Vsebnost fosforja v pepelu iz monosežiga blat v Nemčiji se giblje med 2% in 12% in je odvisno iz kakšnega kanalizacijskega sistema blato nastaja v sklopu ČN.



Slika 12.53: Vsebnost fosforja v pepelu iz monosežiga blata v Nemčiji.<sup>35</sup>

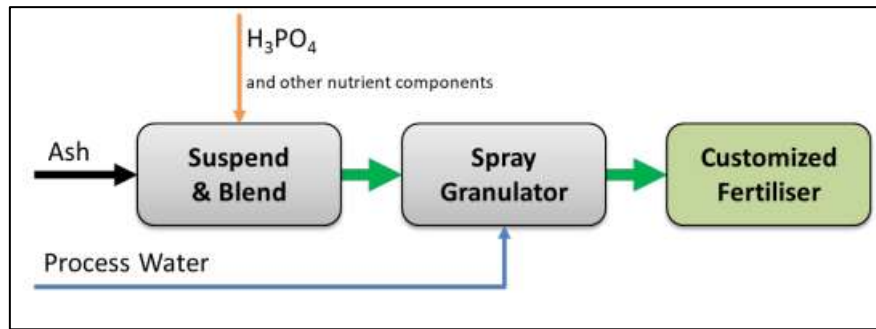
Na trgu je prisotnih več vrst tehnologij za pridobivanje fosforja iz pepela. Večina tehnologij je še v fazah razvoja (TRL 6+), konec leta 2020 in v začetku leta 2021 pa so se začeli pojavljati že prvi delujoči industrijski obrati (npr. Nemčija). Večinoma so obetavni mokri kemični procesi, ki raztapljajo pepel v mineralnih kislinah z ekstrakcijo fosforja in izločanjem neželenih težkih kovin z različnimi izkoristki. Le nekaj tehnologijam je cilj procesa izdelava gnojil primernih za uporabo (npr. PHOS4Green). Najbolj obetavnim tehnologijam pa je cilj pridobivanje fosfatov kot so kalcijevi fosfati (tj. DCP) amonijevi fosfati (tj. MAP, DAP) ali fosforjeva kislina (tj. MGP). V preteklosti je bil fokus usmerjen celo na proizvodnjo belega fosforja ( $P_4$ ) iz ustreznega pepela, vendar so bile raziskave in razvoj v ustrezne tehnološke rešitve zaustavljene, zaradi ekonomskih razlogov.

V nadaljevanju je podan pregled razpoložljivih tehnologij in konceptov, ki so trenutno na trgu ali imajo dobre možnosti za vstop na trg v bližnji prihodnosti, zlasti v državah, kjer bo obvezno pridobivanje fosforja iz pepela. Vodilni na tem področju bosta vsekakor Nemčija in Švica in imata največji tržni potencial.

#### PHOS4Green:

Tehnološka rešitev PHOS4Green je zelo blizu običajni proizvodni verigi gnojil, in sestoji iz treh korakov: suspenzija pepela v fosforni kislini, mešanje in granulacija, na koncu dobimo prilagojeno gnojilo (NP, PK, NPK ali NPS gnojilo). Kakovost izdelka je odvisna od kakovosti uporabljenih surovin, saj dejansko ni izločanja ali ločevanja težkih kovin. To omejuje uporabnost postopka na vhodni material (pepela), ki je dovolj dobre kakovosti.

<sup>35</sup> vir: Krüger O., Adam C., *Monitoring von Klärschlammmonverbrennungaschen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung zur Ermittlung ihrer Rohstoffrückgewinnungspotentiale und zur Erstellung von Referenzmaterial für die Überwachungsanalytik (Sewage sludge ash monitoring for their material recovery potential and to produce references materials for official monitoring routines)*, UBA Texte 49/2014, Dessau-Roßlau, 2014



Slika 12.54: Tehnološka rešitev PHOS4Green.

Prvi industrijski obrat s tovrstno tehnološko rešitvijo se nahaja v kraju Haldensleben v Nemčiji, ki je pričel z obratovanjem v začetku leta 2021. V obratu se bo letno predelalo do 35.000 ton pepela in proizvedlo do 60.000 ton gnojila P38 in NPS 12/27/8.

Slika 12.55: Obrat Haldensleben v Nemčiji z uporabo tehnološke rešitve PHOS4Green.<sup>36</sup>

<sup>36</sup> vir: <https://seraplant.com/>



Gesamtposphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		%	27,5	OS	29,5	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.1
davon sind löslich							
neutralammon-u.wasserlösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	26,4		OS	27,4	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.3
in 2% Ameisensäure lösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	20		OS	21,5	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.2
Wasserlösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	17,1		OS	18,4	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.6; 3.2

NPS-Dünger 12-27-8							
Analyse MFPA Weimar vom 09.03.2018							
Haupt- und NebenkompONENTEN				Spurenelemente			
	[%]		[%]	Schadstoffe nach Tabelle 1.4		zulässige Grenzwerte	
				[mg/kg]			
Al	2,32	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,33	B	26,9		
Ca	3,684	CaO	5,15	Cd	1	12,3	50 mg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Cl	n.b.	Cl <sup>-</sup>	n.b.	Cr ges.	59,5	300,0	Cr <sub>gesamt</sub>
Fe	2,18	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,12	Cr VI	0	2,0	Cr-VI
K	0,49	K <sub>2</sub> O	0,59	Cu	289		
Mg	0,67	MgO	1,11	Ni	30,3	80,0	
Mn	0,05	MnO	0,06	Pb	45,2	150,0	
Na	0,17	Na <sub>2</sub> O	0,23	As	12	40,0	
P ges	12,00	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	27,50	Hg	0,7	1,0	
S	8,06	SO <sub>3</sub>	0,82	Zn	1051,0	-	
Si	7,90	SiO <sub>2</sub>	16,90	Tl	0,3	1,0	
				Mo	0,8	-	
N	12,18			U	2,6		

Slika 12.56: Lastnosti gnojila NPS 12-27-8.<sup>37</sup>

Gesamtposphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )		%	39	OS	41,5	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.1
davon sind löslich							
neutralammon-u.wasserlösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	35		OS	37,0	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.3
in 2% Ameisensäure lösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	30		OS	31,5	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.2
Wasserlösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	%	27		OS	28,3	TS	VO (EG)2003/2003, IV. 3.1.6; 3.2

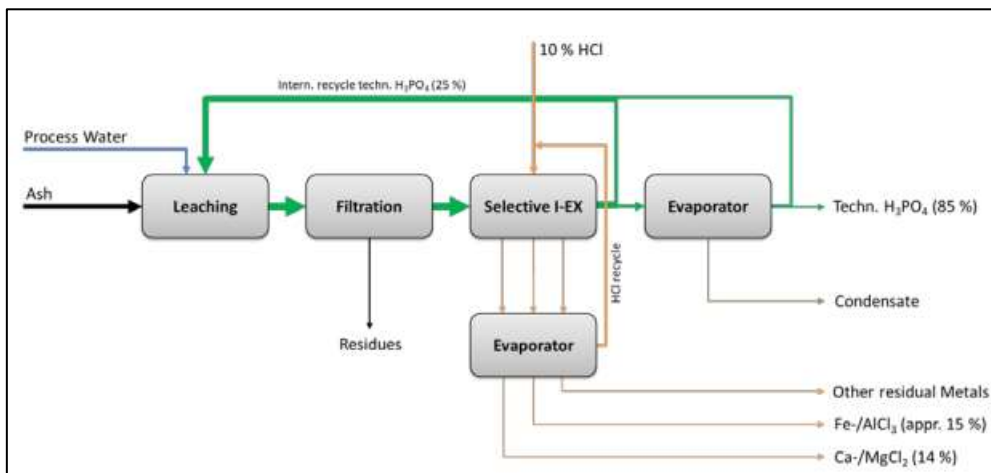
Phosphatdünger 38( P38)							
Analyse MFPA Weimar vom 16.05.2017							
Haupt- und NebenkompONENTEN				Spurenelemente			
	[%]		[%]	Schadstoffe nach Tabelle 1.4		zulässige Grenzwerte	
				[mg/kg]			
Al	2,96	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,59	B	85,4		
Ca	5,14	CaO	7,19	Cd	< 0,32	19,7	50 mg/kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
Cl	n.b.	Cl <sup>-</sup>	n.b.	Cr ges.	69,3	300,0	Cr <sub>gesamt</sub>
Fe	2,57	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,67	Cr VI	< 1,0	2,0	Cr-VI
K	0,39	K <sub>2</sub> O	0,47	Cu			
Mg	0,78	MgO	1,29	Ni	28,9	80,0	
Mn	0,04	MnO	0,05	Pb	69,3	150,0	
Na	0,20	Na <sub>2</sub> O	0,27	As	22,2	40,0	
P ges	17,20	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	39,40	Hg	0,07	1,0	
S	0,57	SO <sub>3</sub>	1,42	Zn	875,0	-	
Si	7,95	SiO <sub>2</sub>	17,00	Tl	< 0,02	1,0	
				Mo	6,3	-	
P am.-citr	15,20	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> am.-citr.	34,82	88%			
P Wasser	11,70	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> Wasser	26,80	68%			
				U			

Slika 12.57: Lastnosti gnojila P38.<sup>38</sup><sup>37</sup> vir: <https://seraplant.com/><sup>38</sup> vir: <https://seraplant.com/>



### Ecophos:

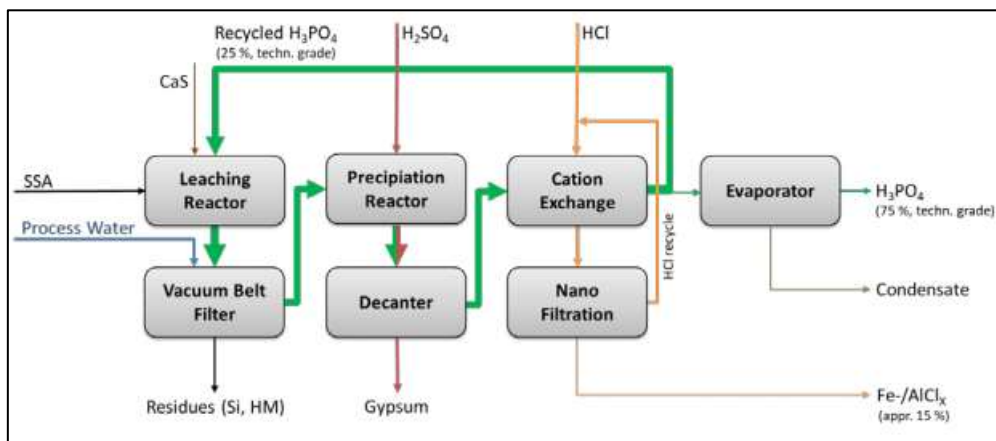
Gre za mokro kemijsko ekstrakcijo in ionsko izmenjevalno čiščenje nizkokakovostne fosfatne kamnine in druge surovine, ki jo je razvila družba EcoPhos v Belgiji. Omogoča proizvodnjo visokokakovostnih fosfatov (tj. DCP,  $H_3PO_4$ ) iz nizko kakovostnih surovin. Po svetu so delujoči številni obrati za proizvodnjo visokokakovostnih fosfatov iz fosfatnih kamnin z nizko stopnjo kakovosti (manj kot 30 %  $P_2O_5$ ). V Evropi so v načrtu že prvi obrati, kjer se bo uporabljala kot vhodna surovina pepel iz monosežiga blat (Francija, Nizozemska).



Slika 12.58: Tehnološka rešitev ECOPHOS za pridobivanje  $H_3PO_4$ .<sup>39</sup>

### TetraPhos:

Gre za podobno tehnološko rešitev kot je Ecophos, ki jo je razvilo nemško podjetje Remondis Aqua za pridobivanje visokokakovostne fosforne kisline iz pepelov monosežiga blat, poznano pod imenom TetraPhos®.



Slika 12.59: Tehnološka rešitev TetraPhos®.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> vir: Kraus F., Zamzow M., Conzelmann L., Remy C., Kleyböcker A., Seis W., Kabbe C., Miede U., Hermann L., Hermann R., Report in German: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung, on behalf of Umweltbundesamt (German EPA), 2018

<sup>40</sup> vir: Kraus F., Zamzow M., Conzelmann L., Remy C., Kleyböcker A., Seis W., Kabbe C., Miede U., Hermann L., Hermann R., Report in German: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung, on behalf of Umweltbundesamt (German EPA), 2018



Prva delujoča pilotna enota se je nahajala v Hamburgu, konec leta 2020 pa se je povečala kapaciteta enote za obdelavo pepela na 20.000 t/leto (ob monosežigalnici VERA na čistilni napravi Köhlbrandhöft), kjer se bo proizvedlo 7.000 t/leto  $H_3PO_4$  zaščiteno pod imenom RePacid®.

Parameter		MGA	RePacid®
<b>Inhaltsstoffe</b>		%	
Phosphorsäure	$H_3PO_4$	75	75
Schwefelsäure	$H_2SO_4$	1,9 – 5,5	0,5 – 1
Aluminium	Al	0,2 – 0,4	0,1 – 1,0
Eisen	Fe	0,1 – 0,3	0,1 – 1,0
Calcium	Ca	0,01 – 0,1	< 0,05
Magnesium	Mg	0,2 – 0,25	< 0,05
<b>Schwermetalle</b>		ppm	
Arsen	As	< 1	< 1
Cadmium	Cd	9	< 1
Chrom	Cr	95	1 - 5
Kupfer	Cu	26	< 3,5
Nickel	Ni	22	< 3
Blei	Pb	< 3	< 3
Zink	Zn	290	< 3
Mangan	Mn	30	< 3
Uran	U	192	< 10

Slika 12.60: Primerjava RePacid® s komercialno fosforno kislino  $H_3PO_4$ .<sup>41</sup>

#### Phos4Life:

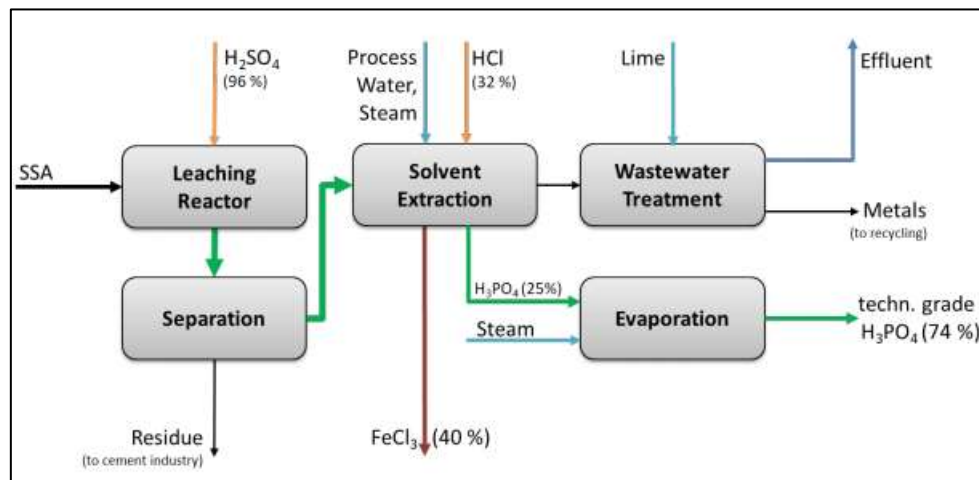
Tehnološka rešitev Phos4Life je trenutno še v fazi razvoja. To rešitev razvijata Tecnicas Reunidas (Madrid, Španija) in fundacija ZAR (kanton Zürich, Švica). Pričakuje se, da bo omogočila proizvodnjo fosforne kisline tehničnega razreda iz pepelov monosežiga s kislim izpiranjem z žveplovo kislino in nadaljnjim korakom ločevanja in ekstrakcije. V drugem koraku se ločeno pridobi železov klorid, ki je večkrat uporabljen kot koagulant v ČN. V naslednji fazi se fosforna kislina (približno 25% konc.) sprosti iz soekstrahiranih težkih kovin z ekstrakcijo s topilom. Za pridobitev tehnične koncentracije fosforjeve kisline proces izhlapevanja služi kot korak koncentracije. Glavni produkt postopka je 74% konc.  $H_3PO_4$ .

Trenutni pilotni testi v izvajanju naj bi zagotovili vse ustrezne podatke za odločitev, ali se bo šlo v postavitve obrata v Zürichu ali ne. Zmogljivost obrata naj bi bila 30.000 t/leto, kjer se bi proizvedlo 11.000 t/leto MGP (74%), 34.000 t/leto 40% raztopine železovega klorida in približno 42.000 t/leto trdnih ostankov kot preostanek procesa za uporabo v cementarnah<sup>42</sup>.

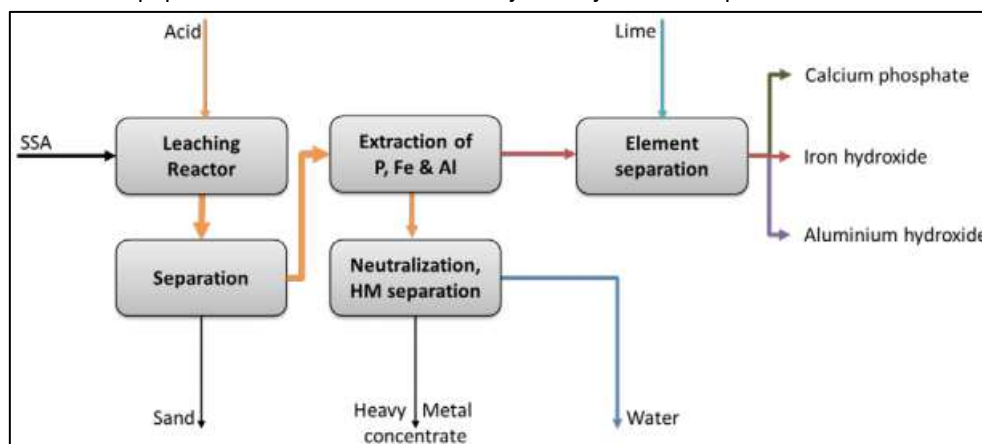
<sup>41</sup> vir: O. Holm, E. Thomé-Kozmiensky, P. Quicker, S. Kopp-Assenmacher, *Verwertung von Klärschlamm*, A. Rak, *Das REMONDIS TetraPhos®-Verfahren*, 2018

<sup>42</sup> Vir: L. Morf, S. Schlumberger, F. Adam, G.D. Nogueira, *Urban Phosphorus Mining in the Canton of Zurich: Phosphoric Acid from Sewage Sludge Ash*. In: *Phosphorus Recovery and Recycling*. Ohtake H., Tsuneda S. (eds.), Springer Nature Singapore Pte Ltd., 157-177, 2018.



Slika 12.61: Tehnološka rešitev Phos4Life.<sup>43</sup>**Ash2®Phos in CleanMAP®:**

Švedsko podjetje EasyMining AB od leta 2014 razvija dva postopka za pridobivanje fosforja iz pepelov, ki sta lahko povezana z verigo procesov navzgor, odvisno od lokalne/regionalne strukture trgov. Prvi postopek z imenom Ash2®Phos se začne s pepelom kot vhodni material in daje običajne vmesne produkte visoke kakovosti.

Slika 12.62: Tehnološka rešitev Ash2®Phos.<sup>44</sup>

Ash2®Phos postopek se prične z raztapljanjem pepela v kislini. Uporabi se lahko komercialna klorovodikova ali žveplova kislina. Postopek je tudi prilagojen tako, da omogoča uporabo odpadne kisline iz sežigalnic odpadkov, kot je npr. uporaba kisline iz čiščenja dimnih plinov. Na splošno je raztapljanje fosforja in kalcija iz pepela visoko, ki presega 90 %. Raztapljanje aluminija je do 85 % in železa do 25 %.

<sup>43</sup> vir: [https://zar-ch.ch/fileadmin/user\\_upload/Contentdokumente/Veranstaltungen/P-Tagung\\_2017/ZAR-P-Tagung2017-TecnicasReunidas\\_Presentation\\_Zurich\\_P4L.pdf](https://zar-ch.ch/fileadmin/user_upload/Contentdokumente/Veranstaltungen/P-Tagung_2017/ZAR-P-Tagung2017-TecnicasReunidas_Presentation_Zurich_P4L.pdf)

<sup>44</sup> vir: Kraus F., Zamzow M., Conzelmann L., Remy C., Kleyböcker A., Seis W., Kabbe C., Miede U., Hermann L., Hermann R., Report in German: Ökobilanzieller Vergleich der P-Rückgewinnung aus dem Abwasserstrom mit der Düngemittelproduktion aus Rohphosphaten unter Einbeziehung von Umweltfolgeschäden und deren Vermeidung, on behalf of Umweltbundesamt (German EPA), 2018.

Slika 12.63: Učinkovitost procesa Ash2<sup>®</sup>Phos.<sup>45</sup>

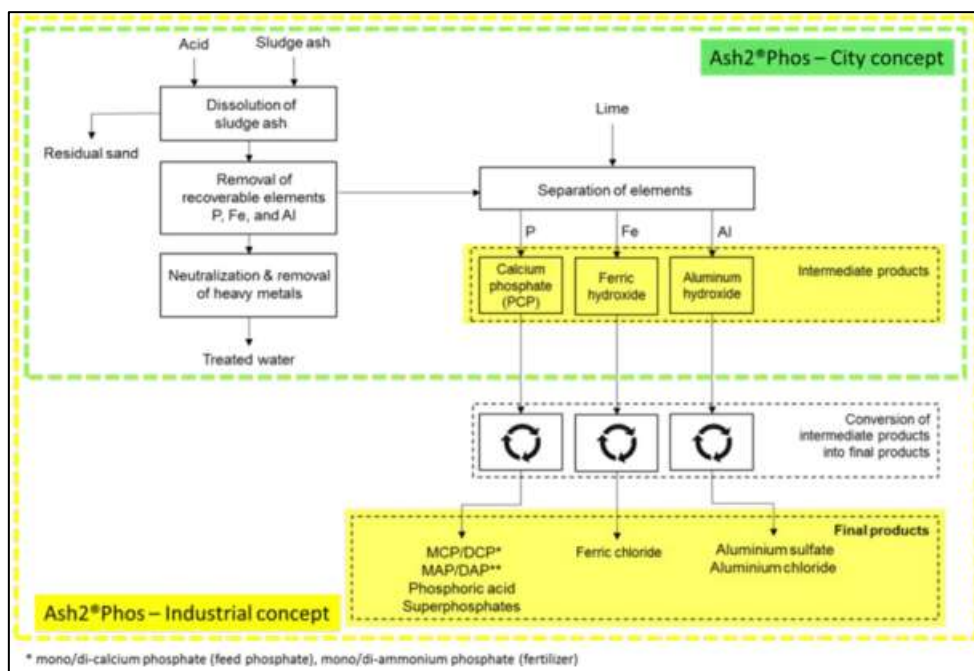
V naslednjem koraku postopka se iz pridobljene raztopine odstranijo obnovljivi elementi. Fosfor, železo in aluminij ločimo od raztopine s stopnjami obarjanja v edinstveni kombinaciji. Potem se raztopina nevtralizira in obdela za odstranjevanje težkih kovin. Neraztopljeni ostanek, ki je v glavnem sestavljen iz anorganskih silikatov se lahko uporablja po ločevanju in pranju, npr. v industriji cementa. Učinkovitost odstranjevanja težkih kovin je več kot 96 %. Izločene težke kovine v obliki koncentrata so odpadke procesa. Obnovljivi elementi se nato med seboj ločijo z reakcijami raztapljanja in obarjanja v postopku, za katerega je značilno notranje kroženje kemikalij. Glavna kemikalija, porabljena v tem procesu, je apno. Obnovljivi elementi so ločeni v tri vmesne produkte: kalcijev fosfat, železov hidroksid in aluminijev hidroksid.

Zadnji korak je pretvorba vmesnih produktov v končne produkte. Obstaja več možnosti glede oblike zelenih končnih izdelkov. Vmesni kalcijev fosfat se lahko pretvori v kalcijev klorid in amonijev fosfat (monoamonijev fosfat, MAP ali diamonijev fosfat, DAP) z dodajanjem klorovodikove kisline in amoniaka po postopku CleanMAP<sup>®</sup>. Postopek CleanMAP<sup>®</sup> omogoča energetsko učinkovito proizvodnjo čistih in dobro definiranih amonijevih fosfatov tehnične kakovosti. Tehnična stopnja amonijevega fosfata ima nižjo vsebnost kovin in je popolnoma topen v vodi.

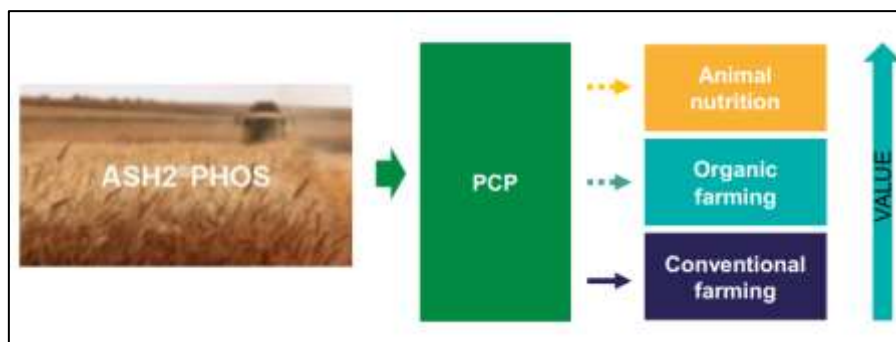
Druge možnosti vključujejo pretvorbo vmesnega kalcijevega fosfata v monokalcijev fosfat (MCP) ali dikalcijev fosfat (DCP) z reakcijo s kislino (fosforjeva kislina, klorovodikova ali žveplova kislina) po ustreznem postopku. Vmesni kalcijev fosfat se lahko uporablja tudi kot surov material za proizvodnjo drugih izdelkov iz fosforja, kot so fosforjeva kislina ali superfosfati. Vmesni železov hidroksid se po reakciji s klorovodikovo kislino pretvori v železov klorid. Končni železov klorid se lahko uporablja kot koagulant za odstranjevanje fosforja v ČN. Vmesni aluminijev hidroksid lahko po reakciji pretvorimo v aluminijev sulfat ali aluminijev klorid z reakcijo z žveplovo kislino oziroma klorovodikovo kislino.

<sup>45</sup> Vir: C. Kabbe, Ash2Phos in Brief, 2020.



Slika 12.64: Tehnološka koncepta podjetja EasyMining AB.<sup>46</sup>

Trenutno so v načrtovanju že prvi večji industrijski obrati, npr. v vzhodni Nemčiji (30.000 ton/leto), ki bi naj pričel z obratovanjem 2023/24.

Slika 12.65: Možnost uporabe produktov iz procesa Ash2®Phos.<sup>47</sup>

#### AshDec®:

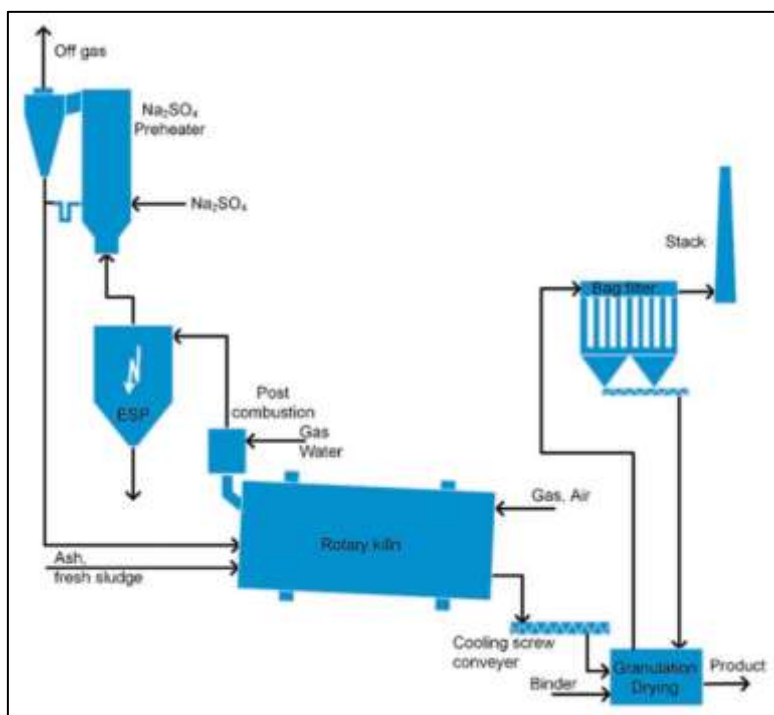
Postopek AshDec® termokemično obdela pepel v rotacijski peči. Fosfati, prisotni v pepelu, se po reakciji z  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  pri 900–1000 °C in minimalnim zadrževalnim časom 20 minut pretvorijo v končni produkt  $\text{NaCaPO}_4$ . V procesu se uporablja dodatno še osušeno blato kot redukcijsko sredstvo, ki zniža vsebnost težkih kovin v končnem produktu in uporaba zemeljskega plina za obratovanje rotacijske peči. Hlapne težke kovine (As, Cd, Hg, Pb, Zn) izhlapijo in se odstranijo skozi plinsko fazo.

<sup>46</sup> Vir: <http://www.easymining.se/our-technologies/ash2phos/ash2phos-information/>.

<sup>47</sup> Vir: C. Kabbe, Ash2Phos in brief, 2020.



V okviru AshDec® postopka se je v začetnih fazah razvoja uporabljal aditiv magnezijev klorid ( $MgCl_2$ ), ki ga je nato zamenjal  $Na_2SO_4$ . Končni produkt procesa AshDec® je natrijev-kalcijev fosfat  $Ca-Na-PO_4$  uporaben kot gnojilo. Proces se lahko poveže v sklop monosežigalnice (za  $<3$  t/h;  $<20.000$  t/leto), kjer se uporabi v procesu »vroči pepel«. Shematsko ja takšna rešitev prikazana na naslednji sliki in vključuje naslednje sklope: rotacijska peč, predgrelnik aditivov, elektrofilter (ESP), vrečasti filter in granulator / sušilnik produkta.



Slika 12.66: Tehnološki koncept AshDec.<sup>48</sup>

Večji pilotni obrat (7 t/dan) je deloval v Leobnu v Avstriji leta 2008/2009 z uporabo aditiva  $MgCl_2$ , uporaba natrijevega fosfata ( $Na_2SO_4$ ) se je demonstrirala v okviru EU projekta EU-FP7 P-REX leta 2014 z uporabo rotacijske peči IbuTec® v Weimarju v Nemčiji. Nato so se izvajale dodatne nadaljnje optimizacije procesa v tehničnih objektih družbe BAM v Berlinu. Trenutno je v načrtovanju izvedba industrijskega obrata na jugu Nemčije v prihodnjih letih.

**Dostopne tehnološke rešitve za pridobivanje fosforja iz pepelov monosežiga so trenutno še v fazah razvoja (TRL 6+) in na prehodu iz pilotnih objektov na prve industrijske objekte. Prva industrijska objekta (tehnološka rešitev PHOS4Green in Tetraphos®) sta pričela z obratovanjem v Nemčiji konec leta 2020 oziroma v letu 2021. Glede na navedeno je za primer Slovenije v tem trenutku nemogoče vključiti tehnološko rešitev za pridobivanje fosforja iz pepela v sklopu postavitve monosežigalnice. Za pepel kot preostanek monosežiga se bo upoštevalo dve varianti: varianta a) oddaja pepela (klasifikacijska številka odpadka 19 01 12) na odlaganje na odlagališče nenevarnih odpadkov Pragersko (185,52 EUR/t<sup>49</sup>) + strošek transporta pepela do odlagališča (15 EUR/t) in varianta b) odlaganje pepela (klasifikacijska številka odpadka 19 01 12) na deponiji za začasno skladiščenje pepela, ki se zgradi na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (0 EUR/t) + strošek manipulacije pepela (5 EUR/t).**

<sup>48</sup> vir: H. Ohtake, S. Tsuneda, *Phosphorus Recovery and Recycling, Chapter 15: L.Hermann and T. Schaaf, AshDec® Process for P Fertilizers from Sludge Ash, Springer, 2019.*

<sup>49</sup> cenik za odlaganje odpadkov-tržna dejavnost: <https://www.komunala-slb.si/ceniki.html>



## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

Monosežig oz. samostojen sežig blata v Sloveniji ureja Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16).

### Uredba o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov:

Ta uredba v skladu z Direktivo 2010/75/EU Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. novembra 2010 o industrijskih emisijah (celovito preprečevanje in nadzorovanje onesnaževanja) (prenovitev) (UL L št. 334 z dne 17. 12. 2010, str. 17) za sežigalnice odpadkov in naprave za sosežig odpadkov določa:

- pogoje za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje;
- mejne vrednosti emisije snovi v zrak in ukrepe za nadzor emisije snovi v zrak;
- mejne vrednosti emisije snovi pri odvajanju odpadne vode in ukrepe za nadzor emisije snovi pri odvajanju odpadne vode iz naprav za čiščenje odpadnih plinov;
- pravila ravnanja z odpadki in ostanki;
- pogoje obratovanja;
- zahteve za obratovalni monitoring emisije snovi v zrak in emisije snovi pri odvajanju odpadne vode.

V nadaljevanju je podan povzetek členov, ki definirajo v uredbi uporabljene izraze:

- Sežigalnica je kakršna koli naprava, ki je nepremična ali premična tehnološka enota in oprema, namenjena termični obdelavi odpadkov z izkoriščanjem pridobljene zgorevalne toplote ali brez nje, s sežigom z oksidacijo odpadkov in drugimi postopki toplotne obdelave, kot so piroliza, uplinjanje ali obdelava v plazmi, če se snovi, ki nastanejo pri obdelavi, naknadno sežgejo. Sežigalnica vključuje vse linije za sežiganje, sprejem odpadkov, skladiščenje, naprave za predobdelavo na kraju samem, sisteme za oskrbo z odpadki, gorivom in zrakom, kotle, naprave za čiščenje odpadnih plinov, naprave za obdelavo ostankov in odpadne vode na kraju samem, rezervoarje za odpadno vodo, odvodnike, naprave in sisteme za nadziranje postopkov sežiganja, zapisovanje in spremljanje pogojev sežiganja. Če se za toplotno obdelavo odpadkov uporabijo postopki, različni od oksidacije, kot so piroliza, uplinjanje ali obdelava v plazmi, so v sklop sežigalnice vključeni tudi postopki in sistemi toplotne obdelave in naknadnega sežiga.
- Mejne vrednosti emisij snovi v zrak iz sežigalnic so določene v 7. členu in Prilogi 1: Mejne vrednosti emisij snovi v zrak te uredbe.

## MOŽNOSTI MONOSEŽIGA BLATA IZ CČN MARIBOR

Za monosežig blata iz CČN Maribor je potrebna izgradnja monosežigalnice z uporabo tehnologije sežiga v lebdečem sloju, ki velja v svetu za najbolj uveljavljeno in dovolj preizkušeno tehnologijo. Za dehidrirano blato iz CČN Maribor obstajata dve tehnološki rešitvi monosežiga:

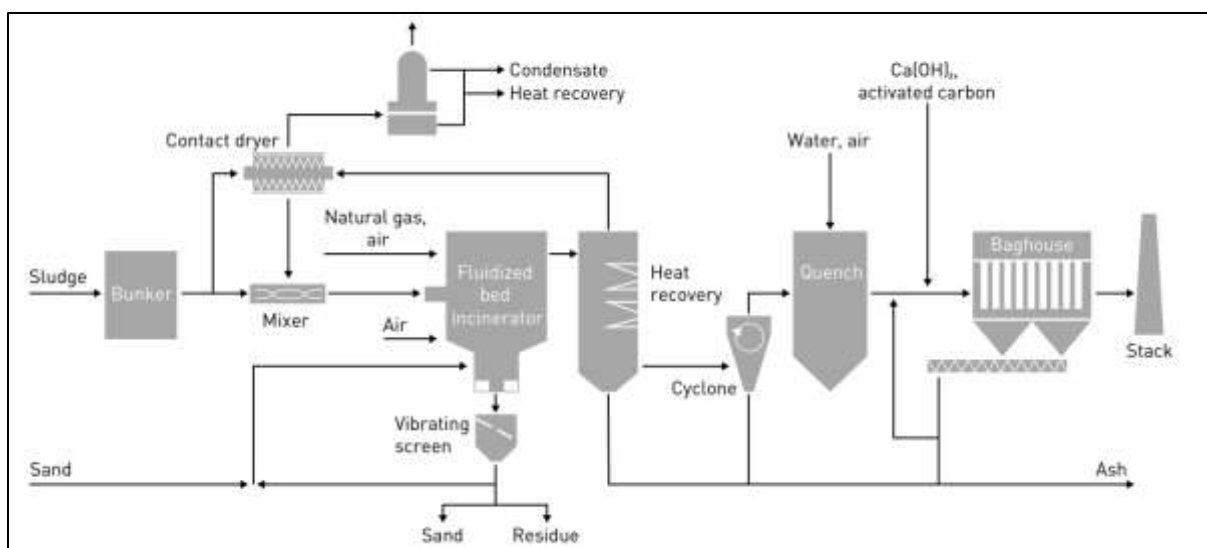
- **VARIANTA 5a:** izgradnja manjše monosežigalnice za lastne potrebe CČN Maribor z zmogljivostjo obdelave 15.000 t dehidriranega blata/leto (vsebnost suhe snovi: 23 %)
  - **Varianta 5a.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
  - **Varianta 5a.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja



- **VARIANTA 5b:** izgradnja večje monosežigalnice za potrebe celotne Slovenije z zmogljivostjo obdelave 100.000 t do 120.000 t blata različne stopnje sušine letno oziroma 30.000 t s.s. blata/leto. Pri varianti 2, moramo ločiti še dve podvarianti glede ravnanja s pepeli in sicer
  - **Varianta 5b.1:** Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov
  - **Varianta 5b.2:** Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja

#### **VARIANTA 5a:**

Tehnološka shema postrojenja manjše monosežigalnice s kapaciteto obdelave 15.000 t dehidriranega blata/leto oziroma 4.000 t s.s. blata/leto je shematsko prikazana na naslednji sliki.



Slika 12.67: Tehnološka rešitev monosežigalnice s kapaciteto letne obdelave 15.000 t dehidriranega blata.

#### **VARIANTA 5b:**

Po podatkih iz poročila *Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019*, ki ga je izdelala delovna skupina za reševanje blata iz ČN v okviru SDZV je razvidno, da v Sloveniji deluje 507 ČN (po podatkih MOP za leto 2018). Skupna dimenzionirana kapaciteta vseh ČN velikosti nad 50 PE v Sloveniji znaša 2.682.215 PE.

Tabela 12.40: Pregled števila ČN v Sloveniji v letu 2018<sup>50</sup>.

Velikostni razpon ČN	Skupno število ČN
50 - 100	44
101 - 200	90
201 - 400	88
401 - 1000	121
1.001 - 2.000	46
2.001 - 5.000	45
5.001 - 10.000	32
10.001 - 50.000	29
50.001 - 100.000	8
100.001 - 360.000	4
skupaj	507

<sup>50</sup> vir: M. Levstek, N. Uranjek, *Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019, poročilo, delovna skupina za reševanje blata iz ČN v okviru SDZV, 2020*



Analiza nastalega blata v Sloveniji v letu 2019 podaja naslednja tabela.

