

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*



Jamova cesta 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

**DRUGG** – Digitalni repozitorij UL FGG  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na bibliografske podatke, kot je navedeno:

Jarc, G. 2013. Podpora nadzornega sistema predelave odvečnega blata čistilnih naprav v trdno gorivo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Grilc, V.): 84 str.

University  
of Ljubljana

Faculty of  
*Civil and Geodetic  
Engineering*



Jamova cesta 2  
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia  
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

**DRUGG** – The Digital Repository  
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's bibliographic information as follows:

Jarc, G. 2013. Podpora nadzornega sistema predelave odvečnega blata čistilnih naprav v trdno gorivo. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Grilc, V.): 84 pp.

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
*gradbeništvo in  
geodezijo*

Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si



UNIVERZITETNI ŠTUDIJ  
VODARSTVA IN  
KOMUNALNEGA  
INŽENIRSTVA

Kandidat:

**GAŠPER JARC**

**PODPORA NADZORNEGA SISTEMA PREDELAVE  
ODVEČNEGA BLATA ČISTILNIH NAPRAV V TRDNO  
GORIVO**

Diplomska naloga št.: 196/VKI

**SUPPORT TO THE CONTROL SYSTEM FOR  
PROCESSING OF WASTE SEWAGE SLUDGE INTO  
ALTERNATIVE FUEL**

Graduation thesis No.: 196/VKI

**Mentor:**

izr. prof. dr. Viktor Grilec

**Predsednik komisije:**

doc. dr. Dušan Žagar

**Član komisije:**

prof. dr. Boris Kompare

Ljubljana, 24. 01. 2013

Univerza  
v Ljubljani

Fakulteta za  
gradbeništvo in  
geodezijo

Jamova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
[fgg@fgg.uni-lj.si](mailto:fgg@fgg.uni-lj.si)





**IZJAVE**

Spodaj podpisani Gašper Jarc izjavljam, da sem avtor diplomskega dela z naslovom »Podpora nadzornega sistema predelave odvečnega blata čistilnih naprav v trdno gorivo«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 18. december, 2012

Gašper Jarc

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 006.8:54:628.3/.4(043.2)  
**Avtor:** Gašper Jarc  
**Mentor:** izr. prof. dr. Viktor Grilc  
**Naslov:** Podpora nadzornega sistema predelave odvečnega blata čistilnih naprav v trdno gorivo  
**Tip dokumenta:** Diplomsko delo – univerzitetni študij  
**Obseg in oprema:** 84 str., 21 pregl., 16 sl.  
**Ključne besede:** čistilna naprava, odvečno blato, biorazgradljiv odpad, nenevaren odpad, recikliranje, predelava, termična obdelava, nadzorni sistem, predpisi, klasifikacija, trdno gorivo iz odpadkov, sežig, kurilna vrednost, vlažnost, žarizguba, živo srebro, klor, žveplo, kadmij, SIST-TS CEN/TS 15358:2007, SIST-TS CEN/TS 15359:2007

### **Izvelek:**

Danes je v deželah razvitega sveta civilizacijski standard stalna oskrba prebivalstva s pitno vodo in – po izrabi – zbiranje odpadnih vod s pomočjo kanalizacijskega sistema ter njeno čiščenje na čistilni napravi. Čiščenje odpadnih vod na komunalnih in drugih vrstah čistilnih naprav je pravzaprav izboljšana imitacija samočiščenja vode v naravi, ki ima za končni produkt očiščeno vodo in seveda različne vrste trdnih odpadkov. Največji delež odpadkov pri delovanju komunalnih čistilnih naprav predstavlja odvečno aktivno blato, ki nastaja v procesu čiščenja komunalnih odpadnih vod oz. natančneje predvsem pri aerobnem biološkem čiščenju odpadne vode.

V preteklosti se je odvečno blato KČN večinoma odlagalo na trajna odlagališča komunalnih odpadkov ali pa se je uporabljalo kot gnojilo oz. kompost v različne kmetijske namene. V sredini leta 2009 se je zakonodaja na tem področju tako zaostрила, da tedanje variante končne dispozicije odvečnega blata praktično niso bile več mogoče. V diplomski nalogi so obravnavane alternativne možnosti za končno obdelavo, kako se s tem problemom spopadajo ponekod v tujini, kaj lahko pričakujemo v prihodnosti in kakšni so trenutni zakonski okviri na tem področju.

Zaradi velike vsebnosti organskih snovi v odpadnem blatu in njegovega nenevarnega značaja je mogoče odvečno blato predelati v alternativno gorivo in ga tako reciklirati oz. izrabiti njegov energetski potencial. Alternativna goriva se glede na kurilno vrednost in vsebnost nekaterih nevarnih snovi uvršča v enega od petih razredov iz klasifikacijskega sistema trdnih goriv iz odpadkov. Zaradi namena zagotavljanja ustrezne kvalitete, ki jo zahtevajo predpisi in odjemalci oz. prevzemniki, mora tako povzročitelj odpadka zagotoviti učinkovit nadzorni sistem njegove predelave v trdno gorivo.

**BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT**

**UDC:** 006.8:54:628.3/.4(043.2)  
**Author:** Gašper Jarc  
**Supervisor:** Assoc. Prof. Viktor Grilc, Ph.D.  
**Title:** Support to the control system for processing of waste sewage sludge into alternative fuel  
**Document type:** Graduation Thesis – University studies  
**Scope and tools:** 84 p., 21 tab., 16 fig.  
**Keywords:** waste water treatment plant, sewage sludge, biodegradable waste, non-hazardous waste, recycling, recovery, thermal treatment, control system, legislation, classification, solid recovered fuel, alternative solid fuel, incineration, calorific value, moisture, loss on ignition, mercury, chlorine, sulphur, cadmium, SIST-TS CEN/TS 15358:2007, SIST-TS CEN/TS 15359:2007

**Abstract:**

Constant potable water supply, waste water collecting through sewage systems and its purification in treatment plants have become a civilisation standard in the developed countries. Having purified water and different types of solid waste as a final product, the wastewater purification in municipal and other types of treatment plants is actually an advanced imitation of water self-purification as it occurs in nature. A major part of waste produced by municipal treatment plants represents active sewage sludge, which is a product of a waste water treatment process, specifically the aerobic biological treatment.

In the past, the waste sewage sludge was being disposed on permanent landfill sites or was used as fertiliser or compost for different agricultural purposes. In the mid of 2009, a more strict legislation was passed, prohibiting the variations of a sewage sludge final disposition then used. The Diploma thesis discusses alternative options of the final treatment, the different ways this problem is addressed in certain foreign countries, the future prospects, and the current legislation in this field.

Due to a large content of organic matter and its non-hazard behaviour, the waste sewage sludge can be recycled as an alternative solid fuel, thus enabling exploitation of its energy potential. The responsible legislative act classifies select alternative solid fuels in five categories depending on the calorific value and level of selected dangerous substances contained. To ensure appropriate quality required by regulations and customers or contractors, a waste producer must ensure an efficient control system of sludge processing into a solid fuel.

## **ZAHVALA**

Za strokovno pomoč, usmeritve, vse nasvete in razumevanje ob pisanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem svojemu mentorju izr. prof. dr. Viktorju Grilcu.

Hvala tudi ga. Vesni Mislej iz CČN Ljubljana za vse posredovane podatke, literaturo, strokovno pomoč in pojasnila.

Posebna zahvala gre mojim staršem za pomoč in podporo na poti do izobrazbe.

Za vsestransko podporo skozi celoten študij in neposredno pomoč pri pisanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem tudi moji življenski sopotnici. Maša, hvala!

Hvala tudi vsem ostalim, ki so mi kakorkoli pomagali pri izdelavi te naloge.

*To diplomsko nalogo s hvaležnostjo posvečam svojim staršem.*



**KAZALO VSEBINE**

<b>1</b>	<b>UVOD</b>	<b>1</b>
1.1	Opredelitev problema	1
1.2	Namen diplomskega dela	2
1.3	Delovna hipoteza	2
<b>2</b>	<b>TEORETIČNI DEL</b>	<b>3</b>
2.1	Emisije toplogrednih plinov in z njimi povezane podnebne spremembe	3
2.2	Komunalne odpadne vode	6
2.2.1	Izvor odpadnih vod	6
2.2.2	Lastnosti odpadnih vod	6
2.2.3	Klasifikacija odpadkov iz procesa čiščenja komunalne odpadne vode	9
2.2.4	Čiščenje komunalne odpadne vode	9
2.2.4.1	Predčiščenje	9
2.2.4.2	Primarno čiščenje	10
2.2.4.3	Sekundarno (biološko) čiščenje	10
2.2.4.4	Črpanje povratnega in odvečnega blata	12
2.3	Odpadek 19 08 05: Mulji iz čistilnih naprav komunalnih odpadnih vod	13
2.3.1	Definicija	13
2.3.2	Vrste in količine blat v Sloveniji	13
2.3.3	Procesi obdelave odvečnega blata iz komunalne čistilne naprave	14
2.3.3.2	Zgoščevanje odvečnega blata	16
2.3.3.3	Kondicioniranje	16
2.3.3.4	Stabilizacija	17
2.4	Možnosti končnega ravnanja z odpadnim blatom 19 08 05	20
2.4.1	Statistični podatki o ravnanju z odvečnimi blati za preteklo obdobje	21
2.4.2	Odlaganje	23
2.4.3	Uporaba v kmetijstvu	24
2.4.4	Sežig in sosežig	24
2.4.5	Drugi možni načini končnega ravnanja z odpadnim blatom 19 08 05	26
2.4.5.1	Pridobivanje bioplina in biogoriva	26
2.4.5.2	Pridobivanje etanola	26
2.4.5.3	Vir hranil	27
2.4.5.4	Surovina za izdelavo opek	27
2.4.5.5	Pridobivanje portlandskega cementa	28
2.4.5.6	Uplinjanje in piroliza	29
2.4.5.7	Uporaba v gozdarstvu	29
2.4.6	SWOT analiza načinov ravnanja z odpadnimi blati KČN	29
2.5	Zakonodaja in standardi	32
2.5.1	Evropska unija	32
2.5.1.1	Strategija trajnostnega razvoja	32
2.5.1.2	Strategija ravnanja z odpadki 5R	32
2.5.1.3	Okvirna direktiva za odpadke (ang. Waste Framework Directive)	33
2.5.1.4	Okvirna vodna direktiva (ang. Water Framework Directive)	33
2.5.1.5	Druge direktive EU	33
2.5.1.6	Tehnični standard SIST-TS CEN/TS 15359:2007	34
2.5.2	Republika Slovenija	36

2.5.2.1	Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO)	37
2.5.2.2	Uredba o odpadkih	38
2.5.2.3	Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo	40
2.5.2.4	Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu	41
2.5.2.5	Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih	43
2.5.2.6	Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov	43
2.5.2.7	Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov	44
2.5.2.8	Uredba o sežiganju odpadkov	46
2.5.2.9	Pravilnik o izvajanju obvezne javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode	47
<b>3</b>	<b>TRDNA GORIVA IZ ODPADKOV (TGO)</b>	<b>51</b>
3.1	Definicija TGO in njihov razvoj	51
3.1.1	Evropski trendi	51
3.1.2	Trdna goriva iz odpadkov v Sloveniji	51
3.2	Specifikacija blata CČN kot TGO	52
3.3	Načrt vzorčenja blata CČN	54
3.3.1	Določitev klasifikacijskega razreda za trdno alternativno gorivo	55
<b>4</b>	<b>PRAKTIČNI DEL</b>	<b>56</b>
4.1	Opis materiala (suhega blata)	56
4.2	Opis dela	56
4.2.1	Vzorčenje in analiza	56
4.2.2	Odvzem in priprava vzorcev	58
4.3	Rezultati	59
4.3.1	Podatki za leto 2011	59
4.3.2	Podatki za obdobje 2006–2011	60
4.4	Diskusija	65
4.4.1	Diskusija srednjih vrednosti	65
4.4.2	Analiza trendov	65
<b>5</b>	<b>ZAKLJUČKI</b>	<b>68</b>
	<b>VIRI</b>	<b>70</b>

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Odkloni povprečne globalne letne temperature na zemeljskem površju v obdobju 1861–2003 od povprečja za obdobje 1961–1990. <sup>4</sup> .....	4
Slika 2: Graf nihanja koncentracij metana in ogljikovega dioksida v ozračju v korelaciji s temperaturo v obdobju zadnjih 160.000 letih <sup>3</sup> .....	5
Slika 3: Prikaz primerjave samočiščenja vode v naravnem vodnem okolju in biološkega čiščenja na ČN <sup>5</sup> .....	11
Slika 4: Shematični prikaz sodobne sekundarne (biološke) faze čiščenja komunalne odpadne vode. <sup>9</sup> .....	12
Slika 5: Shematični prikaz postopka obdelave odvečnega blata <sup>17</sup> .....	20
Slika 6: Grafični prikaz ravnanja z blatom komunalnih čistilnih naprav v preteklih letih <sup>11</sup> ....	22
Slika 7: Graf zgornje in spodnje kurilne vrednosti surovega blata v odvisnosti od deleža suhe snovi <sup>24</sup> .....	25
Slika 8: Granule iz obdelanega odvečnega blata KČN <sup>51</sup> .....	56
Slika 9: Graf nihanja vsebnosti vlage v granulah na letnem nivoju .....	61
Slika 10: Graf nihanja vsebnosti pepela granul na letnem nivoju .....	61
Slika 11: Graf nihanja kurilne vrednosti granul na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO .....	62
Slika 12: Graf nihanja vsebnosti klora v granulah na letnem nivoju .....	62
Slika 13: Graf nihanja vsebnosti žvepla v granulah na letnem nivoju in najbližja limitna vrednost za posamezni klasifikacijski razred TGO .....	63
Slika 14: Graf nihanja vsebnosti kadmija v granulah na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO .....	63
Slika 15: Graf nihanja vsebnosti živega srebra v granulah na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO .....	64
Slika 16: Graf nihanja vsebnosti živega srebra v granulah na letnem nivoju in limitna vrednost za nenevarne odpadke .....	64

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Koncentracije treh najbolj pomembnih toplogrednih plinov, na katere vplivajo človekove dejavnosti <sup>2</sup> .....	5
Preglednica 2: Mejne vrednosti nekaterih parametrov onesnaženosti pri neposrednem in posrednem odvajanju ter pri odvajanju v javno kanalizacijo <sup>6</sup> .....	7
Preglednica 3: Klasifikacijski seznam odpadkov iz procesa čiščenja komunalne odpadne vode <sup>7</sup> .....	9
Preglednica 4: Vrste in količine odpadnih blat iz čiščenja vod, nastalih v Sloveniji v letu 2004. <sup>11</sup> .....	14
Preglednica 5: Količine in ravnanje z blati iz komunalnih čistilnih naprav v RS v letu 2004. <sup>11</sup> .....	14
Preglednica 6: Postopki za obdelavo odvečnega blata <sup>4</sup> .....	15
Preglednica 7: Ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav (v tonah s.s.) <sup>11</sup> .....	22
Preglednica 8: Povprečne kurilne vrednosti energentov .....	25
Preglednica 9: SWOT analiza glavnih načinov ravnanja z odpadnimi blati KČN <sup>30</sup> .....	29
Preglednica 10: Postopki predelave <sup>8</sup> .....	40
Preglednica 11: Mejne vrednosti za koncentracije težkih kovin v tleh <sup>23</sup> .....	42
Preglednica 12: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu <sup>23</sup> .....	42
Preglednica 13: Mejne vrednosti za količine težkih kovin, ki se smejo na podlagi 10-letnega povprečja letno vnesti v kmetijska zemljišča <sup>23</sup> .....	42
Preglednica 14: Parametri okoljske kakovosti <sup>42</sup> .....	44
Preglednica 15: Fizikalno-kemijske lastnosti umetno pripravljene zemljine vrste A in B, namenjene rekultivaciji tal, nasipavanju stavbnih zemljišč in nasipavanju območij mineralnih surovin za zapolnitev tal po izkopu za vnos, globlji od 2 m <sup>43</sup> .....	45
Preglednica 16: Fizikalno-kemijske lastnosti umetno pripravljene zemljine vrste A in B, namenjene rekultivaciji tal, nasipavanju stavbnih zemljišč in nasipavanju območij mineralnih surovin za zapolnitev tal po izkopu za globino vnosa do 2 m <sup>43</sup> .....	45
Preglednica 17: Klasifikacijski seznam trdnega goriva za razvrščanje v razrede <sup>41</sup> .....	53
Preglednica 18: Razširjena specifikacija trdnega goriva iz procesa obdelave blata v skladu z Uredbo o predelavi NNO v trdno gorivo in s tehnično specifikacijo SIST-TS CEN/TS 15359:2007 <sup>39</sup> .....	53
Preglednica 19: Pregled metod eksperimentalnega dela <sup>49</sup> .....	59
Preglednica 20: Ugotavljanje statističnega nihanja na urnem, dnevnem, tedenskem, mesečnem in letnem vzorcu .....	59
Preglednica 21: Parametri kakovosti za obdobje 2006–2011 .....	60

## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

ARSO	... Agencija Republike Slovenije za okolje
BČN	... biološka čistilna naprava
CČN	... centralna čistilna naprava (čistilna naprava z več kot 10.000 PE)
ČN	... čistilna naprava
DOC	... dissolved organic carbon (vsebnost raztopljenega organskega ogljika)
EN	... European Standard (Normative) (evropski standard)
EWC	... European waste catalogue (evropski katalog odpadkov)
ISO	... International Organization for Standardization (Mednarodna organizacija za standardizacijo)
k. p.	... kot prejeto
KČN	... komunalna čistilna naprava
KV	... kurilna vrednost
MKČN	... mala komunalna čistilna naprava
NCV	... net calorific value (spodnja kalorična vrednost)
PE	... populacijski ekvivalent
RDF	... refused derived fuel (alternativno gorivo iz odpadkov)
s. s.	... suha snov
SIST	... Slovenski inštitut za standardizacijo
SRF	... solid recovered fuel (alternativno gorivo iz odpadkov)
TGO	... trdno gorivo iz odpadkov
TOC	... total organic carbon (vsebnost skupnega organskega ogljika)
Ur.l. RS	... Uradni list Republike Slovenije

## 1 UVOD

Ravnanje z odpadki postaja v današnjem času, okolju in družbi vedno bolj aktualen in pereč problem. Tega so se najbolj razvite dežele tega sveta začele zavedati v osemdesetih letih prejšnjega stoletja. Danes se vedno pogosteje srečujemo s pojmom trajnostnega razvoja, katerega osnovna definicija narekuje zadovoljevanje potreb današnjega človeškega rodu, ne da bi s tem ogrozili možnosti prihodnjih rodov, da zadovoljijo svoje potrebe. Slovenija se je kot razvita država in članica Evropske unije zavezala, da bo sledila Strategiji trajnostnega razvoja ter implementirala njene smernice v svojo družbo in njen sistem. Aktualna strategija EU na področju varovanja okolja je močno povezana z energetske politiko in ravnanjem z odpadki. Predvsem nenehna gospodarska rast in razvoj ter prav tako neracionalnost, nesmotrna raba in sodobno življenje so vzroki, da se trend tako porabe energije kot tudi količine odpadkov nenehno povečujeta.<sup>1</sup>

Znanost in razvoj sta privedla do tega, da lahko z vedenjem, ki ga imamo danes, snovne in energetske tokokroge bistveno bolje razumemo, jih racionaliziramo in optimiziramo. Odpadne snovi lahko ponovno uporabimo ali jih recikliramo bodisi v sekundarne surovine oz. v energijo. Po podatkih Eurostat-a v Sloveniji recikliramo 39 % komunalnih odpadkov, kar nas uvršča v sam evropski vrh. Od nas sta uspešnejši le Nemčija s 45 % in Belgija s 40 % recikliranih komunalnih odpadkov. Do nedavnega je bil najbolj pogost način končnega ravnanja z odpadki odlaganje na trajna odlagališča, vendar pa danes to ni več rešitev in je kot taka zelo omejena, za nekatere kategorije odpadkov pa celo prepovedana. Na tem področju sta zgled Nemčija in Nizozemska, ki na trajne deponije komunalnih odpadkov ne odlagata več ničesar.

Voda je bila že od nekdaj medij s katerim je človek odstranjeval sprva človeške, kasneje z razvojem pa tudi vedno več drugih različnih odplak. V času, ko človeška populacija še ni bila tako velika in centralizirana, so vode v naravi s svojo samočistilno sposobnostjo lahko prenašale obremenitve, ki jih je povzročal človek, kasneje pa je postalo jasno, da tako ne bo šlo več naprej.

Danes je v deželah razvitega sveta že skoraj na koncu vsakega, vsaj fekalnega, kanalizacijskega sistema čistilna naprava, katere namen je očistiti in razbremeniti odpadno vodo. Čiščenje odpadnih voda na komunalnih in drugih vrstah čistilnih naprav je pravzaprav izboljšana imitacija samočiščenja vode v naravi in ima kot taka za končni produkt očiščeno vodo in seveda različne vrste odpadkov. Kot najbolj masovnemu od teh, se bom v nadaljevanju te naloge posvetil prav odvečnemu blatu.

### 1.1 Opredelitev problema

Odvečno aktivno blato nastaja v procesu čiščenja komunalnih odpadnih vod oz. natančneje predvsem pri aerobnem biološkem čiščenju odpadne vode in predstavlja največji delež odpadkov pri delovanju komunalnih čistilnih naprav. V slovenskem klasifikacijskem seznamu odpadkov in predpisih iz tega področja je glavni termin za odpadek iz biološkega čiščenja komunalne odpadne vode sicer »mulj«, vendar pa se kot ustaljen izraz med operaterji čistilnih naprav uporablja beseda »blato« oz. »odvečno blato« in ima klasifikacijsko številko 19 08 05.

Odvečno blato iz KČN vsebuje okoli 40 do 70 % organskih snovi in je bogato s hranili, zato je potencialno zelo zanimivo kot gnojilo ali kompost za različne kmetijske in gozdarske namene.

Poleg tega odvečno blato lahko vsebuje tudi nevarne snovi, predvsem težke kovine, težko razgradljive organske snovi (POPs) in patogene bakterije, še posebej če so izvor njegovega nastanka čistilne naprave velikih urbanih središč, industrijskih področij ali večjih kmetijskih farm. Z uveljavitvijo novih predpisov in s tem strožjih kriterijev na tem področju, je postala uporaba odvečnega blata zelo omejena oz. skoraj prepovedana.

Do nedavnega je bilo odlaganje odvečnega blata na trajne deponije komunalnih odpadkov najbolj pogost, preprost in tudi najcenejši način končnega ravnanja z njim. Z novo evropsko direktivo in posledično z novo slovensko uredbo, pa se od sredine julija 2009 odvečnih blat KČN ne sme več odlagati na odlagališča. Glavni vzrok za to je namreč dejstvo, da je odvečno blato biorazgradljiv odpadki, ki pri razkroju povzroča nastanek emisij toplogrednih plinov, te pa na aktivnih odlagališčih zelo težko zajamemo v celoti.

Edina preostala možna rešitev za končno dispozicijo odvečnega blata na slovenskih tleh, za katero že imamo potrebno znanje, tehnologijo in infrastrukturo, je tako termična obdelava v smislu sežiga oz. sosežiga. Ker blato vsebuje visok delež organskih snovi, ima posledično (v suhem stanju) tudi zadostno kurilno vrednost in je tako zanimivo za energetsko izrabo. Poleg tega je odvečno blato nenevaren odpadki, saj ne presega mejnih vrednosti okoljsko kritičnih komponent in ga je zato možno predelati v trdno alternativno gorivo.

Predelava odvečnega blata v alternativno gorivo je relativno dolg, zapleten in tudi drag postopek. Sveže odvečno blato ima namreč ob nastanku zelo nizko vsebnost suhe snovi in sicer okoli 0,4 do 0,6 %. Blato je potrebno zato najprej zgostiti in nato dehidrirati, saj šele na ta način pridobi kurilno vrednost. Zgoščanje in toplotna obdelava blata je tehnološki postopek s posebnim postrojenjem, specifično vhodno surovino in končnim produktom, ki mora ustrezati predpisom in zahtevam prevzemnika tovrstnega odpadka.

## **1.2 Namen diplomskega dela**

Da se zagotovi primerno obdelavo odvečnega blata do oblike, ki je ekonomsko in tehnično sprejemljiva tako za imetnika odpadka kot tudi za prevzemnika ter ustrezna predpisom, je potrebno zagotoviti učinkovit nadzorni sistem predelave blata na vseh stopnjah obdelave. Zato je temeljni namen te diplomske naloge podrobnejša analiza in primerjava preteklih rezultatov vzorčenj in preizkušanj kvalitete končnega produkta obdelave odvečnega blata na izbrani veliki komunalni čistilni napravi, tj. suho blato oz. t. i. granule. Ti rezultati so ključnega pomena za razvoj nadzornega sistema predelave blata oz. racionalizacije obsega vzorčenja in preizkušanja, ki je potrebno za kasnejšo klasifikacijo trdnega goriva iz odpadkov v kakovostne razrede.

## **1.3 Delovna hipoteza**

Relevantne lastnosti suhega blata iz stacionarno delujoče čistilne naprave tudi v daljšem časovnem obdobju ne nihajo v takem obsegu, da bi to lahko ogrožalo njegov status alternativnega goriva v javnem prometu z njimi, kot to zahteva pristojni predpis.

## 2 TEORETIČNI DEL

### 2.1 Emisije toplogrednih plinov in z njimi povezane podnebne spremembe

Največji globalni okoljski problem s katerim se trenutno ukvarjajo gospodarsko najbolj razvite države sveta je ublažitev oz. preprečitev podnebnih sprememb zaradi t. i. toplogrednih plinov. Znanost opozarja, da zaradi človeških dejavnosti koncentracije toplogrednih plinov v atmosferi naraščajo bistveno hitreje kot bi sicer po naravni poti. Glede na emisijske scenarije Medvladnega foruma za spremembo podnebja (IPCC) je v obdobju od 1990 do 2100 pričakovati zvišanje povprečne globalne temperature za 1,4 do 5,8 °C in posledično zaradi taljenja ledenikov dvig morske gladine za v povprečju za 10 do 90 cm.<sup>2</sup>

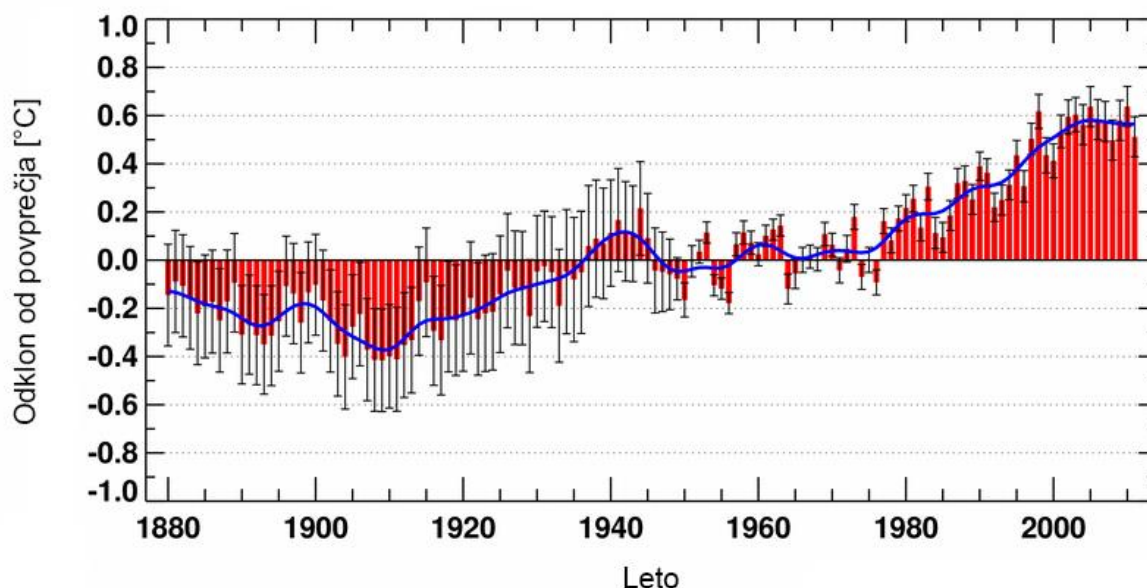
Od leta 1861, ko so začeli instrumentalno spremljati globalno temperaturo zraka, je bilo prvo desetletje 21. stoletja najtoplejše do sedaj, leto 2010 pa najtoplejše leto. V 20. stoletju se je povprečna globalna temperatura na zemeljskem površju zvišala za približno  $0,6 \pm 0,2$  °C (Slika 1). Znanstveniki na osnovi posrednih podatkov sklepajo, da je bila rast temperature na severni polobli v 20. stoletju največja v stotih letih v zadnjih 1000 letih. Analize satelitskih posnetkov kažejo, da se je obseg zasneženih površin zmanjšal za okoli 19 %. Analize so pokazale tudi, da se je večina gorskih ledenikov na nepolarnih območjih v 20. stoletju zmanjšala, kar je očitno opazno tudi na največjem slovenskem ledeniku pod Triglavom. Merjenja kažejo, da se je povprečna višina morske gladine v 20. stoletju dvignila za 0,1 do 0,2 m.<sup>2</sup>

Trenutna tendenca razvoja globalnih klimatskih razmer bo posredno z dvigom temperature vplivala tudi na druge naravne spremembe. Najpomembnejše spremembe, ki se pričakujejo v obdobju do konca tega stoletja, na podlagi izračunov klimatskih modelov, so:

- dvig povprečne globalne temperature zraka za okoli 1,4 do 5,8 °C,
- povečanje povprečne globalne količine padavin,
- dvig povprečne globalne gladine morja za 0,1 do 0,9 m,
- nadaljevanje splošnega zmanjševanja ledenikov,
- porast ekstremnih klimatskih dogodkov (nevihte, viharji, suše, poplave,...).<sup>2</sup>

Glede na analize, ki so bile opravljene na tem področju, omenjene podnebne spremembe Slovenije, predvsem zaradi njene geografske lege, ne ogrožajo tako zelo kot nekatere druge države. Vsekakor pa se negativnim učinkom v kmetijstvu, gozdarstvu, poplavni ogroženosti in še čem tudi pri nas ne bomo morali izogniti.<sup>3</sup>

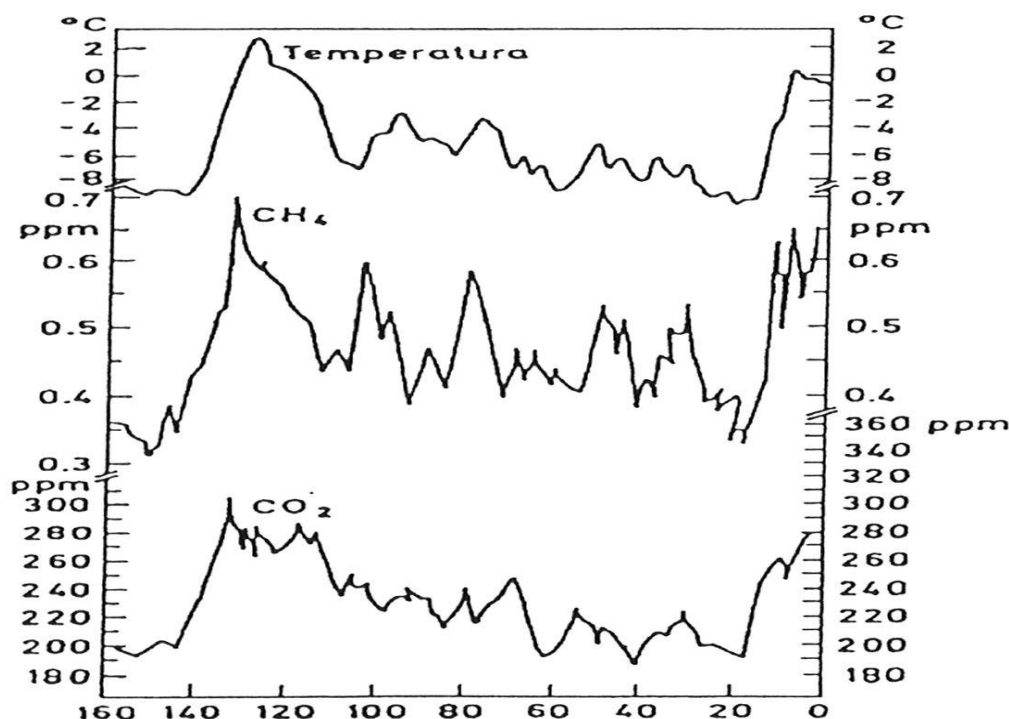




Slika 1: Odkloni povprečne globalne letne temperature na zemeljskem površju v obdobju 1861–2003 od povprečja za obdobje 1961–1990. Modra krivulja predstavlja desetletno povprečje. <sup>4</sup>

Ob zviševanju povprečne globalne temperature ozračja, so tudi meritve koncentracije metana v atmosferi pokazale opazen porast, in sicer za 1 % vsako leto. Analize zračnih mehurčkov ujetih v izvrtanem ledu globoko pod površjem Grenlandije kažejo, da je bila koncentracija metana v ozračju leta 1180 okoli  $0,57 \text{ mg/m}^3$ , nato pa je narasla na  $1,2 \text{ mg/m}^3$ , kar gre pripisati predvsem globalnemu povečanju števila prebivalstva ter spremljajočim dejavnostim. Danes so koncentracije metana v atmosferi najvišje v zadnjih 160.000 letih. <sup>2, 3</sup>

Človeške dejavnosti so torej, predvsem v zadnjih 100 letih, povzročile veliko povečanje koncentracij toplogrednih plinov. Med te pline spadajo predvsem ogljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ) in didušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Ti plini, ki se v atmosferi zadržujejo dalj časa, so sicer za okolje neposredno neškodljivi. Negativna lastnost toplogrednih plinov je v tem, da Sončevemu kratkovalovnemu sevanju večinoma dopuščajo vstop v ozračje, vendar pa kasneje tudi absorbirajo del izhajajočega dolgovalovnega (toplotnega) sevanja, ki ga oddaja zemeljsko površje in tako segrevajo ozračje. Temu pojavu pravimo učinek tople grede in od tod ime toplogredni plini. Potrebno je poudariti, da bi bila sicer povprečna temperatura ozračja, brez prisotnosti toplogrednih plinov, od sedanjih  $15 \text{ }^\circ\text{C}$  za približno  $33 \text{ }^\circ\text{C}$  nižja, torej okrog  $-18 \text{ }^\circ\text{C}$ . Tako nizka povprečna temperatura pa je za sedanje oblike življenja na zemlji neustrezna. Toplogredni plini, med katere spadajo tudi vodna para ( $\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) in drugi, imajo tako vlogo nekakšnega zemeljskega izolatorja, ki preprečuje, da bi se zaradi konvekcije vsa toplota izgubila v vesolje. Antropogene emisije teh plinov so predvsem posledica uporabe fosilnih goriv za industrijske in transportne namene, nekaterih kmetijskih procesov, slabega ravnanja z odpadki ipd.



Slika 2: Graf nihanja koncentracij metana in ogljikovega dioksida v ozračju v korelaciji s temperaturo v obdobju zadnjih 160.000 letih <sup>3</sup>

Podatki kažejo, da so začele koncentracije treh glavnih toplogrednih plinov ob industrijskem razvoju naraščati (Preglednica 1). Od leta 1750 se je prisotnost CO<sub>2</sub> v ozračju povečala za okoli 30 % (od 280 na 365 delcev na milijon), v pretežni meri zaradi kurjenja fosilnih goriv. Danes je koncentracija CO<sub>2</sub> najvišja v preteklih 420.000 letih, po vsej verjetnosti pa celo v zadnjih 20 milijonih let. Sedanja koncentracija CH<sub>4</sub> se je povečala za skoraj 150 % (od 700 na 1745 delcev na milijardo), kar je v zadnjih 420.000 letih tudi najvišja vrednost. Porast ostalih toplogrednih plinov je prav tako evidenten. <sup>2,3</sup>

Preglednica 1: Koncentracije treh najbolj pomembnih toplogrednih plinov, na katere vplivajo človekove dejavnosti <sup>2</sup>

	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
Predindustrijska koncentracija	~280 ppm <sub>2</sub>	~700 ppb <sub>3</sub>	~270 ppb
Koncentracija v letu 1998	365 ppm	1745 ppb	314 ppb
Faktor segrevanja ozračja <sub>1</sub>	1	21	310
Življenska doba v ozračju	5–200 let	12 let	120 let

<sup>1</sup> Faktor segrevanja ozračja pomeni, kolikšen je toplogredni učinek nekega plina v primerjavi s toplogrednim učinkom enake količine CO<sub>2</sub>

<sup>2</sup> ppm ... delcev na milijon

<sup>3</sup> ppb ... delcev na bilijon

Metan, kot toplogredni plin, na podnebne spremembe vpliva bistveno bolj kot ogljikov dioksid. Življenska doba metana v ozračju je 12 let, ogljikovega dioksida pa 120 let. Ne glede na to, da ima metan desetkrat krajšo življensko dobo od ogljikovega dioksida, pa je težava v tem, da ima metan enaindvajsetkrat večji toplogredni potencial od ogljikovega dioksida. <sup>3</sup>

## Biološko razgradljivi odpadki v korelaciji s toplogrednimi plini

Biološko razgradljivi odpadki (ostanki hrane, kuhinjski odpadki, zeleni odrez iz vrtov in parkov, papir, karton, les, odvečno blato iz komunalnih čistilnih naprav,...) se razgrajujejo na dva načina, in sicer: anaerobno (brez prisotnosti kisika) in aerobno (s prisotnostjo kisika). Emisije toplogrednih plinov se pri obeh načinih razgradnje zelo razlikujejo, tako ima bistveno večji učinek anaerobni razkroj. Pri odlaganju biorazgradljivih odpadkov brez prisotnosti kisika prihaja do tvorbe odlagaliških plinov, med katerimi so mnogi tudi toplogredni plini. Emisije teh toplogrednih plinov iz trdnih komunalnih odpadkov v Sloveniji predstavljajo 3 % celotnih emisij toplogrednih plinov. Te emisije se v zadnjem obdobju zmanjšujejo, predvsem zaradi modernizacije odlagališč trajnih odpadkov, v smislu vgrajevanj sistemov za zajem odlagaliških plinov in zaradi zakonodaje, ki v zadnjem času vse bolj omejuje odlaganje na trajne deponije nenevarnih odpadkov. Glede na analize trenutnih trendov iz področja trajnega deponiranja biorazgradljivih odpadkov lahko predvidevamo, da za doseganje kjotskega cilja biorazgradljivi odpadki niso problematični vir emisij TGP. <sup>2</sup>

## **2.2 Komunalne odpadne vode**

### **2.2.1 Izvor odpadnih vod**

Izvor in lastnosti odpadne vode so zelo pomemben podatek, ki ga moramo poznati že pred začetkom načrtovanja čistilne naprave. Od kemijskih, fizikalnih in bioloških lastnosti odpadne vode je odvisno za kakšne procese čiščenja se bomo odločili ter kakšno čistilno napravo bomo zgradili.

Pomemben podatek je tudi po kakšnem kanalizacijskem sistemu je voda dovedena v čistilno napravo. Poznamo ločeni fekalni in meteorni kanalizacijski sistem ali kombiniranega. Težava pri kombiniranem kanalizacijskem sistemu je v tem, da se tako količine kot tudi lastnosti te vode lahko zelo spreminjajo in s tem porušijo hidravliko čistilne naprave.

Komunalne odpadne vode lahko izvirajo iz gospodinjstev, raznih javnih ustanov, obrtnih delavnic, kmetij, industrijskih obratov ipd. Poleg slednjih, torej fekalnih, imamo še padavinske oz. meteorne odpadne vode, ki nastajajo ob spiranju urbanih ter ostalih infrastrukturnih površin.

Tako količina kot tudi sestava odpadne komunalne vode se lahko v nekaterih specifičnih sistemih spreminja sezonsko. Tu gre lahko npr. za prispevnost raznih večjih inštitucij kot so npr. šolski zavodi ali posameznih področji, kjer je velika fluktuacija ljudi, npr. turistični kraji. <sup>5</sup>

### **2.2.2 Lastnosti odpadnih vod**

S kemijsko analizo komunalnih odpadnih voda si pridobimo informacije o koncentracijah specifičnih snovi in elementov. Takšne informacije, še posebno takrat ko so povezane s pretokom, nudijo osnovo za izračun masne bilance in tako dopuščajo upravljalcu ČN natančno kontrolo nad procesi čiščenja. S tovrstnimi kemijskimi analizami določamo naslednje parametre: suspendirane (trdne) snovi, topne snovi, kemijsko potrebo po kisiku (KPK), biokemijsko potrebo po kisiku za 5 dni (BPK<sub>5</sub>), pH vrednost, alkaliteto, maščobe, olja, dušikove spojine, fosforjeve spojine, klor, sulfid, strupenost in druge. <sup>5,6</sup>

Med najpomembnejše fizikalne lastnosti odpadne vode spadajo: temperatura, barva, vonj, motnost, spreminjanje pretoka, prevodnost in usedljivost.

V naslednji preglednici (Preglednica 2) navajam limitne vrednosti nekaterih najbolj pomembnih parametrov, ki lahko vplivajo na končne lastnosti in kvaliteto blata KČN. Limitne vrednosti so zapisane v Prilogi 2, Uredbe o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo (Ur.l. RS, št. 47/2005).

Preglednica 2: Mejne vrednosti nekaterih parametrov onesnaženosti pri neposrednem in posrednem odvajanju ter pri odvajanju v javno kanalizacijo <sup>6</sup>

Ime parametra onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Mjerne vrednosti pri odvajanju	
			neposredno ali posredno v vode	v javno kanalizacijo
<b>SPLOŠNI PARAMETRI</b>				
temperatura		°C	30	40
pH - vrednost			6,5–9,0	6,5–9,5
neraztopljene snovi		mg/L	80	(a)
usedljive snovi		ml/L	0,5	10 (b)
<b>ANORGANSKI PARAMETRI</b>				
<b>Kovine in njihove spojine</b>				
aluminij	Al	mg/L	3,0 (t)	(a)
arzen	As	mg/L	0,1 (t)	0,1
baker	Cu	mg/L	0,5 (t)	0,5
barij	Ba	mg/L	5,0 (t)	5,0
bor	B	mg/L	1,0 (t)	10,0
cink	Zn	mg/L	2,0 (t)	2,0
kadmij	Cd	mg/L	0,025 (t)	0,025
kobalt	Co	mg/L	0,03 (t)	0,03
kositer	Sn	mg/L	2,0 (t)	2,0
krom (celotni)	Cr	mg/L	0,5 (t)	0,5
krom (šestvalentni)	Cr	mg/L	0,1 (t)	0,1
nikelj	Ni	mg/L	0,5 (t)	0,1
srebro	Ag	mg/L	0,1 (t)	0,1
svinec	Pb	mg/L	0,5 (t)	0,5
železo	Fe	mg/L	2,0 (t)	(a)
živo srebro	Hg	mg/L	0,005 (t)	0,005
<b>Drugi anorganski parametri</b>				
klor (prosti)	Cl	mg/L	0,2 (t)	0,5
klor (celotni)	Cl	mg/L	0,5 (t)	1,0
amonijev dušik	N	mg/L	10,0 (t)	(g) (b)
nitritni dušik	N	mg/L	1,0 (t)	10,0
nitratni dušik	N	mg/L	(h)	-
cianid (celotni)	CN	mg/L	0,5 (t)	10,0
cianid (prosti)	CN	mg/L	0,1 (t)	0,1
fluorid	F	mg/L	10,0 (t)	20,0
kloridi	Cl	mg/L	(i)	-
fosfor (celotni)	P	mg/L	2,0 1,0 (j)	-
sulfat	SO <sub>4</sub>	mg/L	(h)	300,0 (b)
sulfid	S	mg/L	0,1 (t)	1,0

Ime parametra onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Mejne vrednosti pri odvajanju	
			neposredno ali posredno v vode	v javno kanalizacijo
sulfit	SO <sub>3</sub>	mg/L	1,0 (t)	10,0
<b>ORGANSKI PARAMETRI</b>				
<b>Druge organske spojine</b>				
celotni organski ogljik – TOC	C	mg/L	30,0 (l)	-
kemijska potreba po kisiku – KPK	O <sub>2</sub>	mg/L	120,0 (l)	-
biokemijska potreba po kisiku – BPK <sub>5</sub>	O <sub>2</sub>	mg/L	25,0 (l)	-
težkohlapne lipofilne snovi (maščobe, mineralna olja ...)		mg/L	20,0 (t)	100,0 (b)
celotni ogljikovodiki (mineralna olja)		mg/L	5,0 (t)	20,0
lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX)(n)		mg/L	0,1 (t)	1,0
polarna organska topila (o)		mg/L	(p)	5.000,0
fenoli	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH	mg/L	0,1 (t)	10,0
vsota anionskih in neionskih tenzidov		mg/L	1,0 (t)	(a)

- (a) mejna vrednost se določi v skladu z drugim odstavkom 5. člena te uredbe,
- (b) mejna vrednost se lahko se določi v skladu s tretjim odstavkom 5. člena te uredbe,
- (g) mejna vrednost amonijevega dušika za industrijsko odpadno vodo, ki se odvaja na komunalno ali skupno čistilno napravo z zmogljivostjo:  
- manjšo od 2.000 PE, je 100 mg/L,  
- enako ali večjo od 2.000 PE, pa je 200 mg/L,
- (h) velja mejna vrednost parametra onesnaženosti, določena na način iz 2. točke te priloge,
- (i) šteje se, da je mejna vrednost kloridov presežena, če je presežena mejna vrednost strupenosti,
- (j) se uporablja pri odvajanju odpadne vode v vode na prispevnih območjih občutljivih območij iz predpisa, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav,
- (l) mejna vrednost parametra onesnaženosti je tretjina mejne vrednosti tega parametra pri neposrednem ali posrednem odvajanju v vode, če gre za odvajanje neposredno v vodotok s prispevno površino, manjšo od 10 km<sup>2</sup>, razen če gre za obstoječi iztok iz obstoječe naprave. Če je tako izračunana mejna vrednost nižja od okoljskega standarda kakovosti za parameter onesnaženosti, ki je predmet izračuna, se za mejno vrednost tega parametra onesnaženosti šteje okoljski standard kakovosti za ta parameter na mestu iztoka ali za prvi dolvodni ekološki tip vodotoka, če vodotok na mestu iztoka ni razvrščen v ekološki tip,
- (n) lahkohlapni aromatski ogljikovodiki (BTX) so vsota benzena, toluena, etilbenzena in ksilena, pri čemer se izvajajo meritve in določajo letne količine onesnaževala za vsako posamezno spojino posebej. Pri ksileni se upošteva vsota orto, meta in para izomere,
- (o) polarna organska topila so topila, ki se z vodo povsem ali delno mešajo in so biološko razgradljiva,
- (p) šteje se, da je mejna vrednost polarnih organskih topil presežena, če je presežena mejna vrednost KPK,
- (t) mejna vrednost parametra onesnaženosti je desetina mejne vrednosti tega parametra pri neposrednem ali posrednem odvajanju v vode, če gre za odvajanje neposredno v vodotok s prispevno površino, manjšo od 10 km<sup>2</sup>, razen če gre za obstoječi iztok iz obstoječe naprave. Če je tako izračunana mejna vrednost nižja od okoljskega standarda kakovosti za parameter onesnaženosti, ki je predmet izračuna, se za mejno vrednost tega parametra onesnaženosti šteje okoljski standard kakovosti za ta parameter na mestu iztoka ali za prvi dolvodni ekološki tip vodotoka, če vodotok na mestu iztoka ni razvrščen v ekološki tip.

### 2.2.3 Klasifikacija odpadkov iz procesa čiščenja komunalne odpadne vode

Preglednica 3: Klasifikacijski seznam odpadkov iz procesa čiščenja komunalne odpadne vode <sup>7</sup>

Zap. št.	Klasif. št. odpadka	Naziv vrste odpadka
1	13 02 08	Odpadna motorna, strojna in mazalna olja
2	15 01 02	Plastična embalaža
3	15 01 10	Embalaža, ki vsebuje ostanke nevarnih snovi ali je onesnažena z nevarnimi snovmi
4	15 02 03	Absorbenti, filtrirna sredstva, čistilne krpe in zaščitne obleke, ki niso zajeti v 15 02 02
5	16 05 07	Zavržene anorganske kemikalije, ki so sestavljene ali vsebujejo nevarne snovi
6	20 01 33	Baterije in akumulatorji, ki so zajeti v 16 06 01, 16 06 02 in 16 06 03 ter nesortirane baterije in akumulatorji, ki vsebujejo te baterije in akumulatorje
7	19 08 01	Odpadki na grabljah in sitih
8	19 08 02	Odpadki iz peskolovov
<b>9</b>	<b>19 08 05</b>	<b>Mulji iz čistilnih naprav komunalnih odpadnih vod</b>
10	19 08 09	Masti in oljne mešanice iz naprav za ločevanje olja in vode, ki vsebujejo le jedilna olja in masti
11	20 01 01	Papir in karton
12	20 01 28	Premazi, črnila, lepila, smole, kartuše

### 2.2.4 Čiščenje komunalne odpadne vode

Pri sodobnih postopkih čiščenja odpadne komunalne vode uporabljamo različne fizikalne, kemijske in biološke metode, ki se med seboj dopolnjujejo in so pogosto tudi soodvisne. Kakšen nabor metod bomo vgradili v čistilno napravo je seveda odvisno od vrste in sestave odpadne vode oz. od snovi, ki bi jih radi odstranili iz vode. V osnovi so si postopki čiščenja v komunalnih čistilnih napravah dokaj podobni. V začetni fazi se iz odpadne vode odstrani večje trdne delce (grobo čiščenje), nato suspendirane snovi (primarno oz. mehansko čiščenje), temu sledi t. i. sekundarna faza čiščenja oz. biološka stopnja čiščenja, v kateri se odstranijo organsko razgradljive snovi. V primerih, ko je potrebno onesnaženo vodo razbremeniti tudi dušikovih in fosforjevih spojin, moramo zagotoviti še t. i. terciarno fazo, ki prav tako deluje na biokemijski princip. Nazadnje, torej pred iztokom vode iz ČN, se lahko odločimo še za postopek dezinfekcije, s katerim uničimo patogene mikroorganizme.

#### 2.2.4.1 Predčiščenje

V začetni fazi čiščenja surove komunalne odpadne vode, na tipični komunalni čistilni napravi, se vrši grobo čiščenje s t. i. grabljami in siti, ponekod pa tudi mletje grobih frakcij delcev. Te naprave so bolj ali manj že avtomatizirane. Predčiščenje oz. grobo čiščenje je postopek, pri katerem se iz surove odpadne vode odstrani kamenje, pesek, veje, listje, koščki kovin, steklovina, kosi tkanin ipd. Ti delci bi sicer lahko v naslednjih fazah ovirali zbiralni sistem, prečrpavanje vode, mašili cevi, poškodovali naprave in s tem zmanjševali pretok v sledeče faze čistilnega procesa in tudi sam učinek čiščenja. <sup>4</sup>

Po grobem čiščenju sledi odstranjevanje primesi z večjo gostoto. To so organske in anorganske snovi, ki ne razpadajo in se ne razgrajujejo. Sem spadajo predvsem mivke, fini

peski, lupine, semena, pepel, kavne usedline, cigaretni filtri ipd. Te odpadke se odstranjuje s pomočjo peskolovov. V njih se hitrost toka odpadne vode upočasni, zaradi česar se delci z večjo gostoto od vode usedejo na dno. <sup>4, 8</sup>

#### 2.2.4.2 Primarno čiščenje

V fazi primarnega čiščenja se iz komunalne odpadne vode odstranjuje lahko usedljive in plavajoče snovi. Kanalizacijski sistemi, po katerih na ČN doteka onesnažena voda, so grajeni tako, da dopuščajo hitrost vodnega toka najmanj 0,6 m/s. Posledično, zaradi relativno hitrega toka, trdne snovi ostajajo v suspenziji. Po grobem čiščenju se hitrost toka v peskolovu zmanjša na okoli 0,3 m/s, težje snovi se posedejo, lažje predvsem organske snovi pa še vedno ostanejo v suspenziji. Ob zmanjšanju hitrosti toka vode pod 0,3 m/s, se težje trdne snovi (primarno blato) usedejo, lažje snovi pa ostanejo ali splavajo na površino. Na gladini se koncentrirajo pene, katere poleg lažjih organskih delcev, vsebujejo tudi olja in maščobe. Usedline, ki nastanejo na dnu bazenov, se s posebnimi, ponavadi avtomatiziranimi strgali odstranjuje v konuse peskolovov. Hkrati se s posnemali z gladine vode posnemajo maščobe v jašek za maščobe in odvajajo na nadaljno obdelavo. Postopek izločanja masti in olj na gladino lahko pospešimo z vpihavanjem zračnih mehurčkov. <sup>4, 9</sup>

Učinki odstranjevanja snovi v fazi primarnega čiščenja so:

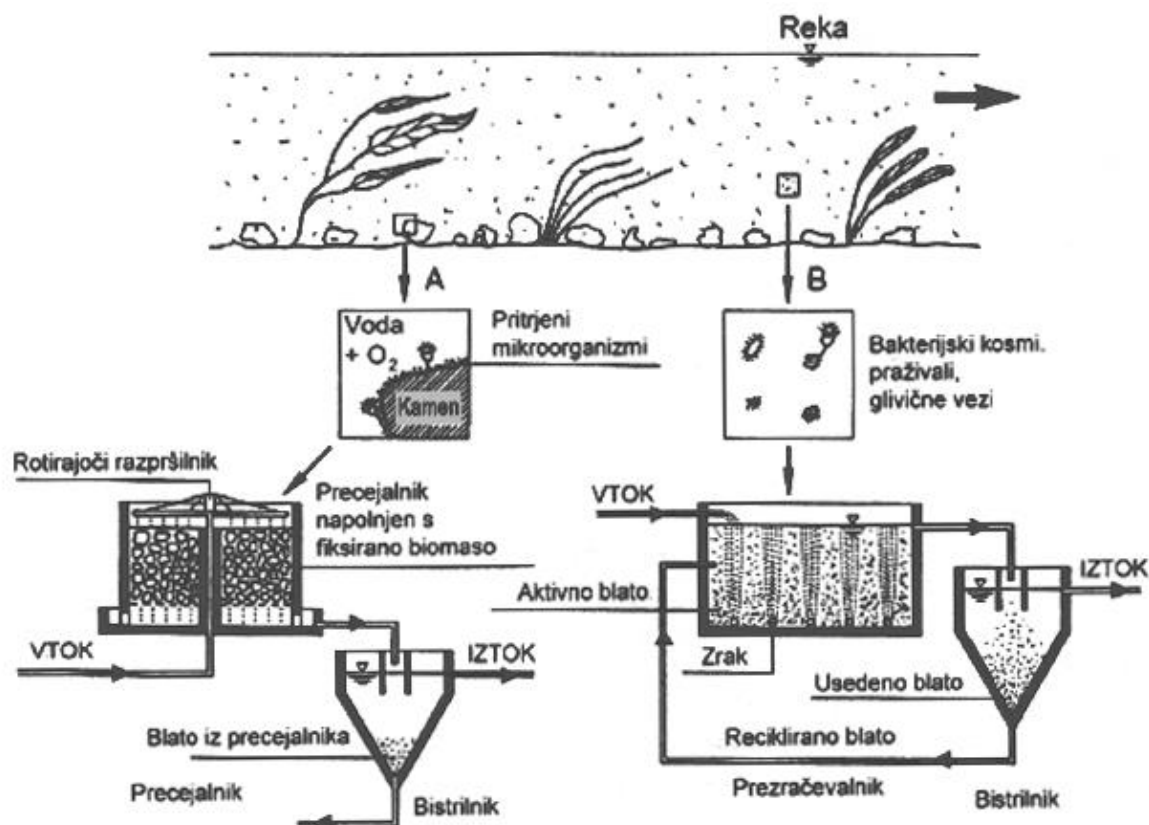
- 90 do 95 % za trdne usedljive snovi,
- 50 do 65 % za suspendirane snovi,
- 20 do 35 % za celotni BPK<sub>5</sub>. <sup>4</sup>

#### 2.2.4.3 Sekundarno (biološko) čiščenje

Postopek biološkega čiščenja odpadne komunalne vode z aktivnim blatom je najbolj razširjen postopek te faze na komunalnih čistilnih napravah. V osnovni ideji gre za tehnično izpopolnjeno in intenzivirano samoočiščenje, ki poteka v naravnem vodnem okolju. Primerjavo med principom samočiščenja organsko razgradljivih snovi v naravnem vodotoku in biološkem čiščenju na komunalni čistilni napravi, podajam v naslednji sliki (Slika 3).