Tabela 12.41: Količine nastalega blata v Sloveniji v letu 2019<sup>51</sup>.

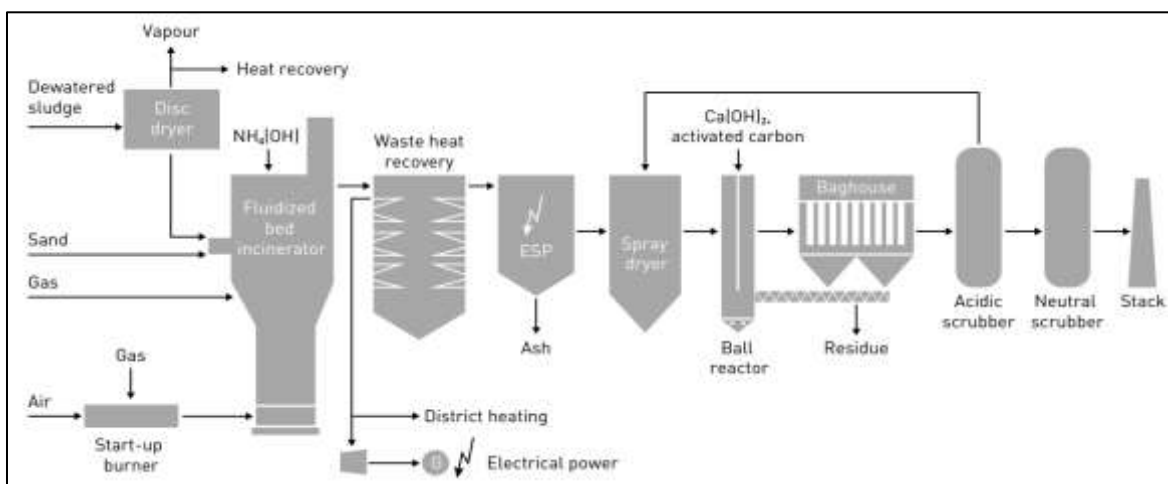
Sušina blata	Dnevna površina velikost ČČN (2018)	blato pred obdelavo / letna količina nastalega blata (m <sup>3</sup> )	blato pred obdelavo / povprečna sušina nastalega blata (%):	blato po obdelavi / letna količina blata (tone s.s.):	blato po obdelavi / povprečna sušina v blatu po obdelavi (%):	na odlagalščini (tone s.s.):	ostanek na ČČN (tone s.s.):	na kmetijsko površino (tone s.s.):	kompostirano in vršeno na kmetijsko zemljišča (tone s.s.):	odvaženo na sešiv (tone s.s.):	drugo (tone s.s.):	na odlagalščini (tone vlažnega):	ostanek na ČČN (tone vlažnega):	na kmetijsko površino (tone vlažnega):	kompostirano in vršeno na kmetijsko zemljišča (tone vlažnega):	odvaženo na sešiv (tone vlažnega):	drugo (tone vlažnega):	
																		ME
Sušina blata med 90 %	467.500	261.699	2%	5.259	94%	0	0	0	0	0	0	5.259	0	0	0	0	0	5.712
Sušina blata med 70 in 90 %	39.660	1.845	6%	590	79%	0	0	144	122	314	0	0	0	0	181	125	394	
Sušina blata 30 %	3.200	2.500	1%	29	50%	0	20	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	
Sušina blata med 25 in 30 %	412.200	221.248	3%	4.648	37%	130	5	0	0	0	0	4.506	517	18	0	0	0	
Sušina blata med 20 in 25 %	308.520	1.121.950	3%	13.783	32%	57	94	81	0	1.063	11.568	300	409	369	0	0	0	
Sušina blata med 10 in 20 %	299.487	584.204	3%	5.111	16%	100	1.648	0	500	154	3.151	421	5.520	0	1.118	986	37.508	
Sušina blata pod 10 %	8.000	23.223	1%	189	4%	0	0	0	0	186	0	0	0	0	0	0	4.650	
<b>SKUPAJ</b>	<b>2.127.817</b>	<b>2.030.275</b>		<b>29.596</b>	<b>36%</b>	<b>288</b>	<b>1.187</b>	<b>81</b>	<b>644</b>	<b>2.252</b>	<b>24.983</b>	<b>1.434</b>	<b>5.996</b>	<b>369</b>	<b>1.318</b>	<b>9.864</b>	<b>37.195</b>	

Iz tabele lahko razberemo, da je z analizo podatkov 80 % celotne dimenzionirane velikosti ČČN v Sloveniji v letu 2019 nastalo **29.596 ton s.s. blata** oziroma **118.056 ton vlažnega blata**. Največ nastalega blata (**62 %**) ima sušino med 20 in 30 %, to je 18.430 ton s.s., le **18 %** (5.259 ton s.s.) vsega blata pa ima sušino nad 90 %.

V kolikor bi vsa nastala blata iz ČČN v Sloveniji zmešali, bi dobili mešanico blat, ki bi vsebovala v povprečju **24 % s.s.**

Da bi se vsa nastala blata iz ČČN v Sloveniji termično obdelala v eni večji monosežigalnici, bi morala biti tehnološka rešitev takšna, da bi se vsa nastala blata pripeljala na lokacijo monosežigalnice, ki bi bila locirana na eni izmed večjih CČN v Sloveniji. Lokacija CČN Maribor je ena izmed primernih lokacij za postavitev takšne skupne večje monosežigalnice. Sama velikost monosežigalnice pa bi morala biti predvidena za sprejem 100–120.000 t blat različne stopnje sušine letno oziroma 30.000 t s.s. blata/leto.

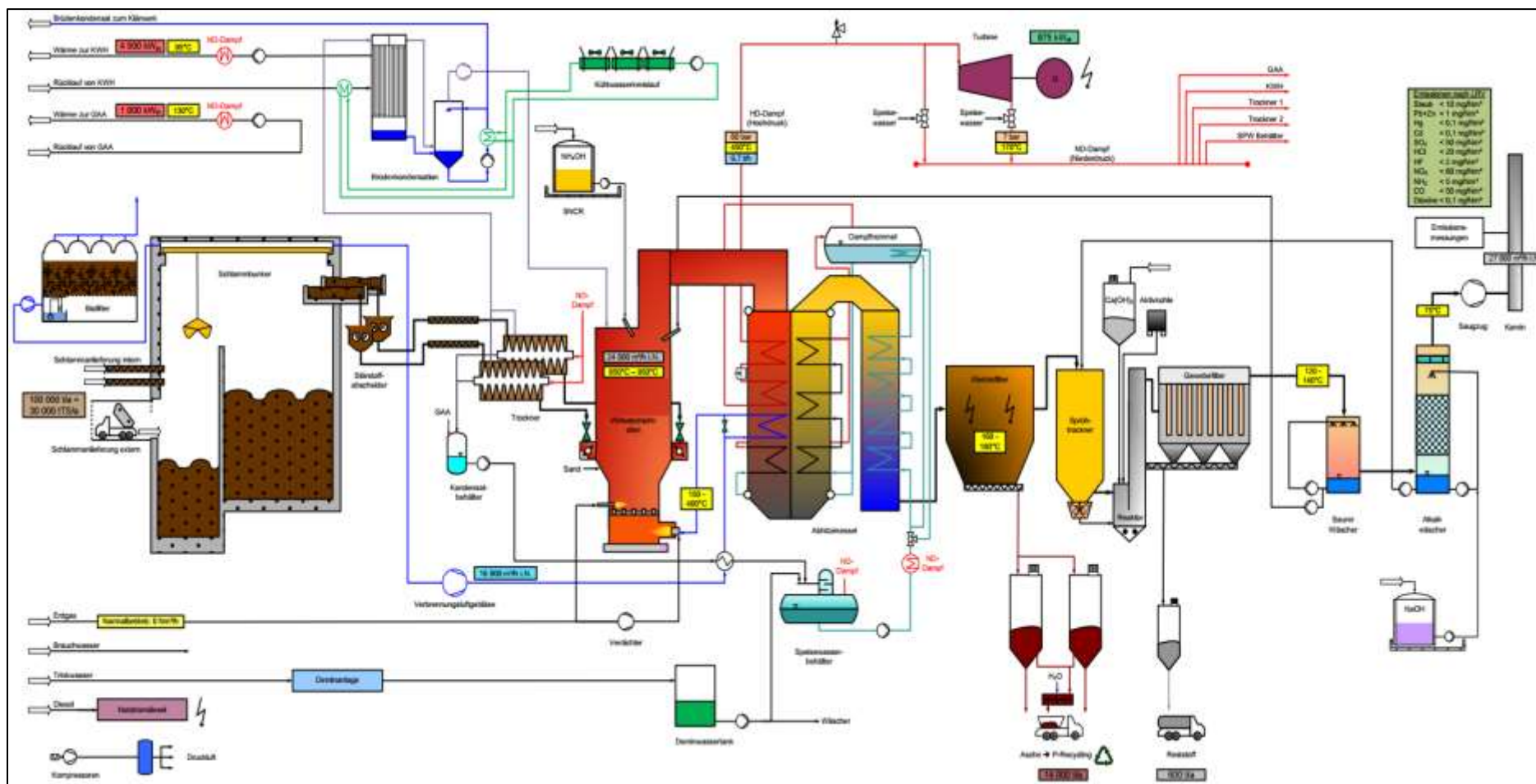
Predpostavlja se, da je del blat 10-15 %, ki nastaja predvsem na manjših ČČN po Sloveniji, kjer je v uporabi ločen kanalizacijski sistem, primeren za druge namene. Tako bi za Slovenijo zadoščala monosežigalnica s kapaciteto letne obdelave 100.000 t blat različne stopnje sušine oziroma 30.000 t s.s. blata/leto. Tehnološka rešitev takšne monosežigalnice je prikazana na naslednji sliki.



Slika 12.68: Tehnološka rešitev monosežigalnice s kapaciteto letne obdelave 100.000 t blat različne stopnje sušine.

<sup>51</sup> vir: M. Levstek, N. Uranjek, Količina nastalega komunalnega blata v letu 2019, poročilo, delovna skupina za reševanje blata iz ČČN v okviru SDZV, 2020





Slika 12.69: Tehnološka shema monosežalnice za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine.



Tabela 12.42: Preostanki monosežiga

Preostanek monosežiga	Varianta 5a	Varianta 5b
<b>Pepel (možna uporaba za pridobivanje fosforja)</b>	2.000 t/leto	15.000 t/leto
<b>Ostanki čiščenja dimnih plinov (nevarni odpadki)</b>	100 t/leto	700 t/leto

## OKVIRNE KOLIČINE ENERGETSKE VREDNOSTI GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVE KOLIČINE IN IZBRANO TEHNOLOGIJO TERMIČNE OBDELAVE BLATA - MONOSEŽIG

Energetski potencial blata iz CČN Maribor je mogoče izkoristiti znotraj MOM v primeru postavitve monosežigalnice. Dehidrirano in osušeno blato iz CČN Maribor izkazuje naslednjo energetsko vrednost:

Tabela 12.43: Energetska vrednost blata iz CČN Maribor.

Blato iz CČN Maribor	Najnižja vrednost	Najvišja vrednost	Povprečna vrednost
<b>Dehidrirano blato (23 % s.s.)</b>	0,8692 MJ/kg	1,5350 MJ/kg	1,1920 MJ/kg
<b>Osušeno blato (90 % s.s.) –ocena</b>	10 MJ/kg	12 MJ/kg	11 MJ/kg

V primeru izgradnje manjše monosežigalnice–VARIANTA 5a (15.000 t dehidriranega blata/leto / 4.000 t s.s. blata/leto) za lastne potrebe obdelave blata iz CČN Maribor se večji del ustvarjene toplotne energije porabi za sušenje dehidriranega blata na stopnjo, ki jo zahteva proces monosežiga. Drugi del toplotne energije pa se lahko izkoristi za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja.

V primeru izgradnje večje monosežigalnice–VARIANTA 5b (100.000 t blat različne stopnje sušine) za potrebe obdelave glavnine nastalih blat iz ČN v Sloveniji pa se v sklopu procesa proizvede električna in toplotna energija, ki se lahko odda v sistem daljinskega ogrevanja (del toplotne energije se porabi za sušenje blat).

Tabela 12.44: Količine proizvedene energije monosežigalnice.

Monosežigalnica za letno obdelavo 15.000 t dehidriranega blata / 4.000 t s.s. blata/leto	
Proizvedena energija	Količina
Toplotna energija na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	0,6 MWh/h
Električna energija	0 MWh/h
Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto	
Proizvedena energija	Količina
Toplotna energija na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja	4,5 MWh/h
Električna energija	0,85 MWh/h

Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine je v celoti samozadostna, saj proizvedena električna energija pokriva celotno potrebo za njeno delovanje, del ustvarjene toplote pa se porabi za sušenje blat v sklopu tehnološkega procesa. Letno se bi v takšni monosežigalnici proizvedlo **6.375 MWh električne energije** in **33.750 MWh toplotne energije**, pod predpostavko, da takšna monosežigalnico obratuje 7.500 h/leto. V primeru manjše monosežigalnice za letno obdelavo 15.000 t dehidriranega blata pa se bi proizvedlo **4.500 MWh toplotne energije**, ki bi bila na voljo za oddajo v sistem daljinskega ogrevanja.





## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

Pričakovane emisije v zrak iz monosežigalnice za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine (30.000 t s.s. blata/leto) so predstavljene v naslednji tabeli.

Tabela 12.45: Pričakovane emisije v zrak iz monosežigalnice

Parameter	Povprečne emisije iz monosežigalnice*	Europe Guideline 2010/75	Switzerland LRV (Luftreinhalteverordnung)**	Enota
CO	2,1	50	50	mg/m <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	7,2	50	50	mg/m <sup>3</sup>
HCl	0,1	10	20	mg/m <sup>3</sup>
Celotni prah	2,3	10	10	mg/m <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> kot NO <sub>2</sub>	41,6	200	80	mg/m <sup>3</sup>
NH <sub>3</sub>	2,2	/	5	mg/m <sup>3</sup>
Hg	0,01	0,05	0,1	mg/m <sup>3</sup>

\* povprečne dnevne vrednosti delujoče monosežigalnice v Švici v letu 2017.

\*\* povprečne dnevne vrednost.

Za postavitev monosežigalnice je potrebna:

- pridobitev dovoljenja s strani lokalnega okolja, da se z umestitvijo objekta v prostor strinjajo,
- izvedba presoje vplivov na okolje: izdelava projektne dokumentacije, investicijske dokumentacije, poročila o vplivih na okolje za pridobitev okoljevarstvenega soglasja, okoljevarstvenega dovoljenja in gradbenega dovoljenja za postavitev monosežigalnice,
- pridobitev okoljevarstvenega soglasja,
- pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje (zahteva iz Uredbe o sežigalnicah odpadkov in napravah za sosežig odpadkov (Uradni list RS, št. 8/16) in Uredbe o vrsti dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (Uradni list RS, št. 57/15)),
- pridobitev gradbenega dovoljenja.

## STROŠKOVNA OCENA

V primeru monosežiga blata iz CČN Maribor bi bilo potrebno zgraditi monosežigalnico. Potrebna bi bila naslednja investicijska vlaganja:

Tabela 12.46: Investicijski strošek v izgradnjo monosežigalnice

Izgradnja monosežigalnice	Varianta 5a1 in 5a2	Varianta 5b1 in 5b2
<b>Izvedba na ključ</b>	8.000.000 EUR	50.000.000 EUR
<b>Nepredvideni stroški</b>	400.000 EUR	2.500.000 EUR
<b>Skupni investicijski strošek</b>	8.400.000 EUR	52.500.000 EUR

V skupni investicijski ceni so zajeti vsi predvideni in nepredvideni stroški: projektiranje, inženiring, gradbena dela, nabava, postavitve in vgradnja tehnološke opreme, zagon in usposabljanje - izvedba na ključ.



Upoštevati je potrebno, da je glavna pomanjkljivost monosežiga blat prav v višjih specifičnih stroških manjših monosežigalnic. Za obe varianti smo naredili oceno pričakovanih specifičnih stroškov na podlagi že delujočih monosežigalnic. Pri manjših monosežigalnic 2.000–4.000 t s.s. blata/leto je strošek obdelave blata okrog 500 EUR/t s.s., pri večjih monosežigalnicah nad 35.000 t s.s. blata/leto pa je ta strošek občutno manjši in znaša okrog 240 EUR/t s.s.<sup>52</sup>.

V našem primeru se strošek obdelave blata ocenjuje na:

- **VARIANTA 5a**: 480 EUR/t s.s. oziroma 110 EUR/t vlažnega blata
- **VARIANTA 5b**: 280 EUR/t s.s. oziroma 65 EUR/t vlažnega blata

Ugotovimo lahko, da bi bil strošek predaje blata v večjo monosežigalnico občutno manjši. Poleg tega bi se proizvedla še koristna energija, ki bi se lahko uporabila za potrebe daljinskega ogrevanja mesta.

Pri varianti **5b** moramo ločiti še dve podvarianti glede ravnanja s pepeli in sicer:

- **Varianta 5b.1**: Odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov in
- **Varianta 5b.2**: Začasno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja.

V **Tabeli 12.47** so prikazani stroški obdelave blata v takšni večji monosežigalnici, kjer je upoštevan strošek odlaganja pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov Pragersko (**Varianta 5b.1**).

**Tabela 12.47: Izračun stroška obdelave blata v monosežigalnici z odlaganjem pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov.**

Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto s predajo pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov		
Vrsta stroškov	100.000 t blata / leto	Opomba
<b>Stroški zaposlenih</b>	360.000 EUR	12 zaposlenih (1 oseba: 30.000 EUR/leto)
<b>Obratovalni stroški</b>	2.500.000 EUR	
<b>Stroški vzdrževanja</b>	180.000 EUR	
<b>Drugi stroški</b>	0	
Stroški ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nevarni odpadki)–predaja pooblaščenemu prevzemniku odpadkov (700 t/leto) Prezemna cena: 300 EUR/t	210.000 EUR	700 t/leto
<b>Stroški ravnanja s pepelom kot preostanek monosežiga (odpadek 19 01 12)–odlaganje na odlagališče nenevarnih odpadkov (185,52 EUR/t) + strošek transporta pepela (15 EUR/t)</b>	3.007.800 EUR	15.000 t/leto
<b>Prodaja toplote (4,5 MWh/h, 7500 h/leto = 33.750 MWh/leto)</b> Prodajna cena: 30 EUR/MWh	-1.012.500 EUR	
<b>Prodaja električne energije (0,85 MWh/h, 7500 h/leto = 6.375MWh)</b> Prodajna cena: 50 EUR/MWh	-318.750 EUR	
<b>Ostali prihodki</b>	0	

<sup>52</sup> vir: German Environment Agency, Sewage sludge disposal in the Federal Republic of Germany, Umwelt Bundesamt, 2018



V **Tabeli 12.48** so prikazani stroški obdelave blata v monosežigalnici, kjer je upoštevan strošek začasnega skladiščenja pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (Varianta 5b.2) vključno z upoštevanim investicijskim stroškom v izgradnjo takšne deponije, ki je ocenjena na 1.000.000 EUR.

**Tabela 12.48: Izračun stroška obdelave blata v monosežigalnici z začasnim skladiščenjem pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice.**

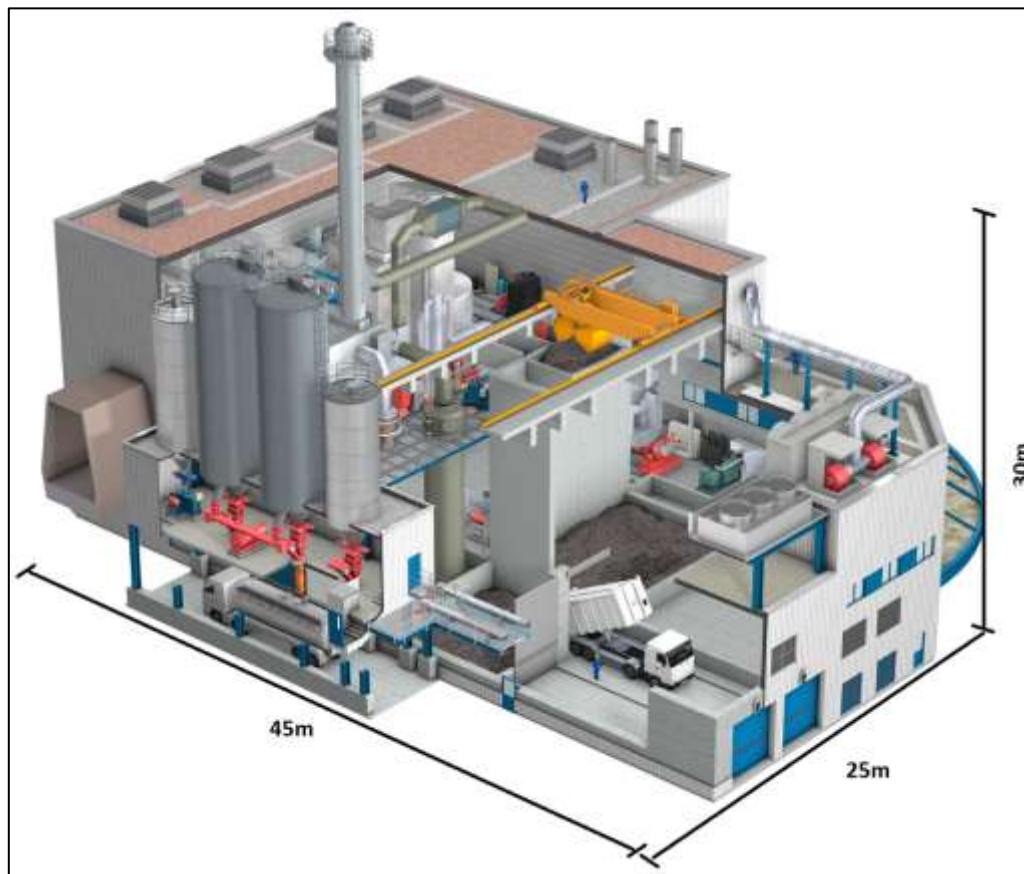
Monosežigalnica za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto z začasnim skladiščenjem pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice		
Vrsta stroškov	100.000 t blata / leto	Opomba
<b>Stroški zaposlenih</b>	360.000 EUR	12 zaposlenih (1 oseba: 30.000 EUR/leto)
<b>Obratovalni stroški</b>	2.500.000 EUR	
<b>Stroški vzdrževanja</b>	180.000 EUR	
<b>Drugi stroški</b>	0	
<b>Stroški ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nevarni odpadki) – predaja pooblaščenemu prevzemniku odpadkov (700 t/leto)</b> Prezemna cena: 300 EUR/t	210.000 EUR	700 t/leto
<b>Stroški ravnanja s pepelom kot preostanek monosežiga (odpadek 19 01 12) –časno skladiščenje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice za kasnejše pridobivanje fosforja (0 EUR/t) + strošek manipulacije pepela (5 EUR/t)</b>	75.000 EUR	15.000 t/leto
<b>Prodaja toplote (4,5 MWh/h, 7500 h/leto = 33.750 MWh/leto)</b> Prodajna cena: 30 EUR/MWh	-1.012.500 EUR	
<b>Prodaja električne energije (0,85 MWh/h, 7500 h/leto = 6.375MWh)</b> Prodajna cena: 50 EUR/MWh	-318.750 EUR	
<b>Ostali prihodki</b>	0	

Potreben čas za izgradnjo takšne monosežigalnice je **36 mesecev** od oddaje naročila. Realna ocena pričetka možnega obratovanja monosežigalnice je **leto 2027**, zaradi pridobitve vseh potrebnih dovoljenj, izdelavo projektne dokumentacije in umeščanja objekta v sam prostor.

Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.

## PROSTORSKA SIMULACIJA POSTAVITVE MONOSEŽIGALNICE

Na naslednji sliki je shematsko prikazana prostorska umestitev monosežigalnice.

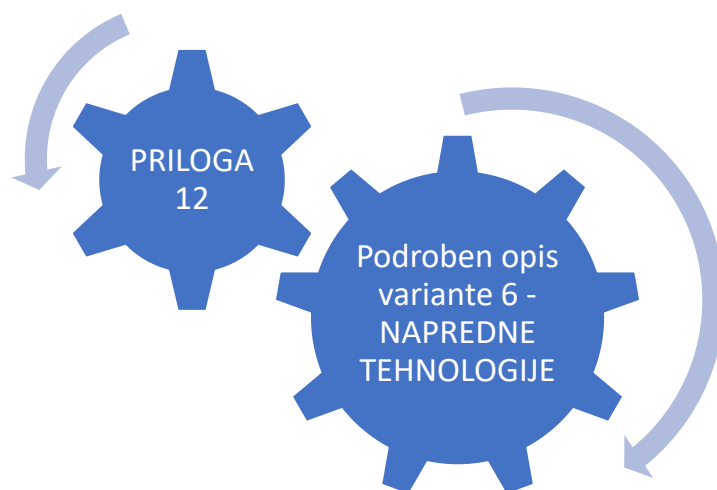


Slika 12.70: Prostorska simulacija postavitve monosežigalnice za letno obdelavo 100.000 t blat različne stopnje sušine / 30.000 t s.s. blata/leto.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Na podlagi opravljenega pregleda ugotavljamo, da v Nemčiji monosežig blata ob sosežigu v sežigalnicah odpadkov, termoelektrarnah na premog in cementarnah predstavlja prevladujočo tehnologijo termične obdelave blat iz ČN. Zaradi že sprejete zakonodaje pa bo po letu 2029 v Nemčiji monosežig blata edina možna dolgoročna tehnološka rešitev.

**Glede na že sprejeto zakonodajo v okoliških državah (Švica, Nemčija) se pričakuje, da bo tudi Republika Slovenija v bližnji prihodnosti sprejela podobna pravila glede obveznega izločanja fosforja iz blat, predvsem iz večjih ČN. Monosežig bi tako postal edina možna dolgoročna rešitev, predvsem za tista blata iz ČN, ki so prekomerno obremenjena s težkimi kovinami.**





## 12.12 PRILOGA 12 - PODROBEN OPIS VARIANTE 6 – NAPREDNE TEHNOLOGIJE: PIROLIZA, UPLINJANJE IN HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA

Za najbolj preizkušen način termične obdelave blata v svetu velja monosežig. Prav tako se blato iz ČN uporablja za sosežig v sežigalnicah odpadkov, termoelektrarnah na premog in cementarnah ter velja za dobro delujočo in preizkušeno tehnološko rešitev. Že več let pa se preizkuša alternativna možnost termične obdelave v obliki naprednih tehnologij kot so piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija in so predstavljene v nadaljevanju.

V naslednji tabeli so povzeti ključni podatki za posamezne tehnologije termične obdelave blata iz ČN.

Tabela 12.49: Primerjava različnih tehnologij termične obdelave blata iz ČN<sup>53</sup>

Parameter	Incineration	Pyrolysis	Gasification	HTC
Temperature (°C)	850–1000	300–900	400–850	180–250
Pressure (MPa)	Atmospheric	Atmospheric	Atmospheric	Autogenous
Retention period (h)	Short (depending on presence of other substrates)	Short (seconds–hours)	Short (seconds–minutes)	1–12
Main products	Ash	Gas fraction (H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> , trace gases); heating value around 15 MJ/m <sup>3</sup> . Solid fraction (pyro-char). Liquid fraction (mostly oils, water, tar and organic compounds).	Similar to pyrolysis, but only produces one flammable gas, which can be utilized locally.	Hydro-char
Potentially harmful substances produced	Accumulation of heavy metals in ash (requires special treatments of flue gases).	Most heavy metals are completely contained in solid fraction.	Fixation of hazardous substances occurs, such as Cd, Co, As, Hg in char and remaining ash and slag.	Harmful substances can be produced during the process. Some of these are benzenes, phenols, furans, aldehydes, and ketose.
Other comments	Relatively low investment compared to other similar technologies. Requires removal of water content.	Requires removal of water content.	Fuel characteristics, such as surface area, size, shape, moisture content, volatile compounds and carbon content can affect the process. Requires removal of water content.	HTC process is conducted in liquid media, so it does not require pre-treatment (drying).

### PIROLIZA

Alternativa procesoma zgorevanja (oz. sežiga) in sosežiga je piroliza. Gre za proces pridobivanja plina ali olja iz karbonskih materialov z uporabo zmerno do visokotemperaturnega (300–700 °C) termalnega razbijanja (angl. thermal cracking) z zunanjim virom toplote in v atmosferi brez ali s primanjkljajem kisika. Pridobljeno bio-olje lahko koristno uporabimo za generacijo električne in toplotne energije v plinskih turbinah. Stranska produkta pirolize sta tudi zgojeneli ostanek (angl. bio-char) in nekondenzibilni plini. Tehnologija zahteva, da je delež suhe snovi blata vsaj 90 %. Ekonomsko je najbolj smiselno, da sušenje opravimo v dveh stopnjah. Mehansko sušenje, ki je energijsko manj potratno, zniža vlažnost na približno 50 %. Na zahtevano vlažnost blato posušimo s termalnim sušilnikom.

<sup>53</sup> D. Đurđević, M. Trstenjak, I. Hulenčić, Sewage Sludge Thermal Treatment Technology Selection by Utilizing the Analytical Hierarchy Process, Water 2020, 12, 1255.

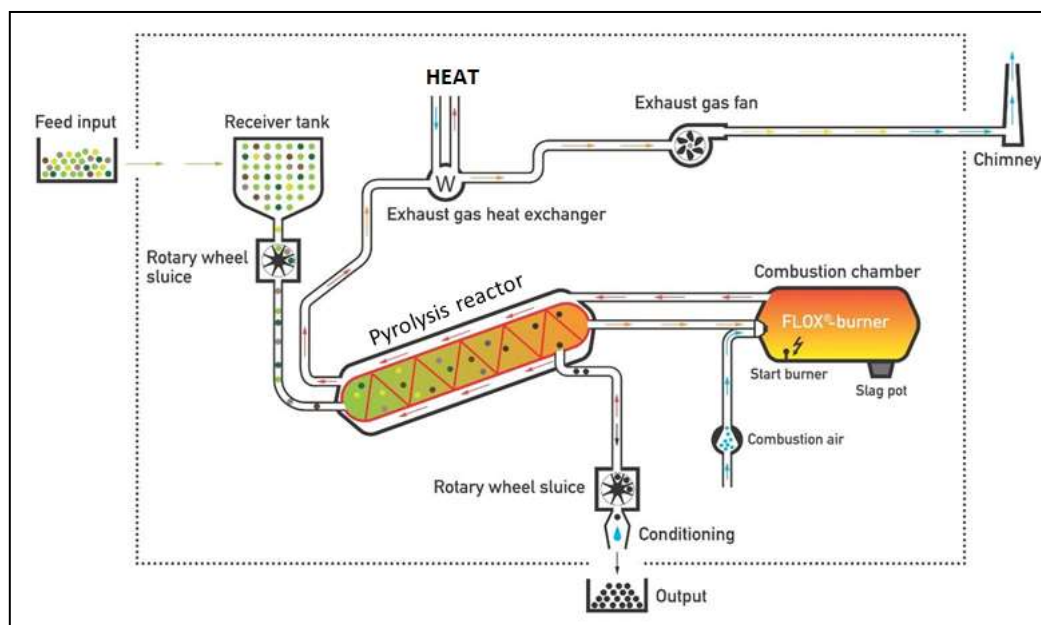


Pirolizo lahko razvrstimo v tri različne vrste. Za počasno pirolizo oziroma karbonizacijo je značilno počasno segrevanje in dolgi zadrževalni časi (od nekaj ur do nekaj dni). Namenjena je optimizaciji pridelave zogljenega ostanka oz. oglja. Hitra piroliza in bliskovita piroliza imata hitrost segrevanja od 10 do 200 °C/s in zadrževalne čase do 10 s. Namenjena sta pridelavi bio-olja. Bio-olje lahko skladiščimo, črpamo in transportiramo podobno kot tekoča goriva, pridobljena iz surove nafte. Uporabljamo ga lahko kot gorivo v atmosferskih gorilnikih in v motorjih z notranjim zgorevanjem za pridobivanje toplote in električne energije. Z nadaljnjimi obdelavami ga lahko predelamo v gorivo, primerno za transport. Predelamo ga lahko tudi v sintetični plin in uporabimo za kemijsko produkcijo<sup>54</sup>.

**Trenutno je uporaba procesa pirolize za blata iz ČN s pridobivanjem bio-olja v razvojnih fazah in so v obratovanju predvsem manjši pilotni in demonstracijski objekti.**

**Obstaja pa že nekaj delujočih postrojenj pirolize z uporabo blata iz ČN kot vhodni material, ki izkoriščajo proces pirolize, kjer se pridobiva t.i. karbonizirano blato za uporabo kot gnojilo v kmetijstvu.**

V svetu je delujočih že več kot 25 takšnih postrojenj. Večina teh postrojenj koristi kot vhodno gorivo odpadno lesno biomaso. Trenutno je v EU delujočih nekaj postrojenj, ki koristijo blato iz ČN. V Nemčiji so trenutno v delovanju tri delujoča postrojenja (eno v obratovanju od leta 2015, drugo od leta 2016 in tretje od leta 2020), na Švedskem eno (v obratovanju od leta 2019) in eno na Češkem (v obratovanju od leta 2020). Pogoj za uporabo blata kot vhodnega materiala za proces pirolize je osušeno blato na vsaj 80 % s.s. s kurilno vrednost najmanj 10 MJ/kg s.s.. V okviru procesa pirolize se poleg karboniziranega blata proizvede tudi toplotna energija, ki se lahko uporabi za proces sušenja blata.



Slika 12.71: Postrojenje za pirolizo blata.<sup>55</sup>

<sup>54</sup> Vir: Marko Draksler, *Eksperimentalno vrednotenje zgorevanja suhega blata čistilnih naprav, magistrsko delo, 2020.*

<sup>55</sup> vir: E. Sørmo et al., *Waste timber pyrolysis in a medium-scale unit: Emission budgets and biochar quality, Science of The Total Environment, Volume 718, 20 Maj 2020*

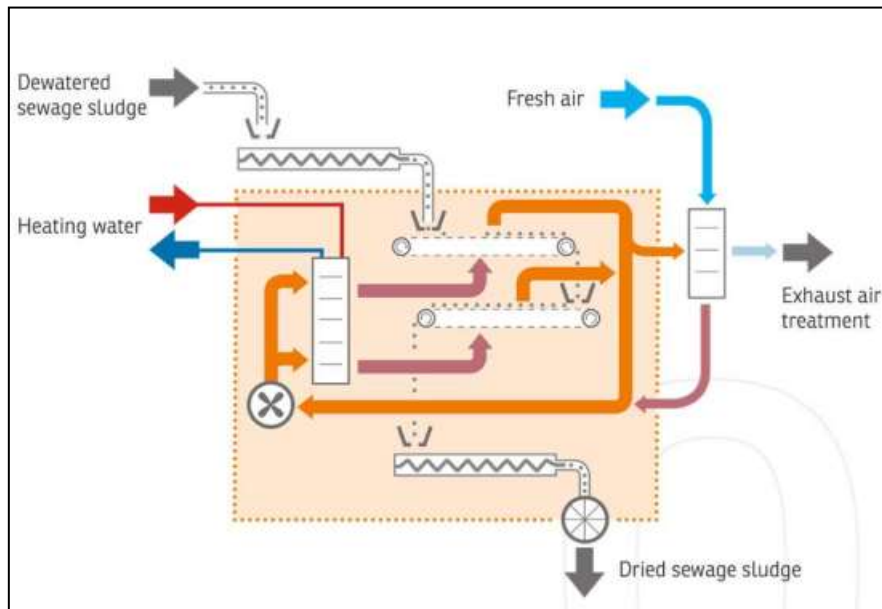




Je pa ta tovrstna tehnološka rešitev primerna tako za odpadno lesno biomaso kot tudi za blata iz ČN, kjer se pridobi kot glavni produkt procesa karbonizirano blato, ki je bogato s fosforjem (pričakovana vrednost  $P_2O_5$  10–12 %) in se ga lahko uporabi kot gnojilo v kmetijstvu. Leta 2018 je na Švedskem KEMI (The Swedish Chemicals Agency (Kemikalieinspektionen–KEMI) kot organ odobril uporabo karboniziranega blata kot gnojilo poznano pod imenom PYREGphos (KEMI no: 5164115262).

Tehnološka rešitev za pirolizo blata predstavljena na sliki zgoraj zahteva predhodno osušeno blato, ki mora imeti najmanj 10 MJ/kg s.s.. Dehidrirano blato iz CČN Maribor je potrebno osušiti na 90 % s.s., da se zagotovi minimalna energetska vrednost blata 10 MJ/kg s.s..

Na sliki v nadaljevanju je prikazan primer sistema sušenja z uporabo proizvedene toplotne energije iz sistema pirolize. Prikazan sistem sušenja zahteva 825 kWh toplotne energije in 40 kWh električne energije za odstranitev 1 tone vode iz dehidriranega blata.



Slika 12.72: Sistem za sušenje dehidriranega blata z uporabo toplotne energije.

V primeru izhodiščne količine dehidriranega blata 15.000 ton s povprečno vsebnostjo suhe snovi 23 %, je potrebno za osušitev blata na 90 % s.s. odstraniti 11.167 ton vode letno.

Tabela 12.50: Količine dehidriranega in osušenega blata za potrebe pirolize blata

Količina dehidriranega blata	15.000	t/leto
Delež suhe snovi v dehidriranem blatu	23	% s.s.
<b>Količina osušenega blata</b>	<b>3.833</b>	<b>t/leto</b>
Delež suhe snovi v osušenem blatu	90	% s.s.
<b>Letna količina odstranjene vode</b>	<b>11.167</b>	<b>t/leto</b>
Potrebna letna količina toplote za sistem sušenja	9.213	MWh/leto
Potrebna letna količina električne energije za sistem sušenja	447	MWh/leto

Iz procesa pirolize ustvarjena toplotna energija se lahko uporabi za potrebe predhodnega sušenja dehidriranega blata (5.600 MWh/leto), preostanek potrebne toplote (3.613 MWh/leto) za sušenje blata pa je potrebno zagotoviti iz drugega vira (zahteva: vroča voda  $\geq 90$  °C).



Celotni investicijski stroški v sistem pirolize s predhodnih sušenjem dehidriranega blata 15.000 ton/leto z izvedbo na ključ se ocenjujejo na **4.830.000,00 EUR** in so podrobneje predstavljeni v tabeli v nadaljevanju. V investiciji so zajeti še nepredvideni stroški v višini **230.000,00 EUR**, ki bi se lahko pojavili v času gradnje in v tem trenutku niso poznani.

**Tabela 12.51: Višina investicije za izgradnjo sistema pirolize s predhodnih sušenjem za dehidrirano blato iz CČN Maribor**

Celoten sistem pirolize	Vrednost v EUR
Projektiranje in gradbena dela	150.000,00
Sistem sušenja	2.150.000,00
Sistem pirolize	2.300.000,00
Nepredvideni–dodatni stroški	230.000,00
<b>Celotna investicija</b>	<b>4.830.000,00</b>

V naslednji tabeli so predstavljeni okvirni pričakovani letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnih sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor.

**Tabela 12.52: Letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnih sušenjem za dehidrirano blato iz CČN Maribor**

Letni obratovalni stroški sistema pirolize s predhodnim sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor			Opomba
Skupna predvidena letna poraba električne energije za delovanje sistema pirolize	488.000 53.680,00	kWh/leto EUR/leto	Cena električne energije 0,11 EUR/kWh
Poraba vode za delovanje sistema pirolize	5.360 4.288,00	m <sup>3</sup> /leto EUR/leto	Cena 0,8 EUR/m <sup>3</sup>
Poraba LPG za zagon sistema pirolize	3.800 3.040,00	kg/leto EUR/leto	Cena LPG: 0,8 EUR/kg
Poraba NaOH (30%)	140.800 70.400,00	litrov/leto EUR/leto	Cena NaOH (30%): 0,5 EUR/liter
Poraba aktivnega oglja	2 4.000,00	t/leto EUR/leto	Cena aktivnega oglja: 2.000 EUR/t
Poraba H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37%)	70.400 35.200,00	litrov/leto EUR/leto	Cena H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (37%): 0,5 EUR/liter
Potrebna dodatna količina toplote za proces sušenja	3.613 108.390,00	MWh/leto EUR/leto	Sistem pirolize ustvari višek toplotne energije 5.600 MWh/leto, ki se lahko porabi za proces sušenja. Skupna zahtevana toplotna energija za proces sušenja dehidriranega blata 15.000 t/leto iz 23% s.s. na 90% s.s. je 9.213 MWh/leto. Cena toplotne energije: 30 EUR/MWh.
Skupna predvidena letna poraba električne energije za proces sušenja	447.000 49.170,00	kWh/leto EUR/leto	Cena električne energije 0,11 EUR/kWh
Strošek zaposlenih	30.000,00	EUR/leto	Zaposlitev 1 osebe, ki skrbi za sistem sušenja in pirolize
Stroški vzdrževanja in popravil	234.000,00	EUR/leto	
<b>Skupni letni obratovalni stroški</b>	<b>592.168,00</b>	<b>EUR/leto</b>	

\*predpostavljeno je delovanje sistema pirolize in sušenja 8.000 h/leto

V naslednji tabeli je prikazano pričakovana vsebnost težkih kovin v karboniziranem blatu za primer uporabe dehidriranega blata iz CČN Maribor kot vhodnega materiala za proces predstavljene tehnološke rešitve.



Tabela 12.53: Pričakovana vsebnost težkih kovin v karboniziranem blatu

Ime težke kovine	Najvišja izmerjena vrednost v dehidriranem blatu CČN Maribor 2010–2020	Pričakovana vrednost vsebnost v karboniziranem blatu			
		najnižja pričakovana vrednost	srednja pričakovana vrednost	najvišja vrednost	pričakovana
<b>Pb [mg/kg]</b>	30	72	69	66	66
<b>Cr [mg/kg]</b>	55	132	127	121	121
<b>Cu [mg/kg]</b>	200	<b>479</b>	<b>460</b>	<b>441</b>	<b>441</b>
<b>Ni [mg/kg]</b>	30	72	69	66	66
<b>Zn [mg/kg]</b>	1.100	<b>2.632</b>	<b>2.530</b>	<b>2.428</b>	<b>2.428</b>

Za izhodiščno količino blata iz CČN Maribor 15.000 ton/leto (23 % s.s.) se pričakuje produkcija karboniziranega blata kot glavnega produkta procesa pirolize v količini **2.100 ton/leto** in bi ga bilo mogoče uporabiti kot gnojilo v kmetijstvu. Pred prvim dajanjem takšnega gnojila v promet v Republiki Sloveniji mora proizvajalec oziroma uvoznik oziroma distributer za mineralno gnojilo oziroma organsko mineralno gnojilo pridobiti dovoljenje Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Vloga za pridobitev dovoljenja se vloži v skladu s 6. členom Zakona o mineralnih gnojilih. Če mineralno gnojilo izpolnjuje predpisane pogoje glede minimalne kakovosti, minister za kmetijstvo izda odločbo, s katero dovoli promet z mineralnim gnojilom.

Opozoriti je potrebno, da z 16. julijem 2022 stopi v veljavo EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009 - Uredba (EU) 2019/1009 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 5. junija 2019 o določitvi pravil o omogočanju dostopnosti sredstev za gnojenje EU na trgu, spremembi uredb (ES) št. 1069/2009 in (ES) št. 1107/2009 ter razveljavitvi Uredbe (ES) št. 2003/2003. Ta uredba se bo uporabljala za sredstva za gnojenje v članicah EU. Sredstva za gnojenje bodo tako lahko dostopna na trgu EU samo, če izpolnjujejo zahteve iz te uredbe. Ta nova pravila bodo od sredine leta 2022 naprej zagotovila, da se bodo po vsej EU lahko prosto prodajala le gnojila, ki izpolnjujejo visokokakovostne in varnostne zahteve in standarde po vsej EU. Poudariti je potrebno, da substrati pridobljeni iz karboniziranega blata med katere se uvršča tudi produkt obravnavane tehnološke rešitve pirolize–karbonizirano blato trenutno niso vključeni znotraj EU Fertilizing Products Regulation STRUBIAS proposals<sup>56</sup>. Z uveljavitvijo teh sprememb na področju gnojil v EU to pomeni, da uporaba karboniziranega blata v članicah EU kot gnojilo ne bo več mogoča. **Iz tega vidika tovrstna tehnološka rešitev pirolize s predhodnih sušenjem dehidriranega blata iz CČN Maribor kot dolgoročno končna rešitev ravnanja z blatom ni priporočljiva za izvedbo, saj je Slovenija kot članica EU zavezana prenesti ta nova EU pravila glede sredstev za gnojenje v svojo zakonodajo in posledično z dnem uveljavitve teh sprememb karboniziranega blata tudi v Sloveniji ne bo mogoče več uporabljati kot gnojilo.**

## UPLINJANJE

Cilj procesa uplinjanja je pridobivanje plinske mešanice, t.i. sinteznega plina (H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, lahki ogljikovodiki) z visoko energijsko vrednostjo. Uplinjanje je proces, kjer se izkorišča delno zgorevanje, pri katerem nadzorujemo transformacijo organskega materiala v plinsko mešanico s količino zraka ali kisika. Poteka pri visoki temperaturi 800–900 °C ali višji v atmosferi s tako nizkim deležem kisika, da ne pride do stehiometričnega vžiga. Proces je izveden v prisotnosti uplinjalnega medija, ki je lahko kisik, zrak, para ali ogljikov dioksid. Uplinjanje lahko karakteriziramo kot podaljšanje procesa pirolize.

<sup>56</sup> JRC STRUBIAS report: Technical proposals for selected new fertilising materials under the Fertilising Products Regulation (Regulation (EU) 2019/1009), September 2019.



Pri pirolizi se najprej pojavi proces sušenja in nato razpada organske snovi. Pri pirolizi tako sprostimo volatile iz blata in pustimo zogleneli ostanek v trdni obliki. Pri uplinjanju se proces nadaljuje z reakcijami plin-plin in trdnina-plin.

Uplinjanje lahko tako razdelimo na štiri stopnje: sušenje, piroliza, oksidacija, redukcija/uplinjanje. V prvi stopnji (sušenje, ki poteka med 70 in 200 °C) iz blata izpari vlaga. Če ima vstopno blato vlažnost nižjo od 15 %, se blato v tej stopnji popolnoma osuši. Med 350 in 600 °C poteka piroliza, med katero se dogodi termalen razpad organske snovi. Pri oksidaciji volatili in zogleneli ostanek oksidirajo pri temperaturi do 1100 °C. V četrti coni, redukciji/uplinjanju, poteka uplinjanje zoglenelega ostanka v plinsko mešanico, pretežno CO in H<sub>2</sub>. Plin, ki nastane pri uplinjanju, lahko direktno uporabimo v kotlu, motorju z notranjim zgorevanjem, turbini ali pa v gorivni celici kot vir toplote ali električne energije. Prav tako lahko iz pridobljenega plina sintetiziramo kemikalije, kot so metanol ali di-metil eter<sup>57</sup>.

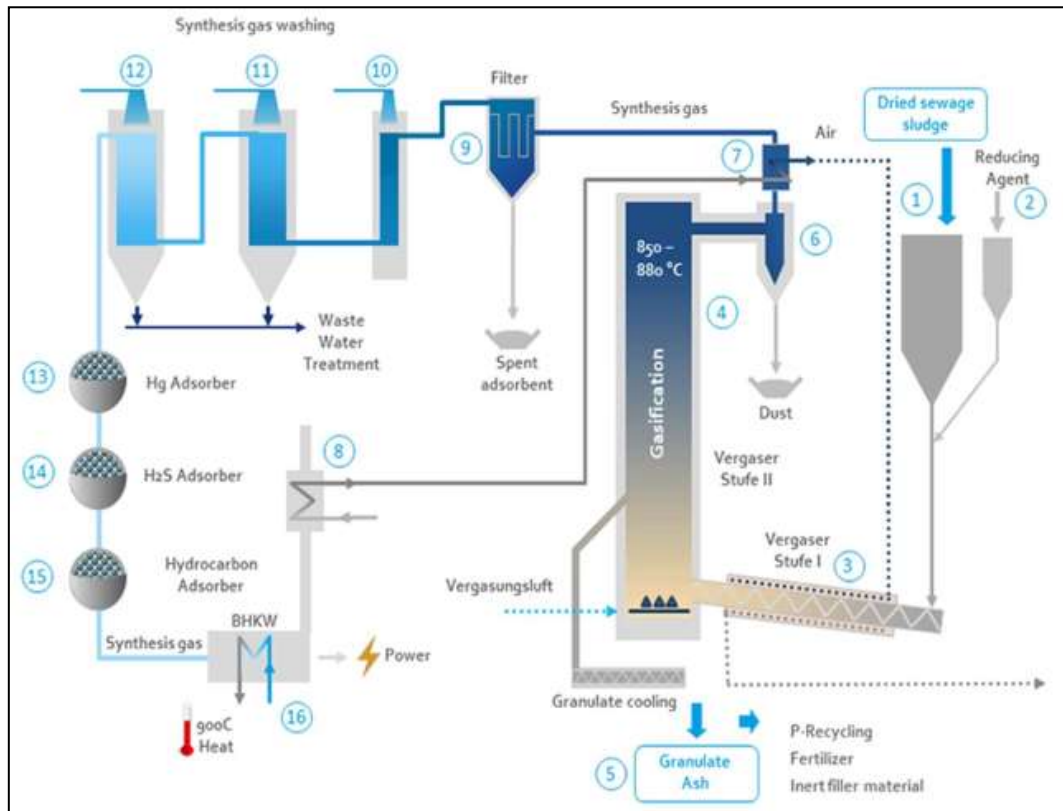
V Evropi so samo tri postrojenja z uporabo procesa uplinjanja, ki uporabljajo za vhodno gorivo blato iz ČN. Vsa tri postrojenja se nahajajo v Nemčiji. Prvo takšno pilotno postrojenje je bila postavljeno leta 2002 na lokaciji CČN v mestu Balingen v Nemčiji s kapaciteto za obdelavo 2.700 t s.s. blata/leto, vendar je dejanska zmogljivost 1.100 t s.s. blata/leto. Drugo takšno postrojenje je bilo zgrajeno v mestu Mannheim leta 2010 s kapaciteto za obdelavo 5.000 t s.s. blata/leto. Trenutno to postrojenje ni v delovanju, zaradi tehničnih in političnih težav. Zadnje postrojenje pa je bilo postavljeno v mestu Koblenz s kapaciteto za obdelavo 3.000–4.000 t s.s. blata/leto.

Izgradnja se bi naj začela leta 2016, vendar je obratovanje zaradi različnih težav z zagonom zamujalo. Še nobeno postrojenje za uplinjanje za obdelavo iz ČN v Nemčiji doslej ni mogla dokazati zanesljivega neprekinjenega delovanja<sup>58</sup>.

Vsa tri predstavljena postrojenja za uplinjanje temeljijo na dvostopenjskem procesu uplinjanja in uporabo osušenega blata (85 % s.s. ali več). Vsa proizvedena energija (toplota, električna energija) se v celoti porabi za delovanje samega postrojenja. Vsa postrojenja so imela in imajo tehnične težave med obratovanjem ali zagonom.

<sup>57</sup> Vir: Marko Draksler, *Eksperimentalno vrednotenje zgorevanja suhega blata čistilnih naprav, magistrsko delo, 2020.*

<sup>58</sup> Vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review, Journal of Environmental Management, Volume 263, 1 June 2020.*



Slika 12.73: Celotno postrojenje za uplinjanje blata.<sup>59</sup>

V Nemčiji sta obstajali še sicer dve drugi pilotni postrojenji za uplinjanje blata v mestu Grünstadt in Renningen z manjšo kapaciteto 400 t s.s. blata/leto, poznano pod imenom »Klärschlammreformer«. Postrojenji sta bili preoblikovani v proces monosežiga, zaradi tehničnih težav pri obratovanju.

**Uporaba procesa uplinjanja za blata iz ČN velja v tem trenutku še vedno za inovativen, čeprav je uplinjanje pogosto v uporabi v ostalih panogah.**

## HIDROTERMALNA KARBONIZACIJA

Hidrotermalna karbonizacija (HTC) opisuje procesni pristop za obdelavo mokre biomase. Surovino obdelamo pod visokim tlakom (> 10–20 barov), temperaturami med 200 in 250 °C in večurnim zadrževalnim časom v tekoči vodni fazi. V sklopu procesa poteka veliko število reakcij (hidroliza, dehidrogenacija, dekarboksilacija, polimerizacija), kar naj bi privedlo do razgradnje biomase in posledično do ponovne polimerizacije. Raven temperature, tlak, čas zadrževanja in sestava biomase igrajo pomembno vlogo. Obstajajo različni pristopi tehnične izvedbe, pri čemer je trenutno stanje razvoja omejeno na poskusne in demonstracijske objekte.

<sup>59</sup> vir: J. D. Bień, B. Bień, *Sludge Thermal Utilization, and the Circular Economy, Civil and Environmental Engineering Reports, 2019*



Še vedno obstajajo nerešeni problemi z izvedbo in nadgradnjo v polno delujoče objekte, zaradi nezadostne kakovosti produktov procesa in čiščenja procesne vode in plina. Na CČN v Düsseldorfu (Nemčija) je bilo po preizkusni fazi obratovanje HTC objekta ustavljeno in postopka HTC ne spremljajo več, saj se je med preizkusno operacijo izkazalo, da postopek ne daje nobenih prednosti, ki bi upravičeval njegovo uporabo.

**Kljub temu obstajajo po svetu v svetu nekateri HTC projekti in podjetja, ki se osredotočajo na obdelavo blata iz ČN s tovrstno tehnologijo. Postopek HTC (tehnologija Deydris Ultra) je bil pilotno testiran tudi na CČN Maribor v letu 2014. Testi tehnologije Dehydris Ultra na lokaciji CČN Maribor so dali pozitivne rezultate, vendar pa je bilo ugotovljeno, da bo industrializacija te tehnologije dolgotrajna, zmanjšanje volumna blata pa je možno doseči tudi z energijsko učinkovito tehnologijo sušenja blata.**

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

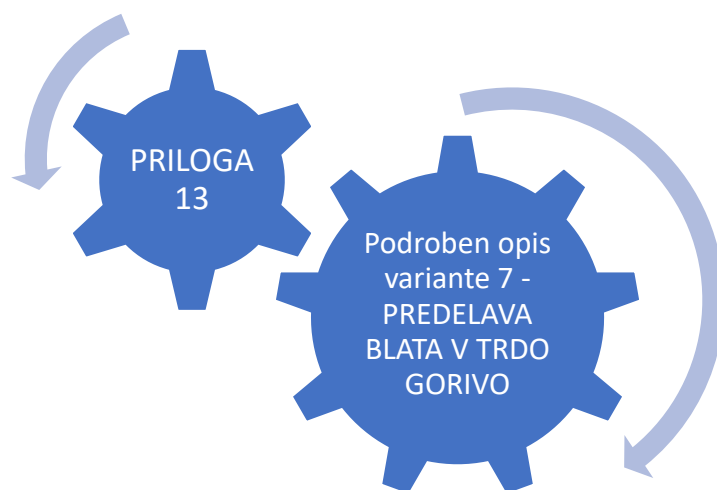
Vse predstavljene napredne tehnologije (piroliza, uplinjanje in hidrotermalna karbonizacija) so v večini še v fazah razvoja in v fazi preboja na samo tržišče ter so v Evropi za termično obdelavo blat iz ČN v majhni uporabi (tabela 6.35). V delovanju so predvsem manjši objekti, nekateri še v obliki pilotnih naprav. Na podlagi navedenega uporaba naprednih tehnologij za termično obdelave blata iz CČN Maribor v tem trenutku ni najbolj primerna rešitev, ker večina tehnoloških rešitev še ni na takšni ravni, da bi bile primerne za komercialno uporabo, prav tako so v realnem okolju v omejeni uporabi.

Tabela 12.54: Uporaba naprednih tehnologij termične obdelave blata iz ČN v Nemčiji<sup>60</sup>.

		Pyrolysis	Gasification	Metallurgical processes	HTC
Number of plants	=	3 (2 planned)	3	1 pilot plant	n.a.
Total capacity	Mg/a DM	about 2,100 (3,800 planned)	about 11,000	n.a.	n.a.
Plant capacity	Mg/a DM	700-1,400 (3,500 planned)	400-5,000	n.a.	n.a.
Technology assessment	=	product-qualification unclear	permanent operation unsteady	only on a small scale for sewage sludge treatment used currently no continuation after pilot operation	only suitable for pre-treatment

Edina primerna tehnološka rešitev za blato iz CČN Maribor bi lahko bila piroliza s predhodno osušitvijo dehidriranega blata in pridobivanjem karboniziranega blata kot končnega produkta v primeru, da obstaja razpoložljiv trg za uporabo tovrstnega produkta kot gnojilo. Poudariti pa je potrebno, da karbonizirano blato kot produkt pirolize ni uvrščen v EU Fertilizing Products Regulation STRUBIAS proposals kar zna omejiti možnost uporabe kot gnojilo v EU po letu 2022, ko stopi v veljavo EU Fertilising Products Regulation (FPR) (EU) 2019/1009.

<sup>60</sup> vir: M. Schnell, T. Horst, P. Quicker, *Thermal treatment of sewage sludge in Germany: A review*, *Journal of Environmental Management*, Volume 263, 1 June 2020







## 12.13 PRILOGA 13 - PODROBEN OPIS VARIANTE 7 – PREDELAVA BLATA V TRDO GORIVO

Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda se v skladu z Uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14) lahko predeluje v trdno gorivo **kot odpadek iz onesnažene biomase**, če izpolnjuje zahteve za vnos v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu ali **kot drugi odpadek**, če zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu niso izpolnjene.

Odpadek 19 08 08 (dehidrirano blato iz CČN Maribor) v tem trenutku **ne izpolnjuje zahtev za uporabo v kmetijstvu** predpisane z Uredbo o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08). Na podlagi te ugotovitve dehidrirano blato **ni možno uporabiti za predelavo v trdno gorivo kot onesnažena biomasa** v skladu s 5. členom Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14). **Uporabi se lahko le kot drugi odpadek** v skladu z Uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14), saj zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu niso izpolnjene. Dodatno pa je v 2. odstavku 6. člena Uredbe o predelavi odpadkov iz drugih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14) navedeno, da je potrebno za predelavo odpadkov v trdno gorivo **uporabiti najmanj dva odpadka iz različnih podskupin** iz 1. 2. ali 3. dela priloge 1 Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

Dehidrirano blato iz CČN Maribor bi teoretično bilo možno predelati v trdno gorivo **v kombinaciji z vsaj še eno vrsto odpadka**, ki so navedeni v Prilogi 1: Seznam odpadkov za predelavo v trdno gorivo omenjene uredbe. Za predelavo odpadkov v trdno gorivo je potrebno pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja odpadke, kot je to navedeno v 7. členu Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

Predelavo odpadkov v trdno gorivo in monitoring trdnega goriva je potrebno izvajati v skladu z zahtevami okoljevarstvenega dovoljenja ter v skladu z 9., 10. in 11. členom Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14).

V kolikor bi se s predelavo izdelalo takšno trdno gorivo (uporaba odpadka 19 08 05 kot drugi odpadki in vsaj še en odpadki iz seznama Priloge 1 uredbe), pa je njegova uporaba zelo omejena. Prepovedano ga je uporabljati v malih kurilnih napravah. Prav tako ga je prepovedano uporabljati v srednjih in velikih kurilnih napravah. Uporabi se ga lahko le **v srednjih in velikih kurilnih napravah, če se pridobi okoljevarstveno dovoljenje za sosežig**. Prav tako se ga lahko uporabi **v sežigalnicah in napravah za sosežig odpadkov** s predhodno pridobitvijo okoljevarstvenega dovoljenja za sežig oz. sosežig.

V Sloveniji so na voljo proizvodne linije za predelavo nenevarnih odpadkov v trdna goriva oziroma SRF (solid recovered fuels)–trdna alternativna goriva. Na področju MOM ima podjetje Surovina d.o.o. okoljevarstveno dovoljenje za obratovanje naprave za predelavo odpadkov v trdno gorivo s proizvodno zmogljivostjo 194,04 ton na dan oziroma največ 48.000 ton letno. Prav tako ima v Sloveniji podjetje Kostak d.d. iz Krškega na lokaciji Centra za ravnanje z odpadki Spodnji Stari Grad napravo za predobdelavo gorljivih frakcij odpadkov v trdno gorivo z zmogljivostjo 90 t/dan oziroma 22.500 ton/leto. V obeh napravah je dovoljeno predelovati tudi odpadki **19 08 05 Blato iz čiščenja komunalnih odpadnih voda**, ki je opredeljen kot onesnažena biomasa ali kot drugi odpadki. Vendar nobena od teh dveh naprav trenutno ne prevzema odpadka 19 08 05 (dehidrirano ali osušeno blato).



Ker nobena od teh proizvodnih linij trenutno ne sprejema odpadka 19 08 05 za predelavo v trdno gorivo, bi bilo treba iti v postavitev lastne proizvodne linije, kjer bi se lahko uporabilo dehidrirano blato iz CČN Maribor za predelavo v trdno gorivo. Še primernejše pa bi bilo dehidrirano blato osušiti in s tem povečati energetska vrednost samega blata – višja kurilna vrednost nad 10 MJ/kg. Je pa osnovna težava v pridobitvi dodatnih drugih primernih odpadkov, da bi se takšno trdno gorivo iz odpadkov lahko izdelalo (zahteva zakonodaje: uporaba najmanj dveh odpadka iz različnih podskupin), kot tudi v končni uporabi tovrstno izdelanega trdnega goriva oziroma na trgu najti dolgoročnega zainteresiranega prevzemnika takšnega trdnega goriva, saj so za predelavo primerni predvsem odpadki z relativno znano sestavo in lastnostmi, kar pa blato iz čistilnih naprav ni, saj se sestava kot njene lastnosti neprestano spreminjajo. Predelava v trdno gorivo je rešitev predvsem za tiste odpadke, ki niso primerni za nadaljnjo reciklažo oziroma snovno predelavo: plastika, papir, karton, les, tekstil in drugi gorljivi materiali. Prevzemniki trdnih goriv iz odpadkov so predvsem cementarne kot tudi ostala energetska postrojenja, npr. v papirni in kemični industriji. Za prevzemnike tovrstnih goriv so najpomembnejše predvsem fizikalne lastnosti in tudi kemijska struktura samega trdnega goriva. Največ šteje kurilna vrednost goriva, ki mora biti čim večja, granulacija goriva (za najkvalitetnejša goriva manj kot 25 mm), vsebnost vlage in vsebnost klora, ki je za energetska postrojenja najbolj škodljiv in pomeni, da ga mora biti v takšnih gorivih čim manj. Poleg tega je za predelavo goriv potrebno vzpostaviti ustrezen sistem zagotavljanja kakovosti. Pri cementarnah se namreč kakovost goriv meri kontinuirano, tudi večkrat za en sam kamion. Cementarne so tudi najbolj zahtevni prevzemniki trdnih alternativnih goriv, saj z njimi nadomeščajo klasična fosilna goriva.

## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

### Zakonodaja v Sloveniji:

Možnost predelave nenevarnih odpadkov v trdno gorivo je v Sloveniji predpisano z Uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14). Z uredbo so predpisani pogoji za predelavo nenevarnih odpadkov v trdno gorivo ter pogoji za njegovo uporabo v kurilnih napravah, sežigalnicah in napravah za sosežig.



Slika 12.74: Trdno alternativno gorivo<sup>61</sup>.

<sup>61</sup> Trdno alternativno gorivo (vir: <https://wastemanagementreview.com.au/market-resources/>)



V trdno gorivo je dovoljeno predelovati odpadke iz neonesnažene in onesnažene biomase ter druge odpadke, ki so navedeni v Prilogi 1 uredbe.

Blato iz čiščenja komunalnih voda s klasifikacijsko številko odpadka 19 08 05 je v Prilogi 1: Seznam odpadkov za predelavo v trdno gorivo navedeno pod:

- odpadki iz onesnažene biomase (2. del priloge 1), če blato izpolnjuje zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu.
- drugi odpadki (3. del Priloge 1), če zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, niso izpolnjene.

#### Trdno gorivo iz odpadkov iz onesnažene biomase:

5. člen uredbe predpisuje, da je v trdno gorivo iz odpadkov iz onesnažene biomase dovoljeno predelovati odpadke iz neonesnažene biomase iz 1. dela priloge 1 te uredbe in onesnažene biomase iz 2. dela priloge 1 te uredbe.

Za predelavo odpadkov iz prejšnjega odstavka je treba uporabiti najmanj dva odpadka iz različnih podskupin iz 1. ali 2. dela priloge 1 te uredbe. Masni delež v trdnem gorivu vsaj ene podskupine odpadkov iz 1. ali 2. dela priloge 1 te uredbe, ki ni podskupina odpadka z največjim masnim deležem, mora znašati vsaj tri odstotke.

#### Trdno gorivo iz odpadkov iz drugih odpadkov:

6. člen uredbe predpisuje, da je v trdno gorivo iz drugih odpadkov dovoljeno predelovati odpadke iz neonesnažene biomase iz 1. dela priloge 1, odpadke iz onesnažene biomase iz 2. dela priloge 1 te uredbe in druge odpadke iz 3. dela priloge 1 te uredbe.

Za predelavo odpadkov iz prejšnjega odstavka je treba uporabiti najmanj dva odpadka iz različnih podskupin iz 1., 2. ali 3. dela priloge 1 te uredbe. Masni delež v trdnem gorivu vsaj ene podskupine odpadkov iz 1., 2. ali 3. dela priloge 1 te uredbe, ki ni podskupina odpadka z največjim masnim deležem, mora znašati vsaj tri odstotke.

Za predelavo odpadkov v trdno gorivo je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja odpadke (prvi odstavek 7. člena uredbe).

Predelovalec, ki v trdno gorivo poleg drugih odpadkov predeluje blato iz čiščenja odpadne vode, mora zagotoviti izvajanje meritev onesnaževal skladno s predpisom, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, in na podlagi rezultatov teh meritev razvrščati blato kot odpadke iz onesnažene biomase ali drug odpadke skladno z določbami stolpca »Dodaten opis odpadka« v 2. in 3. delu priloge 1 te uredbe (9. člen uredbe). Velikost posameznih delcev v trdnem gorivu je največ 100 mm in največ 150 mm pri predelavi izrabljenih avtomobilskih gum in se ugotavlja s sejanjem. Lahko pa ima 5 odstotkov mase trdnega goriva velikost delcev večjo od te omejitve, pri čemer slednja ne sme biti presežena za več kot 50 odstotkov. Ne glede na določbi prvega in drugega odstavka 10. člena te uredbe je lahko velikost posameznih delcev v trdnem gorivu tudi večja, če je trdno gorivo pripravljeno za uporabo v določeni kurilni napravi, sežigalnici ali napravi za sosežig odpadkov, katere tehnološka zasnova omogoča uporabo takega goriva in je upravljavec take naprave zahteval trdno gorivo večjih dimenzij. Predelovalec odpadkov v trdno gorivo mora inšpektorju, pristojnemu za varstvo okolja, na zahtevo predložiti dokaze o namembnosti takega goriva. (10. člen uredbe).

Vsebnost nevarnih snovi v trdnem gorivu iz odpadkov iz neonesnažene oz. onesnažene biomase ne sme presegati mejnih vrednosti za neonesnaženo oz. onesnaženo biomaso iz priloge 2 te uredbe (10. člen te uredbe).



Tabela 12.55: Mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v odpadkih iz biomase

Onesnaževalo	Mejna vrednost za neonesnaženo biomaso (mg/kg)	Mejna vrednost za onesnaženo biomaso (mg/kg)
Arzen	1	2
Baker	10	20
Fluor	50	100
Kadmij	1	2
Klor	400	600
Krom	15	30
Pentaklorfenol	1,5	3
Svinec	15	30
Poliklorirani bifenili	2,5	5
Živo srebro	0,2	0,4

Katera koli posamezna mejna vrednost onesnaževala v neonesnaženi ali onesnaženi biomasi iz zgornje preglednice je lahko presežena za največ 25 %, če so pri tem vsebnosti drugih onesnaževal za neonesnaženo ali onesnaženo biomaso v predpisanih mejnih vrednostih. Lesni odpadki ne smejo vsebovati zaščitnih sredstev in premazov, ki vsebujejo premogov katran.

Predelovalec odpadkov v trdno gorivo mora zagotoviti, da se lastnosti trdnega goriva (10. člen uredbe):

- ugotavljajo na podlagi meritev parametrov trdnega goriva v obsegu, ki je v skladu s standardom SIST EN 15359 obvezni obseg meritev teh parametrov, vključno z meritvijo vsebnosti žvepla;
- dokumentirajo v skladu s standardom SIST EN 15359.

#### Uporaba trdnega goriva:

Prepoved uporabe trdnega goriva definira 12. člen uredbe.

V mali kurilni napravi je prepovedano uporabljati trdno gorivo iz odpadkov iz onesnažene biomase in iz drugih odpadkov.

Trdno gorivo iz odpadkov iz onesnažene biomase in drugih odpadkov je prepovedano uporabljati v srednji in veliki kurilni napravi, če je predelano iz odpadkov, ki niso:

- rastlinski odpadki iz kmetijstva in gozdarstva,
- rastlinski odpadki iz živilskopredelovalne industrije,
- lesni odpadki iz industrijske predelave lesa,
- komunalni lesni odpadki ter lesni odpadki iz gradnje in rušenja, ali
- odpadna pluta.

Ne glede na prejšnji odstavek je v srednji in veliki kurilni napravi prepovedano uporabljati trdno gorivo iz prejšnjega odstavka, če je v skladu s standardom iz petega odstavka 10. člena te uredbe:

- razvrščeno v peti razred glede na neto kurilno vrednost (razred NCV 5),
- razvrščeno v tretji, četrti ali peti razred glede na vsebnost klora (razredi Cl 3, Cl 4 ali Cl 5),
- razvrščeno v drugi, tretji, četrti ali peti razred glede na vsebnost živega srebra (razredi Hg 2, Hg 3, Hg 4 ali Hg 5),
- vsebnost kadmija v trdnem gorivu večja od 2 mg/kg v suhi snovi, upoštevajoč aritmetično sredino meritev, ali
- vsebnost žvepla v trdnem gorivu večja od 0,2 % masnega deleža suhe snovi, upoštevajoč aritmetično sredino meritev.



Za uporabo trdnega goriva v malih, srednjih ali velikih kurilnih napravah je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za predelavo ali odstranjevanje odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja odpadke (prvi odstavek 13. člena uredbe).

Za uporabo trdnega goriva v sežigalnicah in napravah za sosežig je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za predelavo ali odstranjevanje odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja sežiganje odpadkov (drugi odstavek 13. člena uredbe).

Če se trdno gorivo uporablja v veliki kurilni napravi, v kateri poteka dejavnost, ki lahko povzroča onesnaževanje okolja večjega obsega, je ne glede na prvi odstavek 13. člena treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja vrste dejavnosti in naprav, ki lahko povzročajo onesnaževanje okolja večjega obsega (tretji odstavek 13. člena uredbe).

Predelovalec odpadkov lahko v eni vlogi za okoljevarstveno dovoljenje zaprosi za predelavo odpadkov v trdno gorivo in za uporabo tega trdnega goriva v svojih kurilnih napravah (četrti odstavek 13. člena uredbe).

## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

Z uredbo o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/14) je predpisano, da je treba za predelavo odpadkov v trdno gorivo pridobiti okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Prav tako je potrebna pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za uporabo takšnega trdnega goriva.

## STROŠKOVNA OCENA

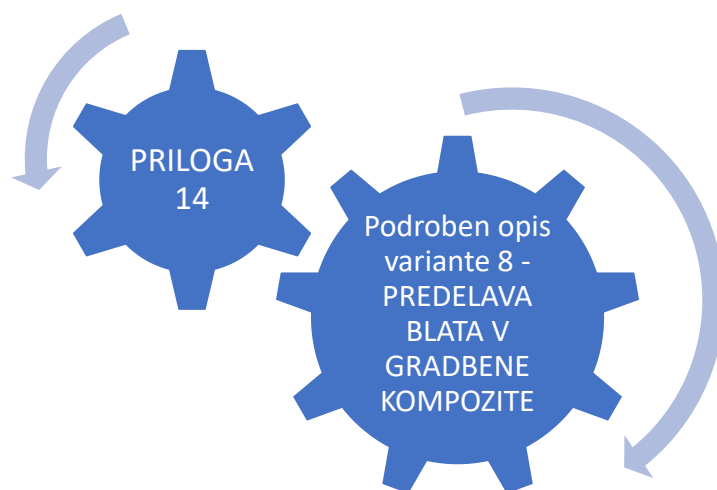
Investicijski stroški v postavitvi lastne proizvodne linije za predelavo odpadkov v trdno gorivo se ocenjujejo na podlagi že obratujočih linij v Sloveniji<sup>62</sup>, in so ocenjeni na **2.600.00,00 EUR**.

Varianta se finančno ne bo obravnavala, saj na trgu ni primerne dolgoročne prevzemnice tovrstnega trdnega goriva.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Predelava blata iz CČN Maribor 19 08 05 v trdno gorivo iz odpadkov ni primerna rešitev, saj ga ne bo možno uporabiti oziroma najti zainteresiranega dolgoročne prevzemnika. Prevzemniki SRF-a so predvsem cementarne, ki pa imajo svoje zelo stroge zahteve kakšne kvalitete mora biti takšno trdno gorivo.

<sup>62</sup> <https://www.gorenjegrup.com/si/za-medije/novice/2010/09/846-Gorenje-Surovina-odprla-novo-linijo-za-proizvodnjo-alternativnih-goriv>  
<https://www.kostak.si/arhiv-novic/490-kostak-pri%C4%8Denja-s-proizvodnjo-alternativnih-goriv.html>





## 12.14 PRILOGA 14 - PODROBEN OPIS VARIANTE 8 – PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE

Blato iz CČN Maribor je centrifugiran material s povprečno vsebnostjo suhe snovi 23 %. Po fizikalni obliki je vlažen, homogen material z delci manjšimi od 5 mm. Takšno blato je mogoče predelati v kompozit z uporabo pepelov. Pepel lesne biomase lahko predstavlja drugo komponento kompozita in nastaja pri kurjenju različnih vrst biomase. Je svetlosive ali svetlorjave barve, v obliki prahu, največja velikost delcev je 4 mm. Vsebuje najmanj 40 mas. % CaO, od 10 do 30 mas. % SiO<sub>2</sub> in od 5 do 20 mas. % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. V manjših količinah so prisotni tudi drugi oksidi (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, SO<sub>3</sub> in K<sub>2</sub>O). Zaradi svoje mineralne sestave ima pepel pucolanske in/ali hidravlične lastnosti. Pri izdelavi tovrstnih kompozitov pridejo v poštev predvsem pepeli s številkami odpadkov 10 01 01, 10 01 02, 10 01 03 in 10 01 17<sup>63</sup>.

Zadnje stanje stroke kaže, da je najpogostejša uporaba recikliranega komunalnega blata v gradbeništvu v obliki geotehničnih kompozitov, to so kompoziti z nizkimi trdnostmi, ki nastanejo z mešanjem in kompakcijo enega ali več odpadkov pri optimalni vlažnosti in, ki se lahko uporabljajo za geotehnične zasipe in nasipe. V procesu recikliranja stabilizirano in higienizirano komunalno blato iz ČN zamešamo z vezivom, ki je primarno lahko tudi odpadek in, ki ima pucolanske ali hidravlične lastnosti (npr. pepel z reaktivnim kalcijem). Mešanica je kompaktirana pri optimalni vlagi, ki omogoča doseganje maksimalne gostote. Zaradi mineralnih procesov pri staranju kompozit s časom pridobiva na trdnosti, zaradi povišanega pH in temperature pa je inhibirana njegova biološka aktivnost. Prav tako se potencialno nevarne snovi ireverzibilno zaklenejo v novo nastale mineralne rešetke, saj kemijska analiza izlučkov takšnih kompozitov kaže, da so inertni in ne predstavljajo nevarnost za okolje<sup>64</sup>.



Slika 12.75: Izdelani kompozit iz blata ČN in pepela<sup>65</sup>.

<sup>63</sup> Vir: A. Mladenovič e tal., Initial Study Report, Deliverable of Action A.1, RUSALCA LIFE12 ENV/SI/000443 "Nanoremediation of water from small waste water treatment plants and reuse of water and solid remains for local needs", 2013

<sup>64</sup> Vir: A. MAUKO PRANJIČ, A. MLADENOVIČ, K. MEZGA, Blato iz komunalnih čistilnih naprav - sekundarna surovina za gradbeništvu. Mineral, ISSN 1855-5357, apr. 2019, letn. 12, št. 61 = št. 2, str. 56-59

<sup>65</sup> Vir: A. MAUKO PRANJIČ, A. MLADENOVIČ, K. MEZGA, Blato iz komunalnih čistilnih naprav - sekundarna surovina za gradbeništvu. Mineral, ISSN 1855-5357, apr. 2019, letn. 12, št. 61 = št. 2, str. 56-59





Tako izdelani geotehnični kompoziti iz blata in pepela kot preostanek sežiga lesne biomase se lahko uporabljajo za izgradnjo vodoneprepustnih plasti za namene tesnjenja odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo protipoplavnih nasipov, izgradnjo manj obremenjenih gozdnih cest, izgradnjo športnih terenov ter za remediacijo degradiranih zemljišč, material za zapolnjevanje odprtín, material za »tekoče« zasipe, podložni material za cevovode, cevi in kable, za sanacijo rudnikov oz. rudarskih prostorov, ki potrebujejo sanacijo. V primeru široke palete namenov uporabe, je v praksi potrebno razviti in pripraviti različne ustrezne recepture kompozitov<sup>66</sup>.