Samočiščenje v naravnem vodotoku v primerjavi s tehnologijo čiščenja na KČN poteka na dva načina:

- A: Na pritrjeni podlagi, npr. na kamnih ipd. Čistilna naprava, ki deluje na tem principu je precejalnik (razni biofiltri ali rotirajoči biološki kontaktorji) in
- B: Lebdeče v vodi, kjer so mikroorganizmi razpršeni. Čistilna naprava, ki deluje na tem principu je čistilna naprava z aktivnim blatom v suspenziji. <sup>4, 9</sup>



Slika 3: Prikaz primerjave samočiščenja vode v naravnem vodnem okolju in biološkega čiščenja na ČN<sup>5</sup>

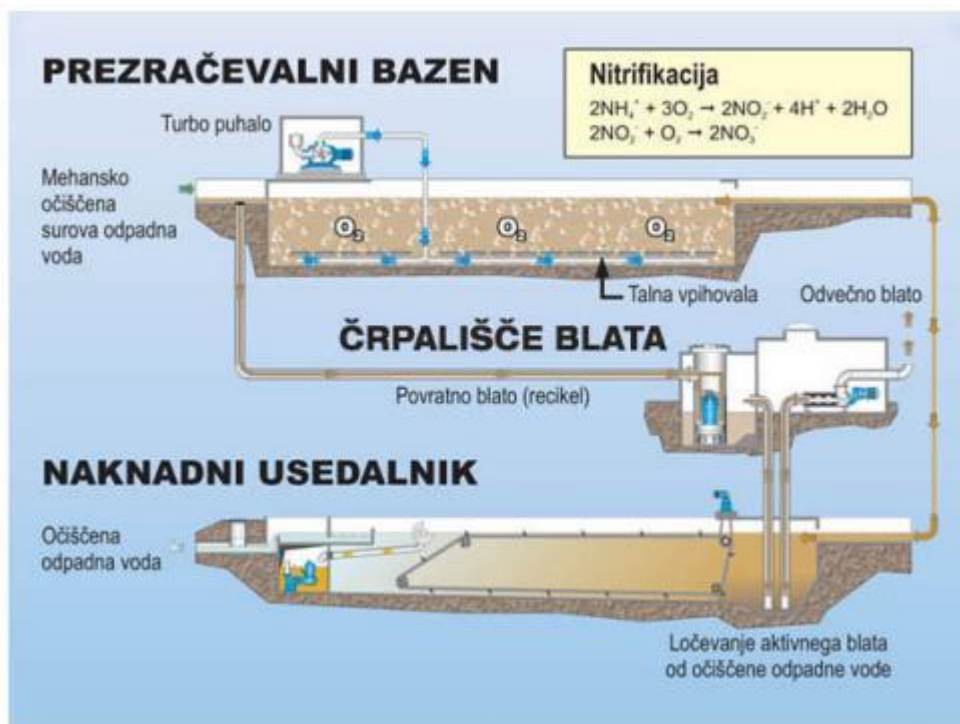
Sekundarno oz. biološko čiščenje odpadne komunalne vode se na KČN izvaja tako, da se z daljšim zadrževanjem onesnažene vode v prezračevalnih bazenih omogoča biokemijske reakcije mikroorganizmov in pretežno raztopljenih sestavin odpadne vode. Ti organizmi razgrajujejo organske ogljikove spojine, oksidirajo amonijev dušik (nitrifikacija) in akumulirajo fosfor. V tem procesu sodelujejo bakterije in spremljajoča združba, ki jo pretežno sestavljajo bičkarji, migetalkarji, kotačniki, gliste in maloščetinci. Tej združbi rečemo tudi aktivno blato. Mikroorganizmi v aktivnem blatu se med seboj povezujejo v kosme, ki so zbir manjših delcev, zbranih v večje, lažje usedljive delce.<sup>4,9</sup>

Prvi del biološkega čiščenja je aerobni proces in poteka v prezračevalnih bazenih, drugi del pa v naknadnih usedalnikih oz. bistrilnikih. Odpadna voda se v začetni fazi biološkega čiščenja v prezračevalnih bazenih pomeša s povratnim aktivnim blatom, katerega del se dovaja iz naknadnega usedalnika. Heterotrofni mikroorganizmi presnavljajo raztopljene snovi in drobne neraztopljene snovi, ki vsebujejo organske ogljikove spojine. Te snovi mikroorganizmom predstavljajo hrano. Sestavni del aerobnega biološkega procesa je tudi nitrifikacija, pri kateri avtotrofni mikroorganizmi pretvorijo okolju škodljivo obliko dušika (amonijev dušik  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) v hranilo (nitratni dušik  $\text{NO}_3\text{-N}$ ).<sup>4,9</sup>

Aerobni mikroorganizmi potrebujejo za svojo presnovo kisik, več kot ga imajo, hitrejša in boljše je njihova presnova. Kisik se kot stisnjen zrak v vodo dovaja s turbinskimi puhali skozi vpihovala na dnu prezračevalnih bazenov. S tem ustvarimo ugodne aerobne pogoje za obstoj in reprodukcijo mikroorganizmov ter ohranjamo kosme aktivnega blata v suspenziji.<sup>9</sup>



Čiščena voda se nato iz prezračevalnih bazenov gravitacijsko preliva v naknadne usedalne bazene. Namen naknadnih usedalnikov je ločevanje suspenzije aktivnega blata od čiščene vode. Kolonije mikroorganizmov povezane v kosme zaradi nekoliko večje gostote potonejo na dno. Naknadni usedalni bazeni oz. usedalniki so opremljeni z avtomatskimi verižnimi strgali, posnemali in izločevalniki plavajočih snovi. Lamele z gibanjem po gladini posnamejo plavajoče delce proti izločevalniku, z gibanjem po dnu bazenov pa strgajo usedlo blato v konuse usedalnikov.



Slika 4: Shematični prikaz sodobne sekundarne (biološke) faze čiščenja komunalne odpadne vode. <sup>9</sup>

Ustrezen učinek čiščenja odpadne vode v drugi (biološki) fazi je odvisen predvsem od:

- zadostne vsebnosti raztopljenega kisika v vodi prezračevalnih bazenov,
- zadostnega zadrževalnega časa odpadne vode v bazenih,
- primerne koncentracije in starosti aktivnega blata. <sup>9</sup>

Očiščena odpadna voda se iz naknadnega usedalnika prelije preko iztočne kinete v površinski vodotok ali pa gre v nadaljne postopke čiščenja, npr. dezinfekcijo ali terciarno fazo čiščenja.

#### 2.2.4.4 Črpanje povratnega in odvečnega blata

Del koncentrirane suspenzije aktivnega blata, ki se usede in zbira v konusnih poglobitvah naknadnih usedalnikov, se kot povratno blato črpa na začetek prezračevalnih bazenov oz. vtoka mehansko očiščene surove odpadne vode. Na ta način se neprekinjeno zagotavlja kroženje aktivnega blata in s tem optimalno količino mikroorganizmov v prezračevalnih bazenih. Na rast mikroorganizmov sicer močno vplivajo tudi fizikalno-kemijske lastnosti odpadne vode. Preostali del koncentrirane suspenzije aktivnega blata se odstrani iz sistema in črpa v nadaljno obdelavo. <sup>9</sup>

## **2.3 Odpadek 19 08 05: Mulji iz čistilnih naprav komunalnih odpadnih vod**

### **2.3.1 Definicija**

Blato iz čistilne naprave je odpadke, ki nastane ob čiščenju odpadne vode v komunalnih čistilnih napravah ali ostaja kot blato ob praznjenju greznic za odpadno vodo iz gospodinjstev ter malih komunalnih čistilnih naprav. <sup>10</sup>

### **2.3.2 Vrste in količine blat v Sloveniji**

Odvečno blato nastaja na vsaki komunalni čistilni napravi in ima v seznamu odpadkov klasifikacijsko številko 19 08 05. Evropski katalog odpadkov (EWC) razvršča odpadke, ki nastajajo ob čiščenju komunalne odpadne vode v skupino 19. Blato pa natančneje uvršča v podskupino 19 08, ki vključuje kar 13 vrst odpadkov iz naprav za čiščenje odpadnih voda komunalnega in industrijskega porekla. Slovenski klasifikacijski seznam odpadkov in zakonodaja za odpadke kot glavni termin za odpadke iz biološkega čiščenja komunalne odpadne vode uporabljata besedo »mulj«. Operaterji na čistilnih napravah pa za tovrsten odpadke najpogosteje uporabljajo besedo »blato«.

Upravljalci komunalnih čistilnih naprav so poleg letnega poročila o monitoringu zavezani posredovati tudi podatke o nastajanju in ravnanju z odpadnimi blati. Te podatke posredujejo Agenciji RS za okolje, kjer vodijo podatkovno bazo o odpadnih blatih iz čistilnih naprav. Po pravilniku o ravnanju z odpadki so upravljalci KČN prav tako dolžni te podatke posredovati državnemu informacijskemu sistemu o odpadkih. Zaradi različnega sistema zajemanja podatkov in delne neutečenosti teh dveh informacijskih sistemov v preteklosti se ti podatki ne ujemajo dobro. <sup>11</sup>

Kot primer povzemam statistično analizo iz strokovnega članka. Zbrani podatki za skupino odpadkov 19 v letu 2004 iz državnega informacijskega sistema o odpadkih so navedeni v preglednici 4, podatki o količinah blat iz komunalnih čistilnih naprav skupaj z načini njihovega odstranjevanja pa v preglednici 5.

V preglednici (Preglednica 4) se navedene količine nanašajo na izvorno, torej na mokro stanje, oz. mokro obliko. Zaradi različnih vsebnosti količine vode v blatih v mokrem stanju, je količino suhe snovi težko določiti. Ponavadi se te vrednosti gibljejo od 10 do 30 %, vendar pa teh podatkov poročilo o nastalih odpadkih ne vključuje. Povprečne vrednosti vsebnosti vode dehidriranih blat iz bioloških čistilnih naprav so odvisne od tehnologije odvzema vode. Te tehnologije se lahko med seboj zelo razlikujejo in so tudi različno učinkovite. Postopki odvzemanja vode iz odvečnega blata so ponavadi večstopenjski, od stopnje dehidracije pa je v veliki meri odvisno tudi nadalnje ravnanje z odpadnim blatom. <sup>11</sup>

Preglednica 4: Vrste in količine odpadnih blat iz čiščenja vod, nastalih v Sloveniji v letu 2004. <sup>11</sup>

Klasifikacijska št. odpadka	Naziv vrste odpadka	Količina [t.s./leto]
19	odpadki iz naprav za čiščenje odpadne vode	
19 08	odpadki iz naprav za čiščenje odp. vode, ki niso navedeni drugje	
19 08 01	ostanki na grabljah in sitih	1.322
19 08 02	odpadki iz peskolovov	3.373
<b>19 08 05</b>	<b>mulji iz čistilnih naprav komunalnih odpadnih vod</b>	<b>26.747</b>
19 08 06	nasičene ali iztrošene smole ionskih izmenjalnikov	9
19 08 07	raztopine in mulji iz regeneracije ionskih izmenjalnikov	
19 08 08	odpadki iz membranskih sist. čiščenja, ki vsebujejo nevarne snovi	
19 08 09	masti in oljne mešanice iz naprav za ločevanje jedilnega olja in masti iz vode	634
19 08 10	masti in oljne mešanice iz naprav za ločevanje olja in vode, ki niso zajete v 19 08 09	39
19 08 11	mulji iz bioloških čistilnih naprav tehnoloških odpadnih vod, ki vsebujejo nev. snovi	1.000
19 08 12	mulji iz bioloških čistilnih naprav tehnoloških odpadnih vod, ki niso zajeti v 10 08 11	8.842
19 08 13	mulji iz drugih čistilnih naprav tehnoloških odpadnih vod, ki vsebujejo nevarne snovi	247
19 08 14	mulji iz drugih čistilnih naprav tehnoloških odpadnih vod, ki niso zajeti v 19 08 13	8.306
19 08 99	drugi tovrstni odpadki	1.370

Preglednica 5: Količine in ravnanje z blati iz komunalnih čistilnih naprav v RS v letu 2004. <sup>11</sup>

Skupna količina mokrega blata [m <sup>3</sup> ]	99.900
Povprečna sušina [%]	13,1
Količina suhe snovi blata [t]	13.114
Odloženo na odlagališča [t s.s. / % od celotne količine]	8793 / 67
Odloženo na kmetijska zemljišča [t s.s. / %]	125 / 1
Odpeljano na druge KČN [t s.s. / %]	473 / 4
Drugo ravnanje [t s.s. / %]	3722 / 28

### 2.3.3 Procesi obdelave odvečnega blata iz komunalne čistilne naprave

Z iskanjem najbolj optimalnega načina obdelave odvečnega blata se ukvarjajo v vseh razvitih delih sveta, kjer delujejo komunalne čistilne naprave, saj blato predstavlja najbolj masoven in problematičen odpad v procesu čiščenja odpadne vode. Njegov glavni izvor je sekundarno aerobno biološko čiščenje odpadne komunalne vode. Statistika kaže, da v konvencionalnih evropskih komunalnih čistilnih napravah v povprečju nastane približno 80 g/PE blata dnevno.<sup>5</sup>

Mogoče rešitve so si precej podobne in temeljijo na usmeritvi »3R« oz. Reduce, Reuse in Recycle, ta pa je zasnovana po naslednji hierarhiji:

1. zmanjševanje nastajanja blata na izvoru (Reduce) z uporabo mikrobnih združb z manjšim prirastom zaradi boljših presnovnih lastnosti blata,

2. uporaba v kompost predelanega blata v kmetijstvu (Reuse),
3. recikliranje energije, pridobljene iz blata, z anaerobno digestijo (metan) in/ali sežigom dehidriranega blata (Recycle).

Šele ko so izčrpane te možnosti je mogoča odstranitev preostankov predelav, ki naj poteka na okolju varen in prijazen način. <sup>12</sup>

Ne glede na to, katero izmed končnih metod izrabe blata izberemo, je potrebno torej najprej iz blata v čim večji meri odstraniti vodo. Ta proces zahteva mehansko in/ali toplotno energijo, kar seveda pomeni strošek za upravljalca ČN. Volumen količine blata se tekom tega procesa zelo zmanjša, kar olajša njegovo nadaljno predelavo. Po končani fazi odstranjevanja odvečne vode, imamo le dve nadaljne možnosti:

- blato obdelamo termično,
- preoblikovanega v kompost ali umetno pripravljeno zemljino vnesemo na kmetijske ali nekmetijske površine.

Če se odločimo za drugo varianto, moramo blato stabilizirati. Cilj stabilizacije je zmanjšanje vsebnosti biološko razgradljivih snovi, patogenih mikroorganizmov in neprijetnih vonjav.

Analize stroškovnih bilanc obratovanja komunalnih čistilnih naprav kažejo, da ravnanje z odvečnim blatom v povprečju predstavlja okoli 30 do 50 % obratovalnih stroškov. Zaradi tega dejstva se vprašanju racionalne izrabe snovne in energetske vsebnosti odvečnega blata posveča veliko pozornosti. Visoke vsebnosti organskih snovi in hranil, predvsem fosforja, dušika in mineralov, narekujejo njegovo recikliranje v kmetijske namene ali v kompost oz. umetno pripravljeno zemljino za namen sanacije degradiranih površin. Ob vseh teh dejstvih pa je nujno potrebno upoštevati možnost kontaminiranosti odpadnih blat z nevarnimi snovmi, zlasti s težkimi kovinami. V takem primeru pridejo v poštev drugi, predvsem termični, načini predelave, ki pa so precej dražji tako glede obratovalnih kot tudi investicijskih stroškov.

Preglednica 6: Postopki za obdelavo odvečnega blata <sup>4</sup>

ZGOŠČEVANJE	KONDICIONIRANJE	STABILIZACIJA	ODSTRANJEVANJE VODE
Gravitacijski trak	Kemijsko	Sušilne grede s segrevanjem	Sušilne grede
Gravitacijsko zgoščevanje	Toplotno	Stabilizacija z apnom	Vakuumski filtri
Flotacija z zrakom		Aerobna presnova	Centrifuge
Centrifuge		Anaerobna presnova	Tračne filtrne stiskalnice
Rotacijski bobni		Mokra oksidacija	Tlačni filtri
		Toplotna stabilizacija	
		Sežig	
		Kompostiranje	

Specifične lastnosti blat iz posameznih čistilnih naprav so si lahko zelo različne, kar je odvisno predvsem od prvotne sestave odpadne vode in samega nabora tehnologij čiščenja. Sveže odvečno blato ima na vstopu v proces obdelave obliko suspenzije z zelo nizkim deležem suhe snovi, ki v povprečju znaša okoli 0,2 do 3,0 %. Pri industrijskih čistilnih napravah je ta odstotek ponavadi nekoliko večji. <sup>12</sup>

### 2.3.3.2 Zgoščevanje odvečnega blata

Pred nameravano anaerobno presnovo, odstranjevanjem vode ali stiskanjem, se odpadno blato zgošča. S to metodo se odstrani del vode in posledično zmanjša volumen ter maso blata. Poznamo več različnih metod oz. naprav za zgoščevanje odvečnega blata:

- gravitacijski zgoščevalniki,
- flotacijski zgoščevalniki,
- centrifuge

Z zgoščevanjem odvečnega blata dosežemo:

- hitrejši razkroj v anaerobnem gnilišču (digestorju),
- nižje stroške za obratovanje gnilišča (toplotna energija), saj je potrebno segreti bistveno manjši volumen blata,
- potrebo po manjšem gnilišču,
- zmanjšanje stroškov pri morebitnem nadaljnjem odstranjevanju vode ipd. <sup>4</sup>

Gravitacijsko zgoščevanje se izvaja z gravitacijskim zgoščevalcem, ki je po principu delovanja in obliki podoben naknadnemu krožnemu usedalniku (bistrlniku). Odvečno blato v obliki suspenzije vstopa v sredino zgoščevalnika, tam se zaradi svoje gostote počasi useda na dno, kjer so vgrajena strgala, ki se gibljejo zelo počasi. Supernatant se preko zgornjega zunanjega roba zgoščevalca izliva in nato črpa nazaj na začetek druge (biološke) faze čiščenja.

Zadrževalni čas blata v zgoščevalcu je pomemben parameter saj ob predolgem zadrževanju blato postane septično in splava na vrh zgoščevalnika. Izkušnje opraterjev ČN kažejo, da je najbolj optimalen čas zadrževanja okoli 24 ur.

Z gravitacijskim zgoščevanjem sekundarnega (aktivnega) blata dobimo okoli 2–3 % suhe snovi. Volumen blata pa se od 1 % na 5 % suhe snovi zmanjša za kar 80 %.

Glavni prednosti gravitacijskega zgoščevalca sta tako enostavnost in majhni stroški, slabosti pa relativna slaba učinkovitost in počasnost. Te slabosti odpravljajo tehnično bolj dovršeni gravitacijski tračni zgoščevalci. <sup>4</sup>

Gravitacijski tračni zgoščevalnik je naprava, ki z mehansko filtracijo ločuje tekočine iz odvečnega blata. Za zgoščanje odvečnega blata s to napravo je potrebna vsaj 0,4 % vsebnost suhe snovi. Blatu se pred vstopom v napravo primeša koagulant (polimere) v razmerju od 1,5 do 5 g/kg, zaradi hitrejšega združevanja trdnih snovi v kosme. Dodajanje koagulanta je nujno, saj bi se drugače pojavile velike izgube blata ob pronicanju skozi relativno prepustne gravitacijske pasove. S to metodo zgoščanja lahko dosegemo do 95 % odstranitev trdnih delcev iz tekočine in je primerna za vse vrste blat. <sup>14</sup>

### 2.3.3.3 Kondicioniranje

Proces kondicioniranja odvečnega blata se uporablja za izboljšanje nadaljnje dehidracije blata. Namen kondicioniranja je koagulacija blata in sproščanje vezane vode. Na kondicioniranje blata vplivajo:

- predhodno ravnanje z blatom: če je blato dolgotrajno skladiščeno postane staro in potrebuje več kemikalij kot sveže blato,
- metode čiščenja odpadne vode v začetnih fazah,
- lastnosti blata: alkaliteta, velikosti delcev, naboja delcev ipd.

Uspešno izvajanje kondicioniranja blata je pogojeno z uporabo ustreznega koagulanta in flokulanta. Na bioloških čistilnih napravah se najpogosteje uporabljajo kemijski sistemi za kondicioniranje in sistemi termičnega kondicioniranja.

Za ustrezno kemično kondicioniranje blata sta potrebna ustrezna temperatura in tlak ter uporaba koagulantov:

- železovega klorida ( $\text{FeCl}_3$ ),
- apna ali
- polimerov (polielektroliti).

Prva dva se v današnjih časih vse bolj umikata iz uporabe, nadomeščajo ju sintetični polimeri. Na razpolago so tri različne vrste:

- kationski polimeri,
- anionski polimeri,
- neionski polimeri.

Izbira polimera je odvisna od naboja delcev blata. Suspenzija blata se tako destabilizira in lažje loči od vezane vode ter postane lepljiva in gladka.

S termičnim kondicioniranjem se vezana voda odstranjuje s pomočjo kratkotrajnega povišanja temperature in tlaka, s čimer posredno izvedemo tudi dezinfekcijo. <sup>5</sup>

#### **2.3.3.4 Stabilizacija**

Ker so sveža nedehidrirana odvečna blata iz komunalnih čistilnih naprav dobro biološko razgradljiva, lahko to izkoristimo za njihovo stabilizacijo. Pri njihovem spontanem razkroju, ob prisotnosti naravnih mikroorganizmov in ugodnih razmerah nastajajo lahkohlapni plini ter suspendiran mineraliziran preostanek. Hitrost procesa razkroja in sestava plinov je odvisna od prisotnosti oz. odsotnosti kisika. Poznamo aerobni, anaerobni pa tudi hibridni tip biološke stabilizacije blat. Natančneje so opisani v novem referenčnem dokumentu (BREF, 2005) o najboljših razpoložljivih tehnikah (BAT) za obdelavo odpadkov za naprave, zavezanke IPPC direktivi. <sup>13</sup>

##### Anaerobna stabilizacija blata

Anaerobna stabilizacija je stara in pogosta metoda stabilizacije odpadnega blata, predvsem na večjih komunalnih čistilnih napravah. Poteka v neprodušnih anaerobnih gniliščih (digestorjih), kjer anaerobne bakterije v odsotnosti kisika razgrajujejo trdne suspendirane snovi (blato). V tem procesu se zmanjšajo in stabilizirajo organske snovi v blatu. Ko so organske snovi stabilizirane, jih imenujemo bioodpadki.

Anaerobna razgradnja je v primerjavi z aerobno razgradnjo počasnejši proces, ki pa ima druge prednosti. V procesu anaerobnega razkroja se približno polovica organskih snovi transformira v pline in tekočino, le majhen del blata se porabi za tvorbo nove biomase. Po končanem procesu se znatno zmanjša število patogenih organizmov in volumen blata, pravitako pa izginejo tudi neprijetne vonjave.

Za pravilno delovanje anaerobnega gnilišča je zelo pomembna temperatura. Metanogene bakterije delujejo le v anaerobnem okolju in so zelo občutljive na spremembne temperature in pH ter prisotnost strupenih snovi. Njihovo delovanje je lahko v mezofilnem temperaturnem območju, ki je med 32 in 37 °C ali pa v termofilnem območju okoli 55 °C.

Indikator nepravilnega delovanja metanogenih bakterij je pojav večjih količin organskih kislin, nižanje vrednosti pH in pojav kislega vonja v gnilišču.

Mešanica plinov, ki nastaja v procesu anaerobne razgradnje v gnilišču, sestoji iz okoli 65 % metana, 30 % ogljikovega dioksida in 5 % vodikovega sulfida ter drugih plinov. Metan se akumulira, deponira v plinohramu in se kot primarno gorivo uporablja za ogrevanje gnilišča.

Gnilišča imajo običajno vgrajeno avtomatsko napravo za mešanje, ki homogenizira suspenzijo blata in razbija peno, ki se nabira na površini. Po končanem mešanju se trdne snovi usedejo, supernatant pa se vrača na začetek biološke faze čiščenja.

Po koncu razgradnje se preginito blato vodi na nadaljne postopke odstranjevanja vode in končne obdelave.<sup>5</sup>

### Aerobna stabilizacija blata

Aerobni reaktor je podoben aerobnemu prezračevalniku, le da se mu namesto odpadne vode dodaja sveže blato. Prezračevanje z zrakom ali čistim kisikom se izvaja z mehanskimi prezračevalniki ali difuzorji.

Hitrost procesa aerobne razgradnje je v veliki meri odvisna od temperature. Pri običajni temperaturi zraka se proces odvija počasi, zato so lahko zadrževalni časi tudi prek 50 dni. V termofilnem območju (32–37 °C) pa se proces bistveno pospeši in zadostuje že 7 dni zadrževanja v reaktorju. V aerobnem reaktorju – kompostniku mora biti snov dobro premešana zato, da mikroorganizmi ohranjajo neposreden stik z raztopljenim kisikom in organsko snovjo. Produkt aerobnega mikrobne razkroja blata je ogljikov dioksid, voda in mineraliziran ostanek.

Aerobni reaktorji so primerni za manjše ali srednje velike čistilne naprave, saj je upravljanje precej bolj enostavno in izraba bioplina zaradi visokih stroškov investicije v postrojenje ni upravičljiva. Slaba lastnost aerobne stabilizacije je predvsem velika poraba energije za vpihavanje zraka in mešanje, potrebno pa je tudi čiščenje izhajajočega zraka (biofiltri).

Posebna vrsta aerobne so-stabilizacije blata KČN je so-kompostiranje z ločeno zbranimi biološko razgradljivimi komunalnimi odpadki. Sveže nedehidrirano blato se uporabi za navlaženje in bogatenje z dušikom surove mešanice odpadkov pred kompostiranjem. Vseeno pa je potrebno poudariti, da so te količine blata razmeroma majhne v primerjavi z razpoložljivo količino. Postopek je smotrni, če je kompostarna v bližini čistilne naprave in uporablja veliko suhih strukturnih materialov z nizko vsebnostjo dušika.<sup>5, 13</sup>

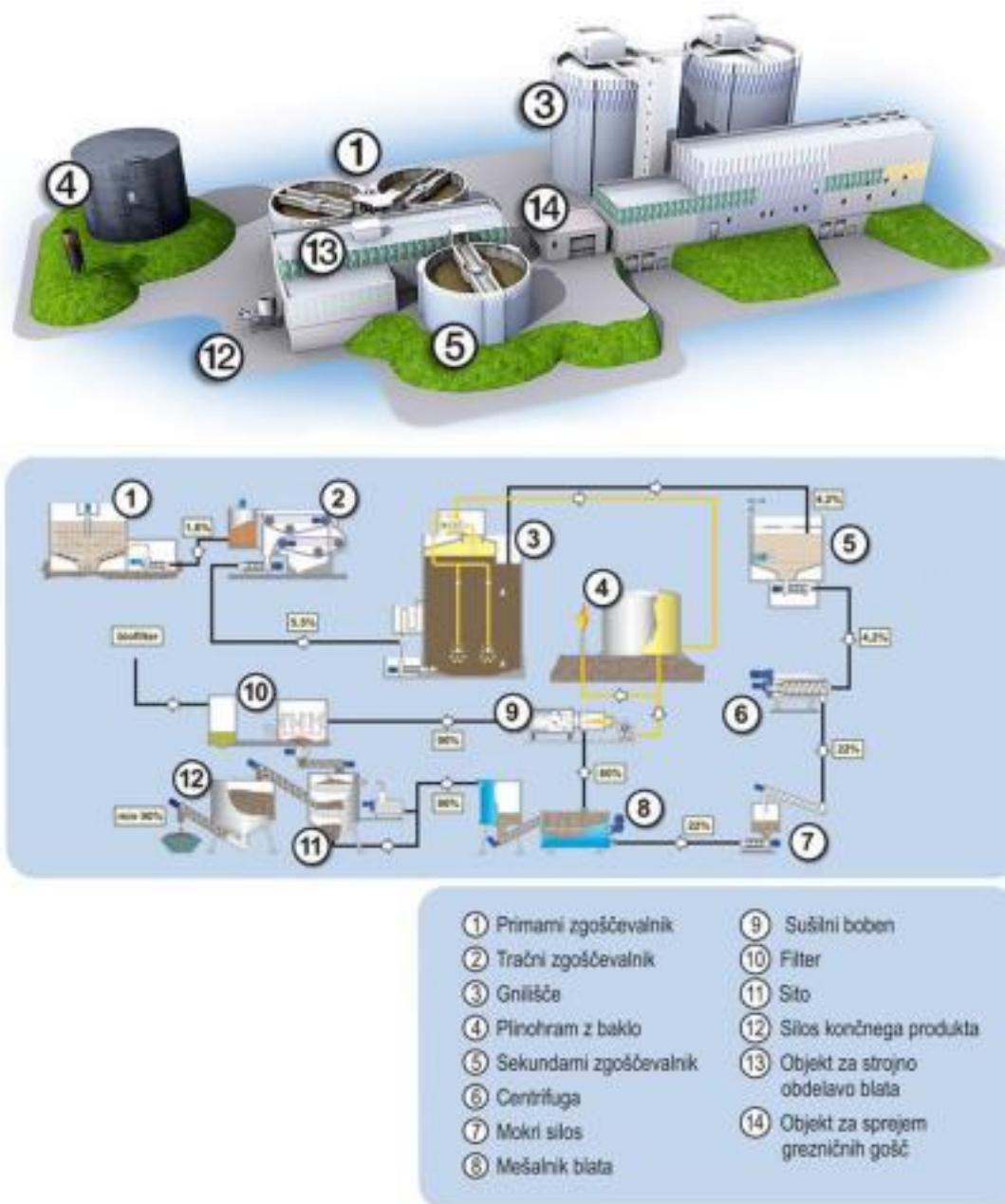
### Hibridni postopek anaerobno-aerobne razgradnje blata

Skupna lastnost hibridnih bioloških postopkov obdelave blata je, da so v veliki meri integrirani v več postopkov na čistilni napravi in niso strogo ločeni v svoji liniji, kot je to običajno («end of pipe treatment»). Gre za zelo učinkovit in razmeroma nov dvofazni anaerobno-aerobni postopek razgradnje odvečnega blata KČN, ki je bil razvit na Kemijskem inštitutu v Ljubljani. S tem postopkom se lahko, z zadrževalnim časom 15 dni, popolnoma stabilizira in mineralizira odvečno blato.<sup>15</sup>

V tem postopku so uporabljene in združene dobre lastnosti aerobnega in anaerobnega procesa. Anaerobna presnova deluje v termofilnem območju (50–60 °C) in je zaradi tega bistveno hitrejša od konvencionalnih procesov. Celotni bioplin, ki je produkt anaerobnega procesa se porabi za proizvodnjo električne ali toplotne energije, medtem ko z aerobnim procesom dokončno mineraliziramo in stabiliziramo blato. Poleg tega je dodatna dobra lastnost tega postopka, da je mogoče odstraniti sekundarni amonij na čistilni napravi. Med razvojem postopka so med drugim ugotovili tudi, da do 50 % obremenitve čistilne naprave z amonijem pride iz blatnenice iz odvodnjavanja blata, ki se v reciklu vrača na vtok čistilne naprave oz. začetek biološke faze čiščenja vod. Vsaka čistilna naprava, ki ima tehnologijo za anaerobno ali nepopolno aerobno obdelavo blata tako lahko dobi do 50 % amonija iz linije obdelave blata. Če se ta amonij odstrani, se močno zmanjša potreba po nitrifikaciji na sami čistilni napravi.<sup>16</sup>

Ta postopek je na razvojni stopnji pilotne naprave, ki obratuje v ČN Velenje.