## PRAKSA V SLOVENIJI, ŽE DELUJOČI SISTEMI IN SISTEMI V PRIPRAVI

V Sloveniji imamo že delujoče sisteme za predelavo blat iz ČN v kompozite poznane pod imeni *Cerodit*, *Ceropit*, *Ceropit 30*, *Ceropit 70* in *Ceropit 90*.

Iz spletne strani ZAG je iz izdanih tehniški soglasij STS razvidno, da imata Cerod d.o.o. in Cerop d.o.o. veljavno dovoljenje za izdelavo kompozita iz blata iz ČN z mešanjem pepela.

Tabela 12.56: Izdana in trenutno veljavna tehniška soglasja STS s strani ZAG-a za izdelavo kompozitov iz blat ČN

Imetnik STS-a	Komercialno ime proizvoda	Obrat	Datum izdaje / veljavnost
<b>CEROD, d.o.o., KETTEJEV DREVORED 3, 8000 NOVO MESTO</b>	CERODIT (Kompozit iz blata bioloških čistilnih naprav in pepela - za izgradnjo vmesne vodoneprepustne tesnilne plasti, manipulacijskih površin in transportnih poti na območju odlagališča nenevarnih odpadkov, za tesnilno plast na sektorju azbesta)	CeROD - Odlagališče nenevarnih odpadkov Leskovec, Leskovec 30, 8321 Brusnice	Datum izdaje: 02.02.2020 / velja do: 01.08.2021
<b>Javno podjetje center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o., Vaneča 81B, 9201 PUCONCI</b>	CEROPIT 90 (Kompozit iz onesnažene zemljine s področja potoka Kopica v Petišovcih in pepela iz kurilne naprave K5 podjetja Vipap Videm Krško - za izgradnjo protipoplavnih nasipov na isti lokaciji)	Mobilna naprava na področju potoka Kopica v Petišovcih	Datum izdaje: 08.08.2017 / velja do: 07.08.2022
<b>Javno podjetje center za ravnanje z odpadki Puconci d.o.o., Vaneča 81B, 9201 PUCONCI</b>	CEROPIT, CEROPIT 30 in CEROPIT 70 (Kompoziti iz biorazgradljivega blata in pepela iz sežiga biomase – CEROPIT: za izgradnjo manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov, izgradnjo protipoplavnih nasipov,	CEROP d.o.o. Vaneča 81B, 9201 PUCONCI	Datum izdaje: 18.12.2018 / velja do: 17.12.2023

<sup>66</sup> Viri:

A. Mladenovič e tal., *Initial Study Report, Deliverable of Action A.1, RUSALCA LIFE12 ENV/SI/000443 "Nanoremediation of water from small waste water treatment plants and reuse of water and solid remains for local needs"*, 2013 ;  
Ksenija Gabrovec, *Pregled ravnanja z odvečnim blatom, peski in maščobami iz bioloških čistilnih naprav, diplomsko delo*, 2016.  
<https://www.delo.si/novice/okolje/v-puconcih-blato-preprosto-predelajo/>  
<https://ptujcani.si/?p=9505>



Imetnik STS-a	Komercialno ime proizvoda	Obrat	Datum izdaje / veljavnost
	izgradnjo manj obremenjenih gozdnih cest, izgradnjo športnih terenov ter remediacijo degradiranih zemljišč; CEROPIT 30 in CEROPIT 70: za izgradnjo vodoneprepustnih plasti za namene tesnjenja odlagališč nenevarnih odpadkov, za izgradnjo manipulativnih in servisnih površin ter transportnih poti na območjih odlagališč nenevarnih odpadkov)		

Je pa sistem za predelavo blata iz ČN trenutno v fazi realizacije v Slovenj Gradcu. Javno podjetje Komunala Slovenj Gradec d.o.o. je zasledila, da je blato iz ČN možno mešati s pepelom, kompozit pa je uporaben kot gradbeni material, za katerega je možno pridobiti STS soglasje. Tako so letu 2014 za kompozit iz blata od ČN, pepela in aluminijevega hidroksida že pridobili Slovensko tehnično soglasje STS-14/0017 od Zavoda za gradbeništvo Slovenije s komercialnim imenom POMS. Zaradi zmanjševanja stroškov povezanih z odstranitvijo blata so se v letu 2020 odločili, da pristopijo k investiciji: Tehnološka linija za predelavo komunalnega mulja iz čistilnih naprav. Tehnologija deluje na principu mešanja dveh odpadnih materialov - odpadnega mulja ter lesnega pepela. Ob mešanju pod določenimi pogoji lahko iz teh dveh odpadnih materialov dobimo nov proizvod – kompozit.

Investicijo ima namen Slovenjgraška Komunala izvesti skupaj z zasebnim investitorjem. Občina bo prispevala zemljišče, zasebni partner pa linijo<sup>67</sup>.

Na CČN Slovenj Gradec letno nastane za okoli 1.200 ton blata, zmogljivosti predelave na načrtovani liniji, ki bi jo postavilo slovensko podjetje, pa bi lahko dosegle 4.000 ton ali še več letno. To pomeni, da bi lahko predelovali tudi blato iz drugih ČN s Koroške ali bližnje okolice. Predelava blata bo potekala tako, da se odpadnemu komunalnemu blatu doda lesni pepel in vse skupaj predela v gradbeni material, ki se med drugim lahko uporablja pri gradnji cest in nasipov. Del lesnega pepela bodo lahko v Slovenj Gradcu v prihodnje zagotovili tudi sami, saj je ravno zdaj v teku gradnja nove kotlarne na lesno biomaso, ki bo končana v letu dni. Lokacija linije za predelavo blata bi naj bila locirana v Pamečah. Zdaj v Slovenj Gradcu plačujejo za odstranjevanje tone blata, ki ga odvažajo na predelavo v Komunalo podjetje Velenje, okoli 164 evrov, po vzpostavitvi lastne linije za predelavo pa bo cena manj kot sto evrov za tono. Zmogljivosti linije pa ne bodo zadoščale le za blato iz slovenjgraške čistilne naprave, ampak bodo lahko predelovali tudi blato od drugod (druge ČN s Koroške ali od drugod)<sup>68</sup>.

Trenutno potekajo aktivnosti pridobivanja soglasja STS, okoljevarstvenega dovoljenja, v pripravi je tudi tehnična in druga dokumentacija, ki je potrebna za izvedbo naložbe. Če bo uspešno izvedena, predvidevajo zagon linije v drugi polovici leta 2021<sup>69</sup>.

<sup>67</sup> Vir: <https://www.delo.si/novice/slovenija/iz-odpadnega-blata-bo-nastal-nov-produkt/>

<sup>68</sup> Vir: <https://www.koroskenovice.si/novice/v-slovenj-gradcu-blizu-resitvi-za-odpadno-blato-iz-cistilne-naprave/>

<sup>69</sup> Vir: <https://www.delo.si/novice/slovenija/iz-odpadnega-blata-bo-nastal-nov-produkt/>



## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

V Slovenji dajanje gradbenih proizvodov na trg in njihovo dostopnost na trgu ureja Zakon o gradbenih proizvodih – ZGPro-1 (Uradni list RS, št. 82/13).

Če proizvajalec daje na trg gradbeni proizvod, ki ni zajet v harmonizirani tehnični specifikaciji iz 10. točke 2. člena Uredbe 305/2011/EU EVROPSKEGA PARLAMENTA IN SVETA z dne 9. marca 2011 o določitvi usklajenih pogojev za trženje gradbenih proizvodov in razveljavitvi Direktive Sveta 89/106/EGS, mora njegove lastnosti, povezane z bistvenimi značilnostmi, ki se nanašajo na osnovne zahteve za gradbene objekte in v okviru njegove predvidene uporabe, dokazati na podlagi naslednjih tehničnih specifikacij:

- veljavnih slovenskih nacionalnih standardov, ali
- slovenskega tehničnega soglasja, ali
- drugih javno dostopnih tehničnih specifikacij, ki predstavljajo stanje tehnike in tehnologije.

### Pridobitev slovenskega tehničnega soglasja–STS:

Postopek podelitve slovenskega tehničnega soglasja–STS je definiran 10. členu Zakona o gradbenih proizvodih – ZGPro-1 in se podeli na zahtevo proizvajalca. STS temelji na preiskavah, preskusih ali oceni s sklicevanjem na ustrezne osnovne zahteve za gradbene objekte, navedene v prilogi I Uredbe 305/2011/EU. Pred vložitvijo zahteve lahko proizvajalec, potem ko je zagotovil potrebne podatke, zahteva od organa za slovenska tehnična soglasja, da ga seznanijo:

- s postopkom izdaje slovenskega tehničnega soglasja,
- z oceno o roku za izvedbo postopka,
- z oceno o višini stroškov in načinu njihovega plačila.

Zahtevi proizvajalec priloži opis gradbenega proizvoda, specifikacije, načrte in poročila o že opravljenih preskusih, ki podrobno predstavijo gradbeni proizvod in njegovo nameravano uporabo. V zahtevi proizvajalec navede vse lokacije, na katerih bo potekala proizvodnja, in med postopkom omogoči organu za slovenska tehnična soglasja dostop do teh lokacij. Stroške postopka nosi proizvajalec.

Organ za slovenska tehnična soglasja obvesti proizvajalca, katere dodatne dokumente, rezultate preskusov, izračune ali druge podatke mu mora dostaviti, da bo lahko ugotovil ustreznost gradbenega proizvoda za predvideno uporabo. Organ za slovenska tehnična soglasja zagotovi tajnost vseh ključnih podatkov, ki jih je pridobil v postopku.

Organ za slovenska tehnična soglasja podeli slovensko tehnično soglasje gradbenemu proizvodu, za katerega ugotovi, da ustreza predvideni uporabi.

Proizvajalec lahko zahteva spremembo slovenskega tehničnega soglasja, če se je spremenil gradbeni proizvod ali zahteve za njegovo predvideno uporabo.

Če organ za slovenska tehnična soglasja ugotovi, da gradbeni proizvod ni primeren za predvideno uporabo, podeljeno slovensko tehnično soglasje razveljavi in o razveljavitvi obvesti nadzorni organ iz prvega odstavka 17. člena ZGPro-1 (inšpekcija, pristojna za trg, za nadzor gradbenih proizvodov na trgu).



## PROSTORSKA SIMULACIJA NA LOKACIJI CČN MARIBOR

V investicijski dokumentaciji (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor obravnava tri potencialna območja (lokacije) znotraj MOM za postavitev naprave RZB in izdelavo kompozita:

- območje že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah,
- območje zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje in
- območje bivše gramoznice Dogoške (Gokop).

### Območje že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah (podatki iz DIIP):

- Lastnik zemljišča je: MOM;
- Upravljavec zemljišča: Aquasystems d.o.o. – koncesionar za obratovanje CČN Maribor.
- Namenska in dejanska raba prostora: območje za komunalne dejavnosti.
- Vstop na lokacijo je predviden iz Dupleške ceste, predvidena lokacija objekta RZB je od proizvodnje blata oddaljena 0,1 km in se nahaja ob sami proizvodnji.
- Ocena uporabnosti območja za postavitev naprave RZB: upravljavec območja ima na njem še več letne (do leta 2024) pravice in ima druge predloge za ravnanje z blatom iz CČN (sušenje,...) ter ne podpira RZB projekta. Za postavitev RZB naprave na tem območju ne bi bilo potrebno gradbenega dovoljenja, saj vse potrebne gradnje že stojijo.
- Potrebna dovoljenja za projekt: predhodni postopek presoje vplivov na okolje, OVD za predelavo odpadkov, OVD za hrup, OVD za emisije v zrak, OVD za emisije v vode, Slovensko tehnično soglasje.



Slika 12.76: Prikaz območja predvidene postavitve objekta RZB na območju že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah <sup>70</sup>.

### Območje zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje (podatki iz DIIP):

- Lokacija predstavlja območje zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje.
- Lastnik zemljišča: MOM;
- Upravljavec zemljišča: Snaga d.o.o. – upravljavec zaprtega odlagališča.
- Namenska raba prostora: površine za šport.

<sup>70</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020



- Dejanska raba prostora: zaprto odlagališče nenevarnih odpadkov.
- vstop na lokacijo je predviden iz Puhove ulice, lokacija objekta RZB bi bila od proizvodnje blata oddaljena 5,2 km.
- Ocena uporabnosti za projekt RZB: možnost posega na zaprto odlagališče – gradnje za potrebe RZB projekta in uporabe proizvedenega gradbenega kompozita za izvedbo dodatnega površinskega pokrova zaprtega odlagališča je potrebno uskladiti in dogovoriti z Ministrstvom za okolje in prostor.
- Potrebna dovoljenja za projekt: gradbeno dovoljenje, predhodni postopek presoje vplivov na okolje, OVD za predelavo odpadkov, OVD za hrup, OVD za emisije v zrak, OVD za emisije v vode, Slovensko tehnično soglasje.



Slika 12.77: Prikaz območja predvidene postavitve objekta RZB na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje<sup>71</sup>.

**Območje bivše gramoznice Dogoše (Gokop) – (podatki iz DIIP):**

- Lokacija predstavlja območje bivše gramoznice Dogoše.
- Lastnik zemljišča: MOM.
- Namenska raba prostora: stavbno zemljišče – površine za proizvodnjo in skladiščenje.
- Dejanska raba prostora: nezaprta in nesaniрани rudarski prostor bivše gramoznice Dogoše koncesionarja Gokop d.o.o.

<sup>71</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020





- vstop na lokacijo je predviden iz Ulice Anice Černejeve, lokacija objekta RZB je od proizvodnje blata oddaljena 2,6 km.
- Za lokacijo in gradnje na njej je predpisana izdelava OPPN-ja, ki pa še ni sprejet.
- Ocena uporabnosti za projekt RZB: za možno gradnjo RZB naprave na območju po gradbenem zakonu je potrebno sprejeti OPPN ali za začasno rabo prostora izvesti postopek lokacijske preveritve; urediti je potrebno razmerja z bivšim rudarskim koncesionarjem podjetjem Gokop d.o.o. glede postopka sanacije rudarskega območja z gradbenimi materiali po rudarski zakonodaji; na območju ima Gokop d.o.o. postavljeno separacijo in betonarno z gradbenim in uporabnim dovoljenjem.
- Potrebna dovoljenja za projekt: gradbeno dovoljenje, predhodni postopek presoje vplivov na okolje, OVD za predelavo odpadkov, OVD za hrup, OVD za emisije v zrak, OVD za emisije v vode, Slovensko tehnično soglasje.



Slika 12.78: Prikaz območja predvidene postavitve objekta RZB na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) <sup>72</sup>.

#### Možnost uporabe in vgradnje kompozita znotraj MOM

Investicijska dokumentacija (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor navaja možne rešitve vgradnje tako izdelanega kompozita. Kompozit bi se lahko vgrajeval na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in/ali na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje.

<sup>72</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020



## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

### Za izdelavo kompozita je potrebna:

- Pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja,
- Pred vgradnjo se mora za kompozit pridobiti Slovensko tehnično soglasje na podlagi laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja.
- Pridobitev gradbenega dovoljenja v primeru umestitve naprave za predelavo blata v kompozit izven območja CČN Maribor.
- V primeru uporabe kompozitov izven komunalnih odlagališč, se proizvod obravnava po najstrožjem sistemu kontrole, to je AVCP [6] sistemu 1+, ki vključuje tudi certifikacijski organ, ki določi tip proizvoda na osnovi tipskega preskusa, izvede začetni pregled proizvodnje in izvaja nadzor proizvodnje<sup>73</sup>.

### Prednosti in slabosti uporabe kompozita:

- Odpadek se predela v nov gradbeni proizvod–kompozit.
- Možnost zmanjšanja porabe naravnega zasipnega materiala.
- Potrebno razviti ustrezno receptura mešanja blata iz ČN s pepeli, da se zagotovi ustrezno kvaliteto kompozita glede na namen vgradnje.
- Rešitev primerna za velik tok odpadkov, če je zagotovljen velik ponor (obstaja možnost vgradnje takšnega kompozita in dovolj velike površine, ki zagotavljajo dolgoročno možnost vgradnje takšnega kompozita). Na primer, če Cerop in Cerod uporabljata to rešitev na odlagališčih, je to smiselno, ker imata potrebe po gradbenih materialih, ki bi jih sicer morala kupiti na trgu.
- Omejena možnost uporabe: uporaba kompozita omejena na Slovenijo.

## STROŠKOVNA OCENA

Višina investicije za predelavo blata iz CČN Maribor v gradbeni kompozit je bila določena v okviru investicijske dokumentacije (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor in je predstavljena v **tabeli 12.57**.

**Tabela 12.57: Višina investicije za izgradnjo objekta RZB <sup>74</sup> (EUR)**

	Varianta 8a (Dogoše-Gokop)	Varianta 8b (Dogoše AQS)	Varianta 8c (Pobrezje)
Projektna dokumentacija	176.000	152.000	176.000
Gradbena dela	765.000	765.000	765.000
Dobava, vgradnja in zagon postroja mešalnice	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Izvedba NN EE napeljav	224.000	224.000	224.000
Strojne konstrukcije	250.000	250.000	250.000
Ostali stroški	162.200	162.200	162.200
<b>Skupaj investicijski stroški</b>	<b>3.077.200</b>	<b>3.053.200</b>	<b>3.077.200</b>

V okviru DIIP je definirano tudi razmerje mešanja blata s pepelom za izdelavo kompozita. Mešalno razmerje je 70:30 (blato:pepel), kar pomeni, da je potrebno za izhodiščno količino blata iz CČN Maribor 15.000 ton zagotoviti vsaj 6.400 ton pepela letno.

<sup>73</sup> Vir: A. MAUKO PRANJIČ, A. MLADENOVIČ, K. MEZGA, *Blato iz komunalnih čistilnih naprav - sekundarna surovina za gradbeništvo. Mineral*, ISSN 1855-5357, apr. 2019, letn. 12, št. 61 = št. 2, str. 56-59

<sup>74</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, *Predelava blata v gradbeni kompozit*, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020





Tabela 12.58: Potrebna količina pepela za izhodiščno količino blata za predelavo v kompozit

Letna količina blata	15.000 t/leto
Potrebna letna količina pepela	6.400 t/leto
Letna količina kompozita	21.400 t/leto
Letne obratovalne ure	2.500 <sup>75</sup> h/leto

Tabela 12.59: Letni obratovalni stroški predelave blata v kompozit (EUR/leto).

	Varianta 8a (Dogoše-Gokop)	Varianta 8b (Dogoše AQS)	Varianta 8c (Pobrežje)	Opomba
Letni strošek dobave pepela	192.000	192.000	192.000	Odkupna cena pepela: 15 EUR/t, strošek transporta pepela: 15 EUR/t*
Letni strošek električne energije	22.000	22.000	22.000	Skupna predvidena letna poraba električne energije: 200.000 kWh/leto*
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita	695.500	783.240	695.500	Varianta 8b: 36,60 EUR/t Varianta 8a in 8c: 32,50 EUR/t*
Strošek zaposlenih	100.000	100.000	100.000	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Strošek vzdrževanja in popravil	60.000	60.000	60.000	Strošek vzdrževanja: 50.000 EUR/leto Strošek materiala za popravila: 10.000 EUR/leto*

\* vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020

Potreben čas za izvedbo investicije v postavitve objekta RZB se ocenjuje na **24 mesecev**, saj je poleg postavitve objekta potrebno pridobiti vsa potrebna dovoljenja (OVD, Slovensko tehnično soglasje–STS za vgradnjo kompozita na podlagi opravljenih laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja).

V **Tabeli 12.60** so prikazani stroški predelave blata v kompozit za postavitve objekta RZB na območju že zgrajenega začasnega skladišča blata na CČN Maribor v Dogošah (varianta 8b).

Tabela 12.60: Izračun stroška predelave blata v gradbeni kompozit–varianta 8b (Dogoše AQS).

Predelava blata v gradbeni kompozit–varianta 8b (Dogoše AQS).		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	100.000 EUR	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	22.000 EUR	Poraba električne energije 200.000 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	60.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Letni strošek dobave pepela: 30 EUR/t	192.000 EUR	Letna količina pepela: 6.400 t
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita: 36,60 EUR/t	783.240 EUR	Letna količina kompozita za vgradnjo: 21.400 t
Uporaba infrastrukture (vzdrževanje)	30.532 EUR	

V **Tabeli 12.61** so prikazani stroški predelave blata v kompozit v primeru postavitve objekta RZB na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje (varianta 8c) ali območju bivše gramoznice Dogoše-Gokop (varianta 8a).

<sup>75</sup> Vir: DIIP RAVNANJE Z BLATOM, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020



Tabela 12.61: Izračun stroška predelave blata v gradbeni kompozit—varianta 8c (Pobrežje) in 8a (Dogoše-Gokop).

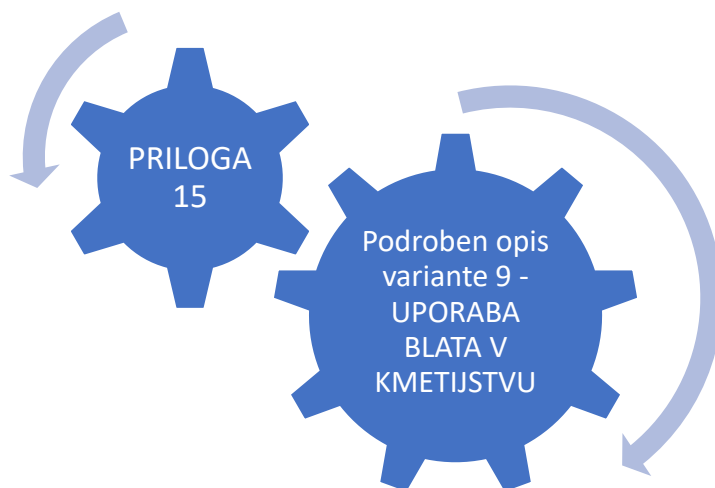
Predelava blata v gradbeni kompozit—varianta 8b (Pobrežje) in 8c (Dogoše-Gokop).		
Vrsta stroškov	15.000 t blata / leto	Opomba
Stroški zaposlenih	100.000 EUR	2 osebi; 2.500 h/leto (cena delovne ure 20 EUR)
Obratovalni stroški	22.000 EUR	Poraba električne energije 200.000 kWh/leto (cena el. energije: 0,11 EUR/kWh)
Stroški vzdrževanja	60.000 EUR	
Drugi stroški	0	
Letni strošek dobave pepela: 30 EUR/t	192.000 EUR	Letna količina pepela: 6.400 t
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnje kompozita: 32,50 EUR/t	695.500 EUR	Letna količina kompozita za vgradnjo: 21.400 t
Uporaba infrastrukture	30.772 EUR	

Finančna analiza variante je podrobneje predstavljena v **Prilogi 17**.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Na podlagi že izdelane investicijske dokumentacije (DIIP), ki jo je izdelala Energetika Maribor je ocenjeno, da znotraj MOM obstajajo potencialna območja, kjer bi bilo mogoče uporabiti tako izdelani kompozit. Kompozit bi se lahko vgrajeval **na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop)** in/ali na **območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje**. Vendar je potrebno pridobiti vsa potrebna dovoljenja pred samo vgradnjo (**pridobitev OVD**). Pred vgradnjo pa se mora za kompozit pridobiti še Slovensko tehnično soglasje—**STS** na podlagi **laboratorijskih preiskav in izvedbe testnega polja**.

Prav tako DIIP ne navaja pod kakšnimi pogoji se bi lahko takšen kompozit uporabilo/vgrajevalo na teh območjih. Trenutno se tako izdelani kompoziti v Sloveniji uporabljajo znotraj območja odlagališč. Potrebna bi bila dodatna laboratorijska analiza in testni preizkus v obliki izvedbe testnega polja, da se razvije ustrezna receptura kompozita in da se oceni možnost dolgoročne vgradnje takšnega kompozita na območju bivše gramoznice Dogoše (Gokop) in na območju zaprtega odlagališča nenevarnih odpadkov Pobrežje, česar *DIIP ravnanje z blatom, Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, Energetika Maribor, 2020* ne obravnava. Prav tako bi bilo potrebno povprašati lokalno skupnost, če se s takšno vgradnjo kompozita strinja. V nasprotnem primeru izvedba tovrstne tehnološke rešitve ni smiselna. Je pa potrebno poudariti, da se s takšno predelavo ves fosfor v blatu trajno izgubi, kar ni v skladu s sprejetimi smernicami EU z zahtevo po izločanju fosforja iz blata – potrebna bi bila predhodna ekstrakcija fosforja. Takšna tehnološka rešitev brez predhodne ekstrakcije fosforja iz blata ne more predstavljati dolgoročne rešitve, predstavlja pa lahko **le prehodno rešitev za krajše časovno obdobje**.





## 12.15 PRILOGA 15 - PODROBEN OPIS VARIANTE 9 – UPORABA BLATA V KMETIJSTVU (Z MOŽNOSTJO PROIZVODNJE KOMPOSTA ALI DIGESTATA)

Pravila EU dopuščajo uporabo blata s čistilnih naprav v kmetijstvu, vendar strogo urejajo njegovo uporabo za preprečevanje škodljivih vplivov na tla, rastlinstvo, živali in ljudi.

Blato, ki nastaja pri čiščenju komunalnih odpadnih voda vsebuje hranilne snovi, kot sta na primer dušik in fosfor. Zaradi bogate vsebnosti hranil bi ga lahko uporabili kot gnojilo za kmetijske površine. Pri tem je potrebo upoštevati potrebe rastlin po hranilnih snoveh in hkrati zagotoviti, da kakovost tal, površine in podtalnice ne bo poslabšana. Zaradi različnega izvora odpadne vode blato namreč lahko vsebuje tudi nevarne snovi. Lahko je onesnaženo z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), kot tudi hormonsko aktivnih snovi. Pri vnosu blat na kmetijska zemljišča je zato potrebna previdnost, v ta namen pa zakonodaja podaja stroge omejitve.

Na večini čistilnih naprav se blato naprej zgošča in nato prenese v stabilizacijski proces kot nadaljnja obdelava blata. Zelo učinkovit stabilizacijski postopek je lahko obdelava odpadnega blata z dodajanjem alkalnih snovi. Najpogosteje se kot alkalna snov uporablja apno. Apno se uporablja za zvišanje vrednosti pH, odstranjevanje odvečne vode, uničevanje mikroorganizmov in zmanjšanje neprijetnega vonja. Apno dodajajo blatu tudi na ČN Maribor.

Eden izmed ukrepov za odstranitev patogenov, ki bi lahko škodljivo vplivali na zdravje ljudi, živali in rastlin je higienizacija blata. Higienizacija je postopek, s katerim se uničijo vegetativne oblike človeških, živalskih in rastlinskih škodljivih organizmov v biološko razgradljivih odpadkih. Glede na podatke letnih »Poročil o sestavi odpadka, načinu nastajanja in nevarnih lastnostih« blato iz čistilne naprave Maribor ne vsebuje bakterij vrste *Escherichia coli* in *Salmonella*, zato dodatna higienizacija blata ni potrebna.

V kmetijstvu se sme uporabljati zgolj obdelano blato. Obdelano blato je biološko, kemično ali toplotno obdelano blato, dolgoročno skladiščeno ali kako drugače obdelano, tako da se bistveno zmanjša sposobnost vrenja in nevarnost za zdravje ljudi zaradi njegove uporabe.

Blato s ČN Maribor je deloma že obdelano blato, saj je dehidrirano in kemijsko stabilizirano/higienizirano z živim apnom.

Glavni načini uporabe odvečnih blat v kmetijstvu so:

- direkten vnos obdelanega odvečnega blata,
- kompostiranje odvečnih blat, kjer kot produkt dobimo kompost in pa
- anaerobna obdelava blata, kjer kot produkt dobimo pregnito blato (digestat).

Glede na stanje na ČN Maribor sta možna dva scenarija, ki ju bomo obravnavali v nadaljevanju:

- Scenarij A: ohranja se obstoječe stanje, kjer je stranski produkt aerobne obdelave odpadne vode dehidrirano in kemijsko stabilizirano blato in
- Scenarij B: nadgradnja čistilne naprave na anaerobno obdelavo, možna je predelava blata v kompost ali digestat.



## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

V skladu z Direktivo Sveta (86/278/EGS) z dne 12. junija 1986 o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu (UL L št. 181 z dne 4. 7. 1986), zadnjič spremenjeno z Uredbo Sveta (ES) št. 807/2003 z dne 14. aprila 2003 (UL L št. 122 z dne 16. 5. 2003, str. 36), je Vlada RS izdala Uredbo o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, kjer se je določilo tudi ukrepe in ravnanja z blatom iz komunalnih čistilnih naprav.

### **Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu** (Uradni list RS, št. 62/08)

Uredba določa ukrepe in ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav, če se to uporablja kot gnojilo v kmetijstvu, prepovedi in omejitve povezane s tako uporabo ter obveznosti poročanja Evropski komisiji.

Pri uporabi v kmetijstvu je potrebno ločiti možnosti uporabe. Uporaba v kmetijstvu je, v skladu z omenjeno Uredbo, vnašanje blata v ali na tla kot gnojilo v kmetijstvu ali kakršna koli druga uporaba blata v ali na tleh na kmetijskih zemljiščih. Uredba določa naslednje:

- Uporaba kot gojilo: blato iz komunalnih čistilnih naprav, malih komunalnih čistilnih naprav ali skupnih čistilnih naprav se sme uporabljati v kmetijstvu kot gnojilo samo v skladu s to uredbo.
- Druga uporaba v kmetijstvu: za ravnanje z blatom, ki ni uporaba blata za gnojilo v kmetijstvu, se uporablja predpis, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov (Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata), ali če se blato ne obdeluje s postopki biološke razgradnje, predpis, ki ureja ravnanje z odpadki (Uredba o odpadkih).

Uredba za uporabo blata v kmetijstvu postavlja sledeče omejitve v zvezi z uporabo blata v kmetijstvu:

#### Predhodna obdelava blata:

Pred uporabo blata v kmetijstvu, je potrebno zagotoviti njegovo obdelavo. Obdelava je lahko aerobna obdelava (kompostiranje), anaerobna obdelava, ali katera koli druga (kemična ali toplotna) obdelava, vključno z dolgotrajnim skladiščenjem, ki zagotavlja aerobni ali anaerobni obdelavi blata enakovredno stabilizacijo, higienizacijo in izpolnjevanje zahtev za okoljsko kakovost.

Blato s ČN Maribor je že obdelano blato, saj je dehidrirano in kemijsko stabilizirano/higienizirano z živim apnom. Glede na navedbe podane v letnih Poročilih o sestavi odpadka, načinu nastajanja in nevarnih lastnostih (Ikema, 2015 – 2020), dehidrirano in stabilizirano blato iz ČN Maribor, izpolnjuje zahteve za 2. kakovostni razred (komposta) skladno z Uredbo o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata. Obdelava blata na CČN Maribor s tem izpolnjuje zahtevo o obdelavi iz Uredbe o uporabi blata iz komunalnih ČN v kmetijstvu. Pri tem je potrebno opozoriti, da so v Poročilih o sestavi odpadka za potrebe določitve razreda okoljske kakovosti primerjane zgolj vrednosti težkih kovin (v skladu s staro Uredbo iz 2008), medtem, ko podatki za nekatere parametre (zahtevani v novelaciji Uredbe) niso bili izmerjeni, ali o njih v poročilih ni podatka.

Zaključek: Na podlagi trenutno dostopnih podatkov iz Poročil o sestavi odpadka ne moremo z gotovostjo trditi, da je blato obdelano do stopnje, ki ustreza 2. razredu okoljske kakovosti. Vrednosti težkih kovin v obdelanem blatu pa so pod mejnimi vrednostmi za 2. kakovostni razred, prav tako vrednosti za prisotnost bakterij *Salmonelle* in *Escherichie coli*. Zaključek, da je blato s ČN Maribor obdelano v skladu z Uredbo in kot tako izpolnjuje prvi pogoj za uporabo v kmetijstvu bi lahko podali samo, če so pod mejnimi vrednostmi tudi vsi ostali, manjkajoči parametri.



### Izpolnjevanje omejitev glede mejnih vrednosti težkih kovin

Zakonodaja določa mejne vrednosti za v tleh dovoljene koncentracije sedmih (7) težkih kovin, ki bi lahko bile toksične za rastline in ljudi (kadmij, baker, nikelj, svinec, cink, živo srebro in krom) in z vsebnostjo katerih se pogojuje uporaba blata v kmetijstvu. Če namerava upravljavec naprave obdelano blato sam uporabljati ali ga dajati v promet zaradi uporabe v kmetijstvu, mora zagotoviti redno merjenje parametrov obdelanega blata in zagotavljati analize tal, v ali na katera se obdelano blato vnaša, v skladu z določili v uredbi.

Pri uporabi blata je potrebno upoštevati tako kakovost blata, kot stanje tal v oz. na katera to blato vnašamo, pri tem pa je pomembna omejitev tudi količina snovi, ki jo v določena tla smemo vnesti. Za uporabo blata v kmetijstvu se uporabljajo mejne vrednosti koncentracije težkih kovin in sicer:

- mejne vrednosti težkih kovin v tleh, v ali na katera se vnaša obdelano blato (A),
- mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v obdelanem blatu (B) ter
- mejne vrednosti letnega vnosa težkih kovin (C)

**Tabela 12.62: Mejne vrednosti za koncentracije težkih kovin v tleh in blatu ter mejna vrednost letnega vnosa**

Parameter	Tla	Obdelano blato -	Mejna vrednost letnega
	(mg/kg suhe snovi)	(mg/kg suhe snovi)	vnosa (kg/ha)
	A	B	C
<b>Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd</b>	1	1,5	0,015
<b>Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr</b>	100	200	2
<b>Baker in njegove spojine, izražene kot Cu</b>	60	300	3
<b>Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg</b>	0,8	1,5	0,015
<b>Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni</b>	50	75	0,75
<b>Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb</b>	85	250	2,5
<b>Cink in njegove spojine, izražene kot Zn</b>	200	1200	12

Uporaba blata v kmetijstvu je prepovedana, če:

- koncentracija ene ali več težkih kovin v tleh presega mejne vrednosti za koncentracije težkih kovin v tleh (**Tabela 12.62**– stolpec A);
- v obdelanem blatu vsebnost ene ali več težkih kovin presega mejne vrednosti (**Tabela 12.62**– stolpec B);
- letni vnos ene ali več težkih kovin v ali na tla zaradi uporabe blata v kmetijstvu presega mejne vrednosti (**Tabela 12.62**– stolpec C).

Če zgornjo tabelo prilagodimo tako, da primerjamo le predpisane mejne vrednosti težkih kovin v obdelanem blatu in maksimalne izmerjene vrednosti v blatu iz CČN Maribor dobimo rezultate prikazane v **Tabeli 12.63**.



**Tabela 12.63: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu in maksimalne vrednosti v blatu iz CČN Maribor**

Parameter	Obdelano blato - mejna vrednost  (mg/kg suhe snovi)	Obdelano blato CČN Maribor – maksimalna izmerjena vrednost  (mg/kg suhe snovi)	Obdelano blato CČN Maribor – maksimalne izmerjene vrednosti (2015 – 2020) preračunane na 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi*  (mg/kg suhe snovi)
<b>Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd</b>	1,5	1,5	<b>3</b>
<b>Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr</b>	200	85	117
<b>Baker in njegove spojine, izražene kot Cu</b>	300	220	<b>425</b>
<b>Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg</b>	1,5	2	<b>2</b>
<b>Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni</b>	75	48,9	<b>88</b>
<b>Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb</b>	250	59	86
<b>Cink in njegove spojine, izražene kot Zn</b>	1200	1.058,3	<b>2.303</b>

\*Mejne vrednosti veljajo za koncentracije težkih kovin v obdelanem blatu. Izmerjene vrednosti morajo biti preračunane na 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi v obdelanem blatu.

\*\*kot vrednosti za blato s CČN Maribor so privzete maksimalne vrednosti parametra v desetletnem obdobju 2010 – 2020.

Kot je razvidno iz **Tabele 12.63**, vrednosti kadmija (Cd), bakra (Cu), živega srebra (Hg), niklja (Ni) in cinka (Zn) presegajo mejne vrednosti. Če je vrednost kateregakoli parametra težkih kovin višja od mejne vrednosti, je uporaba tega blata v kmetijstvu prepovedana.

Zaključek: V obdelanem blatu iz CČN Maribor dovoljene koncentracije petih (5) od sedmih težkih kovin, ki bi lahko bile toksične za rastline in ljudi (kadmij, baker, živo srebro, nikelj, in cink) presegajo dovoljene mejne vrednosti. Blato s CČN Maribor je v obstoječi obliki torej prepovedano uporabljati na kmetijskih zemljiščih.

Za uporabo obdelanega blata v kmetijstvu se uporablja predpis, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov.

**Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata** (Uradni list RS, št 99/13, 56/15 in 56/18)

V skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta je v Sloveniji veljavna in sprejeta Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata. Uredba omogoča predelavo nekaterih biološko razgradljivih odpadkov, med njimi tudi blata iz čiščenja komunalnih odpadnih voda (19 08 05), v kompost ali digestat (ne pa tudi v kompost, ki je proizvod ali digestat, ki je proizvod).

Pomembni pojmi, določeni v uredbi, so:

- predelava biološko razgradljivih odpadkov: je kompostiranje ali anaerobna razgradnja.
- anaerobna razgradnja: je razgradnja biološko razgradljivih odpadkov ali njihove mešanice z biološko naravnimi materiali iz kmetijstva ali gozdarstva s pomočjo mikro- in makroorganizmov brez kisika;
- bioplin: je mešanica metana (CH<sub>4</sub>) in ogljikovega dioksida (CO<sub>2</sub>), ki nastane pri anaerobni razgradnji;
- kompostiranje: je aerobna razgradnja biološko razgradljivih odpadkov ali njihove mešanice z biološko razgradljivimi naravnimi nenevarnimi materiali iz kmetijstva ali gozdarstva s pomočjo mikro- in makroorganizmov s kisikom;
- digestat ali pregnito blato: je poltekoč ali tekoč material, ki nastane pri anaerobni razgradnji;





- kompost: je biološko stabilen, higieniziran, humusu podoben material z več kot 15 % organske snovi, ki nastane pri kompostiranju;

### Anaerobna obdelava (pridobivanje digestata)

Anaerobna stabilizacija blata je najbolj razširjen proces, ki se uporablja na komunalnih čistilnih napravah. Prednost anaerobne stabilizacije v primerjavi z aerobno stabilizacijo je v nižji porabi energije, nižji potrebi po hranilih in možnosti pridobivanja energije iz proizvedenega plina (Stewart et al., 1995). Namen anaerobne razgradnje je zmanjšanje in stabilizacija organskih snovi v blatu. Po razgradnji imajo presnovljene snovi nizko bakterijsko aktivnost, kar pomeni, da se število patogenih bakterij zelo zmanjša, preostanek patogenov pa odmre po naravni poti (Roš, 2001). Glavna produkta procesa anaerobne stabilizacije sta bioplin in presnovljen substrat (Al Seadi et al., 2010). Metan se lahko uporablja za ogrevanje gnilišča in objektov čistilne naprave.