Slika 5: Shematični prikaz postopka obdelave odvečnega blata <sup>17</sup>

## 2.4 Možnosti končnega ravnanja z odpadnim blatom 19 08 05

Čeprav se odvečnemu blatu KČN v preteklih letih, kljub temu, da gre za najbolj masoven odpadki pri čiščenju komunalnih odpadnih vod, ni posvečalo dosti pozornosti, je danes povsem drugače. V preteklosti so stroški obdelave in/ali končne obdelave (dispozicije) odvečnega blata predstavljali okoli 30–50 % celotnih stroškov obratovanja ČN. Danes so ti stroški zaradi novih pravil še bistveno višji, celo tako visoki, da jih marsikateri upravljalec ČN niti noče ali pa se jih enostavno boji razkriti. Eden izmed možnih vzrokov za tako stanje je bojazen pred odzivom ne samo laične pač pa tudi strokovne javnosti, ki ni seznanjena s celotno razsežnostjo problema ter modernimi pravili EU.

Več kot polovico odvečnega blata, ki nastaja pri čiščenju odpadnih voda na komunalnih čistilnih napravah, se je v preteklih letih v Sloveniji trajno odložilo na deponije nenevarnih odpadkov. Tak način končnega ravnanja je tudi najbolj preprost in stroškovno najbolj sprejemljiv. S spremembo zakonodaje, 15. 7. 2009, pa se neobdelanih blat iz KČN ne sme več odlagati na tak način. Suho blato v povprečju vsebuje okoli 40 do 60 % organskih snovi, ki pri dekompoziciji povzročajo nastanek emisij toplogrednih plinov, te pa na odlagališčih zelo težko zajamemo v celoti.

Blato iz čistilnih naprav je nenevaren odpadek, če vsebnost potencialno okoljsko kritičnih komponent ne presega zakonsko določenih mejnih vrednosti. Mnenja strokovnjakov iz tega področja so si glede predelave in končne uporabe tega odpadka različna. Medtem ko nekateri zagovarjajo uporabo digestata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijske namene kot gnojilo, drugi opozarjajo na možne škodljive posledice takega ravnanja. Blata, ki so produkt skupnih komunalnih čistilnih naprav velikih urbanih in industrijskih središč lahko vsebujejo različne zdravju in okolju škodljive snovi. Te snovi se lahko bodisi nalagajo v poljskih pridelkih namenjenih za prehrano ljudi, krmi za živali ali pa s spiranjem skozi zemljinjo negativno vplivajo na kakovost podzemnih voda.

Po navedbah Operativnega programa razvoja okoljske in prometne infrastrukture za obdobje 2007–2020 nobena izmed čistilnih naprav na slovenskih tleh trenutno nima zgrajenega objekta za odstranjevanje blat iz čistilnih naprav. Blato je zaradi svoje slabe kakovosti neustrezno tudi predpisom za odlaganje v tla. Zaradi dejstva, da ima Slovenija velik del ozemlja razglašen za vodovarstveno območje, območje Nature 2000 ali pa za posebno varstveno območje (SPA), bi bilo nujno potrebno urediti področje ravnanja z blati čistilnih naprav. Operativni program odvajanja in čiščenja komunalnih odpadnih in padavinskih voda določa, da se lahko blato, ki po kvaliteti ni ustrezno za vnos v tla, sežge. Za potrebe energetske obdelave oz. termične obdelave preostanka odpadkov in blat čistilnih naprav je v programu predvidena izgradnja enega do dveh primernih objektov.<sup>18</sup>

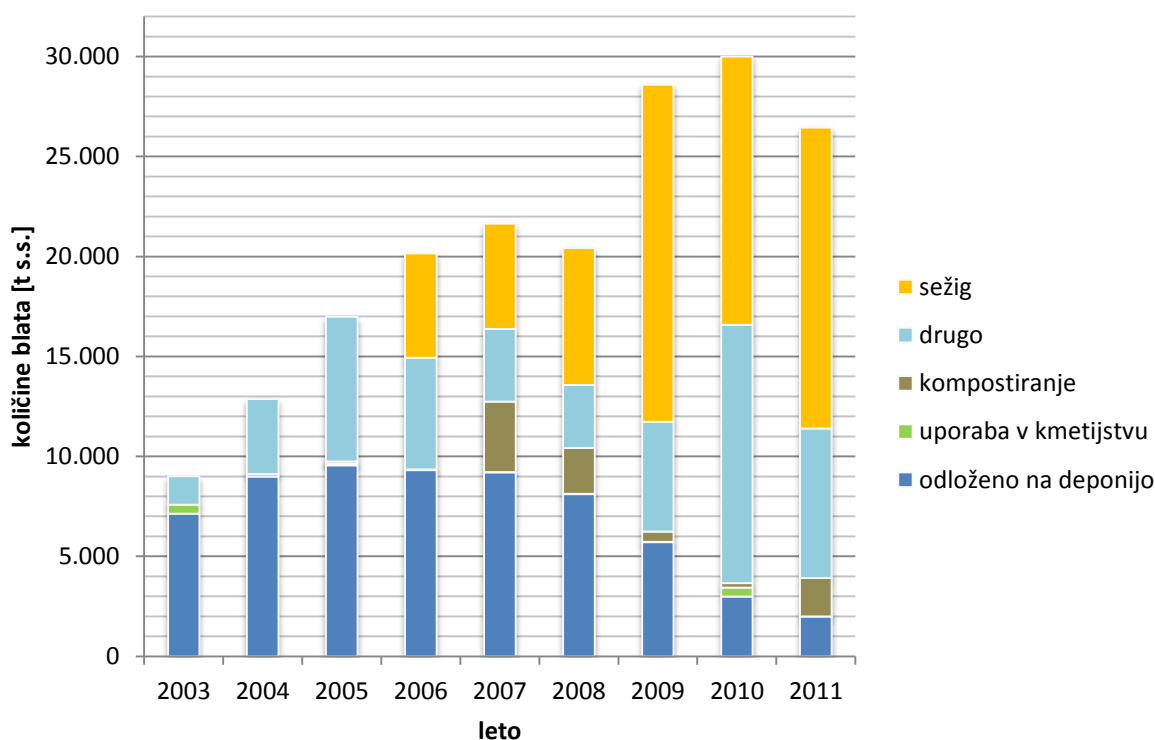
#### **2.4.1 Statistični podatki o ravnanju z odvečnimi blati za preteklo obdobje**

Po podatkih Agencije RS za okolje je v Sloveniji leta 2011 na komunalnih in skupnih čistilnih napravah nastalo dobrih 26.400 ton (suhe snovi) odpadnega blata. Od tega je šel največji delež blata tj. okoli 15.000 ton (56,9 %) v sežig, nekaj manj kot 7.500 ton (28,3 %), je bilo izvoženega za namen izdelave umetno pripravljene zemljine ter druge postopke predelave, slabih 2.000 ton (7,5 %) je bilo odloženega na deponije nenevarnih odpadkov, nekaj več kot 1.900 ton (7,3 %) je šlo v kompostiranje, le ena tona suhega blata pa je bila odložena na kmetijske površine.

Preglednica 7: Ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav (v tonah s.s.) <sup>11</sup>

Leto	Odloženo na deponijo	Odloženo na kmetijske povr.	Kompostiranje	Drugo	Sežig	Skupaj
2003	7134	455	n. p.	1418	n. p.	9007
2004	9000	126	n. p.	3741	n. p.	12867
2005	9560	71	119	7235	n. p.	16985
2006	9313	27	n. p.	5591	5228	20159
2007	9199	18	3526	3636	5259	21639
2008	8116	10	2286	3154	6868	20424
2009	5716	11	514	5497	16851	28589
2010	2980	455	221	12923	13417	29996
2011	1988	1	1926	7481	15046	26442

n. p. ... ni podatka

Slika 6: Grafični prikaz ravnanja z blatom komunalnih čistilnih naprav v preteklih letih <sup>11</sup>

Kot je razvidno iz grafa (Slika 6), se je količina odvečnih blat pridelanih na komunalnih in skupnih čistilnih napravah v zadnjih treh letih precej povečala, kar je posledica izgradnje novih čistilnih naprav. Od leta 2003 do danes se je količina teh odpadkov skoraj podvojila. V primerjavi z letom 2007, ko se je količina odloženega blata na trajna odlagališča nenevarnih odpadkov začela očitno zmanjševati, se je v letu 2011 tako odložilo le še dobro petino takratne količine tega odpadka. Najbolj signifikantna razlika med letoma 2010 in 2011 se kaže v odlaganju blat na kmetijske površine, iz česar lahko sklepam, da je večina odvečnih blat, glede na stroge limitne kriterije iz uredbe, očitno neustreznih za tovrstno uporabo. Trend končne obdelave blat se torej v Sloveniji giblje v smeri bolj razvitih evropskih držav na tem področju, kot so Nemčija, Nizozemska, Avstrija in druge.

Med sežigalnicami, ki jim dovoljenje za sežig odpadkov podeljuje ARSO, imajo zaenkrat dovoljenje za sežig oz. sosežig odpadnih blat iz komunalnih čistilnih naprav le tri sežigalne oz. kurilne naprave v Sloveniji, in sicer Energetika Celje javno podjetje d.o.o. (Celje), Pinus Tki d.d. (Rače), Salonit Anhovo d.d. (Deskle).

Danes obstaja kar nekaj različnih načinov odstranjevanja in uporabe odvečnega blata. Glede na ponovno uporabo ločimo regenerativne načine ravnanja in ne-regenerativne načine ravnanja. Med prve spadajo: uporaba blat na kmetijskih površinah (praviloma predelana v umetno pripravljeno zemljino), uporaba pri rekultivaciji zemljišč, kompostiranje, so-sežig blata v industrijskih procesih in sežig v incineratorjih za odpadke. Ne-regenerativni načini ravnanja pa so: mokra oksidacija, sežig brez izrabe toplote, odlaganje na odlagališča odpadkov. Končno dispozicijo blata pa narekujejo njegove lastnosti, kot so kvaliteta, prisotnost strupenih snovi ali patogenih mikroorganizmov. Prostornino odpadkov, lokacijo in stroške odlaganja pri celotnih stroških čistilne naprave je potrebno upoštevati pri izbiri postopka obdelave blata in končne dispozicije odpadkov.

#### 2.4.2 Odlaganje

Odlaganje stabiliziranih (praviloma nestabiliziranih) blat iz čistilnih naprav na trajna odlagališča komunalnih odpadkov je najstarejši in do nedavnega najpogostejši način njihovega končnega ravnanja. Gre za tipičen primer »end of pipe« pristopa in s tem prenašanja odgovornosti in okoljskih stroškov na druge.<sup>13, 19</sup>

Skladno z novimi usmeritvami Evropske unije na področju varstva okolja (6. okoljski program s pripadajočima tematskima strategijama na področju ravnanja z odpadki in upravljanja z viri) se trajno odlaganje odpadkov strogo omejuje, za biološko razgradljive in organske odpadke pa praktično prepoveduje. Glavni razlog za tako politiko je spontani anaerobni razpad organskih snovi v metan, ki je nevaren toplogredni plin in ga v odlagališču težko v celoti zajamemo.<sup>13</sup>

Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS, št. 61/2011) omejuje vsebnost organskih snovi v odpadkih za odlaganje na več načinov:

- z največ 18 % celotnega organskega ogljika v biorazgradljivih odpadkih,
- z največ 6 MJ/kg kurilne vrednosti v odpadkih z visoko vsebnostjo biorazgradljivih odpadkov,
- dodatno morajo biti ostanki organskih snovi v odpadku še slabo izlužljivi, tako da je vsebnost raztopljenega organskega ogljika v standardnem izlužku pod 800 mg/kg za težko biorazgradljive odpadke oz. 7500 mg/kg za lahko biorazgradljive odpadke.<sup>13, 20</sup>

Zaradi omejevanja odlaganja odpadkov z visoko vsebnostjo organskih snovi na trajne komunalne deponije je potrebno blata pred odlaganjem torej obdelati oz. mineralizirati s ciljem zadostnega zmanjšanja vsebnosti teh snovi. Smisel tega je tudi v tem, da je blato reciklabilen material in se mora kot tak umakniti iz deponij. Proizvodi teh postopkov (kompost, umetna zemljina, pridobljena energija,...) gredo na tržišče, trdni ostanek predelav (nečistoče iz kompostov in umetnih zemljin ter pepela) pa se odložijo na deponije, če se zanje ne najde boljše rešitve. Neposredno odlaganje blata na trajna odlagališča, ne glede na stopnjo dehidracije, torej ne pride več v poštev.<sup>13, 20</sup>

### 2.4.3 Uporaba v kmetijstvu

Osnovna ideja pri odlaganju blat iz čistilnih naprav na kmetijske in druge površine je povratak hranilnih snovi nazaj v naravni cikel. Poleg koristnih elementov, kot so npr. hranila, lahko blato vsebuje tudi razne škodljive snovi, kot so težke kovine, patogene črevesne bakterije, jajčeca parazitov, semena plevelov, razna fitofarmacevtska sredstva ipd. Posledično je uporaba blat v kmetijstvu, kot takih ali v obliki komposta, omejena predvsem na blata, ki izvirajo iz čiščenja komunalnih odplak, medtem ko industrijska in mešana blata ter blata večjih živinorejskih, predvsem prašičjih, farm niso primerna za te namene.<sup>21</sup>

Različni elementi škodljivih snovi se lahko bodisi nalagajo v poljskih pridelkih namenjenih za prehrano ljudi, krmi za živali ali pa s spiranjem skozi zemlino negativno vplivajo na kakovost podzemnih voda. Pri slednjem vplivu so še posebej ranjiva področja s kraško geološko sestavo tal, saj tam voda bistveno hitreje pronica skozi tla v podtalnico in s tem zelo ogroža zajetja pitne vode. V letu 2012 se je zgodilo kar nekaj primerov, ko so morali prebivalci teh območij vodo za gospodinjske namene prekuhavati, saj je bila voda kontaminirana s škodljivimi bakterijami, ki so dokazano izhajale iz gnojevke.

Ravnanje z blati iz čistilnih naprav v Sloveniji urejajo Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov, Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh ter Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. V uredbah so določene maksimalne koncentracije nevarnih snovi ali rastlinskih hranil, ki jih je dopustno izpuščati ali odlagati pri vnašanju blata iz čistilnih naprav.<sup>22</sup>

V primerih ko obstaja možnost uporabe blata v kmetijstvu morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- blato ne sme vsebovati higiensko ali zdravstveno nevarnih snovi za človeka ali živali,
- blato ne sme poslabšati donosa in kakovosti rastlinskih pridelkov,
- blato mora vsebovati zadostno količino humusa in/ali hranljivih snovi.<sup>23</sup>

Postopek razgradnje in aerobne stabilizacije blata ne zadostuje za popolno uničenje patogenih mikroorganizmov in semen plevelov, zato je pogosto potrebna še dodatna dezinfekcija (konsolidiranje z apnom, kompostiranje,...).

Ob vsem tem pa je omemba vredna tudi izjava priznanega profesorja iz tega področja Davida Pimentela, Ecology and Agricultural Sciences, Cornell University: »Kljub temu, da je blato koristen vir naravnih hranil, je tveganje nanosa na obdelovalno zemljo preveliko v primerjavi z možnim doprinosom.«<sup>13</sup>

### 2.4.4 Sežig in sosežig

Evropska unija je z Direktivo 2000/76/EC uvedla nove zahteve in s tem tudi nove kriterije za odlaganje odpadkov na trajna odlagališča. Glede na te kriterije, vsebnosti organskih in drugih nevarnih snovi v mineraliziranih preostankih biološke stabilizacije presegajo nove mejne vrednosti. Zaradi tega postaja vse bolj zanimiva stabilizacija odvečnega blata s pomočjo toplote pri povišanih temperaturah, kjer organske snovi razpadajo brez prisotnosti kisika. Konvencionalne rešitve so z dostopom zraka (sežig), nove metode pa gredo v smeri anoksičnih procesov (piroliza, uplinjanje), ki potekajo pri nižji temperaturi in povzročajo manj emisij.<sup>13</sup>

### Sežig blata

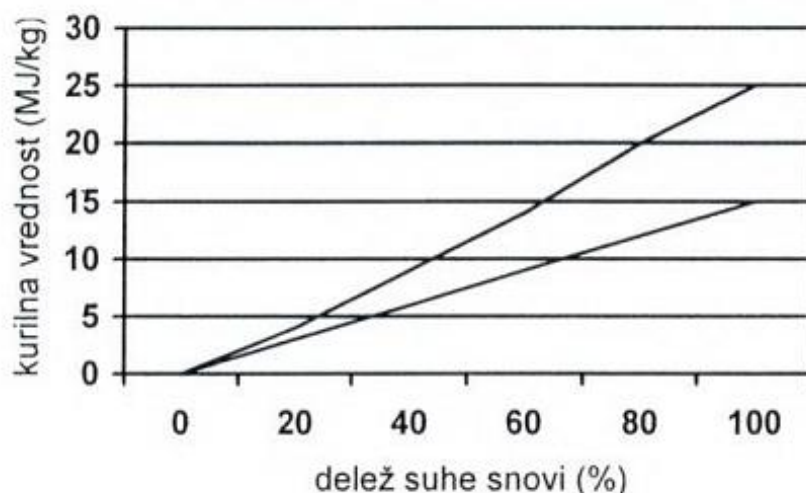
Da dosežemo popolno izgorevanje blata je zelo pomembno ohranjanje zadostne temperature zgorevalnega prostora. Za sežiganje odpadnih goriv, med katere uvrščamo tudi dehidrirano odvečno blato, je najnižja predpisana temperatura 850 °C, izjemoma tudi 820 °C. Blato je potrebno pred sežigom dehidrirati do približno 30 % suhe snovi, kar je danes moč doseči z najboljšimi aksialnimi centrifugami. V takem stanju ima blato kurilno vrednost do 5 MJ/kg, kar je premalo za izgorevanje brez dodatkov. Ponavadi se dodaja lahka frakcija komunalnih odpadkov (t. i. RDF) ali pa se sežge s podporo naravnega plina ali bioplina. Za sežig blata se uporabljajo peči s fluidiziranim slojem ali etažne peči. Izpušni plini se pred izstopom filtrirajo, da ne presegajo zakonsko določenih emisij. Pepel, ki ga pri zgorenju ene tone suhe snovi tako dehidriranega blata nastane za okoli 400 kg, se izloči z elektrofiltrom in odloži kot nenevaren odpadek ali uporabi za druge namene. Potrebno je poudariti, da je tovrsten postopek primarno namenjen sežigu organske snovi odpadka, ne pa proizvodnji energije.

Preglednica 8: Povprečne kurilne vrednosti energentov

<b>Energent</b>	<b>Kurilna vrednost</b>
Les	10–15 MJ/kg
Kurilno olje	~42 MJ/kg
Zemeljski plin	~49 MJ/kg
Premog	10–25 MJ/kg

### Sosežig blata

Če je v bližini komunalne čistilne naprave bodisi sežigalnica komunalnih odpadkov, toplarna na trdno gorivo ali podoben objekt s primerno veliko in močno pečjo (vhodna toplotna moč nad 50 MW), lahko dehidrirano blato sežigamo v njih. Na ta način se ognemo investicijskim stroškom v lastno kurilno napravo, odpadejo težave z dispozicijo pepela, zato pa moramo pokriti transportne in prevzemne stroške, ki niso majhni. V takih primerih je zahtevana stopnja dehidriranosti blata višja, praviloma okoli 90 %. <sup>13</sup>



Slika 7: Graf zgornje in spodnje kurilne vrednosti surovega blata v odvisnosti od deleža suhe snovi <sup>24</sup>

### Novi postopki

Različne tehnologije sežiganja odpadkov, vključno z odvečnimi blati čistilnih naprav, so danes predmet intenzivnih raziskav predvsem v smeri izboljšanja toplotnega izkoristka in na drugi strani zmanjšanju negativnih vplivov na okolje. Razvoj gre v smeri procesov s čistim kisikom, oz. po drugi strani brez zraka (ki neogibno povzroča velike količine emisij in toplotne izgube), ti postopki potekajo pri nižjih temperaturah (500–600 °C). V slednjem primeru sta to predvsem postopka:

- uplinjanja, kjer se pri povišani temperaturi trdne organske snovi iz blata z vlago pretvarjajo v plinasto mešanico ogljikovega monoksida in vodika (CO in H<sub>2</sub>), ki je odličen energent in surovina za petrokemično industrijo in
- pirolize (suha destilacija), kjer se organske snovi pretvorijo v plinaste, tekoče in trdne produkte, ki jih lahko uporabimo kot energente ali sekundarne surovine.<sup>13</sup>

## **2.4.5 Drugi možni načini končnega ravnanja z odpadnim blatom 19 08 05**

### **2.4.5.1 Pridobivanje bioplina in biogoriva**

Iz svežega blata se lahko preko postopka anaerobne razgradnje pridobiva bioplin. Tega lahko nato pretvorimo v toplotno ali električno energijo, mogoča pa je tudi naknadna pretvorba pregnitega blata v biogorivo.

Postopek pridobivanja bioplina za pogon motornih vozil poteka tako, da se iz bioplina odstrani ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), žveplovodik (H<sub>2</sub>S) in vlaga (H<sub>2</sub>O). S tem plinu odstranimo nečistoče, zmanjšamo njegov volumen, preprečimo morebitno korozijo kovinskih elementov in povečamo specifično kalorično vrednost. Pridobljen plin, ki mu že lahko rečemo biogorivo, se nato stisne pod pritiskom okoli 25 do 30 barov in shrani v tekočem agregatnem stanju.<sup>25</sup>

Pridobivanje in uporaba biogoriva na tak način je najbolj razširjena na Švedskem. Kar 60 % celotne proizvodnje bioplina (1,4 TWh) izhaja iz odvečnega blata komunalnih čistilnih naprav. Od vseh 240 bioplinarn po državi je 140 takih, ki kot surovino za proizvodnjo bioplina uporabljajo odvečno blato iz KČN, 31 pa jih ima tudi nadgradnjo za čiščenje in komprimiranje bioplina. Stroški predelave so precej visoki, in sicer okoli 1–2 €/kWh. Končna cena biogoriva je tako na Švedskem za 20–40 % nižja od cene klasičnega 95 oktanskega bencinskega goriva.

Bioplin ima v prihodnosti še velik potencial, saj se pričakuje, da bo njegova proizvodna cena, z razvojem novih tehnologij, padala. Poleg tega pa omogoča tudi večjo gotovost oskrbe z gorivom (lokalna produkcija), nova delovna mesta in zaradi svoje čistosti bistveno manjše negativne vplive na okolje.<sup>25</sup>

### **2.4.5.2 Pridobivanje etanola**

Bioetanol, ki se ga uporablja kot biogorivo oz. kot njegova sestavina, se lahko pridobiva iz različnih vrst biomase in mednje spada tudi odpadno blato iz komunalnih čistilnih naprav. Uporaba bioetanola, predvsem kot energenta za pogon motorjev na notranje izgorevanje, je zelo razširjena zlasti v Braziliji.

Pretvorba bioetanola iz biomase je možna na dva načina; s hidrolizo ali s fermentacijo. Pri postopkih pridobivanja bioetanola iz biološko razgradljivih odpadnih snovi z namenom

uporabe za pogon motorjev na notranje izgorevanje so vodilni na svetu Finci, in sicer podjetje St1. To podjetje je razvilo inovativen postopek razpršene produkcije, ki je definiran v naslednjih petih fazah:

1. Zbiranje in predelava biorazgradljivih odpadkov v 85 % bioetanol v t. i. etanolix napravah ter ločevanje bioetanola od preostale brozge z destilacijo.
2. Nastanek stranskega produkta, ki se ga lahko uporabi kot krmo za živino.
3. Dehidracija 85 % bioetanola do skoraj čistega 99,8 % in s tem lažjo nadaljno uporabo pri pripravi biogoriva.
4. Dodajanje bioetanola bencinu ter pridobivanje različnih končnih mešanic biogoriva.
5. Distribucija in transport biogoriva do servisnih postaj. <sup>26</sup>

Mešanice, ki sestojijo iz nizkih vsebnosti bioetanola (do 10 %) se lahko brez težav uporabljajo kot pogonsko sredstvo večine sodobnih avtomobilov, mešanice z visoko vsebnostjo bioetanola (85 %) pa so namenjene avtomobilom, ki so prirejani za t. i. fleksibilna goriva (ang. flexifuel cars).

Prednosti uporabe bioetanola kot aditiva h klasičnim bencinskim energentom sta predvsem povečanje oktanskega števila goriva in zmanjšanje emisij. <sup>26</sup>

#### **2.4.5.3 Vir hranil**

Dušik in fosfor sta dva izmed treh najbolj pomembnih hranilnih elementov za rast rastlin. Oba elementa sta v precejšnjih količinah prisotna v odvečnem blatu bioloških čistilnih naprav.

Dušik je v odvečnem blatu prisoten predvsem v obliki amonjaka, nekaj pa ga je tudi v organski obliki. Nahaja se v blatnenici, ki nastaja pri postopku dehidracije blata. Amonjak je iz blatnenice mogoče izločiti v obliki amonijevega sulfata oz. amonijevega nitrata, ki sta uporabna v kmetijstvu.

Odvečno blato je potencialno zelo zanimiv vir fosforja zaradi omejenih količin svetovnih zalog apatita, ki je glavni vir oz. surovina iz katere se ta element pridobiva. Čeprav predstavlja odvečno blato neomejen in enega največjih dosegljivih virov fosforja, pa je težava v predpisih, ki zaradi prisotnosti drugih škodljivih elementov močno omejujejo uporabo blata v kmetijstvu. Zaradi tega je potrebno fosfor najprej izločiti iz blata v obliki neonesnažene frakcije. Poznamo več različnih metod pridobivanja fosforja iz odvečnega blata KČN; biološki postopki z maksimalno 50 % izkoristkom ter fizikalni in kemijski postopki z minimalno 90 % izkoristkom. <sup>27</sup>

#### **2.4.5.4 Surovina za izdelavo opek**

Končni odpadki pri termični obdelavi odvečnega blata KČN je pepel, iz katerega je možna izdelava kvalitetne opeke. Strojna izdelava tovrstne opeke se je začela v Tokiu na Japonskem že leta 1991.

Tehnologija izdelave je dokaj preprosta. Surov pepel (brez aditivov) se nasuje v kalupe in 20 minut žge v peči pri temperaturi nekaj več kot 1000 °C. Nato sledi štiriurno ohlajanje na temperaturo okolja.

Kar nekaj lastnosti te opeke je zanimivo mnogo boljše od klasične glinene opeke. Tovrstna opeka ima boljše odpornost na tlačno in upogibno obremenitev, manjšo poroznost in s tem



manjšo sposobnost absorpcije vode ter večjo odpornost na abrazijo. Glede na najnovejše predpise in težave z vsebnostjo težkih kovin v odpadnem blatu pa je verjetno še največja prednost te opeke v tem, da tudi po daljšem času izpostavljenosti zelo neugodnim vplivom okolja ne prihaja do izluževanja težkih kovin. Tudi javno mnenje o tej opeki je pozitivno in naklonjeno njeni uporabi. Tako je npr. zelo pogosto uporabljena za tlakovanje javnih sprehajalnih poti, saj zaradi zelo nizke (površinske) poroznosti nima težav s porastom mahu, zimske poledenosti itd. <sup>27</sup>

#### 2.4.5.5 Pridobivanje portlandskega cementa

Uporaba odvečnega blata KČN je zelo zanimiva pri produkciji cementa, saj je njegova mineralna sestava komplementarna s sestavo klinkerja. Glavne sestavine ( $\text{CaO}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), ki jih sicer vsebujeta apnenec in glina, lahko deloma nadomestimo z blatom. Uporabimo ga lahko v različnih oblikah, in sicer kot pepel, v suhem stanju ali kot dehidrirano blato, pri čemer pa je limitirajoči dejavnik koncentracija  $\text{P}_2\text{O}_5$ . Koncentracije fosforjevega pentoksida ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) v različnih blatih KČN lahko zelo varirajo in so ponavadi bistveno višje kot je to potrebno pri proizvodnji cementa. <sup>27</sup>

Če odpadno blato stabiliziramo in dehidriramo tako, da ustreza standardom iz področja alternativnih goriv, ga lahko uporabimo tudi kot gorivo za segrevanje rotacijskih peči v katerih se žge cement. Prednost te variante je poleg mineralne komplementarnosti blata in cementa tudi v tem, da so temperature v teh pečeh izredno visoke (lokalno do  $2000\text{ }^\circ\text{C}$ ) in tako prihaja do popolnega gorenja ter s tem uničenja veliko škodljivih elementov, ki jih vsebuje odvečno blato. V cementarnah EU je uporaba različnih alternativnih goriv prisotna že dalj časa in je v letu 2006, glede na energijski delež, znašala 17,8 %, od tega je bilo 2,3 % blat iz čistilnih naprav. V cementarni Anhovo je uporaba alternativnih goriv, glede na energijski delež, začela strmo naraščati leta 2001. <sup>28</sup>

Najpomembnejši pogoji, ki omogočajo varno uporabo alternativnih goriv v cementnih pečeh so:

- zelo visoke temperature in oksidacijska atmosfera, kar omogoča popolno izgorevanje,
- dolgi zadrževalni časi dimnih plinov v primerjavi s klasičnimi sežigalnicami,
- bazičnost materiala, kar omogoča vgradnjo nekaterih kislih polutantov, npr.  $\text{SO}_2$ , v klinker,
- vgradnja težkih kovin in nekaterih drugih elementov v klinker in
- doziranje goriv v količinah, ki so v primerjavi z doziranimi količinami osnovnih surovin okoli 10-krat manjše, kar pomeni tudi bistveno manjši prispevek k emisijam snovi v zrak.

Med prednosti uporabe alternativnih goriv v cementnih pečeh lahko navedemo naslednje:

- sistem recikliranja filtrskega prahu nazaj v surovine (opcija je tudi reciklaža v cement) pomeni, da v procesu ni nobenega preostanka – pepela,
- uporablja se velik del alternativnih goriv biološkega porekla oziroma biomase, ki je  $\text{CO}_2$  nevtralna, kar pomeni ugoden prispevek k zmanjšanju emisije toplogrednih plinov. <sup>28</sup>

#### 2.4.5.6 Uplinjanje in piroliza

Uplinjanje je postopek, kjer se s pomočjo visoke temperature vsaj 900 °C in prisotnosti kisika trdne organske snovi iz blata z vlago pretvarjajo v mešanico ogljikovega dioksida (CO) in vodika (H<sub>2</sub>). Vodik se uporablja kot energent za različne namene in kot pomembna surovina v petrokemični industriji.

Piroliza oz. suha destilacija pa je postopek, kjer se pri temperaturi 500 do 700 °C, a brez prisotnosti kisika in vlage, organske snovi pretvorijo v plinaste, tekoče in trdne produkte. Te produkte se nato uporablja kot energente ali kot sekundarne surovine. <sup>27</sup>

#### 2.4.5.7 Uporaba v gozdarstvu

Na področju uporabe odvečnih blat KČN v gozdarstvu je bila v ZDA, na univerzi v Washingtonu, izvedena vrsta obsežnih raziskav. Rezultati teh raziskav so pokazali, da gozdna tla, obdelana z odvečnim blatom, pozitivno vplivajo na rast nekaterih drevesnih vrst, predvsem so to: jelka, smreka, severnoameriški topol in navadni topol. Nekateri raziskovalci so že v začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja ugotavljali pozitivne učinke uporabe blat pri gojenju božičnih dreves. Izkazalo se je, da je rast določenih drevesnih vrst s tovrstnim gnojenjem boljša, kot v primerih uporabe klasičnih gnojil. Ob tem pa se tudi bistveno izboljša možnost preživetja rastlin ob morebitnem presajanju.

Povzetki rezultatov različnih študij opravljenih na tem področju, v okviru raziskav te univerze, kažejo, da se v primerih uporabe odvečnega blata KČN v gozdarstvu:

- poveča prirastek lesne biomase,
- poveča povprečni premer hlodovine,
- kaže splošen pozitiven učinek na rast gozda. <sup>29</sup>

#### 2.4.6 SWOT analiza načinov ravnanja z odpadnimi blati KČN

SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) analiza je kvalitativna analiza, ki nam z analizo prednosti, slabosti, priložnosti in tveganj omogoča oceniti primernost posamezne metode oz. načina ravnanja z odpadnimi blati. SWOT analiza načinov ravnanja z odpadnimi blati je predstavljena v Preglednici 9. <sup>30</sup>

Preglednica 9: SWOT analiza glavnih načinov ravnanja z odpadnimi blati KČN <sup>30</sup>

METODE RAVNANJA	PREDNOSTI	SLABOSTI	PRILOŽNOSTI	TVEGANJA
Odlaganje na deponije	- Relativno nizka cena - Možnost izgradnje na nenaseljenih ozemljih	- Zakonsko zelo omejena/prepoveda na metoda - Velika poraba deponijskega prostora - Nastajanje toplogrednih plinov - Nastajanje izcednih voda - Pojav smradu	- Uporaba tovrstnih odpadkov za prekrivni material ter hitro zaraščanje z rastlinami	- Pojav socialnih problemov zaradi degradiranega okolja - Kontaminacija podtalnice z izcednimi vodami - Razmnoževanje glodalcev in prenos patogenov na človeka - Stroga zakonodaja zaradi katere se odlaganje uporablja vse manj

<b>METODE RAVNANJA</b>	<b>PREDNOSTI</b>	<b>SLABOSTI</b>	<b>PRILOŽNOSTI</b>	<b>TVEGANJA</b>
Direkten vnos v tla	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativno nizka cena saj ni potrebna predobdelava, niti posebna tehnologija za vnos v tla</li> <li>- Vračanje hranil v naravni cikel (hranilne snovi za rastline)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Uporaba metode je vezana na bližnjo okolico vira tovrstnih odpadkov (problem logistike in cene transporta) in na čas njihovega nastajanja</li> <li>- Pojav smradu</li> <li>- Zakonsko zelo omejena/prepoveda na metoda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Višji donos rastlin na apliciranih območjih</li> <li>- Manjša poraba klasičnih gnojil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontaminacija tal s škodljivimi snovmi (težke kovine) ob neustrezni sestavi tovrstnih odpadkov</li> <li>- Kontaminacija podtalnice ob prekomerni aplikaciji</li> <li>- Prenos eventuelno prisotnih patogenov na človeka</li> <li>- Izhajanje dušika v ozračje (amoniak) ob prepočasnem prekrivanju z zemljinjo</li> <li>- Stroga zakonodaja zaradi katere se metoda uporablja vse manj</li> </ul>
Kompostiranje in uporaba komposta	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativno nizka cena</li> <li>- Izboljšanje hranilnih lastnosti tal z uporabo produkta</li> <li>- Vračanje hranil v naravni cikel (hranilne snovi za rastline)</li> <li>- Dokaj stalna kvaliteta in higienska varnost produkta</li> <li>- Enostavno shranjevanje in transport produkta</li> <li>- Možnost uporabe produkta daleč od mesta in časa njegovega nastanka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potrebna velika površina</li> <li>- Pojav neprijetnega vonja</li> <li>- Pri odprtih postavitvah je hitrost procesa odvisna od vremenskih razmer (letni čas s padavinami in temperaturo)</li> <li>- Zakonsko zelo omejena metoda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Višji donos rastlin na apliciranih območjih</li> <li>- Manjša poraba gnojil</li> <li>- Možna uporaba produkta za rekultivacijo degradiranih območij</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontaminacija podtalnice ob prekomerni aplikaciji</li> <li>- Vse strožje zahteve zakonodaje zmanjšujejo široko uporabo produkta</li> </ul>
Predelava v umetno pripravljeno zemljinjo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativno nizka cena</li> <li>- Izboljšanje ekološkega stanja tal z uporabo produkta</li> <li>- Vračanje hranil v naravni cikel (hranilne snovi za rastline)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Potrebna velika površina</li> <li>- Uporaba metode je vezana na bližino virov surovin, uporaba produkta pa na bližino mesta njegove priprave (problem logistike in cene transporta)</li> <li>- Zakonsko zelo omejena metoda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Možna uporaba produkta za ekološko sanacijo degradiranih območij</li> <li>- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontaminacija tal in podtalnice s škodljivimi snovmi (težke kovine) ob neustrezni sestavi umetno pripravljene zemljine</li> </ul>

<b>METODE RAVNANJA</b>	<b>PREDNOSTI</b>	<b>SLABOSTI</b>	<b>PRILOŽNOSTI</b>	<b>TVEGANJA</b>
Sežig	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Majhna količina preostanka po sežigu za končno oskrbo</li> <li>- Možnost pridobivanja toplotne energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativno visoka cena</li> <li>- Nujna izgradnja v bližini porabnikov toplotne energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kontaminacija ozračja s škodljivimi plini ter negativne posledice za zdravje ljudi</li> <li>- Neustreznost preostanka za končno dispozicijo zaradi velike vsebnosti določenih snovi (težke kovine)</li> </ul>
Anaerobna razgradnja s pridobivanjem bioplina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Znatno zmanjšanje količine preostanka za končno oskrbo</li> <li>- Pridobivanje bioplina za proizvodnjo električne in/ali toplotne energije; na ta način se zajame metan, ki bi kot močan toplogredni plin na deponiji izhajal v ozračje</li> <li>- Visoka redukcija patogenov</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Relativno visoka cena</li> <li>- Nujna izgradnja v bližini porabnikov energije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo</li> <li>- Možno nadaljnje kompostiranje preostanka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realna možnost delovnih nesreč (eksplozija plina)</li> <li>- Pojav neprijetnega vonja</li> </ul>
Pridobivanje biogoriva	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pridobivanje bioplina za proizvodnjo biogoriv; na ta način se zajame metan, ki bi kot močan toplogredni plin na deponiji izhajal v ozračje</li> <li>- Večja gotovost oskrbe z gorivom zaradi lokalne produkcije</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visoka cena</li> <li>- Uporaba metode je vezana na okolico vira tovrstnih odpadkov</li> <li>- Potrebna izgradnja v bližini porabnikov biogoriva - črpalne postaje</li> <li>- Zapletena logistika (posebna vozila za transport biogoriva, izgradnja cevovodov in črpalnih postaj)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realna možnost delovnih nesreč (eksplozija plina)</li> </ul>
Pridobivanje etanola	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Večja gotovost oskrbe z gorivom zaradi lokalne produkcije</li> <li>- Povečanje oktanskega števila goriva in zmanjšanje škodljivih emisij bencina v okolje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visoka cena</li> <li>- Uporaba metode je vezana na okolico vira tovrstnih odpadkov</li> <li>- Zapletena logistika (posebna vozila za prevoz etanola in biogoriva, izgradnja črpalnih postaj)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Realna možnost delovne nesreče (vžig etanola)</li> </ul>

METODE RAVNANJA	PREDNOSTI	SLABOSTI	PRILOŽNOSTI	TVEGANJA
Pridobivanje vodika	- Pridobivanje vodika (je močan energent in hkrati čisto gorivo, saj ob njegovi uporabi nastaja le voda) in metana (ni izhajanja metana kot toplogrednega plina v ozračje) - Zmanjšanje porabe deponijskega prostora	- Relativno visoka cena - Široke uporabe še ni, zaenkrat bolj na nivoju poskusov	- Nova delovna mesta za okoliško prebivalstvo	- Realna možnost delovnih nesreč (eksplozija plina)
Drugi načini	- Pridobivanje različnih uporabnih produktov ali zgolj končna oskrba odpadkov z majhno porabo deponijskega prostora	- Cena je lahko dokaj visoka	- Nadaljnji razvoj metod, prijaznih okolju, pri katerih ima produkt tudi neko uporabno vrednost	- Stroge zahteve zakonodaje glede uporabe produktov

## 2.5 Zakonodaja in standardi

Pri preprečevanju prekomernega onesnaževanja okolja je ključnega pomena zakonodaja. Tako kot na drugih področjih so tudi na področju čiščenja komunalnih voda danes zakonski predpisi že precej kompleksni in neposredni. Republika Slovenija se je ob svojem vstopu v Evropsko unijo, 1. maja, 2004, zavezala, da bo spoštovala njen pravni red ter ga implementirala v svoje predpise.

### 2.5.1 Evropska unija

Področje upravljanja z odpadki in z njim povezano varovanje okolja je v EU pravno urejeno z vrsto uredbami, direktivami in sklepi, ki se nenehno aktualizirajo in dopolnjujejo.

#### 2.5.1.1 Strategija trajnostnega razvoja

V zadnjih 20-ih letih zelo pogosto omenjana besedna zveza, katere ideja in načela so vodilo za oblikovanja politike EU na področju med seboj povezanih pojmov gospodarskega in socialnega razvoja ter varstva okolja.

Zamisel, o kateri govori pojem trajnostnega razvoja, je kvaliteten razvoj človeške družbe tekom katerega bi se izognili nevarnosti, ki jih povzročata osredotočenje na kvantitativni materialni razvoj s prekomernim izčrpavanjem naravnih virov in onesnaževanjem okolja.

Definicij je veliko, vendar pa je najpogosteje citirana definicija iz poročila Brundtland-ove komisije (Gro Harlem Brundtland, norveška političarka) iz leta 1987: »*Trajnostni razvoj zadovoljuje potrebe sedanjega človeškega rodu, ne da bi ogrozili možnosti prihodnjih rodov, da zadovoljijo svoje potrebe.*«<sup>1</sup>

#### 2.5.1.2 Strategija ravnanja z odpadki 5R

Kot vodilno načelo pri snovanju in sprejemanju zakonskih predpisov ter splošni politiki EU na področju preprečevanja nastajanja odpadkov in upravljanja z njimi se uporablja

petstopenjska hierarhija ravnanja z odpadki, znana tudi kot koncept 5R. Idejna zasnova hierarhije ravnanja z odpadki izvira že iz Agende 21 za področje odpadkov 2. svetovne konference o varstvu okolja, Rio de Janeiro, 1992. Temeljne značilnosti učinkovitega sistema za ravnanje z odpadki torej predstavlja naslednji sklop ukrepov:

1. Preprečevanje nastajanja odpadkov na izvoru (REDUCE / REFUSE)
2. Ponovna uporaba (REUSE)
3. Recikliranje materialov (RECYCLE MATERIALS)
4. Recikliranje energije (RECYCLE ENERGY)
5. Odlaganje odpadkov na trajnih deponijah (REJECT)

### 2.5.1.3 Okvirna direktiva za odpadke (ang. Waste Framework Directive)

Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2008/98/EC določa ukrepe za varstvo okolja in zdravja ljudi, s ciljem preprečevanja ali zmanjševanja škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter z zmanjševanjem celotnega vpliva uporabe virov in izboljšanjem učinkovitosti takšne uporabe. Direktiva določa petstopenjsko hierarhijo ravnanja z odpadki, kot prednostni vrstni red zakonodaje in politike preprečevanja nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi. Lestvica je opisana v prejšnji točki (2.1.1.2).<sup>31</sup>

### 2.5.1.4 Okvirna vodna direktiva (ang. Water Framework Directive)

Leta 2000 je evropska komisija sprejela direktivo o enotni politiki EU do voda Water Framework Directive 2000/60/EC. Gre za osnoven dokument EU s področja varovanja voda in upravljanja z njimi. Direktiva narekuje, da je potrebno vodo, kot naravni vir, varovati. Cilj direktive je vzpostavitev sistema za gospodarjenje z vodami, s katerimi bi preprečili nadaljnje onesnaževanje vseh vodnih teles in dosegli zadovoljivo ekološko stanje voda, najkasneje do leta 2015.<sup>32</sup>

### 2.5.1.5 Druge direktive EU

Za področje krovne politike upravljanja z odpadnimi vodami in odpadki, ki nastajajo ob njihovem čiščenju, poleg že omenjenih dokumentov, obstajajo še drugi, ki natančneje posegajo v posamezna področja upravljanja z vodami. Najpomembnejši so:

- **Direktiva Sveta 91/271/EEC (Urban Waste Water Directive)**, natančneje opisuje postopke in pogoje za obdelavo komunalne odpadne vode. Namen direktive je varstvo okolja pred škodljivimi vplivi odvajanja biološko razgradljivih odpadnih voda. Zahtevana je izgradnja komunalnih čistilnih naprav za vsa naselja, ki so večja od 2000 prebivalcev. Za vsa občutljiva območja in območja, kjer je možna eutrofikacija je zahtevana tudi terciarna stopnja čiščenja.<sup>33</sup>
- **Direktiva Sveta 86/278/EEC**, definira mogoče variante za uporabo blata iz čistilnih naprav v kmetijske namene. V direktivi so specificirane mejne vrednosti vnosa nevarnih snovi, predvsem težkih kovin, ki jih lahko vnesemo v tla z uporabo blata iz čistilnih naprav. Dokument določa tudi roke za izgradnjo ustreznih kanalizacijskih omrežij in komunalnih čistilnih naprav. Zapisane so tudi mejne emisijske vrednosti za izpuste očiščene vode v vodotoke. Direktiva med drugim določa tudi pravila za vzorčenje in analizo blata in tal.<sup>34</sup>

- **Direktiva Sveta 91/676/EEC**, znana tudi kot Nitratna direktiva je namenjena zmanjšanju onesnaženosti voda z nitrati, ki so posledica kmetijske dejavnosti. Pravila ravnanja se nanašajo predvsem na skladiščenje gnojevke in način ter letne termine gnojenja kmetijskih površin, upoštevaje načela dobre kmetijske prakse.<sup>35</sup>
- **Direktiva Evropskega parlamenta in Sveta 2000/76/EC**, ima za cilj preprečiti ali omejiti negativne učinke na okolje pri sežiganju in sosežiganju odpadkov, zlasti onesnaževanje z emisijami v zrak, tla, površinsko vodo in podzemno vodo, kolikor je to izvedljivo, ter iz tega izvirajoče tveganje za zdravje ljudi. Ta cilj se doseže s strogimi pogoji obratovanja in tehničnimi zahtevami, z določitvijo mejnih vrednosti emisij za sežigalnice in naprave za sosežig odpadkov v Skupnosti ter z izpolnjevanjem zahtev Direktive 75/442/EEC.<sup>36</sup>
- **Direktiva Sveta 91/689/EEC**, o nevarnih odpadkih je ena od najstarejših zakonodajnih aktov Evropske unije o odpadkih. Cilj te direktive, pripravljene na podlagi člena 2(2) Direktive 75/442/EEC, je približati zakonodajo držav članic o nadzorovanem ravnanju z nevarnimi odpadki. Direktiva uvaja razlikovanje med nevarnimi in nenevarnimi odpadki, skupaj z razlikovanjem med predelavo in odstranjevanjem.<sup>37</sup>
- **Direktiva Sveta 75/442/EEC (spremembe in dopolnitve: Direktiva Sveta 91/156/EEC, Direktiva Sveta 91/692/EEC, Odločitev Komisije 96/350/EC)**, definira pojem odpadek kot vsako snov ali predmet iz priloge, ki ga imetnik zavrže ali namerava zavreči ali mora zavreči. Direktiva nalaga državam članicam sprejem ustreznih ukrepov za spodbujanje:
  - (a) najprej, preprečevanja ali zmanjševanja nastajanja odpadkov in njihove škodljivosti, predvsem:
    - z razvojem tehnologij za varčnejšo rabo naravnih virov,
    - s tehničnim razvojem in trženjem izdelkov, zasnovanih tako da ne prispevajo ali čim manj prispevajo, zaradi narave njihove izdelave, uporabe ali končnega odstranjevanja odpadkov, k povečanju količine ali škodljivosti odpadkov in nevarnosti onesnaževanja,
    - z razvojem primernih tehnologij za končno odstranitev nevarnih snovi v odpadkih, namenjenih za predelavo;
  - (b) nadalje:
    - predelavo odpadkov z recikliranjem, ponovno uporabo ali obnavljanjem ali katerim koli drugim postopkom za pridobivanje sekundarnih surovin, ali
    - uporabo odpadkov kot vira energije.

Države članice sprejmejo potrebne ukrepe za zagotovitev, da se odpadki predelajo ali odstranijo brez ogrožanja zdravja ljudi in brez uporabe postopkov ali načinov, ki bi lahko škodovali okolju (zlasti tveganju za vodo, zrak, tla ter rastline in živali, brez povzročanja hrupa in vonjav ter brez škodljivih vplivov na krajino ali mesta posebnega pomena).<sup>38</sup>

#### 2.5.1.6 Tehnični standard SIST-TS CEN/TS 15359:2007

Cilj te tehnične specifikacije je nedvoumna in jasna razvrstitev ter specifikacija pojma Alternativno trdno gorivo iz odpadkov (TGO – Trdno gorivo iz odpadkov oz. SRF – *Solid recovered fuel*). Namen tehnične specifikacije je omogočiti učinkovito trgovanje s TGO, spodbujanje uvrščanja na trg z gorivi in povečanje zaupanja javnosti. Tehnična specifikacija

omogoča dobro razumevanje med prodajalcem in kupcem, olajša trženje, čezmejno gibanje, uporabo in nadzor, kot tudi dobro komunikacijo s proizvajalci opreme. Prav tako je namen olajšati postopke pridobivanja dovoljenj in poročanje o uporabi goriv iz obnovljivih virov energije.<sup>39</sup>

TGO je izdelano iz nenevarnih odpadkov, in sicer iz posebnih odpadkov, komunalnih odpadkov, industrijskih odpadkov, komercialnih odpadkov, odpadkov iz gradbeništva, kanalizacij, blata, itd. Tako je očitno, da so TGO heterogena skupina goriv.

Ta tehnična specifikacija zajema vse vrste TGO in tudi široko področje uporabe. Na ta način je omogočeno uresničevanje ciljev in izvajanje iz hierarhije ravnanja z odpadki v EU, kot je opredeljeno v členu 3.1. Okvirne direktive o odpadkih 75/442, spremenjena z direktivo 91/156.

Tehnična specifikacija opisuje skladnost pravil, ki jih mora izpolnjevati TGO za razvrstitev glede na sistem razvrščanja. Prav tako določa, kako lahko ponudnik vzpostavi izjavo o skladnosti z različnimi tehničnimi specifikacijami za TGO.<sup>39</sup>

#### Področje uporabe:

Tehnična specifikacija določa klasifikacijski sistem za TGO in predloge za specifikacijo njihovih lastnosti. Trdna biogoriva in neobdelani trdni komunalni odpadki niso predmet te tehnične specifikacije.

#### Načela:

Klasifikacijski sistem temelji na treh pomembnih parametrih, glavnih lastnostih TGO:

- ekonomski parametri (neto kalorična vrednost tj. kurilna vrednost),
- tehnični parametri (vsebnost klora) in
- okoljski parametri (vsebnost živega srebra).

Za vse parametre so podane mejne vrednosti za razvrstitev goriv v pet kakovostnih razredov. Klasifikacija sama po sebi ni dovolj za uporabnika, potreben je tudi podrobnejši opis goriva.

#### Zahteve in izjave o skladnosti:

V skladu s to tehnično specifikacijo, mora TGO izpolnjevati naslednje zahteve:

1. Sistem razvrščanja za TGO temelji na mejnih vrednostih za tri pomembne lastnosti goriva:
  - a. povprečna vrednost za kurilno vrednost,
  - b. povprečna vrednost za vsebnost klora,
  - c. mediana in 80. percentilne vrednosti za vsebnost živega srebra.

2. Ustrežanje TGO zahtevam glede kakovosti, v skladu s pravili skladnosti:

- a. skladnostna pravila za razvrstitev v kakovostne razrede

Za obdobje 12 mesecev, za vsako lastnost iz klasifikacijskega sistema, se skladnosti konkretnega TGO določi s prikazom, da so izmerjene lastnosti v skladu z mejnimi vrednostmi, določenimi za ta razred. To se izvede v obdobju, v katerem se uporablja sistem vodenja kakovosti (QMS).



b. skladnostna pravila za specifikacijo

Specifikacija TGO, za katero se dogovorita dobavitelj in uporabnik mora določiti velikosti serije, kot tudi skladnost s predpisi.

3. Lastnosti TGO se opredeli skladno z obrazcem v Aneksu A, ki je sestavljen iz dveh delov:

- a. lastnosti, ki jih je potrebno obvezno navesti (koda razreda, izvor, oblika in velikost delcev, vsebnost pepela, vsebnost vlage, kurilno vrednost, kemijske lastnosti)
- b. lastnosti, ki se jih navede prostovoljno (vsebnost biomase, kompozicija, priprava biogoriva, fizikalne lastnosti, kemijske lastnosti).

Proizvajalec / dobavitelj poda izjavo o skladnosti s to tehnično specifikacijo. <sup>39</sup>

### 2.5.2 Republika Slovenija

V drugi polovici leta 1999 je Državni zbor Republike Slovenije sprejel prvi Nacionalni program varstva okolja (NPVO), v začetku leta 2006 pa je sledilo sprejetje drugega, in sicer Resolucije o nacionalnem programu varstva okolja (ReNPVO). Ta dva programa sta osnovna strateška dokumenta na področju varstva okolja in med drugim tudi področja upravljanja z odpadki, katerih cilj je splošno izboljšanje okolja in kakovosti življenja ter trajnostno upravljanje z naravnimi viri. Glavna in fundamentalna smernica politike varstva okolja, ki je bila začrtana že v Zakonu o varstvu okolja in v prvem Nacionalnem programu varstva okolja ter skladna s splošno evropsko politiko na tem področju je zagotavljanje trajnostnega razvoja. <sup>22</sup>

Strategija Republike Slovenije na področju ravnanja z odpadki temelji predvsem na sledečih dokumentih in konvencijah:

- Waste Framework Directive (75/442/EEC in 2008/98/EC),
- Rio 1992 Earth Summit, Agenda 21 – Waste Management,
- Mednarodne konvencije (Basel, Stockholm, Rio de Janeiro,...),
- Zakon o varstvu okolja (Ur.l. RS, št. 39/2006).

Za pripravo in predložitev zakonov s področja varovanja okolja in upravljanja z odpadki Državnemu zboru je glavna inštitucija v naši državi Ministrstvo za okolje in prostor (sedaj Ministrstvo za kmetijstvo in okolje).

Pri tem je posamezni državi članici Evropske unije prepovedano sprejemati predpise, ki so v nasprotju s pravom Evropske unije. Evropski parlament, odločujoč skupaj s Svetom, Svet in Komisija oblikujejo uredbe in izdajajo direktive, sprejemajo odločbe, oblikujejo priporočila ali izdajajo mnenja.

Uredba je zavezujoča v celoti in se neposredno uporablja v državah članicah, zato državam članicam teh uredb ni potrebno prenašati v notranji pravni red, saj te avtomatično veljajo neposredno na celem območju držav članic.