Nadgradnja čistilne naprave Maribor na anaerobno stabilizacijo, bi imela za rezultat odpadno pregnito blato ali digestat z drugačnimi lastnostmi, kot ga ima trenutno blato. Trenutno je nemogoče napovedati, kakšna bi bila kakovost tega digestata, oziroma, ali bi blato ostalo v poltekoči ali tekoči obliki na ravni digestata, ali bi se ga naprej osuševalo in higieniziralo. Njegova končna obdelava je lahko tudi kompostiranje ali pa, primerno osušen, lahko služi kot komplementarno gorivo v industriji.

### Aerobna obdelava ali kompostiranje

Za potrebe predelave odpadnega blata v kompost, bi bilo obstoječo tehnologijo čistilne naprave Maribor potrebno nadgraditi s kompostiranjem. Kompostiranje je biološki postopek, ki z naravnimi mikroorganizmi pretvori biološko razgradljive organske snovi v humus podoben izdelek in je primerna metoda za recikliranje blata s čistilnih naprav. Postopek kompostiranja uniči patogene, pretvori dušik iz nestabilnega amonijaka v stabilne, organske oblike dušika in zmanjša količino odpadkov (Zhu, 2006). Ta postopek nadzorujejo okoljski parametri (temperatura, vsebnost vlage, pH in prezračevanje) in lastnosti podlage (razmerje C/N, velikost delcev in vsebnost hranil) (Kulikowska in Gusiatin, 2015; Nikaeen et al., 2015). Temperatura je eden bistvenih dejavnikov dogajanj v kompostnem kupu. Pri kompostiranju se sprošča toplota, zato hkrati poteka tudi higienizacija odpadkov. Na ta način se uničijo vegetativne oblike človeških, živalskih in rastlinskih patogenih mikroorganizmov. Doseženo je minimalno tveganje prenosa bolezni pri nadaljnji obdelavi oziroma uporabi komposta. Končni produkt sestavljajo težje razgradljivi ostanki organske snovi, anorganski ostanek, voda in v njej raztopljeni produkti mikrobne presnove in mrtve ter žive mikrobne celice (Cukljati in Roš, 2009).

Tehnologije kompostiranja se razlikujejo od preprostih, odprtih sistemov na prostem (vzdolžni kupi) do bolj nadzorovanih reaktorskih sistemov, kot so prezračevane statične kopice in posode (reaktorji z vertikalnim tokom in nagibni reaktorji) (Mayr in Žugman, 2005). Proces kompostiranja se lahko začne ob ustrezni vlažnosti in prezračeniosti materiala ter dodatku vira ogljika v obliki lesne biomase. Kompostiranje poteka z mešanjem blata s sredstvom za zgoščevanje, ki zagotavlja, da je mogoče mešanico prezračevati s pospešenim postopkom aerobne razgradnje. Sredstva za zgoščevanje ali strukturni material so lahko žagovina, listje, papir ali trdni odpadki, čeprav se najbolj uporabljajo oblanci. Količina strukturiranega materiala je odvisna od vsebnosti vode v odvečnem blatu - več kot blato vsebuje vode, več strukturiranega materiala je potrebnega.



Težava pri tem je, da je za prezračevanje kompostiranega materiala potrebno precej energije in da je treba končni izdelek – kompost odložiti na ustrezno zemljišče. Tak kompost za kmetijske pridelovalce ni zanimiv, saj ima nizko gnojilno vrednost (Dolenec, 2016).

Uporabo kompostiranega blata za kmetijske namene v veliki meri onemogoča prisotnost težkih kovin v blatu. Vezanje težkih kovin iz komposta v rastline in nadaljnje akumuliranje težkih kovin predstavljata v prehranjevalni verigi potencialno nevarnost za živali in človeka. Vsebnosti težkih kovin v kompostu ne moremo napovedati iz vhodnih vrednosti blata. Vsebnost težkih kovin, se ob dodajanju neustreznega strukturnega materiala (s težkimi kovinami že obremenjenega lesnega materiala) v procesu kompostiranja lahko celo poveča.

## Okoljska kakovost komposta in digestata

Kompost in digestat sta lahko različne okoljske kakovosti. Pidelovalec biološko razgradljivih odpadkov mora po končani predelavi biološko razgradljivih odpadkov zagotoviti nadzor kakovosti komposta ali digestata, ki vključuje izvajanje meritev in analiz ter preskušanje parametrov v kompostu ali digestatu v skladu z Uredbo o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata. V tabelah v nadaljevanju so prikazane mejne vrednosti parametrov za razvrstitev komposta in digestata v 1. ali 2. kakovostni razred, kot jih določa omenjena uredba. S kompostom ali digestatom, ki ga ni mogoče uvrstiti v nobenega od kakovostnih razredov, je treba ravnati v skladu s predpisom, ki ureja odpadke (Uredba o odpadkih).

Tabela 12.64: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev komposta v kakovostni razred

Parameter	enota	KOMPOST	
		1.kakovostni razred	2.kakovostni razred
Kadmij (Cd)	mg/kg s.s.	1,5	3
Celotni krom (Cr)	mg/kg s.s.	100	250
Baker (Cu)	mg/kg s.s.	100	500
Živo srebro (Hg)	mg/kg s.s.	1	3
Nikelj (Ni)	mg/kg s.s.	50	100
Svinec (Pb)	mg/kg s.s.	120	200
Cink (Zn)	mg/kg s.s.	400	1800
Polciklični aromatski ogljikovodiki (PAH <sub>16</sub> )	mg/kg s.s.	6	6
Poliklorirani bifenili (PCB <sub>7</sub> )	mg/kg s.s.	0,2	1
Organska snov	% mase s.s.	> 15	>15
Biološka stabilnost (AT <sub>4</sub> )	Mg O <sub>2</sub> /g s.s.	< 15	< 15
Semena in vegetativni reproduktivni deli plevela	št/l	≤ 2	≤ 2
Določevanje učinka izboljševalcev tal in rastnih substratov na kalitev in rast rastlin	%	15 % m/m ali 25 % (v/v) komposta :s veže rastlinske mase (SRM): ≥100% od kontrolnega substrata, Kaljivost: ≥95% Zamik kaljivost: 0 dni 30 % m/m ali 50 % (v/v) komposta: (SRM): ≥ 90 % od kontrolnega substrata Kaljivost: ≥ 90% Zamik kaljivosti: 0 dni	/
Trdni delci iz stekla, plastike ali kovine, večji od 2 mm	% mase s.s.	< 0,5	< 2



KOMPOST			
Mineralni trdni delci večji od 5 mm	% mase s.s.	< 5	< 5
<i>Salmonella</i>	Odsotnost v 25 g sveže snovi	Ni najdeno: 0	Ni najdeno: 0
<i>Escherichia coli</i>	CFU ali MNP/1 g sveže snovi	1000	1000

Tabela 12.65: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev digestata v kakovostni razred

DIGESTAT				
Parameter	enota	1.kakovostni razred	2.kakovostni razred	2. kakovostni razred
		digestat z < kot 20% suhe snovi	digestat z > kot 20% suhe snovi	digestat z > kot 20% suhe snovi
Kadmij (Cd)	mg/kg s.s.	2,5	1,5	3
Celotni krom (Cr)	mg/kg s.s.	100	100	250
Baker (Cu)	mg/kg s.s.	200	200	500
Živo srebro (Hg)	mg/kg s.s.	1	1	3
Nikelj (Ni)	mg/kg s.s.	50	50	100
Svinec (Pb)	mg/kg s.s.	120	120	200
Cink (Zn)	mg/kg s.s.	400	400	1800
Poliklorirani bifenili (PCB <sub>7</sub> )	mg/kg s.s.	0,2	0,2	1
Policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH <sub>16</sub> )	mg/kg s.s.	6	6	6
Organska snov	% mase s.s.	> 15	>15	> 15
Biolška stabilnost (KMK) (ocetna in propionska)	mg/L	< 300	< 100	< 300
Določevanje učinka izboljševalcev tal in rastnih substratov na kalitev in rast rastlin	%	15 % m/m ali 25 % (v/v) digestata: sveže rastlinske mase (SRM): ≥100% od kontrolnega substrata, Kaljivost: ≥ 95% Zamik kaljivost: 0 dni 30 % m/m ali 50 % (v/v) digestata: (SRM): ≥ 90 % od kontrolnega substrata Kaljivost: ≥ 90% Zamik kaljivosti: 0 dni	15 % m/m ali 25 % (v/v) digestata: sveže rastlinske mase (SRM): ≥100% od kontrolnega substrata, Kaljivost: ≥ 95% Zamik kaljivost: 0 dni 30 % m/m ali 50 % (v/v) digestata: (SRM): ≥ 90 % od kontrolnega substrata Kaljivost: ≥ 90% Zamik kaljivosti: 0 dni	/
Trdni delci iz stekla, plastike ali kovine, večji od 2 mm	% mase s.s.		< 2	< 2
Mineralni trdni delci večji od 5 mm	% mase s.s.		< 5	< 5
Semena in vegetativni reproduktivni deli plevela	št/l	≤ 2	≤ 2	≤ 2
<i>Salmonella</i>	Odsotnost v 25 g sveže snovi	Ni najdeno: 0	Ni najdeno: 0	Ni najdeno: 0
<i>Escherichia coli</i>	CFU ali MNP/1 g sveže snovi	1000	1000	1000



## OKOLJSKI DEJAVNIKI IN OKOLJEVARSTVENI POGOJI

Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08) določa, da mora oseba, ki namerava blato iz komunalne čistilne naprave uporabiti v kmetijstvu ali ga dati v promet zaradi uporabe v kmetijstvu, zagotoviti njegovo obdelavo.

OKOLJEVARSTVENO DOVOLJENJE: Za obratovanje naprave za obdelavo blata iz prejšnjega odstavka je treba pridobiti **okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov po postopku z oznako R3** v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Za predelavo odpadkov po postopku z oznako R3 šteje tudi priprava blata za njegovo predelavo v gnojilo.

Če namerava upravljavec naprave obdelano blato sam uporabljati ali ga dajati v promet zaradi uporabe v kmetijstvu, mora:

- zagotoviti redno merjenje parametrov obdelanega blata;
- zagotoviti analize tal, v ali na katera se obdelano blato vnaša;
- ministrstvu letno poročati o uporabi obdelanega blata v kmetijstvu v skladu s predpisom, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov.

Kljub ustrezni obdelavi in kakovosti blata in tal uredba upravljavcem nalaga še zahteve, da upravljavec naprave ne sme sam uporabljati obdelanega blata ali ga dajati v promet zaradi uporabe:

- na travinju ali pri pridelavi krmnih rastlin, če je čas med uporabo obdelanega blata in spraviлом krmnih rastlin ali začetkom paše krajši od 21 dni;
- na tleh, kjer rastejo sadje in zelenjava, z izjemo sadnih dreves;
- na površinah, namenjenih za pridelavo sadja ali zelenjave, ki je običajno v neposrednem stiku s tlemi in se običajno uživa surova, za obdobje 10 mesecev pred spraviлом pridelka in med njim.

Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17) dodatno omejuje uporabo gnojil (in s tem razpoložljivih kmetijskih zemljišč) zaradi varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. Na podlagi te uredbe je celotno območje Republike Slovenije opredeljeno kot ranljivo območje. Ukrepi za zmanjšanje in preprečevanje onesnaževanja voda z nitrati iz kmetijskih virov, ki vplivajo na uporabo obdelanega blata iz čistilnih naprav so določeni zlasti:

- z obdobji, v katerih je vnos določenih gnojil v tla ali na tla prepovedan;
- s pravili gnojenja na strmih zemljiščih;
- s pravili gnojenja na tleh, ki so nasičena z vodo, na poplavljenih tleh, zamrznjenih tleh ali tleh, prekritih s snežno odejo;
- s pravili gnojenja v bližini vodotokov;
- s postopki pri gnojenju, vključno z odmerki in homogenostjo trosenja mineralnih in živinskih gnojil, ki bodo vzdrževali izgube dušika v vode na sprejemljivi ravni;
- z omejitvami vnosa gnojil v tla, kjer je treba upoštevati značilnosti ranljivega območja.



## Možnost produkcije in uporabe komposta in digestata

V primeru nadgradnje čistilne naprave, bi lahko blato predelali do komposta ali digestata. Pri tem je potrebno upoštevati tako pogoje glede postavitve kompostarne, ali potencialno bioplinarne, kot tudi omejitve glede uporabe teh produktov na določenih območjih.

Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata določa, da je pri načrtovanju kompostarne ali bioplinarne treba zagotoviti, da je zunanji rob območja kompostarne ali bioplinarne od območij stanovanjskih, gostinskih, upravnih, pisarniških in trgovinskih stavb, sejmskih dvoran in razstavišč, stavb za kulturo in razvedrilo, muzejev in knjižnic, stavb za izobraževanje in znanstveno-raziskovalno delo, stavb za zdravstvo in šport ter športno-rekreacijskih površin oddaljen:

za kompostarne:

- a) najmanj 300 m pri zaprtem kompostiranju in
- b) najmanj 500 m pri odprtem kompostiranju;

za bioplinarne:

- a) najmanj 300 m in
- b) najmanj 500 m pri anaerobni razgradnji z naknadnim odprtim kompostiranjem.

## Omejitve glede uporabe komposta ali digestata

Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata določa sledeče:

- uporaba komposta ali digestata, ki se ne uvršča v nobenega od razredov kakovosti iz te uredbe, je prepovedana;
- uporaba komposta 1. kakovostnega razreda ali digestata 1. kakovostnega razreda za vnos v ali na tla je dovoljena, razen če s predpisi, ki urejajo vodovarstvena območja, ni določeno drugače.
- uporaba komposta 2. kakovostnega razreda ali digestata 2. kakovostnega razreda za vnos v ali na tla na kmetijskih zemljiščih, je prepovedana.
- uporaba komposta 2. kakovostnega razreda ali digestata 2. kakovostnega razreda za vnos v ali na tla je prepovedana:
  - na vodovarstvenih območjih, določenih v skladu z zakonom, ki ureja vode (Zakon o vodah),
  - na vodnih in priobalnih zemljiščih v skladu z zakonom, ki ureja vode,
  - na zemljiščih, zasičenih z vodo ali zasneženih ali zamrznjenih zemljiščih,
  - na nagnjenih zemljiščih, kjer obstaja nevarnost erozije ali površinskega spiranja,
  - za sanacijo gramoznic in drugih površin na prepustnih geoloških podlagah,
  - na območjih mokrišč,
  - na gozdnih zemljiščih,
  - na otroških igriščih in
  - na območju kraških in razpoklinskih vodonosnikov, razen za rekultivacijo odlagališč odpadkov v skladu s predpisom, ki ureja odlaganje odpadkov na odlagališčih.

Kot vidimo, je za uporabo na kmetijskih zemljiščih dovoljena le uporaba komposta ali digestata 1. kakovostnega razreda!



Kmetijstva gospodarstva dodatno zavezuje **Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov** (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13, 22/15 in 12/17). Uredba določa da je gnojilo katerakoli snov, ki vsebuje dušikovo spojino ali dušikove spojine in je namenjena spodbujanju rasti rastlin. V skladu z Uredbo so organska gnojila tudi digestat, ostanki proizvodnje bioplina, kompost, druga gnojila v skladu s predpisom, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, in predpisom, ki ureja predelavo biološko razgradljivih odpadkov in uporabo komposta ali digestata.

Uredba določa mejne vrednosti vnosa dušika iz kmetijskih virov v tla ali na tla in ukrepe za zmanjšanje in preprečevanje onesnaževanja voda, ki ga povzročajo nitrati iz kmetijskih virov. Ukrepi za zmanjšanje in preprečevanje onesnaževanja voda z nitrati iz kmetijskih virov, ki se tičejo uporabe obdelanega blata, so določeni zlasti:

- z obdobji, v katerih je vnos določenih gnojil v tla ali na tla prepovedan;
- s pravili gnojenja na strmih zemljiščih;
- s pravili gnojenja na tleh, ki so nasičena z vodo, na poplavljenih tleh, zamrznjenih tleh ali tleh, prekritih s snežno odejo;
- s pravili gnojenja v bližini vodotokov;
- s postopki pri gnojenju, vključno z odmerki in homogenostjo trosenja mineralnih in živinskih gnojil, ki bodo vzdrževali izgube dušika v vode na sprejemljivi ravni;
- z omejitvami vnosa gnojil v tla, kjer je treba upoštevati značilnosti ranljivega območja (zaradi varstva voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov je celotno območje Republike Slovenije opredeljeno kot ranljivo območje).

V primeru uporabe v kmetijstvu, je uporabnik (kmetijsko gospodarstvo) zavezano tudi k upoštevanje te uredbe, kar dodatno omejuje konstantnost razpoložljivost kmetijskih zemljišč za uporabo obdelanega blata.

## Okoljevarstvena dovoljenja

Za obdelavo in uporabo obdelanega blata si je potrebno pridobiti ustrezna okoljevarstvena dovoljenja:

Obdelava blata:

- Predelovalec biološko razgradljivih odpadkov lahko predeluje biološko razgradljive odpadke, če ima okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov (na primer OVD po postopku R3 - Recikliranje/pridobivanje organskih snovi, ki se ne uporabljajo kot topila (vključno s kompostiranjem in drugimi procesi biološkega preoblikovanja).

Uporaba komposta ali digestata:

- Uporabnik komposta ali digestata, ki ni proizvod, lahko uporablja kompost ali digestat, če ima okoljevarstveno dovoljenje v skladu s predpisom, ki ureja odpadke (OVD po postopku R10 - Vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje).



## SKLEPNA OCENA SPREJEMLJIVOSTI UPORABE BLATA V KMETIJSTVU

Uporaba v kmetijstvu za gnojenje in kondicioniranje zemljišč je ena izmed možnosti za končno dispozicijo blata s čistilnih naprav. Odpadno blato vsebuje koristne sestavine za oskrbo zemljišč s humusom, mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom. Žal pa je lahko tudi onesnaženo in sicer z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), kot tudi hormonsko aktivnih snovi. Kljub temu, da se potencial za plama blata na zemljišča zdi velik, je pogosto problem v kakovosti blata in omejitvah glede tal na katera se vnaša, zato je interes za uporabo vprašljiv.

Moteče in omejujoče snovi so predvsem težke kovine. Večina kanalizacijskih sistemov zbira tudi industrijske odpadne vode oz. imajo komunalne vode visoko naravno ozadje, zato so v blatu praviloma prisotne težke kovine. Največ problemov povzročajo elementi z najnižjimi mejnimi vrednostmi, t. j. živo srebro, kadmij in nikelj. Novejša zakonodaja z vedno strožjimi zahtevami glede kvalitete blat močno omejuje uporabo blat v kmetijstvu. Možnost dispozicije na kmetijska zemljišča je močno otežena s strogimi zakonodajnimi omejitvami tako za kakovost blata, kot tudi za sama tla na katera bi blato odlagali.

Problem sta tudi sezonska uporaba gnojil, medtem ko blato enakomerno nastaja vse leto in ga je težko skladiščiti za daljši čas ter (ne)razpolaganje z ustrezno velikimi kmetijskimi površinami v bližini čistilnih naprav, kar vodi v visoke transportne stroške.

V obstoječem stanju na CČN Maribor kot odpadni produkt nastaja blato, ki je naknadno dehidrirano in kemijsko stabilizirano in higienizirano z živim apnom. Pri pregledu Poročil o sestavi odpadka, načinu nastajanja in nevarnih lastnostih (Ikema, 2015 – 2020), smo ugotovili, da vrednosti težkih kovin ustrezajo vrednostim za 2. kakovostni razred komposta, vendar niso bili merjeni vsi potrebni parametri iz katerih bi lahko stoodstotno potrdili, da trenutna obdelava zagotavlja aerobni ali anaerobni obdelavi blata enakovredno stabilizacijo, higienizacijo in izpolnjevanje zahtev za okoljsko kakovost ter s tem izpolnjuje zahteve uredbe za rabo v kmetijstvu.

Iz omenjenih poročil pa je razvidno, da v obdelanem blatu iz CČN Maribor dovoljene koncentracije petih (5) od sedmih težkih kovin, ki bi lahko bile toksične za rastline in ljudi (kadmij (Cd), baker (Cu), živo srebro (Hg), nikelj (Ni), in cink (Zn)) presegajo dovoljene mejne vrednosti, ko jih preračunamo na zahtevano 30 % vsebnost biološko razgradljivih organskih snovi.

**Iz vsega navedenega podajamo zaključek, da blato iz čistilne naprave Maribor v tem trenutku ne izpolnjuje zahtev za uporabo v kmetijstvu oziroma je uporaba tega blata v kmetijstvu prepovedana.**

V kolikor bo v prihodnosti prišlo do spremembe v tehnologiji čistilne naprave, je v primeru interesa za uporabo v kmetijstvu, potrebno ponovno preučiti kakovost obdelanega blata in možnosti njegovega plasiranja na kmetijska zemljišča.

Pri tem pa bo uporaba na kmetijskih zemljiščih možna le, če se zagotovi obdelava, ki bo zagotavljala 1. razred okoljske kakovosti produkta in še to le na območjih, kjer s predpisi ni določeno drugače.

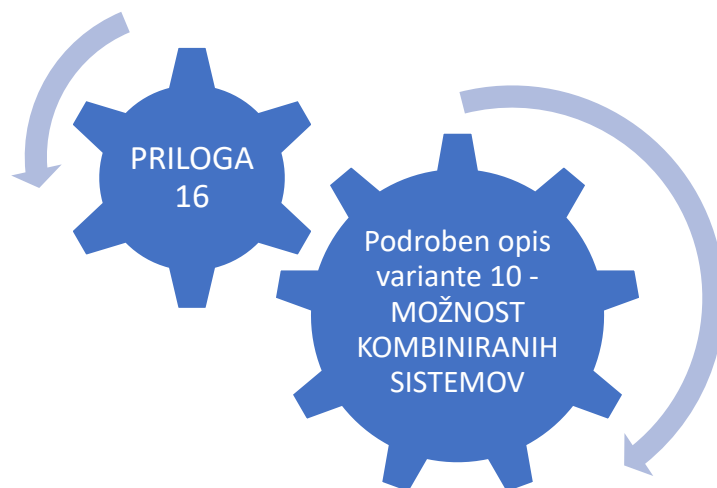
Uporaba komposta 2. kakovostnega razreda ali digestata 2. kakovostnega razreda za vnos v ali na tla na kmetijskih zemljiščih je prepovedana, močno pa je omejena tudi raba na nekmetijskih zemljiščih.





**Alternativo uporabe obdelanega blata v kmetijstvu v trenutnem stanju ocenjujemo kot nedovoljeno oziroma prepovedano. V primeru nadgradnje čistilne naprave je uporaba možna pod pogojem, da se doseže kakovost obdelanega blata, ki ustreza 1. razredu okoljske kakovosti.**

**Ne glede na doseženo okoljsko kakovost obdelanega blata pa alternativo ocenjujemo kot manj primerno trajno rešitev končne dispozicije blata predvsem zaradi težav pri zagotavljanju ustreznih in razpoložljivih kmetijskih površin ter zaradi dejstva, da se zahteve zakonodaje za uporabo blat iz čistilnih naprav v kmetijstvu v zadnjih letih močno zaostrojuje tako pri nas, kot v tujini, kar pomeni, da bo vse težje najti primerne odjemalce končnega produkta.**





## 12.16 PRILOGA 16 - PODROBEN OPIS MOŽNOST KOMBINIRANIH SISTEMOV (UPORABA PRINCIPOV KROŽNEGA GOSPODARSTVA KOT INSTRUMENTA TRAJNOSTNEGA RAZVOJA)

Živimo v času, ko se okoljske razmere močno poslabšujejo, saj povečana antropogena obremenitev presega sposobnosti okolja po samoregeneraciji. Medtem, ko svetovno prebivalstvo in s tem povpraševanje po surovinah narašča, je ponudba ključnih surovin omejena. Poleg tega pridobivanje in uporaba surovin močno vpliva na okolje saj povečuje porabo energije in emisije toplogrednih plinov. Vse bolj postaja jasno, da obstoječi linearni model gospodarstva, ki sledi načelu »vzemi-izdelaj-uporabi-zavrzi« ni v korelaciji z načeli in cilji EU za trajnostni razvoj, saj ogroža obstoj prihodnjih generacij.

V zadnjih nekaj desetletjih se krožno gospodarstvo vse bolj oglašuje kot ekonomski model, ki lahko nadomesti sedanje "linearno" gospodarstvo, hkrati pa obravnava vprašanja poslabšanja okolja, socialne pravičnosti in dolgoročne gospodarske rasti iz izrecnim predlogom, da lahko služi kot orodje za trajnostni razvoj (Kiselev et al., 2019)

V linearnem gospodarstvu se surovi naravni viri odvzemajo, preoblikujejo in nato zavržejo, cilj krožnega gospodarstva pa je zapolniti vrzel med proizvodnjo in naravnimi ekosistemskimi cikli od katerih so ljudje na koncu odvisni.

Evropska komisija je leta 2015 sprejela akcijski načrt za krožno gospodarstvo, ki določa konkreten in ambiciozen program ukrepov z ukrepi, ki zajemajo celoten cikel: od proizvodnje in porabe do ravnanja z odpadki in trga sekundarnih surovin ter revidiran zakonodajni predlog o odpadkih. Te predlagane dejavnosti bodo prispevale k "zapiranju zanke" in s preoblikovanjem življenjskih ciklov proizvodnje in potrošnje bodo koristile tako gospodarstvu kot okolju

Marca 2020 je Evropska komisija v okviru evropskega zelenega dogovora (Green Deal) in v skladu s predlagano novo industrijsko strategijo predstavila nov akcijski načrt krožnega gospodarstva, ki vključuje predloge za bolj trajnostno zasnovane izdelke, zmanjševanje odpadkov in krepitev vloge potrošnikov.

Februarja 2021 je Parlament sprejel resolucijo o novem akcijskem načrtu krožnega gospodarstva, ki zahteva dodatne ukrepe za doseganje ogljično nevtralnega, trajnostnega, brez toksičnih snovi in popolnoma krožnega gospodarstva do leta 2050, vključno s strožjimi pravili recikliranja in zavezujočimi cilji za uporabo in porabo materialov do leta 2030.

Premik k bolj krožnemu gospodarstvu bi lahko prinesel koristi, kot so zmanjšanje pritiska na okolje, izboljšanje varnosti oskrbe s surovinami, povečanje konkurenčnosti, spodbujanje inovacij, pospeševanje gospodarske rasti ter ustvarjanje delovnih mest.

### **Kaj je krožno gospodarstvo?**

Krožno gospodarstvo (Circular economy) je po definiciji ekonomski sistem zaprtih zank, v katerem surovine, sestavni deli in izdelki izgubljajo čim manj svoje vrednosti, uporabljajo se obnovljivi viri energije, v središču pa je sistemsko razmišljanje.



Definicije krožnega gospodarstva so raznolike in odvisne od področja za katero se izraz uporablja. Opredelitve, ki se osredotočajo na uporabo virov, pogosto sledijo 3-R pristopu:

- Reduce - zmanjšanje (minimalna uporaba surovin),
- Reuse - ponovna uporaba (čim večja ponovna uporaba izdelkov in komponent) in
- Recycle - recikliranje (visokokakovostna ponovna uporaba surovin).

Po Korhonen, Nuur, Feldmann & Birkie (2018) opredelitve, ki se osredotočajo na sistemske spremembe, pogosto poudarjajo tri elemente, ki so nadalje pojasnjeni v nadaljevanju:

- zaprti cikli,
- obnovljiva energija in
- sistemsko razmišljanje.

### 1. Zaprti cikli

V krožnem gospodarstvu se materialni cikli, po vzoru ekosistema, zaključijo. Odpadki ne obstajajo, ker je iz vsakega preostalega toka mogoče narediti nov izdelek. Strupene snovi se izločijo, preostali pretoki pa se ločijo v biološki in tehnični cikel. Proizvajalci po uporabi izdelke vzamejo nazaj in jih popravijo za novo življenjsko dobo (Fundacija Ellen MacArthur, 2015a). V tem sistemu torej ni pomembno le, da se materiali pravilno reciklirajo, temveč tudi, da izdelki, sestavni deli in surovine v teh ciklih, ostanejo visokokakovostni (Korhonen, Nuur, Feldmann & Birkie, 2018).

Krožno gospodarstvo je torej koncept, pri katerem bi morali izdelki, materiali (in surovine) čim dlje ostati v gospodarstvu, odpadki pa naj bi bili obdelani kot sekundarne surovine, ki jih je mogoče reciklirati za predelavo in ponovno uporabo.

### 2. Obnovljiva energija

Tako kot surovine in izdelki mora v krožnem gospodarstvu tudi energija trajati čim dlje. Krožni gospodarski sistem napajajo obnovljivi viri energije. Ker energije ni mogoče reciklirati, ni omenjenih energijskih ciklov, temveč govorimo o „energijskih tokovih kaskadnega tipa“ (Ellen MacArthur Foundation, 2015a). Primer tega je sproizvodnja toplote in električne energije.

### 3. Sistemsko razmišljanje

Krožno gospodarstvo ne zahteva le zaprtih materialnih ciklov in obnovljive energije, temveč tudi sistemsko razmišljanje. Vsak akter v gospodarstvu (podjetje, oseba, organizem) je povezan z drugimi akterji. To skupaj tvori mrežo, v kateri dejanja enega igralca vplivajo na druge igralce. Da bi to upoštevali, je treba pri izbirah upoštevati kratkoročne in dolgoročne posledice ter vpliv celotne vrednostne verige (Ellen MacArthur Foundation, 2015a).

Koncept krožnega gospodarstva se načeloma lahko uporablja za vse vrste naravnih virov, vključno z biotskimi in abiotskimi materiali, vodo in zemljo. Krožno gospodarstvo ni samo okoljsko vprašanje, ampak vpliva tudi na način, kako proizvajamo, delamo, kupujemo in živimo (Kiselev et al., 2019)

Kaj so torej glavne priložnosti krožnega gospodarstva?

Gospodarske priložnosti:

Izboljšana gospodarska rast, znatni neto prihranki materialnih stroškov, ustvarjanje delovnih mest in povečano število inovacij.



Okoljske in sistemske priložnosti:

Zmanjšane emisij in porabe primarnih materialov, ohranjena in izboljšana produktivnost tal ter zmanjšanje negativnih zunanjih dejavnikov.

Priložnosti za podjetja:

Novi viri in večje možnosti dobička, večja zanesljivost oskrbe in novo povpraševanje po poslovnih storitvah, kar ima za posledico večjo odpornost poslovanja.

## KROŽNO GOSPODARSTVO IN RAVNANJE Z ODPADNIMI VODAMI

Za vodni sektor, torej tudi čiščenje odpadnih voda in uporabo stranskih produktov, torej mulja, predstavlja krožno gospodarstvo predvsem možnost za pospešitev uvajanja novih tehnologij za obdelavo odvečnega blata in širjenje kapacitet za uporabo teh tehnologij v večjem obsegu. Vodna panoga spada med prve, ki so začele uvajati principe krožnega gospodarjenja in prevzemati nove tehnologije, največji problem pa še vedno predstavljajo neprilagojena zakonodaja in netransparentni pogoji na trgu (Korpar, 2016)

Za čim hitrejši in bolj učinkovit prehod na krožno gospodarjenje bodo morala podjetja prevzeti proaktivno vlogo in izrabiti vse razpoložljive možnosti za pridobitev konkurenčnih prednosti in za pripravo na strožje regulatorno okolje.

Učinkovito koriščenje mulja v krožnem gospodarstvu pa zahteva ne le tehnološke spremembe, pač pa tudi spremembe v smislu organizacije, poslovanja, financ in managementa. Pri tem lahko izpostavimo nekaj potencialnih problemov (Korpar, 2016):

### 1. Finančni:

- stroški investicij v tehnološke izboljšave,
- stroški skladiščenja in logistike
- stroški investicij v infrastrukturo
- nova finančna tveganja, ki se pojavijo s spremembo poslovnih modelov: če se pojavijo novi viri prihodkov z delovanjem na trgu, kako zaščititi financiranje osnovne dejavnosti pred možnimi padci teh prihodkov

### 2. Organizacijski:

- zagotavljanje kvalitete na vseh novih področjih delovanja
- diverzifikacija brez izgube fokusa na osnovno dejavnost

### 3. Regulatorni:

- vedeti kako dolgo naj podjetje čaka na spremembo predpisov in strategij in kdaj naj začne vlagati v spremembe

### 4. Stiki z javnostjo in odnosi s partnerji

- prepričevanje javnosti v koristnost in varnost uporabe obdelanega mulja
- reševanje problemov s koriščenjem mulja, ki se lahko pojavijo v pilotskih projektih
- prepričevanje deležnikov z različnimi interesi v pomen sodelovanja in vlaganja v integrirane sisteme uporabe virov in energije



## 5. Pogoji na trgu

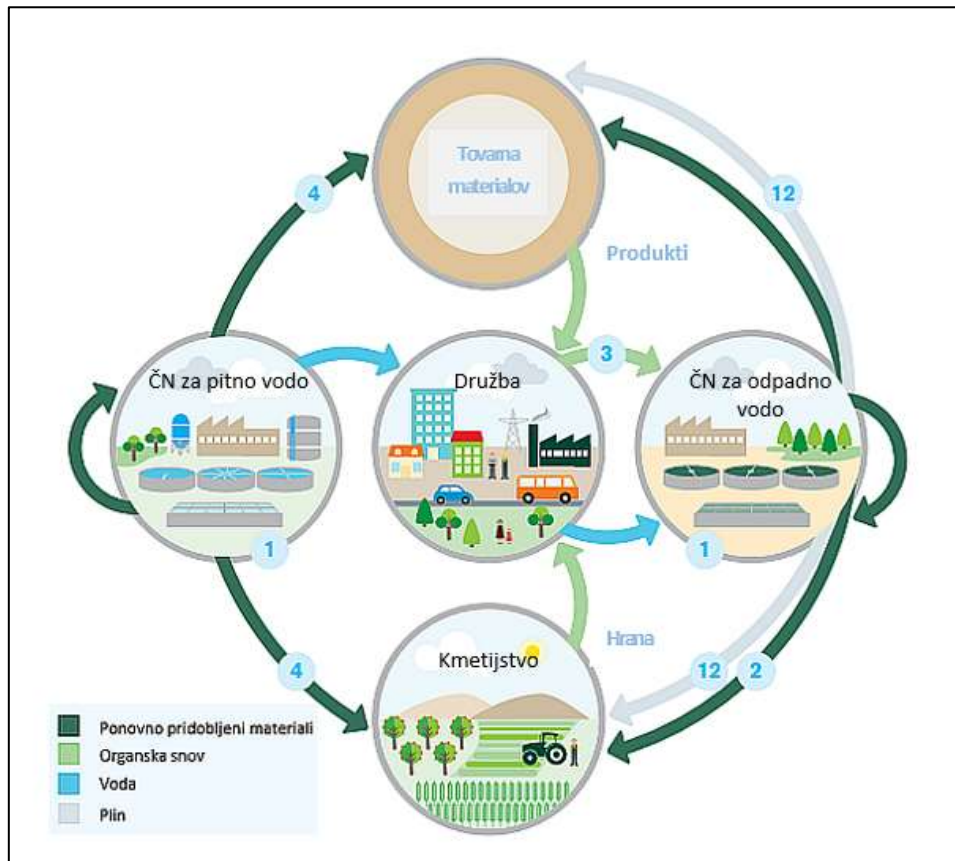
- prepričevanje potrošnikov o pomenu varovanja vodnih virov in pripravljanje na možne podražitve cen vode
- prepričevanje kupcev v prednosti izkoriščanja in uporabe obdelanega mulja
- oblikovanje cenovne politike

Ključni problem torej ni uvedba novih tehnologij, pomanjkanje znanja ali uporabnih poslovnih modelov, pač pa predvsem dejstvo, da je za podjetja, ki so pogosto ali javni lasti in/ali odvisna od obstoječe infrastrukture, uvedba krožnega gospodarjenja do določene mere izven lastne kontrole in je odvisna od političnih in drugih dejavnikov. Še posebej je lahko problematičen časovni zamik med tem kdaj začeti z vlaganjem v krožne oblike gospodarjenja in kdaj se bodo predpisi in pravila prilagodili novim razmeram. Enako velja za vladne spodbude v obliki subvencij, ki trenutno še niso razširjene. Hkrati vsaka študija krožne ekonomija poudarja pomen sodelovanja, integriranih sistemov in partnerstev, redko pa govori o tem, do kake mere naj bodo taka partnerstva in sistemi centralizirani, kdo naj jih vodi in koordinira in kako naj se delijo stroški in koristi sodelovanja (Korpar, 2016).

Uspešnost prehoda na krožno gospodarjenje bo za vodni sektor odvisna od dejavnikov, ki jih Mednarodna organizacija za vode (International Water Association) deli na:

1. Potrošnike: Odnos s potrošniki bo postal bolj interaktiven, saj bodo tudi sami želeli nadzorovati porabo vode in zmanjšati svoj okoljski odtis z uporabo meritvenih naprav in aplikacij in bolj varčnih naprav, ki porabljajo vodo, kar bo vplivalo na prihodke vodnogospodarskih podjetij
2. Industrijo: Potrebni bodo dogovori in sodelovanje z industrijo, ki bo ustvarjala povpraševanje po produktih, zato bodo ključnega pomena informacije o količini, kvaliteti in predvsem kemijski sestavi obdelanega mulja, vodnogospodarska podjetja pa bodo postala vključena v nove oskrbovalne verige
3. Predpise in pravila: Regulacija, ki bo v prihodnosti vse strožja in bolj okoljsko usmerjena bo določala pravila igre za vsa podjetja v krožnih oskrbovalnih verigah, zato bo predvidevanje in predhodno ukrepanje ključno za zagotovitev konkurenčnih prednosti
4. Infrastrukturo: Nujna bo prenova in optimizacije obstoječe infrastrukture za namene krožnega gospodarstva, prav tako raziskovanje možnosti o sodelovanju pri uporabi obstoječe infrastrukture z podjetji iz drugih sektorjev, najemu opreme, ki zahteva visoko investicijo. Dodatna možnost je uporaba t.i. naravne infrastrukture, kar pa bo zahtevalo nove vire financiranja in/ali instrumente kot so t.i. zelene obveznice (*green bonds*)
5. Sodelovanje med mestnimi in ruralnimi območji: Urbana območja bodo zahtevala vse več vodnih virov, kar pomeni nove načine optimizacije in sodelovalnih shem med mesti in podeželjem, od koder voda bodisi prihaja, bodisi se porablja za kmetijske namene.

Naprave za čiščenje komunalne odpadne vode so lahko pomemben del krožne trajnosti zaradi vključevanja proizvodnje energije in pridobivanja virov med proizvodnjo čiste vode. Trenutno so glavna gonila za razvoj industrije odpadne vode globalne potrebe po hranilih ter pridobivanje čiste vode in energije iz procesov obdelave odpadne vode.