Direktive so zavezujoče glede cilja, državi članici prepuščajo izbiro metode in obliko. Direktiva služi le kot podlaga zakonodajalcu v državi članici, da na podlagi njenih določb z notranjim predpisom uredi določeno pravno področje.

Odločbe so neposredno uporabne in zavezujejo tistega, na katerega se nanašajo.

Priporočila in mnenja niso zavezujoča.

### 2.5.2.1 Resolucija o nacionalnem programu varstva okolja 2005–2012 (ReNPVO)

Najpomembnejši cilji, usmeritve in ukrepi s področja upravljanja z odpadki, ki so zapisani v ReNPVO:

Generalni cilji in usmeritve, ki so skupni posameznim operativnim programom in programom ravnanja oziroma iz njih izhajajo so:

- zapiranje krožnih snovnih tokov v smislu definiranja in obravnave življenjskih ciklusov virov in dobrin z opredelitvijo optimalnih deležev uporabe in predelave odpadkov na osnovi cost-benefit analiz,
- zmanjševanje količin odpadkov z integracijo proizvodnih in porabniških vzorcev in navad, življenjskih navad, tehnoloških izboljšav, ekonomskih aktivnosti in ukrepov, demografskih sprememb z namenom jasne opredelitve povezanosti in medsebojnih interakcij med:
  - nastajanjem in preprečevanjem nastajanja odpadkov, upravljanja z viri in integralno gospodarsko politiko,
  - z upoštevanjem in vključevanjem parcialnih usmeritev in ciljev kot so kemikalije, IPPC, motorna vozila, električna in elektronska oprema in podobno,
  - promocija preprečevanja nastajanja odpadkov, promocija predelave (recikliranja) odpadkov, postavitve manjkajočih standardov in deležev predelave odpadkov,
  - zmanjševanje vplivov na okolje (predvsem v povezavi z odlaganjem odpadkov: emisije TGP, izcedne vode), prenos odgovornosti za odpadek oziroma izrabljen proizvod na proizvajalce, uvajanje ekonomskih instrumentov (okoljskih taks).<sup>40</sup>

Cilji Operativnega programa odstranjevanja odpadkov s ciljem zmanjšanja količin odloženih biorazgradljivih odpadkov:

- v postopke pred odstranjevanjem odpadkov usmeriti vsaj 65 % ali več od nastalih količin komunalnih odpadkov in jih (v neto iznosu) snovno izrabiti vsaj 42 % ali več,
- izločiti vse kuhinjske odpadke in jih biološko predelati,
- obdelati preostanke odpadkov tako, da vsebnost skupnega organskega ogljika (TOC) ne bo presegala 5 %,
- termično obdelati preostanke odpadkov, kjer mejne vrednosti 5 % TOC z drugimi postopki ni mogoče doseči in tiste organske odpadke, pri katerih je taka obdelava nujna,
- zmanjšati količine odloženih biorazgradljivih odpadkov od 47 % v strukturi odloženih odpadkov na 16 % do leta 2013 ali 2015, oziroma v povprečju 5 % letno,
- zmanjšati potencial nastajanja in emisij toplogrednih plinov za 1162 kt CO<sub>2</sub> ekvivalentov do leta 2012.

Ukrepi, ki bodo omogočali doseganje teh ciljev so:

- zapiranje obstoječih odlagališč, za katera je prilagajanje veljavnim predpisom ekonomsko neupravičeno ali tehnično težko izvedljivo,

- rekonstrukcija in širitev obstoječih odlagališč, ki bodo obratovala do konca leta 2008,
- izgradnja nove infrastrukture za obdelavo, predelavo in odstranjevanje odpadkov prioritarno, kot regijskih centrov za ravnanje z odpadki in državnih naprav za termično obdelavo.<sup>40</sup>

#### Cilji Operativnega programa zbiranja komunalnih odpadkov:

- postavitve zbiralnic za ločene frakcije komunalnih odpadkov na vsakih 500 prebivalcev v strnjениh območjih poselitve,
- postavitve zbirnih centrov za zbiranje ločenih frakcij komunalnih odpadkov po prinašalnem sistemu praviloma v vsaki občini, na vsakem območju strnjene poselitve z več kot 8.000 prebivalci in v večjih poselitvenih aglomeracijah na vsakih 80.000 prebivalcev,
- vzpostavitev zbiralnic nevarnih frakcij komunalnih odpadkov na vsakem območju strnjene poselitve z več kot 25.000 prebivalci in v večjih poselitvenih aglomeracijah na vsakih 60.000 prebivalcev,
- vzpostavitev dopolnilnega sistema zbiranja ločenih frakcij komunalnih odpadkov s premičnimi zbiralnicami,
- vzpostavitev sistema zbiranja organskih kuhinjskih odpadkov iz gostinstva in gospodinjstev ter njihovo biološko predelavo,
- zagotavljanje biološke predelave bioloških kuhinjskih odpadkov iz gospodinjstev v hišnih kompostnikih, v malih komunalnih kompostarnah na območjih poselitve z več kot 10 prebivalcev/ha in več kot 500 prebivalci ter prevzemanje in zagotavljanje biološke predelave na gosteje poseljenih in večjih območjih.<sup>40</sup>

Veljavni predpisi Republike Slovenije, ki so relevantni na področjih za ravnanje z biološko razgradljivimi odpadki in odpadnimi blati komunalnih čistilnih naprav so naslednji:

1. Uredba o odpadkih (Ur.l. RS, št. 103/2011)
2. Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (Ur.l. RS, št. 57/2008)
3. Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Ur.l. RS, št. 62/2008)
4. Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih (Ur.l. RS, št. 61/2011)
5. Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov (Ur.l. RS, št. 62/2008)
6. Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov (Ur.l. RS, št. 34/2008)
7. Uredba o sežiganju odpadkov (Ur.l. RS, št. 68/2008, 41/2009)
8. Pravilnik o izvajanju obvezne javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode (Ur.l. RS, št. 109/2007, 33/2008, 28/2011)<sup>22</sup>

#### **2.5.2.2 Uredba o odpadkih**

Vsebina in namen uredbe (Ur.l. RS, št. 103/2011) je varstvo okolja ter varovanje človekovega zdravja. Natančneje uredba določa pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter zmanjševanje celotnega vpliva uporabe naravnih virov in izboljšanje učinkovitosti uporabe

naravnih virov, v skladu z Direktivo 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19.11.2008 o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv (Ur.l. RS, št. 312/2008). Uredba uvaja nov pristop glede ravnanja z odpadki, ki je osredotočen na preprečevanje nastajanja odpadkov. Pomembna novost je program preprečevanja nastajanja odpadkov, ki se pripravi kot operativni program. Določena je tudi priprava programa ravnanja z odpadki, ki je skladno z zakonom eno od obveznih okoljskih izhodišč, ki služijo kot podlaga za pripravo in celovito presojo planov, programov, načrtov in drugih aktov na razvojnih področjih.<sup>8</sup>

Skladno z uredbo je odpadek opredeljen kot snov ali predmet, ki ga imetnik zavrže, namerava zavreči ali mora zavreči. Uredba vsebuje tudi določbe o stranskem proizvodu in prenehanju statusa odpadka, kot tudi o predelavi ter odstranjevanju odpadkov.

Uredba predpisuje ločeno zbiranje odpadkov iz papirja, kovine, plastike in stekla.

Z uredbo se energetska učinkovitost sežiga komunalnih odpadov šteje za postopek predelave, kadar so izpolnjena določena merila energetske učinkovitosti. Uredba kot pogoj za izvajanje obdelave odpadkov določa pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja, skladno z Zakonom o varstvu okolja, na podlagi posebnih pogojev, vsebino vloge za pridobitev tega in tudi vsebino dovoljenja.<sup>8</sup>

Uredba določa 5-stopenjsko hierarhijo ravnanja z odpadki, ki se upošteva kot prednostni vrstni red pri nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi: preprečevanje, priprava na ponovno uporabo, recikliranje, drugi postopki predelave, odstranjevanje odpadkov.

Odstopanje od prednostnega vrstnega reda je mogoče le za posamezne tokove odpadkov, za katere je tako določeno s posebnimi predpisi.

Vlada RS mora kot operativni program varstva okolja sprejeti Program ravnanja z odpadki, kjer se določijo ukrepi za izboljšave na področju okoljsko primerne priprave za ponovno uporabo, recikliranje, predelavo in odstranjevanje odpadkov, za območje celotne RS. Opredelitev ukrepov v zvezi z nastajanjem in ravnanjem z odpadki v Programu ravnanja z odpadki mora izhajati iz naslednjih ciljev:

- da se do leta 2020 priprava za ponovno uporabo in recikliranje odpadnega papirja, kovin, plastike in stekla iz gospodinjstev, v čim večji meri pa tudi iz drugih virov, kjer gre za tokove odpadkov, podobne odpadkom iz gospodinjstev, povečata na najmanj 50 % skupne teže,
- da se do leta 2020 priprava za ponovno uporabo, recikliranje in materialna predelava, vključno z zasipanjem z uporabo odpadkov za nadomestitev drugih materialov, nenevarnih gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju objektov, povečajo na najmanj 70 % skupne teže (ne upoštevata se zemljina in kamenje).<sup>8</sup>

Uredba uvaja novost za administrativno razbremenjevanje predvsem malih podjetij, in sicer evidence o nastajanju odpadkov in ravnanju z njimi vodijo samo tisti povzročitelji odpadkov, ki so pravne osebe ali samostojni podjetniki posamezniki, pri katerih nastajajo nevarni odpadki ali več kot 10 ton vseh odpadkov, povezani z njihovo dejavnostjo. Uredba določa tudi vzpostavitev informacijskega sistema o ravnanju z odpadki, za elektronsko podporo pri spremljanju pošiljk odpadkov z evidenčnimi listi in pri predpisanem letnem poročanju oseb, ki ravnaajo z odpadki, do začetka leta 2013. Vzpostavitev tovrstnega sistema bo uporabnikom

olajšala administrativna opravila v zvezi z oddajanjem in prevzemanjem odpadkov v obdelavo in letnim poročanjem o nastalih, zbranih in obdelanih odpadkih.

V prilogi 2, Uredbe o odpadkih, so definirani postopki predelav odpadkov. »R« postopki predelave odpadkov pomenijo, da se odpadki s postopkom obdelave predela (preoblikuje) v neko drugo obliko, ki jo je možno koristno uporabiti ali pa je to že kar končni postopek koristne uporabe.<sup>8</sup>

Preglednica 10: Postopki predelave<sup>8</sup>

R-koda	Postopek
R1	Uporaba predvsem kot gorivo ali drugače za pridobivanje energije *
R2	Pridobivanje topil/regeneracija
R3	Recikliranje/pridobivanje organskih snovi, ki se ne uporabljajo kot topila (vključno s kompostiranjem in drugimi procesi biološkega preoblikovanja) **
R4	Recikliranje/pridobivanje kovin in njihovih spojin
R5	Recikliranje/pridobivanje drugih anorganskih materialov ***
R6	Regeneracija kislin ali baz
R7	Predelava sestavin, ki se uporabljajo za zmanjšanje onesnaževanja
R8	Predelava sestavin iz katalizatorjev
R9	Ponovno rafiniranje olja ali drugi načini ponovne uporabe olja
R10	Vnos v ali na tla v korist kmetijstvu ali za ekološko izboljšanje
R11	Uporaba odpadkov, pridobljenih s katerim koli od postopkov, označenih z R1 do R10
R12	Izmenjava odpadkov za predelavo s katerim koli od postopkov, označenih z R1 do R11 ****
R13	Skladiščenje odpadkov do katerega koli od postopkov, označenih z R1 do R12 (razen začasnega skladiščenja, do zbiranja, na mestu nastanka odpadkov)

\* To vključuje sežigalnice za predelavo trdnih komunalnih odpadkov samo takrat, kadar je njihova energetska učinkovitost enaka ali večja od:

- 0,60 za naprave, ki delujejo in imajo dovoljenje v skladu z veljavno zakonodajo pred 1. januarjem 2009,
- 0,65 za obrate z dovoljenjem po 31. decembru 2008, ki se določijo z uporabo naslednje enačbe: energetska učinkovitost =  $(E_p - (E_f + E_i)) / (0,97 \times (E_w + E_f))$  v kateri:
  - $E_p$  pomeni letno proizvodnjo toplotne ali električne energije. Izračuna se z električno energijo, pomnoženo z 2,6 in toplotno energijo, proizvedeno za komercialno uporabo, pomnoženo z 1,1 (GJ/leto),
  - $E_f$  pomeni energijo, dovedeno v sistem, iz goriv, ki prispevajo k proizvodnji pare, na leto (GJ/leto),
  - $E_w$  pomeni energijo, ki jo vsebujejo odpadki za obdelavo, izračunano z uporabo neto kalorične vrednosti odpadkov, na leto (GJ/leto),
  - $E_i$  pomeni dovedeno energijo, razen  $E_w$  in  $E_f$ , na leto (GJ/leto),
  - 0,97 je faktor, ki pomeni energetske izgube zaradi pepela iz kotla in rešetk ter sevanja.

Ta enačba se uporablja v skladu z referenčnim dokumentom o najboljših razpoložljivih tehnikah za sežig odpadkov.

\*\* To vključuje uplinjanje in pirolizo z uporabo sestavin, kot so kemikalije.

\*\*\* To vključuje čiščenje tal, katerega rezultat je predelava zemlje in recikliranje anorganskih gradbenih materialov.

\*\*\*\* Če ni druge ustrezne R-kode, lahko to vključuje predhodne postopke pred predelavo, vključno z predobdelavo, med drugim razgradnjo, razvrščanje, drobljenje, stiskanje, peletiranje, sušenje, mletje, kondicioniranje, ponovno pakiranje, ločevanje, spajanje ali mešanje pred katerim koli postopkom, označenim z R1 do R11.

\*\*\*\*\* Začasno skladiščenje pomeni predhodno skladiščenje v skladu s 27. točko 3. člena te uredbe.

Z dnem uveljavitve te uredbe, torej od 31.12.2011, je prenehala veljati Uredba o ravnanju z odpadki (Ur.l. RS, št. 34/2008).

### 2.5.2.3 Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo

Ta uredba (Ur.l. RS, št. 57/2008) določa pogoje za predelavo odpadkov iz biomase v trdno gorivo, ki se lahko uporablja brez omejitev v kurilnih napravah in industrijskih pečeh, ter

pogoje za predelavo nenevarnih odpadkov v trdno gorivo, preden se uporabijo kot gorivo ali dajo v promet za uporabo kot gorivo v napravi za sosežig odpadkov. <sup>41</sup>

Uredba se uporablja za določitev pogojev za predobdelavo nenevarnih odpadkov v trdno gorivo z:

- mehansko obdelavo, kot so drobljenje ali sekanje ter kakršnokoli mehansko izločanje gorljivih delov iz odpadkov, vključno z mehansko obdelavo mešanih komunalnih odpadkov,
- toplotno obdelavo, kot je dehidracija, zaradi zmanjšanja vsebnosti vode, mešanjem gorljivih tekočih odpadkov s trdnimi odpadki zaradi njihovega strjevanja, medsebojnim mešanjem odpadkov zaradi povečanja neto kurilne vrednosti trdnega goriva ali kombinacijo postopkov iz prejšnjih alinej. <sup>41</sup>

Postopki predobdelave nenevarnih odpadkov iz prejšnjega odstavka se uporabljajo za:

- odpadke iz neonesnažene biomase (rastlinske odpadke iz kmetijstva in gozdarstva, rastlinske odpadke iz proizvodnje hrane, vlaknate rastlinske odpadke iz proizvodnje primarne papirne kaše in proizvodnje papirja iz papirne kaše, lesene gradbene odpadke in odpadke iz rušenja objektov ter druge odpadke iz neonesnaženega lesa, ter odpadke iz plute, ki niso obdelani z zaščitnimi sredstvi in premazi);
- odpadke iz delno onesnažene biomase (lesene gradbene odpadke in odpadke iz rušenja objektov ter druge odpadke iz neonesnaženega lesa, ki se v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, odpadke iz plute, ki so obdelani z zaščitnimi sredstvi in premazi, ki ne vsebujejo halogeniranih organskih spojin ali težkih kovin);
- druge nenevarne odpadke (odpadke živalskega izvora, izrabljene avtomobilske gume, odpadna nenevarna topila in druge gorljive nenevarne tekoče odpadke, gorljive nenevarne ostanke iz predelave izrabljenih avtomobilov, blata komunalnih in industrijskih čistilnih naprav, pregnito blato iz anaerobne obdelave biološko razgradljivih odpadkov in nenevarne gorljive mulje, odpadno nenevarno plastiko brez polivinilkloridov, odpadni papir in tekstil, mešane komunalne odpadke in lesene gradbene odpadke in odpadke iz rušenja objektov ter druge odpadke iz onesnaženega lesa, označeni kot odpadni les 3. kategorije). <sup>41</sup>

Predelava nevarnih odpadkov ali mešanic nevarnih odpadkov z nenevarnimi odpadki v trdno gorivo za uporabo kot gorivo je prepovedana.

Klasifikacijski seznam trdnega goriva za razvrščanje v razrede, iz Priloge 3 te uredbe, je podan v nadaljevanju.

#### **2.5.2.4 Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu**

Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Ur.l. RS, št. 62/2008) določa ukrepe in ravnanja z blatom iz komunalnih čistilnih naprav, če se uporablja kot gnojilo v kmetijstvu.

Za uporabo blata v kmetijstvu uredba določa mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v tleh, v ali na katera se vnaša obdelano blato, mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v obdelanem blatu ter mejne vrednosti letnega vnosa težkih kovin. Ob preseganju mejnih

vrednosti koncentracije težkih kovin, določenih s to uredbo, je uporaba blata v kmetijstvu prepovedana.<sup>23</sup>

Oseba, ki namerava blato iz komunalne čistilne naprave, male komunalne čistilne naprave, skupne čistilne naprave ali druge čistilne naprave sama uporabiti v kmetijstvu ali ga dati v promet zaradi uporabe v kmetijstvu, mora zagotoviti njegovo obdelavo. Poleg tega mora zagotoviti tudi redno merjenje parametrov obdelanega blata v obsegu in na način, določenim s to uredbo. Za uporabo obdelanega blata v kmetijstvu se uporablja predpis, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov.

Upravljalavec naprave mora ministrstvu letno poročati o uporabi obdelanega blata v kmetijstvu v skladu s predpisom, ki ureja obdelavo biološko razgradljivih odpadkov. Na podlagi tega ministrstvo vodi evidenco o uporabi blata v kmetijstvu. Ministrstvo vsake tri leta na podlagi evidence poroča Evropski komisiji v okviru zbirnega poročila.<sup>23</sup>

Preglednica 11: Mejne vrednosti za koncentracije težkih kovin v tleh<sup>23</sup>

Parameter	Tla (mg/kg suhe snovi)
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1
Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr	100
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	60
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0,8
Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	50
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	85
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	200

Preglednica 12: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu<sup>23</sup>

Parameter	Obdelano blato (mg/kg suhe snovi)
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	1,5
Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr	200
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	300
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	1,5
Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	75
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	250
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	1200

Preglednica 13: Mejne vrednosti za količine težkih kovin, ki se smejo na podlagi 10-letnega povprečja letno vnesti v kmetijska zemljišča<sup>23</sup>

Parameter	Mejna vrednost letnega vnosa (mg/kg suhe snovi)
Kadmij in njegove spojine, izražene kot Cd	0,015
Krom in njegove spojine, izražene kot celotni Cr	2
Baker in njegove spojine, izražene kot Cu	3
Živo srebro in njegove spojine, izražene kot Hg	0,015
Nikelj in njegove spojine, izražene kot Ni	0,75
Svinec in njegove spojine, izražene kot Pb	2,5
Cink in njegove spojine, izražene kot Zn	12

### 2.5.2.5 Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih

Vsebina in namen uredbe (Ur.l. RS, št. 61/2011) je opredelitev obveznih ravnanj in drugih pogojev za odlaganje. Z uredbo so predpisane mejne vrednosti emisij snovi v okolje zaradi odlaganja odpadkov. Opredeljeni so tudi pogoji in ukrepi v zvezi z načrtovanjem, gradnjo, obratovanjem in zapiranjem odlagališč ter ravnanja po njihovem zaprtju z namenom, da se v celotnem obdobju trajanja odlagališča, zmanjšajo učinki škodljivih vplivov na okolje, zlasti zaradi vplivov onesnaževanja z emisijami snovi v površinske vode, podzemne vode, tla in zrak ter v zvezi z globalnim onesnaženjem okolja zmanjšajo emisije toplogrednih plinov in preprečijo tveganja za zdravje ljudi. Poleg tega so določena tudi obvezna ravnanja in drugi pogoji za odlaganje odpadkov v podzemna skladišča.<sup>20</sup>

Določbe te uredbe se uporabljajo za obratovanje vsakega odlagališča, ne glede na vrsto odpadka, ki se odlaga.

Uredba med drugim opredeljuje različne vrste odlagališč:

- odlagališče za nevarne odpadke,
- odlagališče za nenevarne odpadke,
- odlagališče za inertne odpadke,
- odlagališče komunalnih odpadkov, ki je objekt infrastrukture lokalnega pomena v skladu z zakonom, ki ureja varstvo okolja, in je namenjeno za odlaganje ostankov predelave ali odstranjevanja komunalnih odpadkov.<sup>20</sup>

### 2.5.2.6 Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov

Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov (Ur.l. RS, št. 62/2008) določa obvezna ravnanja pri obdelavi biološko razgradljivih odpadkov in pogoje za uporabo ter dajanje v promet obdelanih biološko razgradljivih odpadkov.<sup>42</sup>

Definicija najvažnejših pojmov uporabljenih v uredbi je sledeča:

Biološko razgradljivi odpadki so aerobno ali anaerobno razgradljivi odpadki navedeni v Prilogi 1 te uredbe s številkami iz klasifikacijskega seznama odpadkov. Med tovrstne odpadke s klasifikacijsko številko 19 08 05 spada tudi blato čistilnih naprav komunalnih odpadnih voda.

Obdelava biološko razgradljivih odpadkov je kompostiranje, anaerobna razgradnja, mehansko - biološko obdelava ali katerikoli postopek higienizacije teh odpadkov.

Kompost je biološko stabilen, higieniziran, humusu podoben material brez motečih vonjav, ali 2. razred okoljske kakovosti.

Pregnito blato biološke razgradnje je material, ki nastane kot pregnito blato pri anaerobni razgradnji biološko razgradljivih odpadkov in izpolnjuje zahteve za uvrstitev v 1. ali 2. razred okoljske kakovosti.

Stabilizirani biološko razgradljivi odpadki so mehansko - biološko obdelani biološko razgradljivi odpadki po zaključeni stabilizaciji, ki izpolnjujejo zahteve okoljske kakovosti za stabilizirane biološko razgradljive odpadke. Sem se uvršča tudi kompost in pregnito blato, ki



ne izpolnjujeta zahtev za uvrstitev v 1. ali 2. razred okoljske kakovosti, izpolnjujeta pa zahteve za stabilizirane biološko razgradljive odpadke.<sup>42</sup>

Uporaba komposta, pregnitega blata in stabiliziranih biološko razgradljivih odpadkov v okolju je opredeljena z razvrstitvijo tovrstnih odpadkov v kakovostne razrede, kot je prikazano v spodnji preglednici.

Preglednica 14: Parametri okoljske kakovosti<sup>42</sup>

Parameter okoljske kakovosti	Kompost ali pregnito blato: 1. razred okoljske kakovosti (mg/kg suhe snovi)	Kompost ali pregnito blato: 1. razred okoljske kakovosti (mg/kg suhe snovi)	Okoljska kakovost za stabilizirane biološko razgradljive odpadke (mg/kg suhe snovi)
Cd	0,7	1,5	7
celotni Cr	80	200	500
Cu	100	300	800
Hg	0,5	1,5	7
Ni	50	75	350
Pb	80	250	500
Zn	200	1200	2500
PCB	0,4	1	1
PAH	3	3	6
neželene primesi	(% mase suhe snovi)	(% mase suhe snovi)	(% mase suhe snovi)
trdni delci iz stekla, plastike ali kovine, večji od 2 mm	< 0,5 %	< 2 %	< 7 %
mineralni trdni delci, večji od 5 mm	< 0,5 %	< 0,5 %	

### 2.5.2.7 Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov

Uredba (Ur.l. RS, št. 34/2008) določa pogoje v zvezi z obremenjevanjem tal z vnašanjem odpadkov in obvezno ravnanje pri načrtovanju in izvedbi vnašanja zemeljskega izkopa ali umetno pripravljene zemljine zaradi izboljšanja ekološkega stanja tal. Prav tako uredba določa pogoje uporabe gradbenega materiala, pripravljene iz obdelanih ali neobdelanih, izvornih ali odpadnih mineralnih surovin, če se ob stiku s padavinsko, podzemno ali površinsko vodo nevarne snovi lahko začnejo lužiti.<sup>43</sup>

Prepovedano je obremenjevati tla z vnosom odpadkov, razen če so obdelani in se vnašajo v tla kot sestavina umetno pripravljene zemljine, ki izpolnjuje zahteve iz 6. člena te uredbe, ali kot polnilo pri gradnji objektov, ki izpolnjuje zahteve iz 7. člena te uredbe.

Fizikalno-kemijske lastnosti umetno pripravljene zemljine, namenjene rekultivaciji tal, nasipavanju stavbnih zemljišč in nasipavanju območij mineralnih surovin za zapolnitev tal po izkopu so podane v spodnji preglednici (Preglednica 15):

Preglednica 15: Fizikalno-kemijske lastnosti umetno pripravljene zemljine vrste A in B, namenjene rekultivaciji tal, nasipavanju stavbnih zemljišč in nasipavanju območij mineralnih surovin za zapolnitev tal po izkopu za vnos, globlji od 2 m <sup>43</sup>

Fizikalno-kemijska lastnost	Oznaka	Enota	Območje
kamenje večje od 2 mm <sup>1, 2</sup>		masni % s.s.	0–70
kamenje večje od 200 mm <sup>1, 2</sup>		masni % s.s.	0–10
TOC		masni % s.s.	≤ 2 %
TOC v izlužku		mg/kg s.s.	50
pH	pH	/	6,5–8
električna prevodnost		μS/cm	< 600
celotni dušik	N cel	masni % s.s.	< 0,1
celotni fosfor	P cel	masni % s.s.	< 0,1
balastne snovi	umetne mase	masni % s.s.	< 0,5
	kovina	masni % s.s.	< 0,5

1 Približna vrednost

2 Posamezni delci s premerom, večjim od 2 mm oziroma večjim od 63 mm

Preglednica 16: Fizikalno-kemijske lastnosti umetno pripravljene zemljine vrste A in B, namenjene rekultivaciji tal, nasipavanju stavbnih zemljišč in nasipavanju območij mineralnih surovin za zapolnitev tal po izkopu za globino vnosa do 2 m <sup>43</sup>

Fizikalno-kemijska lastnost	Oznaka	Enota	Območje
glina	T	masni % s.s.	5–25
kamenje večje od 2 mm <sup>1, 2</sup>		masni % s.s.	0–30
kamenje večje od 200 mm <sup>1, 2</sup>		masni % s.s.	0
TOC		masni % s.s.	povprečno 5 % za globino 0–60 cm, povprečno 3 % za globino 60–120 cm, največ 2 % za globino nad 120 cm
pH	pH	/	6,5–8
apnenec	CaCO <sub>3</sub>	masni % na liter	0–25
bazična nasičenost		% od IK	70–100
alkalijske in zemeljskoalkalijske kovine	Ca	% od IK	60–90
	Mg	% od IK	5–15
	K	% od IK	2–5
	Na	% od IK	< 5
električna prevodnost		μS/cm	< 600
celotni dušik	N cel	masni % s.s.	< 0,4
celotni fosfor	P cel	masni % s.s.	< 0,1
voda (poljska zmogljivost)		vol. %	28–50
balastne snovi	umetne mase	masni % s.s.	< 0,5
	kovina	masni % s.s.	< 0,5

1 Približna vrednost

2 Posamezni delci s premerom, večjim od 2 mm oziroma večjim od 63 mm

Oseba, ki namerava pripravljati zemeljski izkop zaradi njegove ponovne uporabe ali izdelovati umetno pripravljeno zemljino zaradi njenega vnosa v tla, mora pridobiti

okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov po postopku z oznako R10 (v nadaljnjem besedilu: okoljevarstveno dovoljenje ali OVD). V njem je opredeljeno:

- kraj vnosa zemeljskega izkopa ali umetno pripravljene zemljine, vključno z imeni lastnikov zemljišč,
- kraj izkopa, če gre za zemeljski izkop,
- namen vnosa in predviden način vnosa,
- vrsto naprav in uporabljene tehnologije za pripravo umetno pripravljene zemljine in njihovo največjo možno zmogljivosti,
- izvajanje predpisanega ugotavljanja kakovosti zemeljskega izkopa ali umetno pripravljene zemljine,
- način vodenja evidenc vnašanja zemeljskega izkopa ali umetno pripravljene zemljine v tla.<sup>43</sup>

### 2.5.2.8 Uredba o sežiganju odpadkov

Uredba (Ur.l. RS, št. 68/2008, 41/2009) določa ukrepe, obvezna ravnanja, prepovedi in druge pogoje za sosežiganje in sežiganje odpadkov ter pogoje in ukrepe glede obratovanja naprav za sosežig odpadkov in sežigalnic odpadkov z namenom, da se preprečijo ali omejijo škodljivi učinki na okolje, zlasti onesnaževanje z emisijo snovi v zrak, tla, površinsko vodo in podzemno vodo, kolikor je to izvedljivo, ter posledično na tveganje za zdravje ljudi.<sup>44</sup>

Sežigalnica je katerakoli nepremična ali premična naprava, namenjena toplotni obdelavi odpadkov z izkoriščanjem pridobljene zgorevalne toplote ali brez nje. Toplotna obdelava odpadkov vključuje sežig z oksidacijo odpadkov, pa tudi pirolizo, uplinjanje, obdelavo v plazmi ali druge postopke toplotne obdelave, če se snovi, ki nastanejo pri obdelavi, pozneje sežgejo. Sežigalnica vključuje območje in celotno napravo za sežiganje odpadkov, vključno z vsemi linijami za sežiganje, sprejemom odpadkov, skladiščem, napravami za predobdelavo na kraju samem, sistemi za oskrbo z odpadki, gorivom in zrakom, kotlom, napravami za čiščenje odpadnih plinov, napravami za obdelavo ali skladiščenje ostankov in odpadne vode na kraju samem, odvodnikom, napravami in sistemi za nadzor postopkov sežiganja, zapisovanja in spremljanja pogojev sežiganja.<sup>44</sup>

Za obratovanje sežigalnice je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za predelavo odpadkov po postopku z oznako R1, če se trdni komunalni odpadki uporabljajo kot običajno ali kot dodatno gorivo z veliko energetske učinkovitostjo, v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki, ali okoljevarstveno dovoljenje za odstranjevanje odpadkov po postopku z oznako D10.