Slika 12.79: Primer izrabe virov v krožnem gospodarstvu (prirejeno po International Water Association, 2016).

### Pridobivanje hranil – nutrientov ter uporaba v kmetijstvu

Intenzivno kmetijstvo in vrtnarstvo se močno zanaša na vnos gnojil za vzdrževanje proizvodnje hrane (in krme) (Vaneckhaute et al., 2013). Svetovno povpraševanje po gnojilih znaša približno 110 milijonov ton N, 47,0 milijonov ton  $P_2O_5$  in 37,5 milijonov ton  $K_2O$  na leto (Spanoghe et al., 2020).

Recikliranje hranil iz čistilnih naprav ima pozitiven vpliv na okolje, saj zmanjšuje povpraševanje po običajnih fosilnih gnojilih in posledično zmanjšuje porabo vode in energije. Hranila je mogoče pridobiti iz surove odpadne vode, delno prečiščenih tokov odpadne vode in blata iz čistilnih naprav. Odpadno blato vsebuje koristne sestavine za oskrbo zemljišč s humusom, mineralnimi snovmi (P, K, Ca, Mg, tudi Zn, Se in B) ter amonijevim dušikom. Žal pa je lahko tudi onesnaženo in sicer z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), kot tudi hormonsko aktivnih snovi.

Značilnost odpadnega blata iz čistilnih naprav v Sloveniji je, da ne vsebuje le značilnega visokega deleža organskih snovi, pač pa tudi določeno vsebnost težkih kovin. Vsebnost kovin je posledica dolgoletne zahteve iz predpisov o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo, ki so zahtevali, da je treba odpadno industrijsko vodo prednostno izpuščati v javno kanalizacijo. Pri tem del kovin, ki se v sicer nizkih koncentracijah odvaja z odpadno industrijsko vodo, ujame v odpadno blato komunalnih čistilnih naprav.





Takšno blato torej ni primerno za vnos v tla z namenom gnojenja ali izboljševanja kakovosti tal, kot tudi ne za proizvodnjo komposta ali digestata, ki imata status proizvoda saj Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata določa, da kompost ali digestat iz predelave odpadnega blata ne moreta biti proizvoda.

Možnost dispozicije na kmetijska (in tudi nekmetijska) zemljišča je tako močno otežena s strogimi zakonodajnimi omejitvami tako za kakovost blata, kot tudi za sama tla na katera bi blato odlagali.

Problem sta tudi sezonska uporaba gnojil, medtem ko blato enakomerno nastaja vse leto in ga je težko skladiščiti za daljši čas ter (ne)razpolaganje z ustrezno velikimi kmetijskimi ali degradiranimi površinami v bližini čistilnih naprav, kar vodi v visoke transportne stroške.

Kljub temu, da se potencial za plasma blata na zemljišča na prvi pogled zdi velik, je problem v kakovosti blata in omejitvah glede tal na katera se vnaša, zato je interes za uporabo vprašljiv. Takšna uporaba tudi ne predvideva izrabe fosforja.

## Recikliranje fosforja

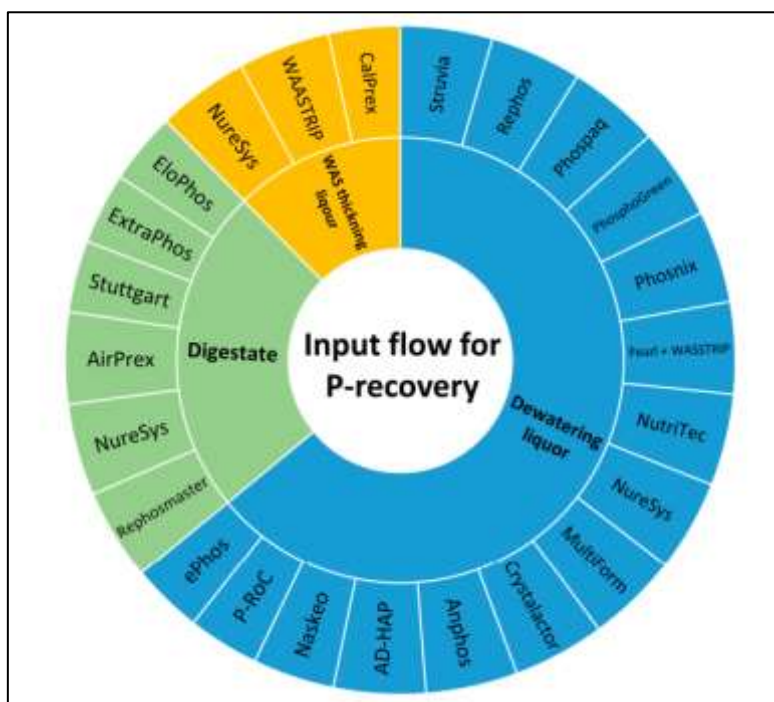
V zadnjem času pridobivanje fosforja iz blata postaja v Evropi vse bolj aktualna tematika. Fosfor se namreč v naravi ne obnavlja, je ključni element za življenje in pridobivanje hrane in se v naravi nahaja v omejih količinah. Pričakuje se, da se bodo stroški fosforja v prihodnosti povečevali, ker zalog mineralnih gnojil zmanjkuje. To bi naredilo gnojila in druge fosforjeve izdelke iz čiščenja odpadnih vod, cenovno privlačnejše in ugodnejše.

Za proizvodnjo fosfatnih gnojil je EU trenutno zelo odvisna od uvoza fosfatnih kamnin, izkopanih zunaj EU, medtem ko na primer blato iz čiščenja komunalnih odpadnih vod vsebuje velike količine fosforja, ki bi, če bi ga reciklirali v skladu z modelom krožnega gospodarstva, lahko potencialno pokrili približno 20–30 % povpraševanja EU po fosfatnih gnojilih (Uranjek N., 2020).

Recikliranje fosforja iz odpadne vode, je mogoče doseči z recikliranjem iz odpadne vode, iz blata iz čistilnih naprav ali iz pepela kot preostanek monosežiga blata. V blatu iz ČN je okrog 2 % fosforja ali celo več in bi, kot ponovno pridobljen, lahko predstavljal zanesljiv vir fosforja.

Po pridobljenih podatkih in izkušnjah v Nemčiji, se v sklopu čiščenja odpadne vode na ČN lahko odstrani največ 30% fosforja, teoretično 50%, preostalo pa ostane v odvečnem blatu. Tehnologije za pridobivanje fosforja iz pepelov kot čiste surovine v obliki fosforne kisline ali v obliki gnojila pa omogočajo odstranjevanje fosforja do 98%.

Na trgu obstaja več kot 20 razpoložljivih tehnoloških rešitev za izločanje fosforja že v sklopu čiščenja odpadne vode na ČN.



Slika 12.80: Razpoložljive tehnološke rešitve za izločanje fosforja v sklopu čiščenja na ČN dostopne na trgu.<sup>76</sup>

Večina tehnoloških rešitev za izločanje fosforja v sklopu čiščenja odpadne vode na ČN je fokusirana na pridobivanje gnojila, ki je poznano pod imenom MAP (angl. Magnesium Ammonium Phosphate,  $\text{NH}_4\text{MgPO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) ali struvit, kjer gre za kemijsko vezavo fosforja, dušika in magnezija iz anaerobno pregnitega blata. Struvit velja za dokazano uporabno gnojilo s počasnim sproščanjem z odlično razpoložljivostjo hranil fosforja, dušika in magnezija. Velja celo za primerno mineralno gnojilo za ekološko kmetovanje. Tržna vrednost struvita je močno odvisna od lokalnega ali regionalnega povpraševanja. V mnogih primerih se struvit daje brezplačno. V nekaterih primerih je opredeljen kot vrhunsko gnojilo s počasnim sproščanjem. Vendar lahko struvit vsebuje več nečistoč, ki je pridobljen s tehnoloških procesom neposredno iz digestata po anaerobni obdelavi pred izvedbo postopka dehidracije blata kot pa tisti pridobljen iz centrata po dehidraciji blata. Vendar sta v praksi obe vrsti struvita uradno potrjeni kot gnojilo (poznani pod imeni Berliner Pflanze, Crystal Green®, BioStru® ali PhosphoCare®).

Raziskovalci iz Univerze v Antwerpju so analizirali sestavo struvita iz 24 različnih objektov, ki so v uporabi v Evropi. Dodatno so v okviru raziskave ugotovili, da je trenutna tržna vrednost struvita 0–100 EUR/t, toda iz nekaterih tehnoloških rešitev dosega tudi višjo ceno, npr. 360 EUR/t (Phosphogreen), 1000 EUR/t (Pearl). To pomeni, da se 80–87 % struvita proda po nižji ceni od ocenjene tržne vrednosti makrohranil, ki jih vsebuje, in sicer 250–412 EUR/t. Na podlagi opravljene analize so ocenili, da je v letu 2020 v Evropi bilo proizvedenega 10.000–12.000 ton struvita. Opravljena analiza različnih vzorcev struvita v EU kaže, da je proizveden struvit visoke kakovosti in z majhno variabilnostjo glede kemijskih parametrov. Le trije vzorci struvitov niso izpolnili zakonskih omejitev: eden za vsebnost P najmanj 7 % in trije za vsebnost organskega ogljika nad 3%. Priporočeno je, da se struvit iz različnih virov uporablja za različnih namene uporabe. Tipa II in III sta lahko primerni za mešanje v gnojila N-P-K zaradi njihove sferične oblike, medtem ko struvit tipa I je bolj primeren za uporabo v druge namene (npr. za gnojenje rastlin in poljščin). Opravljena analiza tudi kaže, da je večina proizvedenega struvita primerna za neposredno uporabo kot gnojilo ali kot sekundarna surovina oziroma vhodni material za proizvodnjo gnojil (Muys et al., 2021).

<sup>76</sup> Vir: S. Shaddel et al., Sustainable Sewage Sludge Management: From Current Practices to Emerging Nutrient Recovery Technologies, Sustainability 2019, 11(12), 3435.



Trenutno se fosfor v čistilnih napravah reciklira predvsem s postopkom kristalizacije struvita, npr. s tehnologijami Pearl, NuReSys in AirPrex, ki so bile uvedene v polnem obsegu (Hukari et al, 2016).

## Uporaba blata pri proizvodnji cementa

Blato iz KČN lahko uporabimo tudi kot nadomestilo za surov material za Portland cement. Proizvodnja cementa je proces z visoko porabo toplotne energije, ki predstavlja okrog 85% vse porabe energije v proizvodnji cementa. Toplotna energija se v proces vnaša z gorivi in se porablja za sušenje, termični razpad karbonata in kompleksne termične reakcije surovine pri prehodu iz surove laporne moke v klinker (Mlakar in Vuk, 2009).

Proizvajalci cementa uporabljajo pepel, suho ali odcejeno blato. Glavni faktor omejitve je  $P_2O_5$ , ki ne sme presežati 0,4 %. V pepelu odpadnih blat je povprečna koncentracija  $P_2O_5$  okrog 15 %, kar je potrebno upoštevati pri izdelavi cementa. Drug možen način uporabe pri izdelavi cementa je mešanje dehidriranega blata z enako količino živega apna. Zaradi kemične reakcije med obema komponentama pride do sušenja in nazadnje nastane suh prah, ki predstavlja učinkovit surov material, kakor tudi gorivo pri izdelavi cementa (Spinosa 2007).

Privlačna metoda odstranjevanja blata iz čistilnih naprav je torej tudi njegova uporaba kot alternativni vir goriva v cementni industriji. Nastali pepel je vgrajen v cementno matrico. Blato iz čistilnih naprav ima relativno visoko kalorično vrednost 10-20 MJ / kg in tudi nižji faktor emisij ogljikovega dioksida v primerjavi s premogom, če je obdelan v cementni peči. Uporaba blata v cementnih pečeh se lahko loti tudi problema varnega in okolju prijaznega odstranjevanja blata iz čistilnih naprav. Ocenjuje se, da cementna industrija predstavlja skoraj 5 odstotkov antropogenih emisij  $CO_2$  po vsem svetu. Obdelava komunalnih odpadkov v cementnih pečeh lahko zmanjša zanašanje industrije na fosilna goriva in zmanjša emisije toplogrednih plinov. V zadnjih nekaj desetletjih se je razvila in široko razširila uporaba različnih vrst odpadkov z visoko kalorično vrednostjo kot alternativnih goriv v cementni industriji. Zaradi tehnoloških značilnosti proizvodnega procesa se tovrstni materiali teoretično lahko uporabljajo uspešno in varno brez povečanja vplivov na okolje. Uporaba alternativnih goriv mora biti skladna z zakonskimi in procesnimi zahtevami, zagotovljen mora biti strog nadzor nad njihovo sestavo in kalorično vrednostjo, procesnimi parametri, proizvodi in emisijami v okolje.

Kot že omenjeno v tej študiji, pa je možnost uporabe blata v cementarnah v praksi precej omejena, predvsem zaradi sledečih omejitev:

- v procesu sosežiga, se fosfor izgubi (veže se v proizvod);
- zaradi usmeritve Evrope po pridobivanju fosforja in že sprejetih zakonodajnih omejitev v določenih državah (Švica, Nemčija, Avstrija) ter pričakovanja, da bodo tudi ostale države sledile temu vzoru, se do leta 2030 pričakuje vse manjši delež sosežiga blat.
- Prevoz blata do objektov za sosežig je običajno logistično zapleten in ima vplive na okolje.
- Proces oddaje blata v sosežig cementarnam vzpostavlja ekonomsko soodvisnost med različnimi strankami, ki sicer delujejo neodvisno. To vključuje več tveganj, ki lahko potencialno škodljivo vplivajo na dolgoročno načrtovanje končne uporabe blata.
- V Sloveniji imamo le en objekt cementarne, kjer bi se lahko izvajal sosežig blata in sicer je to cementarna Anhovo, ki pa od leta 2017 osušenega blata v sosežig ne sprejema več.



## Uporaba blata v gradbeništvu

V Sloveniji se že nekaj časa uporablja praksa predelave blata iz čistilnih naprav v gradbene proizvode, ki predstavlja pomemben vidik krožnega gospodarstva. Z mešanjem blata z ustreznim alkalnim hidravličnim vezivom (npr. kalcijem pepelom) se s predelavo pridobi kompozit, ki se vgrajuje s kompaktiranjem pri optimalni vlažnosti. Podrobneje je ta možnost že predstavljena v poglavju 6.8 (predelava blata v gradbene kompozite).

### Uporaba blata pri proizvodnji betonov in malt

Smatra se, da je beton najpogosteje uporabljen umetno izdelan gradbeni material na svetu. Mineralni dodatki za beton so opredeljeni kot anorganski, pucolanski in / ali materiali z latentnimi hidravličnimi lastnostmi, ki jih je mogoče fino zmleti v beton in / ali cementno malto, da bi izboljšali njihove posebne lastnosti ali dosegli ciljne lastnosti.

Pri izdelavi betonskih dodatkov na podlagi objavljenih rezultatov mnogih raziskav obstaja velik potencial za zamenjavo nekaterih betonskih komponent (cement, agregat) z ustreznimi materiali, vključno s pepelom iz termične obdelave blata iz čistilnih naprav.

Pepel iz blata iz čistilnih naprav (SSA - Sewage sludge ash) se lahko uporablja kot nadomestek za cementne gradbene materiale. Splošni elementi, prisotni v pepelih, so enaki kot glavni elementi cementa (kremen, železo, kalcij, aluminij, magnezij, fosfor in kisik). Poleg tega so hidravlične lastnosti pepelov povsem enake cementnim.. Nekaj nedavnih študij poroča tudi o uporabi pepelov v materialih na osnovi cementa kot nadomestkih cementa ali peska. V preiskavah je bil pepel blata iz čistilnih naprav nadomeščen s cementom pri 15 in 30 mas. % v malti. Rezultati so pokazali, da ima malta, ki vsebuje 15% pepela (SSA), tlačno trdnost, podobno referenčni malti (Kulczycka and Gorazda, 2015).

### Uporaba blata za izdelavo opeke

Kot nadomestni material pri proizvodnji opek se lahko uporablja neposredno suho odpadno blato ali pa pepel, kot ostanek monosežiga odpadnega blata.-Pepel (brez dodatkov) se nasuje v kalupe in nato vodi v žgalno peč, ki doseže končno temperaturo 1030 °C. Pepel se pri tej temperaturi žge 20 minut, nato pa se štiri ure ohlaja na sobni temperaturi. Takšne opeke imajo v mnogih pogledih boljše lastnosti od tradicionalne opeke (npr. odpornost na pritisk, odpornost na abrazijo, stopnja absorpcije vode ter odpornost na upogib). Opeka iz pepela odvečnih blat ima še eno dobro lastnost – iz dokončanih opek ni izluževanja težkih kovin. Tovrstna opeka je bila v javnosti dobro sprejeta in se je že uporabila pri izvedbi javnih sprehajalnih poti (Spinosa, 2007).

Glede na podatke v literaturi, se je v praksi izkazalo, da je bila najuspešnejša sestava opeke dobljena z deležem blata 80% in pepela 20%.

### Uporaba blata v cestogradnji

Pepel sežganega iz monosežiga blata se lahko uporablja pri gradnji cest za gradnjo pločnikov in nasipov. Uporaba pepela odvečnega blata v voziščih in nasipih je lahko nadomestek peska in/ali betona v cementno stabilnih podlagah. V literaturi zasledimo, da so raziskave na terenu pokazale, da izvedba pločnikov (uporaba v nosilni plasti) ne povzroča okoljskih tveganj (tla, podtalnica) z izcejanjem težkih kovin. Pepel, ki ga aktivira cement ali apno, lahko uporabimo kot vezivo, z naravnim agregatom pa ga uporabimo za proizvodnjo betona za podlago ceste. Ocena uporabnosti takih betonov v običajnih standardnih postopkih ni podana, zato take rabe zahtevajo dodatne študije. Pepel izpolnjevati določene parametre, kot so odpornost proti izpiranju, odpornost proti zmrzovanju, določena prepustnost.



## ZAKONSKA PODLAGA IN OMEJITVE

Ponovna uporaba prečiščene vode in odpadnega blata sta temeljna stebra evropskega Green deala in novega akcijskega načrta za krožno gospodarstvo, to je dveh usklajenih strategij, usmerjenih k postopnemu, a neizogibnemu prehodu na podnebno nevtralnemu, z viri učinkovito in trajnostno konkurenčno gospodarstvo. Naraščajoča priprava zakonodaje evropskih institucij (Parlamenta in Komisije) okoli teh tem, je ena ključnih točk okoljske politike.

Medtem, ko za nekatere izmed predstavljenih možnosti ponovne uporabe blata že obstaja tako evropska kot nacionalna zakonodaja, je še vedno odprtih veliko možnosti, kjer za enkrat še ne vemo, kakšno strategijo bo izbrala Slovenija. To se kaže tako pri usmeritvah za pridobivanje fosforja, kot pri še odprtih možnosti glede sežiga in monosežiga blata.

Program ravnanja z odpadki RS iz leta 2016 je zastarel. Medtem, ko sicer prioritizira načine obdelave komunalnega blata kot so recikliranje komunalnega blata po postopku R3 v digestat in kompost za uporabo na (ne)kmetijskih zemljiščih; termično obdelavo v skladu s postopkom R1 za uporabo kot gorivo in dolgoročno skladiščenje stabiliziranega blata ter pepela iz termične obdelave blata za namene pridobivanja fosforja, pozablja na recikliranje komunalnega blata po postopku R5 (recikliranje/pridobivanje drugih anorganskih materialov) z namenom proizvodnje novih materialov ali kompozitov, kljub temu, da tovrstne prakse v Sloveniji že obstajajo ter da je t.i. industrijsko recikliranje po stabilizaciji komunalnega blata z apnom vključeno tudi v BREF dokumentu za ravnanje z odpadki.

Z odločitvijo tuje države, da blata ne sprejema več, se je zaprla prevladujoča alternativa končne dispozicije blata. Slovenija tako v letu 2021 nima jasne strategije za ravnanje z odpadnim blatom, prav tako ne Načrta ravnanja s komunalnimi blatom, ki ga predvideva tudi Program ravnanja z odpadki.

Strategija na ravni države pa je ključna za izbiro ustreznih alternativ na lokalni ravni. Eden izmed najhitrejših načinov za doseganje tega cilja bi bil Načrt ravnanja s komunalnimi blatom, ki ga predvideva tudi Program ravnanja z odpadki.

## ZAKLJUČEK Z OCENO SPREJEMLJIVOSTI

Obveza ravnanja z nastalim komunalnim blatom predstavlja za povzročitelja odpadka velik strošek, saj stroške ravnanja nosi povzročitelj odpadkov.

Danes se spodbujajo sistemi krožnega gospodarstva, ki čim dlje ohranjajo dodano vrednost v izdelkih in zmanjšujejo količino odpadkov. Številne države lahko imajo ekonomsko in okoljsko korist zaradi boljše izrabe različnih virov. Pripraviti je treba načrte za učinkovito ravnanje z odpadki, vključno z blatom iz čistilnih naprav. Vse bolj se vzpodbujajo ekonomsko upravičene možnosti ponovne uporabe in recikliranja, pri čemer se tudi blato iz čistilnih naprav in ostanki pepela iz blata lahko pretvorijo v nove tržne materiale.

Ravnanje z blatom iz čistilnih naprav oziroma njegovo odstranjevanje je bilo sprva v Sloveniji rešeno z odlaganjem, po zaostitvi zakonodaje v letu 2009, pa prepuščeno deležnikom na trgu. Zelo majhna količina komunalnega blata se v Sloveniji predela po postopku R10 (vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje) in uporablja v kmetijstvu.



Po podatkih komunal, se je do danes velik delež blata predal predelovalcu v drugo državo EU (večinoma Madžarsko), pri čemer končna uporaba predelanega blata ni bila poročana v sistem o odpadkih v Slovenijo. Zaradi tega podatkovni in snovni tokovi niso pregledni in sledljivi, Slovenija pa je izgubljala snovne, energetske in finančne vire, ki jih potencialno predstavlja to blato. Hkrati je postala popolnoma odvisna od tržnih razmer in drugih držav in tako brez celovite rešitve v trenutku, ko odvoz v tujino ni več možen, upravljavci čistilnih naprav pa so prisiljeni sami najti rešitev, kam z nastalim blatom.

Za večji del blata iz večjih čistilnih naprav, ki je večinoma obremenjeno s težkimi kovinami in drugimi neustreznimi snovmi, je po mnenju komunal, energetska izraba najboljša tehnologija. Pri reševanju problematike blata je treba na dolgi rok upoštevati dejstvo, da bo tudi Slovenija morala izpolnjevati evropske direktive, ki predvidevajo, da bo po letu 2030 obvezen monosežig blata za vse komunalne čistilne naprave, ki so večje kot 50.000 PE, saj je le iz takšnega pepela možno ustrezno reciklirati fosfor.

Pri tem bo potrebno postaviti zahteve glede zasledovane končne vsebnosti P v suhi snovi. Samo tako se bodo povzročitelji odpadkov lahko odločali o uvedbi ustrezne tehnologije za recikliranje fosforja. Prav tako bo potrebno določiti ustrezna prehodna obdobja, v katerih bo potrebno te spremembe uvesti in hkrati določiti možnosti za uporabo končnih produktov, od česar je odvisno zaprtje zanke.

Zaradi povečanega povpraševanja po gradbenih materialih v zadnjih letih kot rezultat razvoja se zdi, da se obeta tudi razvoj v uporabo blata iz čistilnih naprav, ki bi lahko nadomestila nekatere gradbene materiale. Uporaba blata za proizvodnjo gradbenih materialov predstavlja del krožnega gospodarstva in prinaša velike koristi, kot so zmanjšanje obdelave blata, izogibanje dolgim transportom blata in spodbujanje podjetnikov k razvoju novih proizvodov in procesov, ki uporabljajo pepel iz sežiga blat kot surovine, s čimer se utira inovativen način za ustanavljanje sekundarnih industrij v krožnem gospodarstvu.

Kot vidimo, krožno gospodarjenje prinaša vrsto potencialnih priložnosti za vse deležnike, tako za tiste, ki se neposredno ukvarjajo z čiščenjem vode in odpadnim blatom kot tudi za širšo družbo, ki se sooča z okoljsko degradacijo in podnebnimi spremembami. Za podjetje lahko zgodnje investicije v nove tehnologije, znanje in spremembe poslovnih modelov pomenijo nižanje različnih vrst stroškov, višanje in diverzifikacijo prihodkov, novo znanje in inovacije ter izboljšano javno podobo.

Kljub temu, da krožno gospodarstvo postaja vključeno v zakonodajo EU in posledično držav članic in so prednosti trajnostnega razvoja ravnanja z materiali in energijo splošno znane, pa je krožno gospodarstvo še precej daleč od realnosti. Tudi za posamezna podjetja obstaja vrsta ovir, večina od teh pa je povezana z zakonodajo in pogoji na trgu. Vprašljivo je tudi, če se širša javnost in potencialni partnerji zavedajo prednosti sodelovanja in investiranja v krožno gospodarjenje. Pomembno je začeti v smeri zaprtja zanke znotraj podjetja, obenem pa spremljati spremembe zakonodaje in navezovati stike z bodočimi partnerji v smislu skupnih raziskovalnih projektov in ustreznih rešitev.

V nadaljevanju podajamo splošno analizo za identifikacijo prednosti, slabosti, ovir in priložnosti za podjetja, ki se želijo ukvarjati z obdelavo blata in proizvodnjo novih produktov v okviru krožnega gospodarstva.



Tabela 12.66: SWOT analiza za podjetja

<b>Prednosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- konkurenčne prednosti na trgu</li> <li>- tehnologije in poslovni modeli za zagon že obstajajo</li> <li>- novi viri prihodkov</li> <li>- nižji stroški za energijo</li> <li>- višji potencial za inovacije</li> <li>- varstvo okolja in s tem povezan dober ugled podjetja</li> <li>- pomoč lokalnemu gospodarstvu</li> <li>- nižji stroški za osnovne resurse zaradi optimizacije porabe (vode)</li> <li>- nižji stroški za infrastrukturo zaradi optimizacije/deljene uporabe</li> <li>- hitrejša povrnitev investicije zaradi prihrankov/višjih prihodkov</li> <li>- hitrejša povrnitev javnih sredstev v primeru javno-zasebnih partnerstev</li> </ul>
<b>Slabosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- visoka začetna investicija</li> <li>- trg za produkte še ni razvit</li> <li>- pojav napak in nesreč</li> <li>- odvisnost od povpraševanje po proizvodih: če je v lokalnem okolju nizko, potem predstavljata skladiščenje in logistika dodatne stroške</li> </ul>
<b>Priložnosti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zaprtje kroga/zanke v samem podjetju</li> <li>- »prehitevanje« zakonodaje</li> <li>- postati del poslovnega ekosistema – zaprtje zanke na širšem območju</li> <li>- pozitivna publiciteta v primeru uspešnih pilotskih projektov</li> <li>- širjenje znanja, pridobljenega v procesu zagona krožnega gospodarjenja</li> <li>- širjenje tehnološkega znanja</li> <li>- privabljanje novih talentov, posebej takih, ki jih skrbi za okolje</li> </ul>
<b>Ovire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zakonodaja na področju ravnanja z odpadki</li> <li>- zakonodaja na področju varovanja konkurence</li> <li>- tržni pogoji: cene</li> <li>- neprimerna infrastruktura</li> <li>- pripravljenost drugih podjetij na sodelovanje – ustvarjanje soodvisnosti</li> <li>- nerazumevanje potenciala krožnega gospodarstva na različnih ravneh javne uprave in politike</li> <li>- javnost je skeptična do uporabe blata in novih proizvodov</li> <li>- odvečno blato se povezuje predvsem s fekalijami, ki vzbujajo odpor pri ljudeh</li> <li>- subvencije za neobnovljive vire energije delajo uporabo obnovljivih, npr. bioplina manj privlačno</li> </ul>

Za lažjo in hitrejšo tranzicijo, bi bilo potrebno vpeljati določene ukrepe za pomoč krožnemu gospodarstvu v vodnem sektorju, npr. subvencioniranje podjetij, ki uvajajo krožno gospodarjenje, prilagajanje cenovne politike (cene storitev, kot je dobava vode, naj vključujejo eksternalije. Kadar voda ni primerno čiščena, mulj pa ni izkoriščen in obdelan so posledice za okolje višje, naj tudi cena odraža to dejstvo), podpora krožnemu gospodarstvu (ustanovitev skladov, uvedba subvencij, kreditov, davčnih olajšav za obrate za obdelavo mulja in za kupce obdelanega mulja), financiranje raziskav za inovativne načine obdelave in uporabe odvečnega blata in podobno. Eden izmed pomembnih ukrepov bi bila tudi uvedba pravil uspešnosti.





Seveda pa je ena glavnih podpor krožnemu gospodarstvu vzpostavitev jasnih nacionalnih strategij in programov ter prilagoditev zakonodaje, ki bo podjetjem omogočala izbiro ustreznih strategij in konkurenčnost na trgu.

Da bi bila ponovna uporaba virov uspešna, mora biti sposobna konkurirati na trgu, ki temelji na povpraševanju. Iskanje trgov, ki bodo radi sodelovali s predelanimi proizvodi, ki so alternativa novo izdelanim ali sveže proizvedenim izdelkom, predstavlja zelo resnične izzive. Ključno vprašanje bodo dimenzije obsega te uporabe in sprejemljivost potrošnikov. Industrija in kmetijstvo se močno zanašata na konkurenčne cene in učinkovito dobavo ter stroge kakovostne značilnosti, medtem ko je pri ponovni uporabi virov obseg proizvodnje razmeroma majhen in je kakovost težje nadzorovati. Na splošno so trenutno uspešni primeri predelanih materialov tisti proizvodi, ki so našli tržno nišo, pogosto v sodelovanju z industrijo.

#### Viri:

- Cipot F., Uranjek N. (2020). Rešitve ne bodo lahke, a potrebna je tudi sprememba zakonodaje - EOL 146 <https://www.zelenaslovenija.si/EOL/Clanek/3104/embalaza-okolje-logistika-st-146/resitve-ne-bodo-lahke-a-potrebna-je-tudi-sprememba-zakonodaje-eol-146>
- Hukari, S., Hermann, L., Nättorp, A. (2016). From wastewater to fertilisers—Technical overview and critical review of European legislation governing phosphorus recycling. *Sci. Total Environ*, 542, 1127–1135,
- Kabbe, C., Kraus, F., Remy, C. (2015) Review of promising methods for phosphorus recovery and recycling from wastewater. In *Proceedings of the International Fertiliser Society*, London, UK, 23–24 June;
- Kiselev, A. & Magaril, E. & Magaril, R. & Panepinto, D. & Ravina, M. & Zanetti, M. (2019). Towards Circular Economy: Evaluation of Sewage Sludge Biogas Solutions. *Resources*.
- Korhonen J., Nuur C., Feldmann A. & Birkie S.E., (2018). Circular economy as an essentially contested concept <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617330706>
- Korpar N. (2016) Krožno gospodarstvo in uporaba mulja iz čistilnih naprav, Razvojne priložnosti in ovire, IEI, št. proj. 6R-16237.
- Kulczycka J., Gorazda K. (2015). The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production*
- Ljubič Mlakar, T., Vuk T. (2009). Alternativna goriva v cementni industriji – možnosti in omejitve, Conference with International participation “Waste Management – GzO’09, 2009.
- Vir: M. Muys et al., A systematic comparison of commercially produced struvite: Quantities, qualities and soil-maize phosphorus availability, *Science of the Total Environment*, Volume 756, 20 February 2021, 143726.
- Spinosa, L. (2007). Sewage sludge: from waste to resource. V: *Strokovni seminar, Simpozij vodni dnevi 2007, zbornik referatov*, Portorož 10. – 11. oktober 2007. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: 1–11.
- Robles-Aguilar A., Grunert O., Hernandez-Sanabria E., Mysara M., Meers E., Boon N., Jablonowski N. (2020). Effect of Applying Struvite and Organic N as Recovered Fertilizers on the Rhizosphere Dynamics and Cultivation of Lupine (*Lupinus angustifolius*). *Front. Plant Sci.*, 19 November 2020
- Spanoghe J. et al. (2020). Storage, fertilization and cost properties highlight the potential of dried microbial biomass as organic fertilizer, <https://sfamjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1751-7915.13554>
- Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition, Ellen MacArthur Foundation, 2015. <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/publications/towards-a-circular-economy-business-rationale-for-an-accelerated-transition>
- Vaneekhaute, C., Meers, E., Michels, E., Buysse, J., and Tack, F. (2013). Ecological and economic benefits of the application of bio-based mineral fertilizers in modern agriculture. *Biomass Bioenergy* 49, 239–248. doi: 10.1016/j.biombioe





## 12.17 PRILOGA 17 – EKONOMSKO FINANČNO OVREDNOTENJE VARIANT

V nadaljevanju poglavja je pripravljena finančna analiza posamezne variante in sicer so najprej povzeti investicijski stroški in letni obratovalno vzdrževalni stroški po posamezni varianti iz **poglavja 6**, nato sledi predstavitev letne amortizacije kot osnova za določitev stroškov nadomeščanja. Finančna analiza je prikazana iz vidika izračuna neto sedanje vrednosti stroškov variante skladno s priporočili za izračun opsijskih analiz priročnika Guide to Cost Benefit Analysis of Investment Projects, Economic appraisal tool for Cohesion (EU, 2014). Dodatno smo izračunali neto sedanjo vrednost denarnega toka v katerem smo poleg odlivov upoštevali tudi morebitne prilive (prihodke).

Za finančno analizo je skladno s priporočili vodiča uporabljena ekonomska doba modela 30 let kar pomeni, da so finančni tokovi predstavljeni na časovnici od leta 2021 do vključno leta 2045.

Finančna analiza vključuje še izračun interne stopnje donosa posamezne variante ter izračun prihranka ter dobe vračanja investicije. Izračun končnega stroška cene ravnanja z blatom je prikazan v **poglavju 8**.

### FINANČNA ANALIZA VARIANTE 1 - ANAEROBNE OBDELAVE ODPADNEGA BLATA NA IZVORU

Varianta ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 12.000 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do leta 2024, ko je predvideno polno obratovanje.

Tabela 12.67: Investicijska vrednost variante 1

Objekt	Varianta 1: ocena stroškov anaerobno čiščenje - varianta brez termične hidrolize (EUR)
<b>Nadgradnja CČN Maribor</b>	
Primarni usedalniki	790.000
Strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
Gnilišča in strojnica gnilišč	1.730.000
Plinohram in plinski razvodi	190.000
Plinska bakla	50.000
Objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
Zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
Razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
Preureditev dela trafo postaje	200.000
Zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ - gradbeni del</b>	<b>4.555.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon (cca 35 %)	1.595.000
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>6.150.000</b>



Tabela 12.68: Letna amortizacija

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	Σ (AM)	Ostane vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	2.935.000	2,50%	1.614.250	1.320.750	73.375
Oprema	3.215.000	10,00%	7.073.000	2.572.000	321.500
<b>SKUPAJ</b>	<b>6.150.000</b>			<b>3.892.750</b>	

Stroški nadomeščanja opreme se pojavijo v letu 2034 in letu 2044 v letnem znesku 3.215.000 EUR.

Po izvedbi predvidene investicije v anaerobno obdelavo odpadnega blata na CČN Maribor se pričakuje znižanje letnih obratovalnih in vzdrževalnih stroškov čiščenja, medtem ko bo na znižanje končne cene ravnanja z odpadnim blatom vplivalo le znižanje količine končne dispozicije odpadnega blata, ki se bo po tej varianti še vedno predajala pooblaščenemu prevzemniku odpadnega blata. Za odkupno ceno je predviden strošek 200 EUR/t.

Tabela 12.69: Gibanje letnih obratovalnih stroškov – inkrementalni prikaz

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"				4.424.613	4.424.613	4.424.613	4.424.613	4.424.613
Letni obratovalni stroški "s projektom"				3.469.518	3.469.518	3.469.518	3.469.518	3.469.518
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-955.095</b>	<b>-955.095</b>	<b>-955.095</b>	<b>-955.095</b>	<b>-955.095</b>

Z vidika stroškov financiranja se je upošteval delež lastnih virov za pokritje stroškov v višini 26 %, ostalo pa dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita z glavnico v višini 4.555.000 EUR.

Finančno analizo prikazujemo z inkrementalno metodo in je prikazana v spodnji tabeli. Analiza denarnega toka variante sledi.

Tabela 12.70: Finančna analiza variante 1

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 1	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	-319.000	-1.276.000	-4.555.000	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	0	955.095	955.095	955.095	955.095	955.095
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	-43.462	-38.907	-16.132	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	3.892.750
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>-319.000</b>	<b>-1.276.000</b>	<b>-4.555.000</b>	<b>911.632</b>	<b>916.187</b>	<b>938.962</b>	<b>955.095</b>	<b>4.847.845</b>

Tabela 12.71: Analiza denarnega toka variante 1

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 1	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	-319.000	-1.276.000	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	-498.962	-494.407	-471.632	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	321.500	321.500	321.500	321.500	321.500
Letni obratovalni stroški	0	0	0	-3.469.518	-3.469.518	-3.469.518	-3.469.518	-3.469.518
<b>Denarni tok variante</b>	<b>-319.000</b>	<b>-1.276.000</b>	<b>0</b>	<b>-3.646.980</b>	<b>-3.642.425</b>	<b>-3.619.650</b>	<b>-3.148.018</b>	<b>-3.148.018</b>



Na podlagi izvedene finančne analize ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 955.095 EUR, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.

Tabela 12.72: Rezultati finančne analize variante 1

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	4.907.471
Interna stopnja donosnosti (%)	11,67%
Doba vračanja začetne investicije (let)	6,68
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-48.500.437

## FINANČNA ANALIZA VARIANTE 2 - ANAEROBNA OBDELAVA BLATA S TERMIČNO HIDROLIZO

Varianta ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 6.150 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do leta 2024, ko je predvideno polno obratovanje.

Tabela 12.73: Investicijska vrednost variante 2

Objekt	Varianta 2: ocena stroškov anaerobno čiščenje -varianta s termično hidrolizo (EUR)
<b>Nadgradnja CČN Maribor</b>	
Primarni usedalniki	790.000
Strojno predzgoščanje presežnega biološkega blata	190.000
Uporaba termične hidrolize	2.500.000
Gnilišča in strojnica gnilišč	1.270.000
Plinohram in plinski razvodi	190.000
Plinska bakla	50.000
Objekt kogeneracije in toplotne postaje	935.000
Zunanje tehnološke povezave (blato, el razvodi in kabelska kanalizacija)	150.000
Razširitev sistema računalniškega vodenja	120.000
Preureditev dela trafo postaje	200.000
Zunanja ureditev – gradbeno	200.000
<b>SKUPAJ - gradbeni del</b>	<b>6.595.000</b>
projektiranje, upravni postopki, inženiring, garancije, poskusni pogon (cca 35 %)	2.308.250
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>8.903.250</b>

Tabela 12.74: Letna amortizacija

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	$\Sigma$ (AM)	Ostanek vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	3.561.300	2,50%	1.958.715	1.602.585	89.033
Oprema	5.341.950	10,00%	11.752.290	4.273.560	534.195
<b>SKUPAJ</b>	<b>8.903.250</b>			<b>5.876.145</b>	

Stroški nadomeščanja opreme se pojavijo v letu 2034 in letu 2044 v letnem znesku 5.341.950 EUR.



Po izvedbi predvidene investicije v anaerobno obdelavo odpadnega blata na CČN Maribor se pričakuje znižanje letnih obratovalnih in vzdrževalnih stroškov čiščenja, medtem ko bo na znižanje končne cene ravnanja z odpadnim blatom vplivalo le znižanje količine končne dispozicije odpadnega blata, ki se bo po tej varianti še vedno predajala pooblaščenemu prevzemniku odpadnega blata. Za odkupno ceno je predviden strošek 200 EUR/t.

**Tabela 12.75: Gibanje letnih obratovalnih stroškov – inkrementalni prikaz**

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"				4.424.613	4.424.613	4.424.613	4.424.613	4.424.613
Letni obratovalni stroški "s projektom"				2.193.518	2.193.518	2.193.518	2.193.518	2.193.518
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.231.095</b>	<b>-2.231.095</b>	<b>-2.231.095</b>	<b>-2.231.095</b>	<b>-2.231.095</b>

Z vidika stroškov financiranja se je upošteval delež lastnih virov za pokritje stroškov v višini 26 %, ostalo pa dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita z glavnico v višini 6.595.000 EUR.

Finančno analizo prikazujemo z inkrementalno metodo in je prikazana v spodnji tabeli. Analiza denarnega toka variante sledi.

**Tabela 12.76: Finančna analiza variante 2.**

<b>Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 2</b>	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	-461.650	-1.846.600	-6.595.000	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	0	2.231.095	2.231.095	2.231.095	2.231.095	2.231.095
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	-62.927	-56.332	-23.357	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	5.876.145
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>-461.650</b>	<b>-1.846.600</b>	<b>-6.595.000</b>	<b>2.168.167</b>	<b>2.174.762</b>	<b>2.207.737</b>	<b>2.231.095</b>	<b>8.107.240</b>

**Tabela 12.77: Analiza denarnega toka variante 2.**

<b>ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 2</b>	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	-461.650	-1.846.600	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	-722.427	-715.832	-682.857	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	534.195	534.195	534.195	534.195	534.195
Letni obratovalni stroški	0	0	0	-2.193.518	-2.193.518	-2.193.518	-2.193.518	-2.193.518
<b>Denarni tok variante</b>	<b>-461.650</b>	<b>-1.846.600</b>	<b>0</b>	<b>-2.381.750</b>	<b>-2.375.155</b>	<b>-2.342.180</b>	<b>-1.659.323</b>	<b>-1.659.323</b>

Na podlagi izvedene finančne analize ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 2.231.095 EUR, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.



Tabela 12.78: Rezultati finančne analize variante 2

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	17.429.029
Interna stopnja donosnosti (%)	21,28%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,14
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-33.647.795

## FINANČNA ANALIZA VARIANTE 3 – SUŠENJE BLATA

Varianta 3 ima vpliv na količino končne dispozicije odpadnega blata in sicer iz današnjih 15.000 t na 3.833 t po izvedbi načrtovane investicije. Izvedba je predvidena do konec leta 2022 in v letu 2023 polno obratovanje.

Tabela 12.79: Investicijska vrednost variante 3

VARIANTA 3	Znesek (EUR)
Gradbena dela – dograditev / razširitev obstoječega prostora	50.000
Celotno postrojenje sušilnice s pripravo sušilnega zraka z uporabo toplotne črpalke, zalogovnik za dehidrirano blato 25 m <sup>3</sup> , transportni trak za dovod dehidriranega in zbiranje osušenega blata	2.400.000
Nepredvideni oz. dodatni stroški	122.500
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>2.572.500</b>

Tabela 12.80: Letna amortizacija

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	Σ (AM)	Ostane vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	1.234.800	2,50%	710.010	524.790	30.870
Oprema	1.337.700	10,00%	3.076.710	936.390	133.770
<b>SKUPAJ</b>	<b>2.572.500</b>			<b>1.461.180</b>	

Stroški nadomeščanja opreme se pojavijo v letu 2033 in letu 2043 v letnem znesku 1.337.700 EUR.

Po izvedbi predvidene investicije v sušenje odpadnega blata na CČN Maribor se pričakuje dodatne letne obratovalno vzdrževalne stroške, ki so ocenjeni na 577.677 EUR letno ter stroške končne dispozicije odpadnega blata po ceni 200 EUR/t v kolikor se blato predaja na sosežig v Avstriji ali 110 EUR/t v primeru predaje na sosežig v Objekt za energetska izrabo odpadkov Maribor (slednje je upoštevano od leta 2027 naprej ko je predvideno obratovanje objekta, pred tem je upoštevan sosežig v Avstriji). Prikaz predvidenih obratovalnih stroškov je prikazan v spodnji tabeli.

Tabela 12.81: Letni obratovalno vzdrževalni stroški ter stroški končne dispozicije blata (EUR)

	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek sosežiga v sežigalnici v Avstriji (EUR)	strošek sosežiga v OEIO MB (EUR)
Poraba električne energije	kWh	4.578.470	0,11	€/kWh	503.632	503.632
bruto stroški osebja	oseba	1	8.320	oseba	8.320	8.320
Letna menjava filtrov za zrak		1	30.000,00	EUR/leto	30.000	30.000
Redni letni pregled TČ in ostali nepredvideni vzdrževalni stroški		1	10.000,00	EUR/leto	10.000	10.000
Vzdrževanje infrastrukture		1	25.725	EUR/leto	25.725	25.725
<b>SKUPAJ OBRATOVANJE</b>					<b>577.677</b>	<b>577.677</b>
končna dispozicija blata	t	3.833	200		766.600	421.630
<b>SKUPAJ</b>					<b>1.344.277</b>	<b>999.307</b>
LETNI PRIHRANEK VARIANTE					1.655.723	2.000.693





Inkrementalni prikaz gibanja letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov je razviden iz tabele v nadaljevanju, iz katere je razviden prihranek po izvedbi projekta.

**Tabela 12.82: Gibanje letnih obratovalnih stroškov – inkrementalni prikaz**

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"			3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" - sosežig v Avstriji			1.344.277	1.344.277	1.344.277	1.344.277	1.344.277	1.344.277
Letni obratovalni stroški "s projektom" - sosežig v OEIO MB			1.344.277	1.344.277	1.344.277	999.307	999.307	999.307
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante (prihranek pri sosežigu v Avstriji)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante (prihranek pri sosežigu v OEIO MB)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-1.655.723</b>	<b>-2.000.693</b>	<b>-2.000.693</b>	<b>-2.000.693</b>

Z vidika stroškov financiranja se je v celoti upoštevalo dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita z glavnico v višini 2.442.560,00 EUR.

Finančno analizo ter analizo denarnega toka prikazujemo z inkrementalno metodo in je prikazana v spodnjih tabelah najprej za primer sosežiga v cementarni ali sežigalnici v Avstriji, nato pa še primer da se po letu 2027 sosežiga v Objektu za energetske izrabo odpadkov Maribor, katerega gradnjo načrtuje MOM.

**Tabela 12.83: Finančna analiza variante 3 – primer sosežiga v Avstriji (sežigalnica ali cementarna).**

<b>Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 3</b>	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-2.572.500	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723
Stroški financiranja (obresti)	0	0	-23.306	-20.864	-18.421	-6.208	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	1.461.180
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-2.572.500</b>	<b>1.632.417</b>	<b>1.634.860</b>	<b>1.637.302</b>	<b>1.649.515</b>	<b>1.655.723</b>	<b>3.116.903</b>

**Tabela 12.84: Analiza denarnega toka variante 3 - primer sosežiga v Avstriji (sežigalnica ali cementarna).**

<b>ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 3</b>	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	-267.562	-265.120	-262.677	-250.464	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770
Letni obratovalni stroški	0	0	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.478.069</b>	<b>-1.475.626</b>	<b>-1.473.184</b>	<b>-1.460.971</b>	<b>-1.210.507</b>	<b>-1.210.507</b>



Tabela 12.85: Finančna analiza variante 3 – primer sosežiga v OEIO MB.

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 3	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-2.572.500	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	1.655.723	1.655.723	1.655.723	2.000.693	2.000.693	2.000.693
Stroški financiranja (obresti)	0	0	-23.306	-20.864	-18.421	-6.208	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	1.461.180
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-2.572.500</b>	<b>1.632.417</b>	<b>1.634.860</b>	<b>1.637.302</b>	<b>1.994.485</b>	<b>2.000.693</b>	<b>3.461.873</b>

Tabela 12.86: Analiza denarnega toka variante 3 - primer sosežiga v OEIO MB

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 3	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	-267.562	-265.120	-262.677	-250.464	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770
Letni obratovalni stroški	0	0	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-999.307	-999.307	-999.307
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.478.069</b>	<b>-1.475.626</b>	<b>-1.473.184</b>	<b>-1.116.001</b>	<b>-865.537</b>	<b>-865.537</b>

Na podlagi izvedene finančne analize za oba možna primera končne dispozicije blata ob znižanju količine odpadnega blata zaradi izvedbe investicije v sušenje odpadnega blata, ugotavljamo, da implementacija investicije po tej varianti rezultira v letnem prihranku 1.655.723 EUR v primeru sosežiga v sežigalnici ali cementarni v Avstriji ali v letnem prihranku 2.000.693 EUR od leta 2027 dalje v kolikor se sosežig vrši v OEIO MB, kar ima vpliv tako na znižanje cene čiščenja in ravnanja z odpadnim blatom kot na krajšanje povračilne dobe, ki jo predstavljamo v naslednji tabeli, kjer so predstavljeni zaključki variante.

Tabela 12.87: Rezultati finančne analize variante 3 – končna dispozicija blata: sosežig v sežigalnici ali cementarni v Avstriji

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.468.297
Interna stopnja donosnosti (%)	63,45%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,63
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-18.557.431

Tabela 12.88: Rezultati finančne analize variante 3 – končna dispozicija blata: sosežig v OEIO MB

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	23.049.066
Interna stopnja donosnosti (%)	65,26%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,39
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.976.662



## FINANČNA ANALIZA VARIANTE 4 – SOSEŽIG BLATA

Finančna analiza variante sosežiga blata je varianta pri kateri smo za dve podvarianti kot predpogoj določili izvedbo variante 3, torej sušenje blata. Varianta 4 ima tako 4 možnosti končne dispozicije blata, ki jih predstavljamo v obliki podvariant in sicer:

- Varianta 4a: Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- Varianta 4b: Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM
- Varianta 4c: Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji
- Varianta 4d: Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji

Finančno sta varianti 4b in 4d predstavljeni v okviru variante 3, zato v nadaljevanju finančne analize podrobnih investicijskih ter letnih obratovalnih stroškov omenjenih podvariant ponovno ne prikazujemo.

Tabela 12.89: Investicijske vrednosti variante 4 s podvariantami

	VARIANTA 4a Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4b Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4c Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 4d Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji
Investicijski stroški variante v EUR	0	2.572.500	0	2.572.500
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>0</b>	<b>2.572.500</b>	<b>0</b>	<b>2.572.500</b>

Terminsko je v okviru finančne analize upoštevano, da se do leta 2027 upošteva stroške sosežiga blata v sežigalnici v Avstriji, po letu 2027 ko je predvideno obratovanje objekta za energijsko izrabo odpadkov Maribor (OIEO MB) pa je za podvarianti 4a in 4b predviden sosežig v OEIO MB.

V analizi uporabljene količine blata so v odvisnosti od predhodne tehnologije sušenja odpadnega blata. Prikazujemo jih v naslednji tabeli.

Tabela 12.90: Uporabljene količine blata za varianto 4 s podvariantami

	Količina odpadnega blata (t)	Cena prevzema odpadnega blata DANES za sosežig v Avstriji (EUR/t)	Cena prevzema odpadnega blata za sosežig v Avstriji (EUR/t)	Cena prevzema odpadnega blata v Objektu za energijsko izrabo odpadkov MB po letu 2027 (EUR/t)
Količina odpadnega blata pred investicijo (t)	15.000	169	200	110
Količina odpadnega blata po investiciji v varianto 3 (t)	3.833	169	200	110

S količinami odpadnega blata so povezani tudi stroški končne dispozicije odpadnega blata. Slednji so v soodvisnosti od termske izvedbe posamezne podvariante in cen prevzema odpadnega blata s strani pooblaščenega prevzemnika skladno s posamezno podvarianto.



Tabela 12.91: Letni stroški končne dispozicije odpadnega blata za varianto 4 s podvariantami

	VARIANTA 4a Sosežig dehidriranega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4b Sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4c Sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 4d Sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji
Letni stroški končne dispozicije blata (EUR)	1.650.000	421.630	3.000.000	766.600

Inkrementalni prikaz gibanja letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov je razviden iz tabele v nadaljevanju, iz katere je razviden prihranek po izvedbi projekta.

Tabela 12.92: Gibanje letnih obratovalnih stroškov – inkrementalni prikaz

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni stroški ravnanja z odpadnim blatom "brez projekta"	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" - deh. blato + sosežig v OEIO MB	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	1.650.000	1.650.000	1.650.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" - osuš. blato + sosežig v OEIO MB	3.000.000	3.000.000	766.600	766.600	766.600	421.630	421.630	421.630
Letni obratovalni stroški "s projektom" - deh. blato + sosežig v sežigalnici v Avstriji	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" - osuš. blato + sosežig v cementarni ali sežigalnici v Avstriji	3.000.000	3.000.000	766.600	766.600	766.600	766.600	766.600	766.600

Z vidika stroškov financiranja variante 4b in variante 4d, se je v celoti upoštevalo dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita z glavnico v višini 2.442.560,00 EUR.

Finančno analizo ter analizo denarnega toka prikazujemo z inkrementalno metodo v spodnjih tabelah po posamezni podvarianti.

Tabela 12.93: Finančna analiza variante 4a –sosežig dehidriranega blata v OEIO MB

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 4a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	0	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	0	0	1.350.000	1.350.000	1.350.000
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.350.000</b>	<b>1.350.000</b>	<b>1.350.000</b>

Tabela 12.94: Analiza denarnega toka variante 4a –sosežig dehidriranega blata v OEIO MB

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 4a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-1.650.000	-1.650.000	-1.650.000
<b>Denarni tok variante</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-1.650.000</b>	<b>-1.650.000</b>	<b>-1.650.000</b>



Tabela 12.95: Finančna analiza variante 4b –sosežig osušenega blata v OEIO MB

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 3	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-2.572.500	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	1.655.723	1.655.723	1.655.723	2.000.693	2.000.693	2.000.693
Stroški financiranja (obresti)	0	0	-23.306	-20.864	-18.421	-6.208	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	1.461.180
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-2.572.500</b>	<b>1.632.417</b>	<b>1.634.860</b>	<b>1.637.302</b>	<b>1.994.485</b>	<b>2.000.693</b>	<b>3.461.873</b>

Tabela 12.96: Analiza denarnega toka variante 4b –sosežig osušenega blata v OEIO MB

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 4b	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	-267.562	-265.120	-262.677	-250.464	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770
Letni obratovalni stroški	0	0	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-999.307	-999.307	-999.307
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.478.069</b>	<b>-1.475.626</b>	<b>-1.473.184</b>	<b>-1.116.001</b>	<b>-865.537</b>	<b>-865.537</b>

Tabela 12.97: Finančna analiza variante 4c –sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 4a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	0	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	0	0	0	0	0
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	0	0	0	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Tabela 12.98: Analiza denarnega toka variante 4c –sosežig dehidriranega blata v sežigalnici v Avstriji

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 4c	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	0	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-3.000.000	-1.650.000	-1.650.000	-1.650.000
<b>Denarni tok variante</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-3.000.000</b>	<b>-1.650.000</b>	<b>-1.650.000</b>	<b>-1.650.000</b>

Tabela 12.99: Finančna analiza variante 4d –sosežig osušenega blata v sežigalnici ali cementarni v Avstriji

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 4d	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-2.572.500	0	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno (prihranki na sistemu čiščenja)	0	0	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723	1.655.723
Stroški financiranja (obresti)	0	0	-23.306	-20.864	-18.421	-6.208	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	1.461.180
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-2.572.500</b>	<b>1.632.417</b>	<b>1.634.860</b>	<b>1.637.302</b>	<b>1.649.515</b>	<b>1.655.723</b>	<b>3.116.903</b>



Tabela 12.100: Analiza denarnega toka variante 4d - sosežig osušenega blata v sežigalnici ali cementarni v Avstriji

ANALIZA DENARNEGA TOKA VARIANTE 3	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	-267.562	-265.120	-262.677	-250.464	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770	133.770
Letni obratovalni stroški	0	0	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277	-1.344.277
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.478.069</b>	<b>-1.475.626</b>	<b>-1.473.184</b>	<b>-1.460.971</b>	<b>-1.210.507</b>	<b>-1.210.507</b>

Na podlagi izvedene finančne analize za vse štiri možne primere končne dispozicije blata pri varianti ugotovljamo, da je med predlaganimi možnostmi finančno daleč najbolj ugodna varianta izgradnje sistema za sušenje blata (varianta 3) ter predaja osušenega blata na sosežig v objekt za energetska izrabo odpadkov Maribor po letu 2027 (pred tem se sosežig izvaja v Avstriji).

V naslednjih tabelah predstavljamo zaključke posamezne podvariante. Poleg neto sedanje vrednosti stroškov posamezne podvariante, v kateri so zajeti tudi prihranki v kolikor jih podvarianta ustvarja, je prikazana neto sedanja vrednost denarnega toka, interna stopnja donosnosti in povračilna doba.

Tabela 12.101: Rezultati finančne analize variante 4a.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	14.012.923
Interna stopnja donosnosti (%)	-
Doba vračanja začetne investicije (let)	0
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-32.853.317

Tabela 12.102: Rezultati finančne analize variante 4b

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	23.049.066
Interna stopnja donosnosti (%)	65,26%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,39
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.976.662

Tabela 12.103: Rezultati finančne analize variante 4c

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	0
Interna stopnja donosnosti (%)	-
Doba vračanja začetne investicije (let)	-
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-33.879.206

Tabela 12.104: Rezultati finančne analize variante 4d

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.468.297
Interna stopnja donosnosti (%)	63,45%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,63
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-18.557.431



## FINANČNA ANALIZA VARIANTE 5 – MONOSEŽIG BLATA

Varianta 5 predvideva monosežig odpadnega blata, pri tem smo finančno obravnavali manjšo monosežigalnico s kapaciteto 15.000 t odpadnega blata, ki bi zadostovala za potrebe Mestne občine Maribor (varianata 5a) ter večjo monosežigalnico s kapaciteto 100.000 t odpadnega blata različne sušine, ki bi zadovoljevala potrebe celotne Slovenije (varianata 5b). Vsled primerljivosti obeh variant, smo pri finančni analizi variante 5b upoštevali le 15% stroškov in prihodkov celotne variante, torej v deležu udeležbe MOM v celotni investiciji na ravni Slovenije.

Za analizo je predvidena iz CČN Maribor vhodna letna količina dehidriranega blata 15.000 t.

Pri vsaki od variant smo dodatno obdelali podvarianti ravnanja s pepelom kot stranskim produktom monosežigalnice. Tako smo obravnavali možnost odlaganja pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov Pragersko, kjer je prevzemna cena precej višja kot drugje po Evropi ter znaša okvirno 200 EUR/t ter možnost odlaganja na deponiji na lokaciji monosežigalnice, ki pa je cenovno seveda precej ugodnejša in omogoča kasnejše pridobivanje fosforja iz pepela.

Izvedba variante 5 je časovno nekoliko daljša, saj zahteva pridobitev okoljskih dovoljenj in umeščanje v prostor. Realizacija je predvidena do konca leta 2026, torej bi bila lahko v letu 2027 monosežigalnica že v polnem obratovanju.

Tabela 12.105: Investicijska vrednost variante 5 s podvariantama (EUR).

VARIANTA 5	VARIANTA 5a Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata	VARIANTA 5b Monosežigalnica 100.000 t blata
Izvedba na ključ	8.000.000	50.000.000
Nepredvideni stroški	400.000	2.500.000
<b>SKUPAJ brez DDV</b>	<b>8.400.000</b>	<b>52.500.000</b>

Tabela 12.106: Letna amortizacija variante 5a<sup>77</sup>.

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	$\Sigma$ (AM)	Ostanek vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	5.040.000	2,50%	2.394.000	2.646.000	126.000
Oprema	3.360.000	10,00%	6.384.000	336.000	336.000
<b>SKUPAJ</b>	<b>8.400.000</b>			<b>2.982.000</b>	

Tabela 12.107: Letna amortizacija variante 5b<sup>78</sup>.

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	$\Sigma$ (AM)	Ostanek vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	31.500.000	2,50%	14.962.500	16.537.500	787.500
Oprema	21.000.000	10,00%	39.900.000	2.100.000	2.100.000
<b>SKUPAJ</b>	<b>52.500.000</b>			<b>18.637.500</b>	

<sup>77</sup> Velja za finančno analizo podvariant 5a1 in 5a2.

<sup>78</sup> Velja za finančno analizo podvariant 5b1 in 5b2.





Stroški nadomeščanja opreme se tako pri varianti manjše monosežigalnice kot večje monosežigalnice pojavijo v letu 2036 in letu 2045. Stroški nadomeščanja opreme znašajo pri manjši monosežigalnici 3.360.000 EUR v letnem znesku; pri večji pa 21.000.000 EUR, pri čemer se upoštevajo stroški v deležu MOM z zneskom 3.150.000 EUR.

Po izvedbi predvidene investicije v monosežigalnico odpadnega blata, se pričakuje dodatne letne obratovalno vzdrževalne stroške pri vsaki od variant pri čemer se letni stroški razlikujejo glede na velikost oz. glede na kapaciteto monosežigalnice in tudi glede na izbrano varianto odlaganja pepela kot stranskega produkta. Skladno s tem so v okviru finančne analize obravnavane naslednje variante variante 5:

- Varianta 5a1: Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov
- Varianta 5a2: Monosežigalnica kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice
- Varianta 5b1: Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov
- Varianta 5b2: Monosežigalnica 100.000 t blata + pepel na deponiji lokacije monosežigalnice

Prikaz predvidenih letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov, po posamezni varianti, je prikazan v spodnjih tabelah. Tabela dopolnjuje inkrementalni prikaz gibanja letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov iz katere je razviden morebiten prihranek glede na današnje stroške sistema ravnanja z odpadnim blatom.

**Tabela 12.108: Letni obratovalno vzdrževalni stroški variante 5a1 – odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov (EUR).**

	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
Obratovalni stroški	EUR/leto	1	480.000,00	EUR/leto	480.000
Stroški zaposlenih	oseba	4	30.000	EUR/leto	120.000
Stroški vzdrževanja	EUR/leto	1	75.000,00	EUR/leto	75.000
<b>SKUPAJ OBRATOVANJE</b>					<b>675.000</b>
Strošek ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nenevarni odpadki, predaja pooblaščenemu prevzemniku)	t	100	300	EUR/t	30.000
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - odlaganje na odlagališču nenevarnih odpadkov	t	2.000	185,52	EUR/t	371.040
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - transport	t	2.000	15	EUR/t	30.000
<b>SKUPAJ RAVNANJE S PREOSTANKOM PO MONOSEŽIGU</b>					<b>431.040</b>
<b>SKUPAJ LETNI STROŠKI</b>					<b>1.106.040</b>

**Tabela 12.109: Gibanje letnih obratovalnih stroškov variante 5a1 – inkrementalni prikaz.**

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"	0	0	0	0	0	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom"	0	0	0	0	0	1.106.040	1.106.040	1.106.040
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.893.960</b>	<b>-1.893.960</b>	<b>-1.893.960</b>



**Tabela 12.110: Letni obratovalno vzdrževalni stroški variante 5a2 – odlaganje pepela na deponiji na lokaciji sežigalnice (EUR).**

	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
Obratovalni stroški	EUR/leto	1	480.000,00	EUR/leto	480.000
Stroški zaposlenih	oseba	4	30.000	EUR/leto	120.000
Stroški vzdrževanja	EUR/leto	1	75.000,00	EUR/leto	75.000
<b>SKUPAJ OBRATOVANJE</b>					<b>675.000</b>
Strošek ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nenevarni odpadki, predaja pooblaščenemu prevzemniku)	t	100	300	EUR/t	30.000
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - skladiščenje na deponiji	t	2.000	0,00	EUR/t	0
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - manipulacija	t	2.000	5	EUR/t	10.000
<b>SKUPAJ RAVNANJE S PREOSTANKOM PO MONOSEŽIGU</b>					<b>40.000</b>
<b>SKUPAJ LETNI STROŠKI</b>					<b>715.000</b>

**Tabela 12.111: Gibanje letnih obratovalnih stroškov variante 5a2 – inkrementalni prikaz**

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"	0	0	0	0	0	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom"	0	0	0	0	0	715.000	715.000	715.000
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.285.000</b>	<b>-2.285.000</b>	<b>-2.285.000</b>

Ob letnih obratovalnih stroških podvariant 5a1 in 5a2, prikazujemo tudi vpliv predvidenih prihodkov iz naslova energetske izrabe produktov monosežiga. Prihodki so prikazani inkrementalno, kar pomeni da produktov, ki se uporabijo znotraj sistema in s katerimi se ne ustvarja direktni priliv, ne prikazujemo. Prihodki so enaki za obe podvarianti.

**Tabela 12.112: Predvideni prihodki variante 5a1 in variante 5a2 – inkrementalni prikaz**

	enota	letna proizvodnja	cena €	enota	prihodek
Prodaja toplote	MWh/leto	4.500	30,00	EUR/MWh	135.000
Prodaja električne energije	MWh/leto	0	50	EUR/leto	0
Ostali prihodki				EUR/leto	0
<b>SKUPAJ PRIHODEK</b>					<b>135.000</b>

V nadaljevanju so predstavljeni stroški in prihodki za varianto 5b, ki se nanaša na izgradnjo večje monosežigalnice ter obe podvarianti končne dispozicije pepela kot stranskega produkta. Pri finančni analizi je upoštevan delež stroškov in prihodkov glede na količino 15.000 t odpadnega blata v skupni participaciji kapacitete na monosežigalnici.



Tabela 12.113: Letni obratovalno vzdrževalni stroški variante 5b1 (EUR).

	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
Obratovalni stroški	EUR/leto	1	2.500.000,00	EUR/leto	2.500.000
Stroški zaposlenih	oseba	12	30.000	EUR/leto	360.000
Stroški vzdrževanja	EUR/leto	1	180.000,00	EUR/leto	180.000
<b>SKUPAJ OBRATOVANJE</b>					<b>3.040.000</b>
Strošek ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nenevarni odpadki, predaja pooblaščenemu prevzemniku)	t	700	300	EUR/t	210.000
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - odlaganje na odlagališču nenevarnih odpadkov	t	15.000	185,52	EUR/t	2.782.800
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - transport	t	15.000	15	EUR/t	225.000
<b>SKUPAJ RAVNANJE S PREOSTANKOM PO MONOSEŽIGU</b>					<b>3.217.800</b>
<b>SKUPAJ LETNI STROŠKI</b>					<b>6.257.800</b>

Tabela 12.114: Gibanje letnih obratovalnih stroškov variante 5b1 – inkrementalni prikaz.

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"						3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" <sup>79</sup>						938.670	938.670	938.670
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.061.330</b>	<b>-2.061.330</b>	<b>-2.061.330</b>

Tabela 12.115: Letni obratovalno vzdrževalni stroški variante 5b2 (EUR).

	enota	letna poraba	cena €	enota	strošek
Obratovalni stroški	EUR/leto	1	2.500.000,00	EUR/leto	2.500.000
Stroški zaposlenih	oseba	12	30.000	EUR/leto	360.000
Stroški vzdrževanja	EUR/leto	1	180.000,00	EUR/leto	180.000
<b>SKUPAJ OBRATOVANJE</b>					<b>3.040.000</b>
Strošek ravnanja s preostankom po čiščenju dimnih plinov (nenevarni odpadki, predaja pooblaščenemu prevzemniku)	t	700	300	EUR/t	210.000
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - začasno skladiščenje na deponiji na lokaciji monosežigalnice	t	15.000	0,00	EUR/t	0
Strošek ravnanja s pepelom kot preostanek po monosežigu - manipulacija pepela	t	15.000	5	EUR/t	75.000
<b>SKUPAJ RAVNANJE S PREOSTANKOM PO MONOSEŽIGU</b>					<b>285.000</b>
<b>SKUPAJ LETNI STROŠKI</b>					<b>3.325.000</b>

Tabela 12.116: Gibanje letnih obratovalnih stroškov variante 5b2 – inkrementalni prikaz.

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"	0	0	0	0	0	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom" <sup>80</sup>						498.750	498.750	498.750
<b>Inkrementalni letni obratovalni stroški variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-2.501.250</b>	<b>-2.501.250</b>	<b>-2.501.250</b>

Ob letnih obratovalnih stroških podvariant 5b1 in 5b2, prikazujemo tudi vpliv predvidenih prihodkov iz naslova energetske izrabe produktov monosežiga. Prihodki so prikazani inkrementalno, kar pomeni da produktov, ki se uporabijo znotraj sistema in s katerimi se ne ustvarja direktni priliv, ne prikazujemo. Prihodki so enaki za obe podvarianti.

<sup>79</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.

<sup>80</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.



Tabela 12.117: Predvideni prihodki variante 5b1 in variante 5b2 – inkrementalni prikaz.

	enota	letna proizvodnja	cena €	enota	prihodek
Prodaja toplote	MWh/leto	33.750	30,00	EUR/MWh	1.012.500
Prodaja električne energije	MWh/leto	6.375	50	EUR/leto	318.750
Ostali prihodki				EUR/leto	0
<b>SKUPAJ PRIHODEK</b>					<b>1.331.250</b>

Z vidika stroškov financiranja se je tako pri varianti 5a kot pri varianti 5b v celoti upoštevalo dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita za varianto 5a z glavnico v višini 8.400.000,00 EUR ter amortizacijski načrt kredita za varianto 5b z glavnico v višini 52.500.000,00 EUR.

Finančno analizo ter analizo denarnega toka prikazujemo z inkrementalno metodo in je prikazana v spodnjih tabelah po posamezni podvarianti variante 5.

Tabela 12.118: Finančna analiza variante 5a1 – monosežigalnica kapacitete 15.000 t in odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov (EUR).

Inkrementalna VARIANTE 5a1	FINANČNA ANALIZA	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški		0	0	0	-420.000	-5.040.000	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov		0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno		0	0	0	0	0	1.893.960	1.893.960	1.893.960
Stroški financiranja (obresti)		0	0	0	0	0	-54.950	0	0
Ostane vrednosti		0	0	0	0	0	0	0	2.982.000
<b>Stroški skupaj v deležu 15%:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-420.000</b>	<b>-5.040.000</b>	<b>1.839.010</b>	<b>1.893.960</b>	<b>4.875.960</b>

Tabela 12.119: Analiza denarnega toka variante 5a1 – monosežigalnica kapacitete 15.000 t in odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov (EUR).

DENARNI TOK VARIANTE 5a1	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Prihodki iz naslova produkcije toplote	0	0	0	0	0	135.000	135.000	135.000
Prihodki iz naslova produkcije elektrike	0	0	0	0	0	0	0	0
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	-894.950	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	0	0	336.000	336.000	336.000
Letni obratovalni stroški	0	0	0	0	0	-1.106.040	-1.106.040	-1.106.040
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.664.990</b>	<b>-770.040</b>	<b>-770.040</b>

Tabela 12.120: Finančna analiza variante 5a2 – monosežigalnica kapacitete 15.000 t in odlaganje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice (EUR).

Inkrementalna VARIANTE 5a2	FINANČNA ANALIZA	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški		0	0	0	-420.000	-5.040.000	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov		0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno		0	0	0	0	0	2.285.000	2.285.000	2.285.000
Stroški financiranja (obresti)		0	0	0	0	0	-54.950	0	0
Ostane vrednosti		0	0	0	0	0	0	0	2.982.000
<b>Stroški skupaj v deležu 15%:</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-420.000</b>	<b>-5.040.000</b>	<b>2.230.050</b>	<b>2.285.000</b>	<b>5.267.000</b>



**Tabela 12.121: Analiza denarnega toka variante 5a2 – monosežigalnica kapacitete 15.000 t in odlaganje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice (EUR).**

DENARNI TOK VARIANTE 5a2	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Prihodki iz naslova produkcije toplote	0	0	0	0	0	135.000	135.000	135.000
Prihodki iz naslova produkcije elektrike	0	0	0	0	0	0	0	0
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	-894.950	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	0	0	336.000	336.000	336.000
Letni obratovalni stroški	0	0	0	0	0	-715.000	-715.000	-715.000
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1.273.950</b>	<b>-379.000</b>	<b>-379.000</b>

**Tabela 12.122: Finančna analiza variante 5b1 – monosežigalnica kapacitete 100.000 t in odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov (EUR).<sup>81</sup>**

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 5b1	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	0	0	-393.750	-4.725.000	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	0	0	2.061.330	2.061.330	2.061.330
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	0	0	-51.516	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	2.795.625
<b>Stroški skupaj v deležu 15%:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-393.750</b>	<b>-4.725.000</b>	<b>2.009.814</b>	<b>2.061.330</b>	<b>4.856.955</b>

**Tabela 12.123: Analiza denarnega toka variante 5b1 – monosežigalnica kapacitete 100.000 t in odlaganje pepela na odlagališču nenevarnih odpadkov (EUR)<sup>82</sup>.**

DENARNI TOK VARIANTE 5b1	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Prihodki iz naslova produkcije toplote	0	0	0	0	0	1.012.500	1.012.500	1.012.500
Prihodki iz naslova produkcije elektrike	0	0	0	0	0	318.750	318.750	318.750
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	-5.593.438	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme						2.100.000	2.100.000	2.100.000
Letni obratovalni stroški	0	0	0	0	0	-6.257.800	-6.257.800	-6.257.800
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-9.751.238</b>	<b>-4.157.800</b>	<b>-4.157.800</b>

**Tabela 12.124: Finančna analiza variante 5b2 – monosežigalnica kapacitete 100.000 t in odlaganje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice (EUR)<sup>83</sup>.**

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 5b2	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	0	0	-393.750	-4.725.000	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	0	0	2.501.250	2.501.250	2.501.250
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	0	0	-51.516	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	2.795.625
<b>Stroški skupaj v deležu 15%:</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-393.750</b>	<b>-4.725.000</b>	<b>2.449.734</b>	<b>2.501.250</b>	<b>5.296.875</b>

<sup>81</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.

<sup>82</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.

<sup>83</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.



**Tabela 12.125: Analiza denarnega toka variante 5a2 – monosežigalnica kapacitete 15.000 t in odlaganje pepela na deponiji na lokaciji monosežigalnice (EUR)<sup>84</sup>.**

DENARNI TOK VARIANTE 5b2	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Prihodki iz naslova produkcije toplote	0	0	0	0	0	1.012.500	1.012.500	1.012.500
Prihodki iz naslova produkcije elektrike	0	0	0	0	0	318.750	318.750	318.750
Odlivi iz naslova vlaganj	0	0	0	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	0	0	-5.593.438	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	0	0	2.100.000	2.100.000	2.100.000
Letni obratovalni stroški	0	0	0	0	0	-3.325.000	-3.325.000	-3.325.000
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-5.487.188</b>	<b>106.250</b>	<b>106.250</b>

Na podlagi izvedene finančne analize za oba scenarija monosežigalnice ob upoštevanju možnosti končnega odlaganja pepela kot stranskega produkta monosežiga odpadnega blata, ugotavljamo, da je finančno najugodnejša varianta izgradnje monosežigalnice večje kapacitete (100.000 t) torej monosežigalnice, ki bi zadoščala za potrebe celotne Slovenije, ter odlaganje pepela na deponiji na lokaciji ob monosežigalnici. Ugodni finančni rezultati se kažejo tako v višjem prihranku glede na obstoječe stroške ravnanja z odpadnim blatom (NSV stroškov je višja in ni negativna; interna stopnja donosnosti je najvišja) kot v najkrajši dobi vračanja investicije. Rezultate po posamezni podvarianti predstavljamo v tabelah, ki sledijo.

**Tabela 12.126: Rezultati finančne analize variante 5a1.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	11.869.961
Interna stopnja donosnosti (%)	17,70%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,66
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-13.666.353

**Tabela 12.127: Rezultati finančne analize variante 5a2.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	15.928.934
Interna stopnja donosnosti (%)	21,62%
Doba vračanja začetne investicije (let)	3,86
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-9.607.380

**Tabela 12.128: Rezultati finančne analize variante 5b1.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	14.094.079
Interna stopnja donosnosti (%)	20,78%
Doba vračanja začetne investicije (let)	4,01
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-78.616.361

**Tabela 12.129: Rezultati finančne analize variante 5a2.**

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	18.660.424
Interna stopnja donosnosti (%)	25,24%
Doba vračanja začetne investicije (let)	3,31
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-34.355.765

<sup>84</sup> Prikaz stroškov je v deležu participacije v količini blata 15.000 t MOM.



## FINANČNA ANALIZA VARIANTE 8 – PREDELAVA BLATA V GRADBENE KOMPOZITE

Finančna analiza variante 8 predvideva predelavo odpadnega blata v gradbene kompozite. Predpostavke modela smo črpali iz Dokumenta identifikacije investicijskega projekta z naslovom Ravnanje z blatom – Predelava blata v gradbeni kompozit, JHMB 20/21, ki ga je pripravilo podjetje Energetika Maribor d.o.o. v oktobru 2020. V okviru predvidene finančne analize smo upoštevali tri možne podvarianete in sicer:

- Varianta 8a – Dogoše: Postavitev objekta RZB na lokaciji še ne zaprtega in ne saniranega rudarskega prostora gramoznice Dogoše.
- Varianta 8b – AQS: Predvidena postavitev objekta RZB na lokaciji začasne deponije ob CČN MB v Dogošah (za končno odstranitev oz. vgradnjo se uporabi lokacija iz variante 8b ali 8c)
- Varianta 8c – Pobrežje: Postavitev objekta RZB na lokaciji zaprtega odlagališča na Pobrežju (Snaga).

Izvedba variante 8 s postavitvijo objekta za ravnanje z odpadnim blatom je terminsko predvidena do konec leta 2023, tako da je v letu 2024 polno obratovanje sistema ravnanja z blatom. Investicijske stroške povzemamo po prej navedenem DIIP po posamezni predlagani varianti kot sledi.