Naprava za sosežig je katerakoli nepremična ali premična naprava, ki je namenjena zlasti proizvodnji energije ali določenih izdelkov, v kateri se odpadki uporabljajo običajno kot dodatno gorivo ali pa se toplotno obdelajo za namen odstranjevanja. Če se v napravi sosežig odpadkov izvaja tako, da je glavni namen toplotna obdelava odpadkov in ne proizvodnja energije ali izdelkov, se naprava šteje za sežigalnico. Naprava za sosežig vključuje območje in celotno napravo za sosežig, vključno z vsemi linijami za sosežig, sprejemom odpadkov, skladiščem, napravami za predobdelavo na kraju samem, sistemi za oskrbo z odpadki, gorivom in zrakom, kotlom, napravami za čiščenje odpadnih plinov, napravami za obdelavo ali skladiščenje ostankov sežiganja in odpadne vode na kraju samem, odvodnikom,

napravami in sistemi za nadzor postopkov sežiganja, zapisovanje in spremljanje pogojev sežiganja.<sup>44</sup>

Za obratovanje naprave za sosežig je treba pridobiti okoljevarstveno dovoljenje za:

- predelavo odpadkov po postopku z oznako R1, če se odpadki uporabljajo kot običajno ali kot dodatno gorivo,
- odstranjevanje odpadkov po postopku z oznako D10, če se odpadki toplotno obdelajo za namen odstranjevanja.

Upravljavec naprave za sosežig ali upravljavec sežigalnice mora k vlogi za pridobitev okoljevarstvenega dovoljenja za obratovanje naprave za sosežig ali sežigalnice priložiti načrt ravnanja z odpadki, ki mora biti izdelan v skladu s predpisom, ki ureja ravnanje z odpadki. Upravljavec naprave za sosežig ali sežigalnice lahko prevzame nevarne odpadke v obdelavo, če izpolnjuje zahteve določene s to uredbo:

- zagotovitev dovolj velikih površin za izvajanje prevzema in preverjanja dostavljenih odpadkov ter za parkiranje in obračanje dostavnih vozil,
- na vhodnem delu naprave za sosežig ali sežigalnice mora biti nameščena tehnična za tehtanje odpadkov,
- naprava za sosežig ali sežigalnica mora imeti opremo za preprečevanje prenašanja prahu in blata z vozili iz območja naprave za sosežig ali sežigalnice na vozišča javnih cest,
- organizacijski ukrepi v zvezi s prevzemom odpadkov, z namenom, da prepreči ali omeji, kolikor je to izvedljivo, negativne učinke na okolje,
- izdelava ocene nevarnih odpadkov, na podlagi katere se lahko preveri skladnost z zahtevami iz okoljevarstvenega dovoljenja,
- preverjanje odpadkov pred sosežigom ali sežigom, kar vključuje pregled predpisane spremljajoče dokumentacije o odpadkih in ugotavljanje istovetnosti odpadkov glede na vrsto, količino in njihove lastnosti, vse skladno s programom preverjanja istovetnosti odpadkov, ki je podrobneje določen v okoljevarstvenem dovoljenju.<sup>44</sup>

Upravljavec naprave za sosežig ali sežigalnice mora zagotoviti, da se nastajanje ostankov sežiga in njihova škodljivost zmanjšata na najmanjšo možno mero. Ostanke sežiga je treba na območju naprave za sosežig ali sežigalnice ali zunaj nje, v skladu s predpisom, ki ureja odlaganje odpadkov na odlagališčih, obdelati, če to omogoča uporaba najboljših razpoložljivih tehnik.<sup>44</sup>

#### **2.5.2.9 Pravilnik o izvajanju obvezne javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode**

Ta pravilnik (Ur.l. RS, št. 109/2007, 33/2008, 28/2011) določa naloge, ki se izvajajo v okviru opravljanja storitev obvezne občinske javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode ter standarde komunalne opremljenosti, ki morajo biti izpolnjeni zaradi opravljanja storitev javne službe, vsebino evidenc, katastra kanalizacije in vodenje ter vsebino registra izvajalcev javnih služb.<sup>45</sup>

Storitve javne službe se nanašajo na komunalno odpadno vodo, ki nastaja v stavbah zaradi bivanja in opravljanja dejavnosti ter padavinsko odpadno vodo, ki se odvaja v javno kanalizacijo z javnih površin ali streh. Odvajanje in čiščenje industrijske odpadne vode ter padavinske odpadne vode iz površin, ki niso javne, se ne šteje za storitev javne službe ne glede na to, če se takšna odpadna voda odvaja v javno kanalizacijo in čisti v komunalni ali skupni čistilni napravi.<sup>45</sup>

### **Opremljenost z javno kanalizacijo zaradi izvajanja storitev javne službe**

Obstoječe območje poselitve mora biti zaradi izvajanja storitev javne službe opremljeno z javno kanalizacijo z zagotovljenim čiščenjem komunalne odpadne vode.

Komunalna odpadna voda, ki nastaja v stavbi, se mora odvajati:

- v javno kanalizacijo ali
- neposredno v malo komunalno čistilno napravo.<sup>45</sup>

Komunalna odpadna voda, ki se nahaja v stavbi se lahko odvaja tudi:

- v nepretočno greznico, če upravljavec nepretočne greznice zagotavlja njeno praznjenje z uporabo storitev javne službe, izvajalec javne službe pa čiščenje prevzete komunalne odpadne vode in blata v komunalni čistilni napravi,
- v greznice samo pod pogojem če gre za obstoječo greznico in še ni potekel rok za prilagoditev odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode, določen v predpisih, ki urejajo emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav in emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav.

V javno kanalizacijo se mora neposredno odvajati komunalna odpadna voda, ki:

- nastaja v stavbi v naselju ali delu naselja, opremljenem z javno kanalizacijo,
- v stavbi zunaj območja naselja ali dela naselja, ki je opremljeno z javno kanalizacijo, če je letna obremenitev zaradi nastajanja komunalne odpadne vode, preračunana na 1 m dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za priključitev na javno kanalizacijo, večja od 0,02 PE, odvajanje odpadnih vod pa je možno brez naprav za prečrpavanje.<sup>45</sup>

Če je več stavb na geografsko zaokroženem območju, na katerem ni predpisano odvajanje komunalne odpadne vode v javno kanalizacijo in je skupna obremenitev zaradi odvajanja te odpadne vode manjša od 50 PE, se lahko komunalna odpadna voda, ki nastaja v teh stavbah odvaja v kanalizacijo, ki nima statusa javne kanalizacije, in čisti v mali komunalni čistilni napravi, ki je namenjena skupnemu čiščenju in je v lasti in upravljanju lastnikov stavb, ali se komunalna odpadna voda zbira v nepretočni greznici in je njeno praznjenje zagotovljeno v okviru storitev javne službe.<sup>45</sup>

Komunalno odpadno vodo iz posameznega dela naselja, ki se odvaja v javno kanalizacijo, je treba odvajati v primarno omrežje naselja, če je:

- letna obremenitev odvedene komunalne odpadne vode, preračunana na 1 m dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za odvajanje odpadne vode iz posameznega dela naselja v primarno omrežje naselja, večja od 0,1 PE, ali

- dolžina kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti zaradi čiščenja komunalne odpadne vode v komunalni ali skupni čistilni napravi posameznega dela naselja, večja od dolžine kanalskega voda, ki ga je treba zagotoviti za odvajanje komunalne odpadne vode iz posameznega dela naselja v primarno omrežje naselja.

Če se komunalna odpadna voda iz posameznega dela naselja, ki se odvaja v javno kanalizacijo, ne odvaja v primarno omrežje naselja, se mora čistiti v komunalni ali skupni čistilni napravi, ki je namenjena čiščenju odpadne vode tega območja.

Komunalna ali skupna čistilna naprava z zmogljivostjo čiščenja več kot 10.000 PE mora biti opremljena za prevzem in obdelavo blata iz malih komunalnih čistilnih naprav in obstoječih greznic ter prevzem in obdelavo komunalne odpadne vode iz nepretočnih greznic.<sup>45</sup>

### **Naloge javne gospodarske službe**

Storitve javne službe se morajo zagotavljati na območju celotne občine, razen za posamezne stavbe ali skupino stavb na nadmorski višini nad 1.500 m.

Kot storitev javne službe mora izvajalec javne službe v naselju ali delu naselja, ki je opremljeno z javno kanalizacijo, zagotavljati:

- vzdrževanje in čiščenje objektov javne kanalizacije,
- odvajanje in čiščenje komunalne in padavinske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo s streh in javnih površin,
- prevzem blata iz malih komunalnih čistilnih naprav ter obstoječih greznic pri uporabniku storitev ter njegovo obdelavo najmanj enkrat na štiri leta in
- prve meritve in obratovalni monitoring za male komunalne čistilne naprave.<sup>45</sup>

V okviru javne službe mora izvajalec javne službe za stavbe v naselju ali njegovem delu, ki ni opremljeno z javno kanalizacijo in za stavbo ali za funkcionalno zaokroženo skupino stavb zunaj naselja zagotoviti:

- redno praznjenje nepretočnih greznic in odvoz ter obdelavo njihove vsebine v komunalni čistilni napravi,
- prevzem blata iz malih komunalnih čistilnih naprav pri uporabniku storitev in njegovo obdelavo najmanj enkrat na štiri leta,
- prve meritve in obratovalni monitoring oziroma izdelavo ocene obratovanja male komunalne čistilne naprave za male komunalne čistilne naprave iz prejšnje alineje v skladu s predpisom, ki določa emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav in
- izdajo potrdil in strokovnih ocen v skladu s predpisom, ki ureja emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz malih komunalnih čistilnih naprav.

Interna kanalizacija, kanalizacijski priključek, nepretočne greznice, obstoječe greznice ter male komunalne čistilne naprave z zmogljivostjo, manjšo od 50 PE, niso objekti javne kanalizacije in so v lasti lastnikov stavb, ki jim pripadajo ter v upravljanju upravljavcev ali lastnikov stavb, ki jim pripadajo. Ti morajo sami zagotoviti redno vzdrževanje in čiščenje interne kanalizacije in kanalizacijskih priključkov, redno vzdrževanje nepretočnih greznic, obstoječih greznic ter malih komunalnih čistilnih naprav, občasno preverjanje tehnične

brezhibnosti kanalizacijskih priključkov, nepretočnih greznic ter malih komunalnih čistilnih naprav najmanj enkrat na 20 let. Prezeto komunalno odpadno vodo in blato mora izvajalec javne službe obdelati na komunalni ali skupni čistilni napravi, ki je opremljena za obdelavo blata. <sup>45</sup>

Javna služba se mora izvajati v skladu s Programom odvajanja in čiščenja komunalne odpadne in padavinske vode.

Samoupravne lokalne skupnosti, torej občine, za izvajanje obvezne javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode, sprejmejo Odlok, ki natančneje ureja način opravljanja te javne gospodarske službe.

### 3 TRDNA GORIVA IZ ODPADKOV (TGO)

#### 3.1 Definicija TGO in njihov razvoj

*Solid recoved fuel* (SRF) in *Refuse derived fuel* (RDF) sta angleška termina, ki ju v slovenščino najpogosteje prevajamo kot alternativno trdno gorivo iz odpadkov. Dejansko pa je uradni slovenski prevod za ti dve vrsti goriv, proizvedenih iz nenevarnih odpadnih snovi, združen v eno samo besedno zvezo tj. Trdno Gorivo iz Odpadkov (TGO).

Na splošno beseda gorivo označuje katerokoli snov oziroma mešanico snovi, ki z izgorevanjem proizvede določeno količino toplote. Goriva se uporabljajo za pridobivanje toplotne energije, ki jo lahko uporabljamo neposredno za ogrevanje ipd. ali pa jo pretvarjamo v kakšno drugo obliko energije na primer v električno.

Alternativna trdna goriva iz odpadkov so snovi, katerih osnovna surovina je odpadek in so namenjena sežigu ali sosežigu za namen pridobivanja toplotne energije. Sistem SRF in RDF pomeni kontroliran vhod odpadnih materialov in proizvodnjo s predpisanimi recepturami mešanja za zagotavljanje primerne kurilne vrednosti ter kemijske in fizikalne lastnosti goriva po zahtevah odjemalcev. Razlikovanje med samima sistemoma SRF in RDF ni povsem enostavno. RDF je pridobljen iz mešanice različnih suhih trdnih sipkih materialov (papir, plastika, tekstil, les ipd.), ki se jih zmeša, zdrobi in odstrani negorljivi del. SRF pa se pridobiva iz več ali manj istovrstnega odpadka, bogatega z organsko snovjo. Predobdelava je lahko mehanska (dehidriranje) ali toplotna (sušenje).<sup>46, 47</sup>

##### 3.1.1 Evropski trendi

Direktive EU in z njimi povezani pravni akti ter standardi na področju energetike so danes usmerjeni oziroma se pospešeno prilagajajo k zadanemu cilju, da bi do leta 2020 pridobili 20 % energije iz obnovljivih virov. Glavna korist povezana z energijsko izrabo odpadkov je, da proizvodnja in uporaba alternativnih goriv iz odpadkov na eni strani zmanjšuje porabo fosilnih goriv in s tem znižuje emisije CO<sub>2</sub> ter na drugi zmanjšuje količino v okolje trajno odloženih odpadkov. Poleg tega pa se zaradi manjših količin odloženih odpadkov zmanjšujejo tudi emisije iz deponij, predvsem nastajanje metana, ki ima kar enaindvajsetkrat večji toplogredni potencial kot CO<sub>2</sub>. Zaradi tega je trend proizvodnje alternativnih goriv v Evropi v izjemnem porastu.ocene kažejo, da je na področju EU celotna proizvodnja alternativnega goriva približno tri milijone ton na letni ravni. Trenutno je na trgu alternativnih goriv iz odpadkov sicer bistveno večja proizvodnja kot pa je povpraševalcev, kar je povsem razumljivo. Tehnično gledano je izgradnja objektov in razvoj sistemov ter procesov za uporabo tovrstnega goriva relativno drag in je še v fazi prilagajanja.

##### 3.1.2 Trdna goriva iz odpadkov v Sloveniji

Slovenija pri izkoriščanju energetskega potenciala odpadkov precej zaostaja za povprečjem držav EU. Z vse strožjimi zahtevami po predobdelavi odpadkov pred odlaganjem nastaja zadostna količina vhodnega materiala za proizvodnjo alternativnih goriv. Ostanek odpadkov po razvrščanju, ki ga ni mogoče snovno izrabiti in ima primerne lastnosti, namreč ni dovoljeno odlagati in je energetska izraba pravzaprav tako edina možnost odstranitve te vrste odpadkov. Ob vse večji ponudbi pa močno narašča tudi povpraševanje odjemalcev, ki imajo dovoljenje za sežig ali sosežig goriv iz odpadkov v Sloveniji.



### 3.2 Specifikacija blata CČN kot TGO

V drugem členu Uredbe o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo so opredeljeni postopki predobdelave, med katere spada tudi toplotna obdelava (kot je npr. dehidracija) zaradi zmanjšanja vsebnosti vode ter material, na katerega se uredba nanaša. Med drugimi so to tudi blata komunalnih in industrijskih čistilnih naprav ter pregnita blata iz anaerobne obdelave biološko razgradljivih odpadkov.

Trdna alternativna goriva, pridobljena iz nenevarnih odpadkov, se glede na kurilno vrednost in vsebnost nekaterih nevarnih snovi uvrščajo v enega izmed petih razredov iz klasifikacijskega seznama trdnih goriv, navedenega v prej omenjeni uredbi. Pogoji za (pre)klasifikacijo odpadka v trdno gorivo so določeni v tehničnem standardu SIST-TS CEN/TS 15359:2007: *Trdno alternativno gorivo – Specifikacije in razredi*, ki je sestavni del uredbe. Sistem za nadzor kakovosti procesa obdelave blat mora biti, tako kot določa uredba, skladen z zahtevami tehnične specifikacije SIST-TS CEN/TS 15358:2007: *Trdno alternativno gorivo – Sistemi vodenja kakovosti – Posebne zahteve za njihovo uporabo pri proizvodnji trdnih alternativnih goriv*. Vodilo vseh naštetih standardov je poglobiti znanje na vseh področjih proizvodnih procesov (tudi obdelave blat) z namenom racionaliziranja obsega vzorčenja in preizkušanja na vseh stopnjah obdelave blat, zlasti končnega produkta, ob zagotavljanju njegove pričakovane kakovosti, ki jo zahtevajo odjemalci in zakonodaja. Redno izvajanje vseh zahtevanih aktivnosti, sledljiv sistem dokumentiranja postopkov procesa in zapisov o vzdrževanju kvalitete končnega izdelka ter nadzor vhodnih produktov morajo zagotavljati zaupanje v kakovost obdelave blata in njegovo dajanje v promet kot alternativnega trdnega goriva. Predvsem pa je pomembno, da je klasifikacijski razred trdnega goriva določen na osnovi definirane obsega proizvodnje trdnega alternativnega goriva pri minimalnem številu meritev kakovosti.<sup>48</sup>

Sistem vodenja kakovosti za trdna goriva je osnovan na zahtevah standarda SIST EN ISO 9001:2008 in obravnava kompleten proces od sprejema odpadka v obdelavo do oddaje produkta v promet. Kot podpora sistemu vodenja kakovosti za proizvodnjo TGO, v procesu obdelave odvečnega blata CČN, je potrebno omeniti tudi sistem kakovosti v skladu s SIST EN ISO/IEC 17025:2005, katerega obvladuje laboratorij povzročitelja odpadka.<sup>48</sup>

Preglednica 17: Klasifikacijski seznam trdnega goriva za razvrščanje v razrede <sup>41</sup>

Parameter trdnega goriva	Statistični izračun povprečja	Enota parametra	Razred trdnega goriva iz odpadkov / mejne vrednosti				
			1.	2.	3.	4.	5.
Kurilna vrednost	aritmetična sredina	MJ/kg	≥ 25	≥ 20	≥ 15	≥ 10	≥ 3
Klor (Cl)	aritmetična sredina	% (m/m)	≤ 0,2	≤ 0,6	≤ 1,0	≤ 1,5	≤ 3
Živo srebro (Hg)	mediana	mg/MJ	≤ 0,02	≤ 0,03	≤ 0,08	≤ 0,15	≤ 0,5
Živo srebro (Hg)	80.percentilna vrednost	mg/MJ	≤ 0,04	≤ 0,06	≤ 0,16	≤ 0,30	≤ 1,0
Kadmij (Cd)	aritmetična sredina	mg/kg	≤ 0,1	≤ 4,0	≤ 5,0	≤ 5,0	≤ 5,0
Žveplo (S)	aritmetična sredina	% (m/m)	≤ 0,2	≤ 0,3	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,5

Preglednica 18: Razširjena specifikacija trdnega goriva iz procesa obdelave blata v skladu z Uredbo o predelavi NNO v trdno gorivo in s tehnično specifikacijo SIST-TS CEN/TS 15359:2007 <sup>39</sup>

#### Razred in izvor

Oznaka kvalitete: - po Uredbi: KV; Cl; Hg; Cd; S  
- po tehničnem standardu: NCV; Cl; Hg

Izvor:

#### Fizikalni parametri

Oblika delcev:	<b>Preskusna metoda</b>
Velikost delcev: $d_{10} = \text{mm}$ , $d_{50} = \text{mm}$ , $d_{90} = \text{mm}$	SIST TS CEN/TS 15415
Nasipna gostota: $\text{kg/m}^3$	SIST TS CEN/TS 15401
Obribna trdnost: %	SIST TS CEN/TS 15639
Temperatura vnetišča: °C	Int.met.

Parameter	Enota	Vrednost		Preskusna metoda
		Tipična	Mejna	
Vsebnost pepela	% <sub>s.s.</sub>			SIST TS CEN/TS 15403
Vsebnost vlage	%			SIST TS CEN/TS 15414
Kurilna vrednost	MJ/kg			SIST EN 15400
Kurilna vrednost	MJ/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN 15400

#### Kemijski parametri

Parameter	Enota	Vrednost		Preskusna metoda
		Tipična	Mejna	
Klor	% <sub>s.s.</sub>			DIN 51577, SIST ISO 9297
Antimon	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Arzen	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Baker	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Kadmij	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Krom	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Kobalt	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2
Mangan	mg/kg <sub>s.s.</sub>			SIST EN ISO 17294-2

Nikelj	mg/kg <sub>s.s.</sub>	SIST EN ISO 17294-2
Svinec	mg/kg <sub>s.s.</sub>	SIST EN ISO 17294-2
Talij	mg/kg <sub>s.s.</sub>	SIST EN ISO 17294-2
Vanadij	mg/kg <sub>s.s.</sub>	SIST EN ISO 17294-2
Živo srebro	mg/kg <sub>s.s.</sub>	ISO 5666
Vsota tež.kovin	mg/kg <sub>s.s.</sub>	-

### 3.3 Načrt vzorčenja blata CČN

Za ustrezno načrtovanje nadzornega sistema predelave odpadnega blata ČN v trdno gorivo je potrebno ugotavljanje in analiziranje časovnih nihanj sestave in izbranih funkcionalnih lastnosti suhega blata. Pridobiti je potrebno podatke urnih in sestavljenih dnevnih, tedenskih in mesečnih vzorcev. Navodila in smernice za načrtovanje takega sistema vzorčenja so podane v tehničnem standardu SIST-TS CEN/TS 15358:2007 in Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (Ur.l. RS, št. 57/2008).

Ker ima odvečno blato KČN specifično matrico, za katero je posebej predpisan tehnični standard za vzorčenje, se tovrstno alternativno trdno gorivo lahko vzorčuje v skladu z zahtevami standarda SIST EN ISO 5667-13:1998: *Kakovost vode – Vzorčenje - 13.del: Navodilo za vzorčenje blata iz čistilnih naprav*, po vzorčenju pa ustrezno pripravi v skladu z zahtevami SIST EN 15002:2006: *Karakterizacija odpadkov – Priprava preskusnih vzorcev iz laboratorijskega vzorca*.<sup>49</sup>

Osnovne zahteve pri vzorčenju odpadka za namen klasifikacije TGO so torej:

- vzorčenje se izvaja v obdobju vzpostavljenega sistema kakovosti za trdno gorivo,
- vzorčenje mora biti izvedeno v obdobju 12-ih mesecev obratovanja,
- obseg preverjenih enot obdelave mora zajemati 10 % proizvedene količine v 12 mesečnem obdobju,
- klasifikacija se izvede na statistični oceni najmanj desetih meritev za vsak parameter v obdobju 12 mesecev.<sup>48</sup>

V novembru 2008 so na CČN pristopili k projektu ugotavljanja podrobnejšega časovnega nihanja izbranih lastnosti suhega blata (Ugotavljanje statističnega nihanja na urnem, dnevnem, tedenskem, mesečnem in letnem časovnem nivoju).

Namen začetnega eksperimentalnega dela je bil ugotoviti primerno dinamiko izvajanja vzorčenja suhega blata CČN. Zbirali so podatke vseh časovnih period: urnih, dnevnih, tedenskih, mesečnih in letnih.

Načrt vzorčenja za klasifikacijo razreda blata kot TGO je bil postavljen tako, da se je s 1.1.2009 začelo odvezemati vzorce granul iz vsake pošiljke končnemu predelovalcu. Zaradi možne kontaminacije se je ob odvzemu vršilo primerno embaliranje in hranjenje delnih dnevnih vzorcev, ti pa so se ob koncu meseca združili v en kompozitni vzorec. Ta kompozitni vzorec se je predal pooblaščenemu izvajalcu ocene odpadka v nadaljnje procesiranje – homogeniziranje in pripravo podvzorcev za laboratorijske preizkuse.<sup>49</sup>

### 3.3.1 Določitev klasifikacijskega razreda za trdno alternativno gorivo

Klasifikacijski sistem za trdna goriva temelji na treh najbolj pomembnih parametrih, ki odražajo glavne značilnosti TGO:

- ekonomičnost (kurilna vrednost),
- tehnološki vidik (vsebnost klora) in
- emisije v okolje (koncentracija živega srebra).

Ti parametri so pomembni predvsem zato, ker dajo končnemu uporabniku objektivno, hitro in preprosto sliko o kvaliteti trdnega alternativnega goriva. Za klasifikacijo so vsi trije parametri enako pomembni, razred za posamezen parameter ne predomnira preostala dva. Zaradi različne statistične distribucije podatkov, za vsak posamezen parameter, se podajajo naslednje vrednosti:

- kurilna vrednost (kot prejeta – k.p.) v aritmetični sredini oz. povprečju,
- vsebnost klora v suhi snovi ( $Cl_{s.s.}$ ) v aritmetični sredini oz. povprečju in
- vsebnost živega srebra relativno na enoto kurilne vrednosti (kot prejeta,  $Hg_{k.p.}$ ) kot mediana in 80. percentil – najvišja statistična vrednost določi razred goriva.<sup>50</sup>

Zanimivo je, da se nabor limitnih klasifikacijskih parametrov slovenske uredbe razlikuje od izvirnega nabora po tehničnem standardu SIST-TS CEN/TS 15359:2007. Pri nas sta namreč dodana še žveplo in kadmij. Kadmij se v tehničnih standardih za TGO pojavlja kot obvezen parameter v razširjeni analizi goriva, medtem ko je žveplo prostovoljni analizni parameter. Na mestu je torej vprašanje, kakšen je razlog, da so tehnične zahteve na tem področju v Sloveniji ostrejšje kot v tujini in kot take predstavljajo težave pri vrednotenju TGO.

Poleg tega problema obstaja še vsebinska nejasnost, saj uredba ne določa natančno, na kakšno stanje preizkušane vzorca TGO se nanašajo mejne vrednosti parametrov: na izvorno oz. kot prejeta, ali suho stanje? Zato se je izvajalec ocene odpadka uprl na določila izvirnega standarda, ki te vidike natančno specificira in jih na tak način uporablja v svojih vrednotenjih in poročilih.<sup>50</sup>

## 4 PRAKTIČNI DEL

### 4.1 Opis materiala (suhega blata)

Po končani mehanski in toplotni obdelavi je odvečno blato zelo stabilno oz. je konzervirano in zato praktično ne spreminja svojih lastnosti. V hladnem in suhem prostoru obdrži svojo obliko in sestavo nekaj let. Končni proizvod, torej suho blato, ima obliko granul. Gre za sipek in popolnoma higieniziran material, ki je po svoji velikosti in sestavi homogen material. Tovrstne granule imajo stopnjo vlažnosti 7 do 9 % in obliko okroglega granulata velikosti 2 do 4 mm z zelo malo prahu ter so temno rjave barve z rahlim specifičnim vonjem. Nasipna teža znaša 650 do 700 kg/m<sup>3</sup>, obribna trdnost 95,6 %, temperatura vnetišča pa je okoli 570 °C. Kurilna vrednost posušenega blata pri tej vlažnosti je med 10 in 15 MJ/kg (odvisno od razmerja organskih in mineralnih snovi), vsebnost pepela je od 35 do 55 %. Granule so razmeroma porozne in imajo ravno zadostno trdnost za mehanske operacije presipanja med skladiščenjem in transportom.