Tabela 12.130: Investicijska vrednost variante 8 s predlaganimi podvariantami

	Varianta 8a - Dogoše	Varianta 8b - AQS	Varianta 8c - Pobrežje
Projektna dokumentacija	176.000	152.000	176.000
Gradbena dela	765.000	765.000	765.000
Dobava, vgradnja in zagon postroja mešalnice	1.500.000	1.500.000	1.500.000
Izvedba NN EE napeljav	224.000	224.000	224.000
Strojne konstrukcije	250.000	250.000	250.000
Projektne storitve (inženiring in vodenje, meritve, PID itd.)	162.200	162.200	162.200
<b>SKUPAJ brez DDV (EUR)</b>	<b>3.077.200</b>	<b>3.053.200</b>	<b>3.077.200</b>

Za potrebe izračuna letne amortizacije in stroškov nadomeščanja opreme se je iz zgoraj navedena DIIP koristilo podatek o investicijski vrednosti opreme, ki je za vse tri variante v znesku 1.974.000 EUR. Letni izračun amortizacije je predstavljen v nadaljevanju.

Tabela 12.131: Letna amortizacija variante 8.

	Investicijski stroški (EUR)	Amortizacijska stopnja (%)	$\Sigma$ (AM)	Ostane vrednosti (EUR)	Letna amortizacija (EUR)
Gradbena dela	1.103.200	2,50%	606.760	496.440	27.580
Oprema	1.974.000	10,00%	4.342.800	1.579.200	197.400
<b>SKUPAJ</b>	<b>3.077.200</b>			<b>2.075.640</b>	

Skladno z izračunanim amortizacijskim načrtom, so določeni stroški nadomeščanja opreme, ki se ne glede na podvarianto variante 8 pojavijo v letu 2033 in letu 2043 v letnem znesku 1.974.000 EUR.

Predvidena letne obratovalni vzdrževalne stroške smo deloma črpali iz DIIP, deloma pa s strani ponudnikov tovrstne tehnologije na trgu in jih prikazujemo v spodnji tabeli.





Tabela 12.132: Letni obratovalno vzdrževalni stroški za varianto 8 (EUR).

	Varianta 8a - Dogoše	Varianta 8b - AQS	Varianta 8c - Pobrežje
Letni strošek dobave pepela	192.000	192.000	192.000
Letni strošek električne energije	22.000	22.000	22.000
Letni strošek manipulacije blata in pepela ter vgradnja kompozita	695.500	783.240	695.500
Strošek zaposlenih	100.000	100.000	100.000
Strošek vzdrževanja in popravil	90.772	90.532	90.772
<b>Letni obratovalni stroški SKUPAJ (EUR)</b>	<b>1.100.272</b>	<b>1.187.772</b>	<b>1.100.272</b>

Inkrementalni prikaz gibanja letnih obratovalno vzdrževalnih stroškov je razviden iz tabel v nadaljevanju, iz katere je razviden prihranek po izvedbi projekta.

Tabela 12.133: Gibanje letnih obratovalnih stroškov za podvarianto 8a in varianto 8c – inkrementalni prikaz.

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"				3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom"				1.100.272	1.100.272	1.100.272	1.100.272	1.100.272
<b>Inkrementalni letni obratovalni str. variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.899.728</b>	<b>-1.899.728</b>	<b>-1.899.728</b>	<b>-1.899.728</b>	<b>-1.899.728</b>

Tabela 12.134: Gibanje letnih obratovalnih stroškov za podvarianto 8b – inkrementalni prikaz.

	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Letni obratovalni stroški "brez projekta"	0	0	0	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000	3.000.000
Letni obratovalni stroški "s projektom"				1.187.772	1.187.772	1.187.772	1.187.772	1.187.772
<b>Inkrementalni letni obratovalni str. variante</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>-1.812.228</b>	<b>-1.812.228</b>	<b>-1.812.228</b>	<b>-1.812.228</b>	<b>-1.812.228</b>

Z vidika stroškov financiranja se je za vse tri možne podvarianete v celoti upoštevalo dolžniško financiranje. Pri tem smo upoštevali obrestno mero 6 mesečni EURIBOR + 1% ter odplačilno dobo 10 let brez moratorija. Skladno s temi predpostavkami je bil pripravljen amortizacijski načrt kredita za varianto 8a in 8c z glavnico v višini 2.61.760,00 EUR ter za varianto 8b z glavnico v višini 2.442.560,00 EUR.

Finančno analizo ter analizo denarnega toka prikazujemo z inkrementalno metodo in je prikazana v spodnjih tabelah po posamezni podvarianeti variante 8.

Tabela 12.135: Finančna analiza variante 8a – Dogoše (EUR).

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 8a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-1.191.420	-1.885.780	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	1.899.728	1.899.728	1.899.728	1.899.728	1.899.728
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	-23.489	-21.028	-8.719	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	2.075.640
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-1.191.420</b>	<b>-1.885.780</b>	<b>1.876.239</b>	<b>1.878.700</b>	<b>1.891.009</b>	<b>1.899.728</b>	<b>3.975.368</b>



Tabela 12.136: Analiza denarnega toka variante 8a – Dogoše (EUR).

DENARNI TOK VARIANTE 8a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	-215.404	-400.036	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	-267.562	-265.120	-252.907	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	197.400	197.400	197.400	197.400	197.400
Letni obratovalni stroški	0	0	0	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>-215.404</b>	<b>-400.036</b>	<b>-1.170.434</b>	<b>-1.167.992</b>	<b>-1.155.779</b>	<b>-902.872</b>	<b>-902.872</b>

Tabela 12.137: Finančna analiza variante 8b – AQS (EUR).

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 8b	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-1.167.420	-1.885.780	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	1.812.228	1.812.228	1.812.228	1.812.228	1.812.228
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	-23.306	-20.864	-8.651	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	2.075.640
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-1.167.420</b>	<b>-1.885.780</b>	<b>1.788.922</b>	<b>1.791.364</b>	<b>1.803.577</b>	<b>1.812.228</b>	<b>3.887.868</b>

Tabela 12.138: Analiza denarnega toka variante 8b – AQS (EUR).

DENARNI TOK VARIANTE 8b	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	-213.724	-396.916	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	-267.562	-265.120	-252.907	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	197.400	197.400	197.400	197.400	197.400
Letni obratovalni stroški	0	0	0	-1.187.772	-1.187.772	-1.187.772	-1.187.772	-1.187.772
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>-213.724</b>	<b>-396.916</b>	<b>-1.257.934</b>	<b>-1.255.492</b>	<b>-1.243.279</b>	<b>-990.372</b>	<b>-990.372</b>

Tabela 12.139: Finančna analiza variante 8c – Pobrežje (EUR).

Inkrementalna FINANČNA ANALIZA VARIANTE 8b	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Investicijski stroški	0	-1.191.420	-1.885.780	0	0	0	0	0
Nadomeščanje investicijskih stroškov	0	0	0	0	0	0	0	0
Letni obratovalni stroški - inkrementalno	0	0	0	1.899.728	1.899.728	1.899.728	1.899.728	1.899.728
Stroški financiranja (obresti)	0	0	0	-23.489	-21.028	-8.719	0	0
Ostane vrednosti	0	0	0	0	0	0	0	2.075.640
<b>Stroški skupaj:</b>	<b>0</b>	<b>-1.191.420</b>	<b>-1.885.780</b>	<b>1.876.239</b>	<b>1.878.700</b>	<b>1.891.009</b>	<b>1.899.728</b>	<b>3.975.368</b>

Tabela 12.140: Analiza denarnega toka variante 8c – Pobrežje (EUR).

DENARNI TOK VARIANTE 8a	2021	2022	2023	2024	2025	2030	2040	2045
Odlivi iz naslova vlaganj	0	-215.404	-400.036	0	0	0	0	0
Plačilo anuitete	0	0	0	-269.665	-267.204	-254.895	0	0
Letna rezervacija za stroške nadomeščanja opreme	0	0	0	197.400	197.400	197.400	197.400	197.400
Letni obratovalni stroški	0	0	0	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272	-1.100.272
<b>Denarni tok variante</b>	<b>0</b>	<b>-215.404</b>	<b>-400.036</b>	<b>-1.172.537</b>	<b>-1.170.076</b>	<b>-1.157.767</b>	<b>-902.872</b>	<b>-902.872</b>

Na podlagi izvedene finančne analize za vse tri možnosti predelave blata v gradbene kompozite, ugotavljamo, da je finančno najbolj zanimiva varianta 8a, ki predvideva postavitev objekta RZB na lokaciji še ne zaprtega in ne saniranega rudarskega prostora gramoznice Dogoše.



Izvedba variante ima vpliv na znižanje obstoječe cene ravnanja z odpadnim blatom, prav tako pa ima najkrajšo povračilno dobom med podvariantami predelave blata v gradbene kompozite. Zaključki finančne analize po posamezni podvarianti so predstavljeni v naslednjih tabelah.

Tabela 12.141: Rezultati finančne analize variante 8a.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	20.324.747
Interna stopnja donosnosti (%)	50,64%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,69
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.009.671

Tabela 12.142: Rezultati finančne analize variante 8b.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	19.223.567
Interna stopnja donosnosti (%)	48,98%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,75
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-15.129.456

Tabela 12.143: Rezultati finančne analize variante 8c.

Neto sedanja vrednost stroškov variante (EUR)	20.324.747
Interna stopnja donosnosti (%)	50,64%
Doba vračanja začetne investicije (let)	1,69
Neto sedanja vrednost denarnega toka (EUR)	-14.024.258

Pri izvedeni finančno ekonomski analizi vseh variant ugotovljamo, da je s finančnega vidika **najoptimalnejša varianta izgradnja večje monosežigalnice ter deponiranje pepela na lokaciji monosežigalnice**; kot druga najugodnejša varianta pa se kaže kombinacija variant in sicer izvedba variante 3 + sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov Maribor po letu 2027 oz. do leta 2027 sosežig v cementarni ali sežigalnici v Avstriji.

Pregledna tabele finančne analize variant je prikazana v nadaljevanju.



Tabela 12.144: Pregledna tabela finančne analize variant.

PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA ZNIŽANJE KOLIČINE ODP. BLATA			VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA				VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA				VARIANTA 8 - Predelava blata v gradbene kompozite		
	VARIANTA 1 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 2 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru s termično hidrolizo + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 3 Sušenje blata + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 4 - Sosežig blata			VARIANTA 5 Monosežig blata				Varianta 8a - Dogoše	Varianta 8b - AQ5	Varianta 8c - Pobrežje	
				VARIANTA 4a Sosežig dehidrirane ga blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4b Izvedba var. 3 + sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odp. MOM	VARIANTA 4c Sosežig dehid. blata v sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 4d Izvedba var 3 + sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 5a1 Monosežig. kapacitete 15.000 t dehid. blata + pepel na odlagališču nenev. odp.	VARIANTA 5a2 Monosežig. kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na deponiji lokacije monosežig.	VARIANTA 5b1 Monosežig. 100.000 t blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov				VARIANTA 5b2 Monosežig. 100.000 t blata + pepel na deponiji lokacije monosežig.
Investicijski stroški (EUR)	6.150.000	8.903.250	2.572.500	0	2.572.500	0	2.572.500	8.400.000	8.400.000	52.500.000	52.500.000	3.077.200	3.053.200	3.077.200
Stroški financiranja (EUR)	229.648	332.498	123.146	0	123.146	0	123.146	423.500	423.500	2.646.875	2.646.875	124.114	123.146	124.114
Letni obratovalno vzdrževalni stroški (EUR)	0	0	577.677	0	577.677	0	577.677	1.106.040	715.000	6.257.800	3.325.000	1.100.272	1.187.772	1.100.272
Letni stroški končne dispozicije blata (EUR)	2.400.000	1.230.000	766.600	1.650.000	421.630	3.000.000	766.600	0	0	0	0	0	0	0
Predvideni stroški nadomeščanja opreme v ekonomski dobi projekta (EUR)	6.430.000	10.683.900	2.675.400	0	2.675.400	0	2.675.400	3.360.000	3.360.000	21.000.000	21.000.000	3.948.000	3.948.000	3.948.000
NPV stroškov posamezne variante (EUR)	4.907.471	17.429.029	19.301.254	14.012.923	23.049.066	0	19.468.297	11.869.961	15.928.934	14.094.079	18.660.424	20.324.747	19.223.567	20.324.747
Interna stopnja donosnosti variante (%)	11,7%	21,3%	62,2%	-	65,3%	-	63,5%	17,7%	21,6%	20,8%	25,2%	50,6%	49,0%	50,6%
Doba vračanja začetne investicije (let)	6,7	4,1	1,8	-	1,4	-	1,6	4,7	3,9	4,0	3,3	1,7	1,8	1,7
Točkovanje	3,79	10,90	11,97	8,96	14,00	1,00	11,97	7,74	10,05	9,01	11,60	12,55	11,92	12,55



PRIMERJAVA VARIANT	VPLIV NA ZNIŽANJE KOLIČINE ODP. BLATA			VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA				VPLIV NA KONČNO DISPOZICIJO BLATA				VARIANTA 8 - Predelava blata v gradbene kompozite		
	VARIANTA 1 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 2 Anaerobna obdelava odpadnega blata na izvoru s termično hidrolizo + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 3 Sušenje blata + predaja blata obstoječemu prevzemniku	VARIANTA 4 - Sosežig blata				VARIANTA 5 Monosežig blata				Varianta 8a - Dogoše	Varianta 8b - AQS	Varianta 8c - Pobrežje
				VARIANTA 4a Sosežig dehidrirane ga blata v objektu za energijsko izrabo odpadkov MOM	VARIANTA 4b Izvedba var. 3 + sosežig osušenega blata v objektu za energijsko izrabo odp. MOM	VARIANTA 4c Sosežig dehid. blata v sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 4d Izvedba var 3 + sosežig osušenega blata v cementarni ali sežigalnici v Avstriji	VARIANTA 5a1 Monosežig. kapacitete 15.000 t dehid. blata + pepel na odlagališču nenev. odp.	VARIANTA 5a2 Monosežig. kapacitete 15.000 t dehidriranega blata + pepel na deponiji lokacije monosežig.	VARIANTA 5b1 Monosežig. 100.000 t blata + pepel na odlagališču nenevarnih odpadkov	VARIANTA 5b2 Monosežig. 100.000 t blata + pepel na deponiji lokacije monosežig.			
Celotni letni prihranek zaradi izvedbe variante (EUR)	955.095	2.231.095	1.655.723	1.350.000	2.000.693	0	1.655.723	1.893.960	2.285.000	2.061.330	2.501.250	1.899.728	1.812.228	1.899.728
Točkovanje	5,96	12,60	9,61	8,02	11,40	1,00	9,61	10,84	12,88	11,71	14,00	10,87	10,42	10,87
Letni prihranek iz naslova ravnanja z odpadnim blatom (EUR)	600.000	1.770.000	1.655.723	1.350.000	2.000.693	0	1.655.723	1.893.960	2.285.000	2.061.330	2.501.250	1.899.728	1.812.228	1.899.728
	0%	0%	0%	-45%	-53%	0%	-42%	-27%	-40%	-37%	-52%	-46%	-43%	-46%
Seštevek točk posamezne variante - FINANČNA ANALIZA	9,75	23,50	21,57	16,98	25,40	2,00	21,57	18,59	22,93	20,72	25,60	23,42	22,34	23,42
<b>RANG VARIANTE - FINANČNA ANALIZA</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>8</b>	<b>11</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>7</b>	<b>4</b>

## Legenda:

Točkovanje: najvišje število točk dobi najboljša varianta

Rang: 1 - najboljša varianta



## 12.18 PRILOGA 18 – NAČRT RAVNANJA Z ODPADKI

Uredba o odpadkih ( Ur.l.RS št.37/15, 69/15, 129/20) zahteva v 27. členu izdelavo načrta gospodarjenja z odpadki. Načrt gospodarjenja z odpadki mora vsebovati najmanj:

- podatke o količinah odpadkov po številkah odpadkov in predvidenih trendih njihovega nastajanja,
- opis obstoječih in predvidenih tehničnih, organizacijskih in drugih ukrepov za preprečevanje odpadkov
- opis obstoječih in predvidenih načinov ravnanja z odpadki s podatki o:
- opis ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje škodljivih vplivov na okolje in človekovo zdravje pri začasnem skladiščenju odpadkov in pri njihovi obdelavi, če

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Ur.l.RS, št. 98/15, 76/17, 81/19) postavlja v 18. členu zahteve za obdelavo blata.

Koncesionar za čiščenje odpadne vode za Mestno občino Maribor podjetje Aquasystems je izdelalo na podlagi omenjene zakonodaje dokument Načrt gospodarjenja z odpadki in z blatom za obdobje 2021 – 2024.

V poglavju 2 podatki o vrsti odpadkov in predvidenemu trendu njihovega nastajanja so zbrani podatki o dejavnosti, kjer nastajajo odpadki in letne količine. Letne količine so ocenjene oziroma izračunane glede na nastajanje odpadkov v obdobju od 2016 do 2020.

V poglavju 5 so opisani obstoječi in predvideni načini ravnanja z odpadki. Začasno skladiščenje odpadkov: vsi odpadki razen odpadkov iz papirja, plastike in mešanih komunalnih odpadkov se začasno skladiščijo do zapolnitve prostih kapacitet v zbirnem kontejnerju oziroma posodi, potem se izvede postopek naročila odvoza pri pogodbenem ali pooblaščenem prevozniku, predelovalcu oziroma trgovcu.

Ločeno zbiranje odpadkov: odpadki iz papirja, kovine, plastike in stekla se zbirajo ločeno. Embalaža, ki vsebuje nevarne snovi, se skladišči ločeno, v neprepustnih posodah v pokritih in zračnih mestih. Odpadne kemikalije se zbirajo v neprepustnih označenih posodah, na varnem mestu.

Oddaja in prepuščanje odpadkov: odpadki iz papirja, plastike in mešani komunalni odpadki se prepustijo pooblaščenemu zbiralcu na podlagi rednih terminskih odvozov. Odpadki iz kovine se oddajo trgovcu z odpadki. Ostali odpadki se oddajo pogodbenim oz. pooblaščenim predelovalcem.

### **Ravnanje z blatom**

Blato CČN Maribor se obdela z aerobno stabilizacijo, flotacijo (3-4% suhe snovi) in dehidracijo (23% suhe snovi). Na koncu sledi stabilizacija z dodatkom apna (20% apna na suho snov blata).

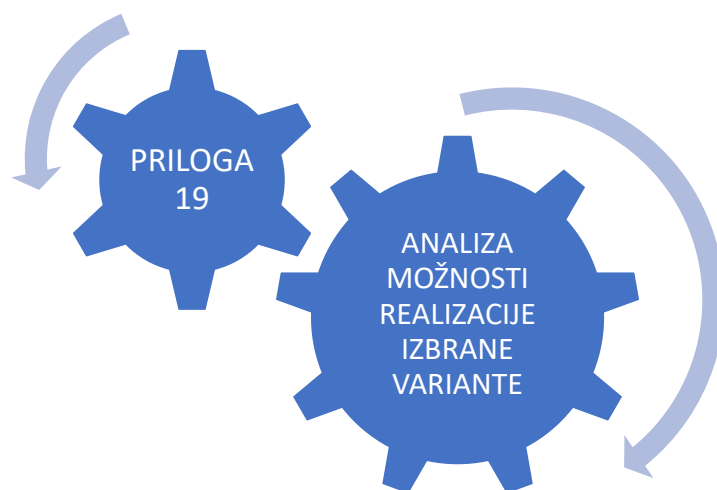
Blata iz malih čistilnih naprav, ki nimajo svoje obdelave blata, in odpadne vode iz greznic, ki se morajo skladno z zakonodajo obdelati na CCN, se dostavijo na sprejemno enoto, kjer se izmeri količina, pH vrednost, temperatura in prevodnost. V skladu z načrtom vzorčenja se izvedejo tudi analize pripeljanih vsebin. Blato in odpadne vode iz greznic se nadalje obdelajo na mehanskem ter biološkem čiščenju, na koncu pa poteka zgoščanje na strojnem zgoščanju blata.

Lastnik blata Mestna občina Maribor oziroma pooblaščen podjetje preko javnega razpisa izbere izvajalca in odstranjevalca za blato, ki blato odstrani in predela glede na zahtevane pogoje in skladno z zakonskimi zahtevami.



Do aprila 2020 je dehidrirano blato odvažalo na predelavo podjetje Surovina, od 1.4.2020 pa se zaradi prepovedi izvoza na Madžarsko blato začelo začasno skladiščiti na deponiji pri CČN oziroma delno odvažata z deponije. Po predvidenem planu naj bi se skladiščena količina popolnoma odstranila z deponije do konca marca 2021, kar je izvedeno . Potem naj bi se blato ponovno odvažalo sproti.

Glede na rezultate te študije in odločitve investitorja Mestne občine Maribor o bodočem ravnanju z blatom iz čistilne naprave Maribor bo potrebno to poglavje seveda uskladiti z odločitvijo.



## 12.19 PRILOGA 19 – ANALIZA MOŽNOSTI REALIZACIJE IZBRANE VARIANTE

### A. POSTOPEK ODDAJE JAVNEGA NAROČILA PO ZJN-3

Naročnik lahko na način in pod pogoji, določenimi v ZJN-3, za oddajo javnega naročila uporabi naslednje postopke: odprti postopek, omejeni postopek, konkurenčni dialog, partnerstvo za inovacije, konkurenčni postopek s pogajanjem, postopek s pogajanjem z objavo, postopek s pogajanjem brez predhodne objave, postopek naročila male vrednosti.

Naročnik izvede javno naročanje po postopkih od a) do f) točke prvega odstavka 39. člena ZJN-3, če je vrednost predmeta javnega naročila enaka ali večja od mejnih vrednosti, od katerih dalje je uporaba zakona obvezna in če so izpolnjeni pogoji, ki so v nekaterih primerih določeni za posamezni postopek.

#### i) Odprti postopek

V odprtem postopku lahko vsak zainteresirani gospodarski subjekt odda ponudbo na podlagi objavljenega povabila k sodelovanju. Ponudbi se priložijo informacije za ugotavljanje sposobnosti, ki jih zahteva naročnik. Minimalni rok za prejem ponudb je 35 dni od datuma, ko je bilo poslano v objavo obvestilo o javnem naročilu. Če v nujnem primeru, ki ga naročnik ustrezno utemelji, ni mogoče upoštevati roka 35 dni, pa lahko naročnik določi rok, ki ni krajši od 15 dni od datuma, ko je bilo v objavo poslano obvestilo o javnem naročilu. Sledi ocenjevanje prejetih ponudb na podlagi meril za oddajo javnega naročila iz obvestila o javnem naročilu. Naročnik nato na podlagi meril za izbor izbere najugodnejšega ponudnika, o čemer izda in na portalu javnih naročil objavi odločitev o oddaji javnega naročila.

#### ii) Omejeni postopek

V omejenem postopku naročnik objavi povabilo k sodelovanju na podlagi katerega prijavo za sodelovanje lahko odda vsak zainteresirani gospodarski subjekt. Prijavi za sodelovanje morajo gospodarski subjekti predložiti informacije za ugotavljanje sposobnosti, ki jih zahteva naročnik. Gre za prvo fazo postopka, v kateri naročnik preveri usposobljenost prijaviteljev in o tem izda ter na portalu javnih naročil objavi odločitev o priznanju sposobnosti.

V drugi fazi postopka naročnik kandidate povabi k predložitvi ponudbe. Ponudbo lahko oddajo le gospodarski subjekti, ki jih na podlagi ocene v prijavi predloženih informacij k temu povabi naročnik. Naročnik lahko omeji število ustreznih kandidatov, ki bodo povabljeni k oddaji ponudbe. Naročnik nato na podlagi meril za izbor izbere najugodnejšega ponudnika, o čemer izda in na portalu javnih naročil objavi odločitev o oddaji javnega naročila.

## Konkurenčni dialog

Konkurenčni dialog se na splošnem področju uporablja restriktivno, kadar so za to izpolnjeni pogoji, določeni v točki a prvega odstavka 42. člena ZJN-3. Za izvedbo predmetnega postopka mora biti izpolnjen vsaj eden od naslednjih pogojev, in sicer:

- potreb naročnika ni mogoče zadovoljiti brez prilagoditve zlahka dostopnih rešitev;
- vključujejo zasnovne ali inovativne rešitve;
- zaradi posebnih okoliščin, povezanih z vrsto, kompleksnostjo ali pravno in finančno strukturo ali zaradi z njimi povezanih tveganj, javnega naročila ni mogoče oddati brez predhodnih pogajanj;
- naročnik ne more dovolj natančno določiti tehničnih specifikacij s sklicevanjem na standard, evropsko tehnično oceno, skupno tehnično specifikacijo ali tehnično referenco v smislu 24. do 27. točke prvega odstavka 2. člena ZJN-3.

Za sodelovanje v konkurenčnem dialogu se lahko na podlagi objavljenega obvestila o javnem naročilu prijavi vsak gospodarski subjekt, tako da k prijavi priloži informacije za ugotavljanje sposobnosti, ki jih zahteva naročnik. Po prejemu prijav, naročnik preveri usposobljenost prijaviteljev in o tem izda odločitev o priznanju sposobnosti, s katero odloči o tem, kateri izmed kandidatov, ki so oddali prijavo, so uvrščeni v konkurenčni dialog. V dialogu lahko sodelujejo le gospodarski subjekti, ki jih na podlagi ocene predloženih informacij k temu povabi naročnik. Naročnik lahko omeji število ustreznih kandidatov, ki bodo povabljeni k dialogu.

Naročnik z udeleženci začne dialog s ciljem ugotoviti in opredeliti najustreznejše načine za izpolnitev svojih potreb. Zagotoviti mora enako obravnavo vseh udeležencev in informacij ne sme nuditi diskriminatorno.

Konkurenčni dialog se lahko izvaja v zaporednih stopnjah, da se na podlagi meril za oddajo javnega naročila, določenih v obvestilu o javnem naročilu ali opisnem dokumentu, zmanjša število rešitev, o katerih se razpravlja med posamezno stopnjo dialoga. Naročnik nadaljuje dialog, dokler ne najde ene ali več rešitev, ki lahko izpolnijo njegove potrebe. Ko naročnik zaključi dialog in o tem obvesti udeležence, ki so sodelovali v zadnji stopnji dialoga, vsakega od njih povabi, da predloži končno ponudbo na podlagi sprejete rešitve ali rešitev, ki so bile predstavljene in podrobneje opredeljene med dialogom. Sledi ocenjevanje prejetih ponudb na podlagi meril za oddajo javnega naročila iz obvestila o javnem naročilu. Na zahtevo naročnika se lahko s ponudnikom, za katerega je naročnik ugotovil, da je oddal ponudbo, ki predstavlja najboljše razmerje med ceno in kakovostjo, izvedejo pogajanja, da se z dokončno določitvijo pogojev javnega naročila potrdijo finančne obveznosti ali drugi pogoji iz ponudbe. To ne sme spremeniti bistvenih vidikov ponudbe ali javnega naročila, vključno s potrebami in zahtevami iz obvestila o javnem naročilu, ter predstavljati nevarnosti za izkrivljanje konkurence ali diskriminacijo.

### iii) Partnerstvo za inovacije

Naročnik v postopku partnerstva za inovacije objavi obvestilo o javnem naročilu, na podlagi katerega lahko prijavo poda vsak gospodarski subjekt, tako da k prijavi predloži informacije za ugotavljanje sposobnosti, ki jih zahteva naročnik. Po pregledu prijav naročnik izda odločitev o tem, kateri partnerji so povabljeni v partnerstvo za inovacije. V postopku lahko sodelujejo le gospodarski subjekti, ki jih na podlagi ocene predloženih informacij k temu povabi naročnik. Naročnik lahko omeji število ustreznih kandidatov, ki bodo povabljeni v partnerstvo za inovacije. Naročnik se lahko odloči, da bo vzpostavil partnerstvo za inovacije z enim ali več partnerji, ki bodo izvajali ločene raziskovalne in razvojne dejavnosti.

Partnerstvo za inovacije se izvaja v zaporednih stopnjah, ki upoštevajo zaporedje korakov v postopku raziskav in inovacij, ter lahko vključuje proizvodnjo blaga, izvajanje storitev ali dokončanje gradenj. Pri partnerstvu za inovacije se določijo vmesni cilji, ki jih morajo doseči partnerji, in zagotovi plačilo v ustreznih obrokih. Na podlagi pogajanj in predloženih ponudb v vsaki posamezni fazi naročnik odloči o tem ali inovativni proizvod, storitev ali gradnja v tej fazi ustreza kakovosti in najvišjim stroškom, ki so bili dogovorjeni z naročnikom.

Naročnik se s ponudniki pogajajo o prvih in vseh nadaljnjih ponudbah, ki jih slednji predložijo, za izboljšanje njihove vsebine, razen o končnih ponudbah. Naročnik se lahko po vsaki stopnji odloči za prekinitve partnerstva za inovacije ali zmanjšanja števila partnerjev s prekinitvijo posameznih pogodb.

#### iv) Konkurenčni postopek s pogajanjem

Konkurenčni postopek s pogajanjem se lahko uporabi zgolj za javno naročanje na splošnem področju. Za javna naročila pod mejnimi vrednostmi za objavo na portalu EU se lahko uporabi kadarkoli, medtem ko se za javna naročila nad mejnimi vrednostmi konkurenčni postopek s pogajanjem lahko uporabi zgolj v naslednjih primerih:

- potreba naročnika ni mogoče zadovoljiti brez prilagoditve zlahka dostopnih rešitev;
- vključujejo zasnovne ali inovativne rešitve;
- zaradi posebnih okoliščin, povezanih z vrsto, kompleksnostjo ali pravno in finančno strukturo ali zaradi z njimi povezanih tveganj, javnega naročila ni mogoče oddati brez predhodnih pogajanj;
- naročnik ne more dovolj natančno določiti tehničnih specifikacij s sklicevanjem na standard, evropsko tehnično oceno, skupno tehnično specifikacijo ali tehnično referenco v smislu 24. do 27. točke prvega odstavka 2. člena ZJN-3.

Konkurenčni postopek s pogajanjem se lahko izvede tudi v primeru, ko so bile v odprtem ali omejenem postopku ali postopku naročila male vrednosti predložene zgolj ponudbe, ki niso skladne z dokumentacijo v zvezi z oddajo javnega naročila ali ki so prispele prepozno ali za katere je naročnik ugotovil, da so neobičajno nizke, ali ponudbe ponudnikov, ki niso ustrezno usposobljeni, ali ponudbe, katerih cena presega naročnikova zagotovljena sredstva. V primeru nastopa teh okoliščin naročniku v konkurenčnem postopku s pogajanjem ni treba objaviti obvestila o javnem naročilu, če v postopek vključi vse ponudnike, ki izpolnjujejo pogoje za sodelovanje in zanje ne obstajajo razlogi za izključitev in so v predhodno izvedenem odprtem ali omejenem postopku ali postopku naročila male vrednosti predložili ponudbe v skladu s formalnimi zahtevami za postopek javnega naročanja.

Konkurenčni postopek s pogajanjem je večfazni postopek. V prvi fazi naročnik objavi povabilo k sodelovanju, v katerem določi pogoje za priznanje sposobnosti. Na podlagi objavljenega obvestila o javnem naročilu lahko prijavo odda vsak gospodarski subjekt. Prijavi za sodelovanje mora predložiti informacije za ugotavljanje sposobnosti, ki jih zahteva naročnik. Po pregledu prijav naročnik izda odločitev o priznanju sposobnosti, s katero odloči o tem kateri kandidati, ki so oddali prijavo, bodo imeli v okviru pogajanj možnost oddati ponudbo. Prvo ponudbo lahko oddajo le gospodarski subjekti, ki k temu povabi naročnik. Ta ponudba je podlaga za nadaljnja pogajanja. Naročnik lahko omeji število ustreznih kandidatov, ki bodo povabljeni k oddaji ponudbe. Po prejemu ponudb sledi ena ali več stopenj pogajanj. Naročnik se s ponudniki pogaja o prvih in vseh nadaljnjih ponudbah, ki jih slednji predložijo. Naročnik mora med pogajanjem zagotoviti enako obravnavo vseh ponudnikov in informacij ne nuditi diskriminatorno. Ko namerava naročnik zaključiti pogajanja, obvesti preostale ponudnike o zadnjem krogu pogajanj in določi skupni rok za predložitev morebitnih novih ali spremenjenih ponudb.

Tega mu ni potrebno narediti, če je število krogov napovedal v obvestilu o naročilu ali dokumentaciji v zvezi z oddajo javnega naročila ali če se pogaja le z enim kandidatom. Na podlagi povabila k oddaji končnih ponudb ponudniki oddajo svoje končne ponudbe. Po prejemu končnih ponudb naročnik v skladu z določbami ZJN-3 preveri, ali so skladne z minimalnimi zahtevami ter nato odda javno naročilo na podlagi meril za oddajo.

#### v) Postopek s pogajanjem z objavo

Naročnik lahko uporabi postopek s pogajanjem z objavo le za javno naročanje na infrastrukturnem področju.

#### vi) Postopek s pogajanjem brez predhodne objave

Gre za postopek s pogajanjem, v katerem sodelujejo zgolj gospodarski subjekti, ki jih k temu pozove naročnik. Ta postopek se uporablja zgolj v primerih, ki so taksativno naštetih v 46. členu ZJN-3.

Za postopek s pogajanjem brez predhodne objave je značilno, da naročnik povabilo k oddaji prijave posreduje zgolj določenim gospodarskim subjektom in zato objava obvestila o naročilu na Portalu javnih naročil ni potrebna. Prijavo za sodelovanje torej naročniku lahko posredujejo zgolj gospodarski subjekti, ki jih je naročnik k temu povabil. Naročnik po prejemu prijav preveri izpolnjevanje pogojev za priznanje sposobnosti in k pogajanjem povabi zgolj ponudnike, ki izpolnjujejo pogoje. Po končanih pogajanjih naročnik ponudnike povabi k oddaji končnih ponudb in javno naročilo odda najugodnejšemu ponudniku.

## B. PARTNERSTVA

### i) Javno-zasebno partnerstvo

Javno-zasebna partnerstva so vse bolj pogost mehanizem spajanja javnega in zasebnega sektorja, za doseganje točno določenih ciljev. Glavni cilj tovrstnega partnerstva je predvsem vzpodbujanje zasebnega vlaganja v javno infrastrukturo in storitve javnih služb. Javno-zasebno partnerstvo se izvaja na področjih financiranja, projektiranja, gradnje, nadzora, organizacije, vzdrževanja ter izvajanja dejavnosti v javnem interesu.

Javno-zasebno partnerstvo je po definiciji iz Zakona o javno zasebnem partnerstvu »razmerje zasebnega vlaganja v javne projekte oz. javnega sofinanciranja zasebnih projektov, ki so v javnem interesu, ter je sklenjeno med javnim in zasebnim partnerjem v zvezi z izgradnjo, vzdrževanjem in upravljanjem javne infrastrukture ali drugimi projekti, ki so v javnem interesu, in s tem povezanim izvajanjem gospodarskih in drugih javnih služb ali dejavnosti, ki se zagotavljajo na način in pod pogoji, ki veljajo za gospodarske javne službe, oziroma drugih dejavnosti, katerih izvajanje je v javnem interesu, oziroma drugo vlaganje zasebnih ali zasebnih in javnih sredstev v zgraditev objektov in naprav, ki so deloma ali v celoti v javnem interesu, oziroma v dejavnosti, katerih izvajanje je v javnem interesu«.

### **OBLIKE JAVNO-ZASEBNEGA PARTNERSTVA**

Področje javno-zasebnega partnerstva primarno ureja Zakon o javno-zasebnem partnerstvu (Uradni list RS, št. 127/06). Zakon kot možne oblike javno-zasebnih partnerstev opredeljuje pogodbeno partnerstva, pri katerem se med javnim in zasebnim partnerjem vzpostavi pogodbeno razmerje in statusna partnerstva, pri katerih se upravičenja in obveznosti prenesejo na tretjo osebo v kateri sta oba partnerja kapitalsko udeležena. V skladu z ZJZP se pogodbeno partnerstvo izvaja skladno z ZJZP in ZJN-3 ter ZGJS, statusno pa skladno z ZJZP, ZGJS in ZJF.

### **POGODBENO PARTNERSTVO**

Pogodbena partnerstva se lahko izvajajo v obliki koncesijskega razmerja ali javno-naročniškega razmerja. Ključno za razlikovanje med javnonaročniškim partnerstvom in koncesijskim partnerstvom je razporeditev poslovnega tveganja med javnega in zasebnega partnerja. Vežano na navedeno je potrebno opozoriti na načelo uravnoveženosti, ki določa, da morajo biti tveganja razporejena tako, da jih nosi tista stranka, ki jih najlažje obvladuje. V vsakem primeru pa mora izvajalec javno-zasebnega partnerstva, ne glede na naravo razmerja javno-zasebnega partnerstva, nositi vsaj del poslovnega tveganja. V kolikor zasebni partner ne bi nosil niti del poslovnega tveganja, ne moremo govoriti o javno-zasebnem partnerstvu. V tem primeru bi šlo za javno naročilo.

### **STATUSNO PARTNERSTVO**

Statusno javno-zasebno partnerstvo je razmerje, sklenjeno med javnim in zasebnim partnerjem, pri katerem javni partner podeli izvajanje pravic in obveznosti izvajalcu statusnega partnerstva. Statusno javno-zasebno partnerstvo se v odvisnosti od načina oblikovanja statusnega partnerstva lahko izvaja kot:

1. Partnerstvo z ustanovitvijo pravne osebe
2. Partnerstvo s prodajo deleža
3. Partnerstvo z nakupom deleža

### **ii) Javno-javno partnerstvo**

Kot alternativa javno-zasebnemu partnerstvu se ponuja koncept javno-javnega partnerstva, s ciljem izboljšati ponudbo in storitev javnih storitev. Bistvo javno-javnega partnerstva je v tem, da lahko javni organ naloge v javnem interesu, ki so mu naložene, izvaja samostojno z lastnimi sredstvi in tudi v sodelovanju z drugimi javnimi organi. Za razliko od javno-zasebnega partnerstva se javni subjekt ni dolžen obrniti na zunanje, zasebne subjekte.

Javno-javno partnerstvo je sodelovanje med javnimi subjekti, katerega namen je zagotoviti izvajanje skupne javne naloge. Gre za razmerja, ki se vzpostavijo med dvema ali več osebami javnega prava. Pravne osebe javnega prava so: so država, občine, javni skladi, javne agencije, javni zavodi in javni gospodarski zavod ter ostale pravne osebe, ki odgovarjajo definiciji osebe javnega prava iz tretjega odstavka 9. člena ZJN-3.

Cilj javno-javnih partnerstev je izboljšati storitve in izvajanje nalog javne službe, ki je skupna javnim subjektom (npr. dvema ali več lokalnim skupnostim, javnim podjetjem itd.). Cilj tega sodelovanja je lahko izboljšanje in razvoj človeških virov, tehnična podpora na različnih področjih, izboljšanje učinkovitosti ali organizacijskih izboljšav, financiranje dela ali nekaterih dejavnosti itd. Sodelovanje med javnimi subjekti (osebami javnega prava) se torej vzpostavi z namenom izvajanja skupnih javnih nalog, ki jih morajo opraviti vsi partnerji sodelovanja, pri čemer se upoštevajo vidiki javnega interesa.