Oblika in lastnosti, ki jo imajo granule, ne predstavljajo problematične matrice za vzorčenje. Količina odvečnega suhega blata oz. granul, ki nastane na CČN v opisani obliki, se giblje od okoli 4500 do 4800 ton letno.



Slika 8: Granule iz obdelanega odvečnega blata KČN <sup>51</sup>

### 4.2 Opis dela

#### 4.2.1 Vzorčenje in analiza

##### Metodologija

Potem ko se je jeseni leta 2008 začelo posušeno predelano odvečno blato CČN uporabljati kot dodatno alternativno gorivo v slovenski cementarni in ko je stopila v veljavo nova zakonodaja, je imetnik odpadka oz. upravljavec CČN v obratu za sušenje blata pristopil k zasnovi dodatnega tehničnega dela k že postavljenemu ogrodju sistema kakovosti po SIST EN ISO 9001:2008.

Osnovno eksperimentalno delo je obsegalo:

- postavitve sistema kontrole procesa toplotne obdelave oz. sušenja blata,
- pogostost vzorčenja granul za namen doseganja želene deklarirane suhe snovi,
- ugotavljanje primernosti načina priprave reprezentativnega vzorca granul za namen preskušanja njihove končne kvalitete in
- validacija lastne opreme ter metod za ugotavljanje lastnosti trdnega goriva.

V dveh letih so pridobljene izkušnje in nove zahteve izoblikovale sistem kakovosti, ki je sredi leta 2012 v obliki, ki je prikazana v nadaljevanju.

V novembru leta 2008 je imetnik odpadka najprej pristopil k ugotavljanju časovnega nihanja izbranih lastnosti posušenega blata CČN. Zanimale so ga različne časovne periode: urne, dnevne, tedenske, mesečne in letne. Ti podatki so bili potrebni za razvoj nadzornega sistema za kontrolo procesa sušenja blata, dinamiko in način priprave reprezentativnih vzorcev kot osnove za prvo oceno kvalitete končnega produkta v skladu z zahtevami zakonodaje na področju alternativnih goriv oz. za preliminarno oceno končnega produkta za uporabo kot TGO v industrijskih termičnih procesih, skladno s tehničnim standardom SIST-TS CEN/TS 15359:2007.<sup>49</sup>

Končni cilj je bil postaviti sistem vzorčenja posušenega blata, ki bo z najmanjšim številom delnih odvzemov omogočal pridobiti dovolj dober izhodiščni reprezentativni vzorec, ki bo osnova za določitev kvalitete vsake pošiljke posebej, vsakega cikla sušenja in ki bo osnova za klasifikacijo v trdno gorivo oz. za ugotavljanje skladnosti kvalitete alternativnega trdnega goriva z zakonodajo.<sup>49</sup>

#### Kontrola procesa sušenja blata

Karakteristike granul je potrebno meriti in nadzorovati na primernih stopnjah, z namenom, da se overi, če so izpolnjene končne zahteve za proizvod. To je potrebno izvajati na primernih stopnjah procesa realizacije proizvoda v skladu s planiranimi dogovori s prevzemnikom končnega produkta obdelave blata.

Konec novembra leta 2008 je imetnik odpadka začel natančneje spremljati proces sušenja blata. Prav tako so začeli s postopki validacije lastne laboratorijske opreme in metod za preskušanje kakovosti granul. Imetnik odpadka je pristopil k izboljšavam in menjavi opreme. Število preizkusov v laboratoriju se je precej povešalo in koncem leta 2008 so bile postavljene smernice za leto 2009.<sup>49, 42</sup>

Iz analize sestavljenih tedenskih in sestavljenih mesečnih vzorcev odvzetih v prvi polovici leta 2009 je bilo moč razbrati nihanje suhe snovi zaradi sprememb v sestavi in lastnosti granul ter tudi zaradi razlike med vzorci, odvzetimi in pripravljenimi na različne načine. Razberemo tudi občasne signifikantne razpone med vrednostjo za suho snov, pridobljeno z različnimi metodami. Tak trend se je podobno nadaljeval, dokler imetnik odpadka v novembru 2009 ni pričel z novim režimom kontroliranja sušenja blata in priprave reprezentativnega vzorca. V tem času se je prenehal odzemat kontrolni vzorec iz avtocisterne kot osnove za pripravo sestavljenih mesečnih vzorcev. Izhodišče za pogostejšo kontrolo procesa, pripravo dnevnega vzorca pošiljke odpadka, pripravo sestavljenega

tedenskega, mesečnega in letnega vzorca je postal trenutni triurni vzorec iz transportnega traku v silos proizvoda.<sup>49</sup>

Primerjava rezultatov analiz različno preizkušanih in sestavljenih vzorcev odvzetih iz transportnega traku je pokazala, da razpon vrednosti suhe snovi ni več signifikanten. V zadnjem mesecu leta 2009 so bile postavljene smernice za način vzorčenja za leto 2010.

V letu 2010 se pred predajo kontrolnega vzorca skupaj s pripravljeno pošiljko suhega blata na vzorcu ponovno preveri vsebnost suhe snovi. Rezultat preizkusa se vpiše v *Poročilo o preizkusu vsebnosti vlage v pošiljki*, katerega se skupaj z vzorcem preda prevzemniku. Na enak način se je delo nadaljevalo še v letih 2011 in 2012.<sup>49</sup>

#### **4.2.2 Odvzem in priprava vzorcev**

##### Urni vzorci

Vzorčenje suhega blata je načrtovano skladno s tehničnim standardom SIST EN ISO 5667-13 in je bilo za potrebe pridobivanja urnih vzorcev na CČN prvič izvedeno novembra 2008. Vzorce granul se je odvezemalo ročno in neposredno iz transportnega traku, ki povezuje sušilnik in skladiščni silos. Sprva se je vsako uro odvzelo približno 400 ml materiala. Ker bi bilo urnih vzorcev za analizo preveč, so se v službi za nadzor kakovosti CČN odločili iz njih pripraviti osem zaporednih triurnih vzorcev (iz enakih masnih deležev). Vzorce se shranjuje v litrskih plastičnih prahovkah z navojnim pokrovom. Za vsak vzorec oz. družino vzorcev je izdelan primeren zapis vzorčenja.

Na tak način pridobljenih osem triurnih vzorcev je takoj po končanem vzorčenju prevzel predstavnik laboratorija CČN. Laboratorijske vzorce so označili z evidenčnimi števkami in jih opremili z analiznim listom. Vsak vzorec posebej se homogenizira skladno s standardom SIST EN 15002, s postopkom četrtinjenja zmanjša na 100 g, zmelje v granule premera pod 0,2 mm ter uporabi za določitev potrebnih parametrov.<sup>49</sup>

##### Povprečni dnevni vzorci

Povprečni (kompozitni) dnevni vzorci, v volumnu približno enega litra, so bili sestavljeni iz enakih masnih deležev vzorcev, odvzetih v triurnih presledkih tekom posameznega dne oz. 24-urnega vzorčenja.

##### Povprečni tedenski vzorci

Na podoben način kot so bili sestavljeni povprečni (kompozitni) dnevni vzorci je bilo pripravljeno še šest drugih dnevnih vzorcev (vsak iz osmih delnih vzorcev, odvzetih vsake tri ure v posameznih dneh od ponedeljka do petka).

##### Povprečni mesečni vzorci

Povprečni mesečni vzorci so bili pripravljene iz enakih deležev štirih zaporednih tedenskih vzorcev (sestavljene iz zaporednih dnevnih vzorcev).

##### Povprečni letni vzorci

Letni vzorec blata za karakterizacijo je bil pripravljen iz enakih deležev desetih zaporednih kompozitnih mesečnih vzorcev suhega blata v letu 2011 (obdobje januar – oktober) in nato

analiziran na predpisane limitne parametre, ki so zapisani v Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo (Ur.l. RS, št. 57/2008). Glede na te mejne vrednosti je izdelana klasifikacija posušenega blata kot alternativnega trdnega goriva za to obdobje. Rezultati desetih zaporednih povprečnih mesečnih vzorcev so statistično obdelani tako, da podajajo povprečne vrednosti za to obdobje in njihova odstopanja od povprečja.

Preglednica 19: Pregled metod eksperimentalnega dela <sup>49</sup>

Pregled metod		Povzročitelj – imetnik TGO	
Parameter	Opis dela	laboratorij	kontrola procesa, naprava
Vzorčenje	metoda	SIST EN ISO 5667-13	SIST EN ISO 5667-13
	status metode	akreditirana	-
Homogenizacija	metoda	SIST EN 15002	SIST EN 15002
Mletje vzorca, predpriprava	-	nepresejano, nezmlato	nepresejano, nezmlato
Suha snov/vlaga	metoda	SIST EN 12880	alternativna metoda
	oprema	sušilnik sterilizator	halogenski analizator vlage, 10', 105 °C
	status metode	-	-
	zatehta	2,5–3,5 g	5–6 g
	merilna negotovost	1 %	-
Žarilna izguba	metoda	SIST EN 12879	-
	status metode	-	-
	zatehta	2,5–3,5 g	-
	merilna negotovost	1,5 %	-

### 4.3 Rezultati

#### 4.3.1 Podatki za leto 2011

Preglednica 20: Ugotavljanje statističnega nihanja na urnem, dnevnem, tedenskem, mesečnem in letnem vzorcu

Parameter	Statistični podatki	Urni	Dnevni	Tedenski	Mesečni	Letni
		8 triurnih vzorcev	5 dnevnih komp. vzorcev	4 komp. tedenski vzorci	2 komp. mesečna vzorca	4 komp. letni vzorci
Sušina	Povprečje [%]	92,8	93,5	93,4	93,5	92,12
	Standardni odklon [%]	0,7	0,1	0,3	0,1	1,1
	Relativni stand. odklon [%%]	0,77	0,13	0,32	0,15	1,2
Žaroizguba	Povprečje [%]	50,7	51,8	51,3	51,3	59,64
	Standardni odklon [%]	0,4	0,6	1,7	1,2	6,5
	Relativni stand. odklon [%%]	0,8	1,1	3,3	2,3	10,9
Kurilna	Povprečje	10,560	10,956	10,837	10,868	11,359



Parameter	Statistični podatki	Urni	Dnevni	Tedenski	Mesečni	Letni
		8 triurnih vzorcev	5 dnevnih komp. vzorcev	4 komp. tedenski vzorci	2 komp. mesečna vzorca	4 komp. letni vzorci
vrednost	[MJ/kg]					
	Standardni odklon [MJ/kg]	88	148	339	284	0,9151
	Relativni stand. odklon [%]	0,83	1,4	3,1	2,6	8,1
Klor	Povprečje [%]	-	0,049	0,049	0,045	0,064
	Standardni odklon [%]	-	0,002	0,003	0,002	0,014
	Relativni stand. odklon [%%]	-	4,9	5,6	4,8	21,5
Žveplo	Povprečje [%]	-	0,59	0,59	0,62	0,77
	Standardni odklon [%]	-	0,01	0,02	0,02	0,1291
	Relativni stand. odklon [%%]	-	1,4	4,3	3,4	16,8
Živo srebro	Povprečje [mg/kg]	-	1,5	1,8	1,7	2,11
	Standardni odklon [mg/kg]	-	0,1	0,4	0,2	0,5
	Relativni stand. odklon [%]	-	7,4	21,1	12,9	21,7

Op.: urni, dnevni, tedenski in mesečni vzorci so bili vzorčeni in analizirani v novembru 2008.

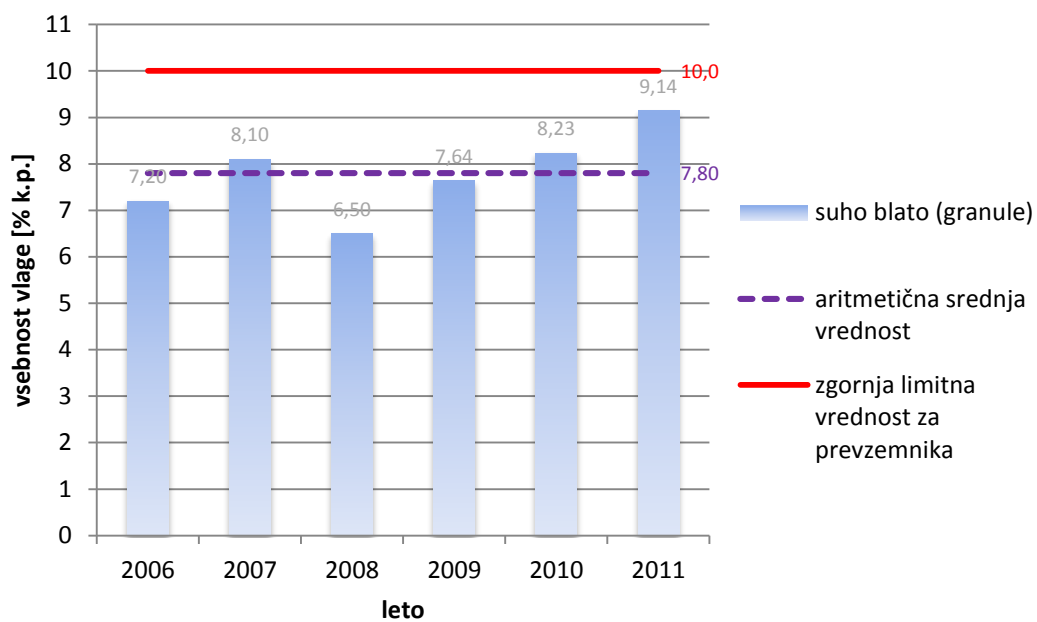
#### 4.3.2 Podatki za obdobje 2006–2011

Preglednica 21: Parametri kakovosti za obdobje 2006–2011

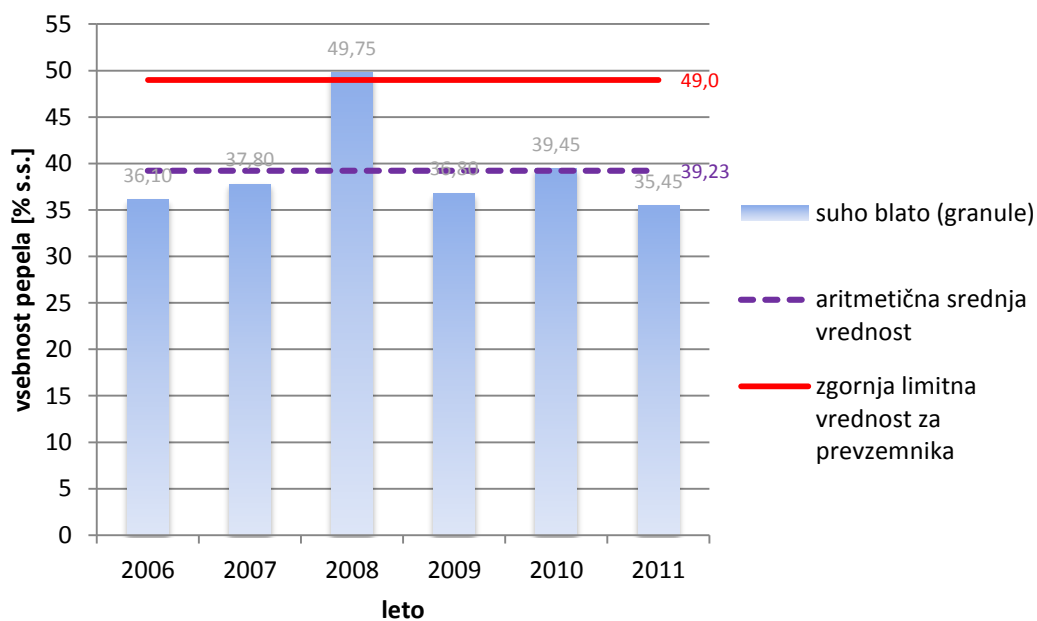
Parametri kakovosti za obdobje 2006–2011								
Leto	Vlaga % k.p.	Pepel % s.s.	Kurilna vr. MJ/kg k.p.	Klor % s.s.	Žveplo % s.s.	Kadmij mg/kg s.s.	Živo srebro mg/kg s.s.	Živo srebro mg/MJ k.p.
2006*	7,20	36,10	12,550	n. p.	n. p.	1,2	2,70	0,215
2007*	8,10	37,80	13,040	0,069	1,09	1,2	2,70	0,207
2008	6,50	49,75	10,868	0,045	0,62	n. p.	1,65	0,153
2009	7,64	36,80	10,387	0,077	0,71	1,0	1,96	0,171
2010	8,23	39,45	11,729	0,070	0,86	1,0	2,74	0,233
2011	9,14	35,45	12,450	0,066	0,89	1,0	2,11	0,168
Aritm. sred. vred.	7,80	39,23	11,837	0,065	0,834	1,08	2,309	0,1910
Standardni odmik.	0,9106	5,3431	1,0377	0,0122	0,1816	0,1104	0,4665	0,0317
Rel. stand. odmik [%]	11,67	13,62	8,77	18,67	21,78	10,18	20,21	16,58
Mediana								0,189
80. percentil								0,209

\* Podatki so iz enkratnega (mesečnega) vzorca

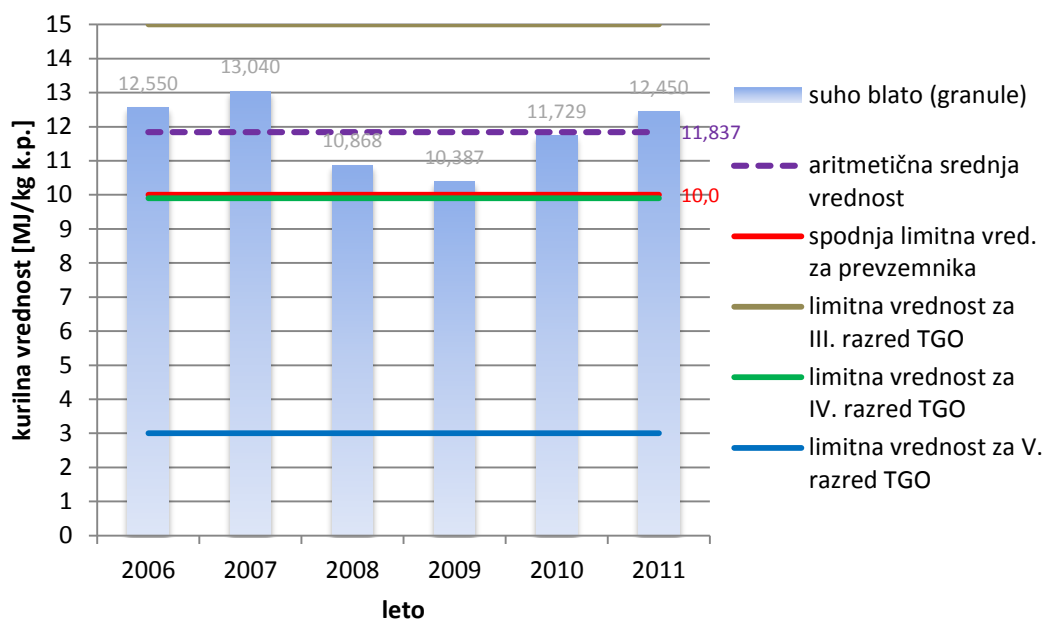
n. p. ... ni podatka



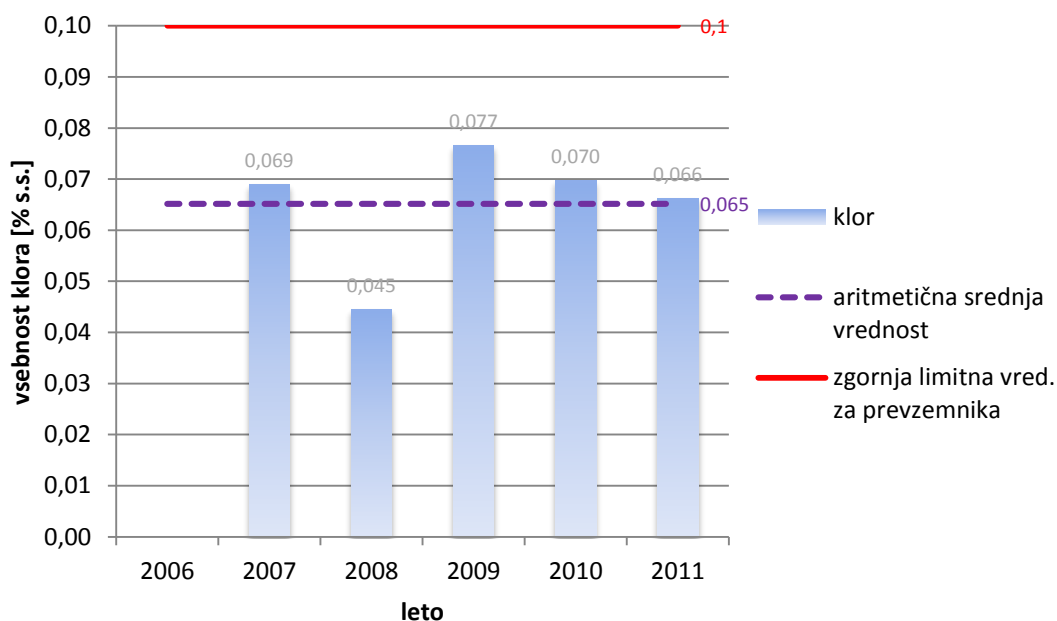
Slika 9: Graf nihanja vsebnosti vlage v granulah na letnem nivoju



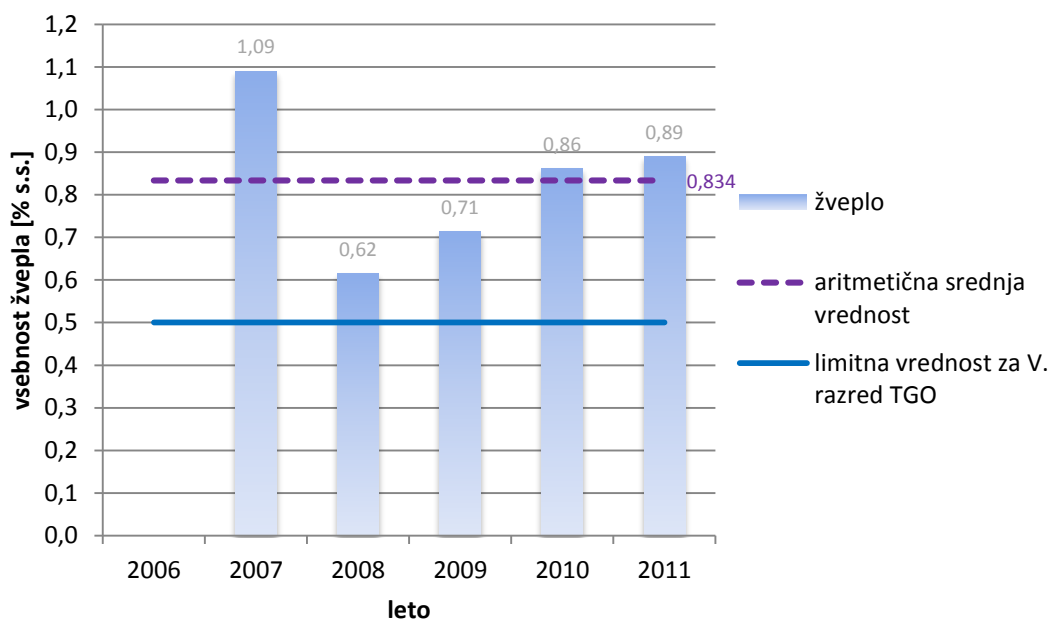
Slika 10: Graf nihanja vsebnosti pepela granul na letnem nivoju



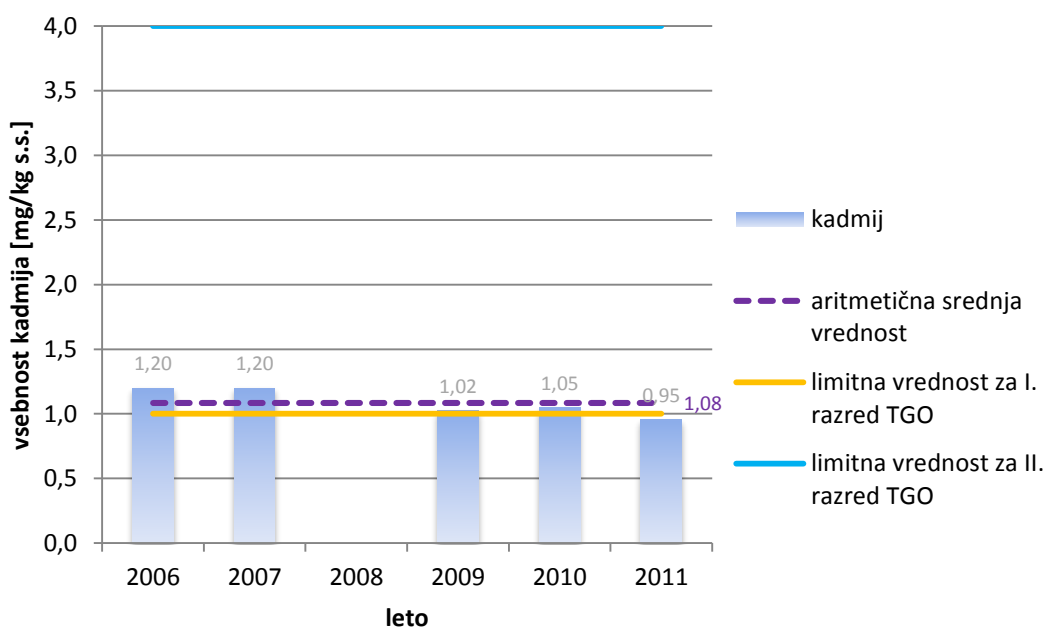
Slika 11: Graf nihanja kurilne vrednosti granul na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO



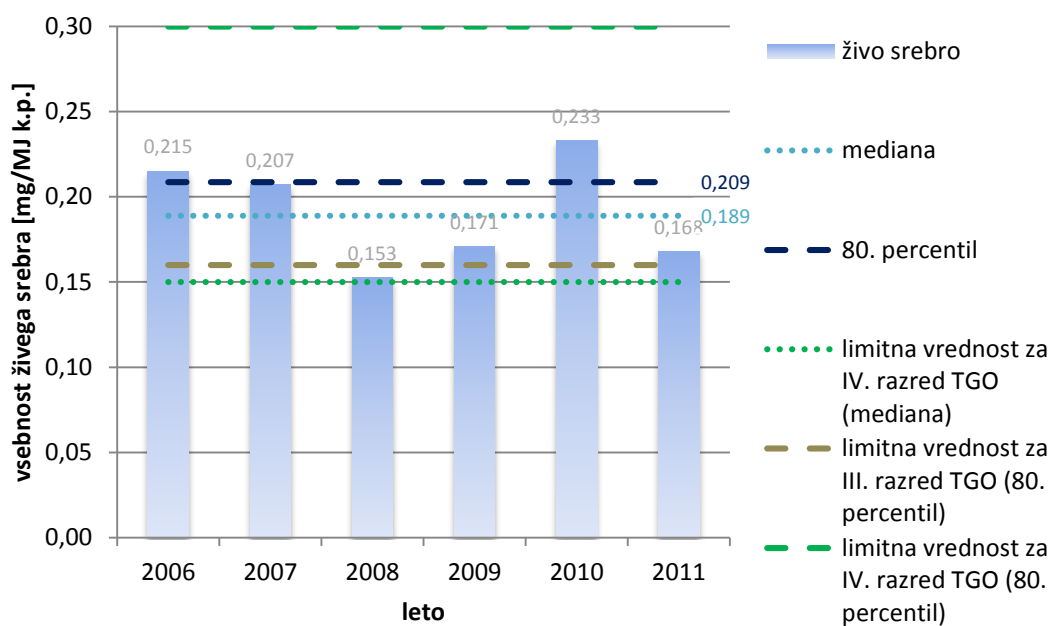
Slika 12: Graf nihanja vsebnosti klora v granulah na letnem nivoju



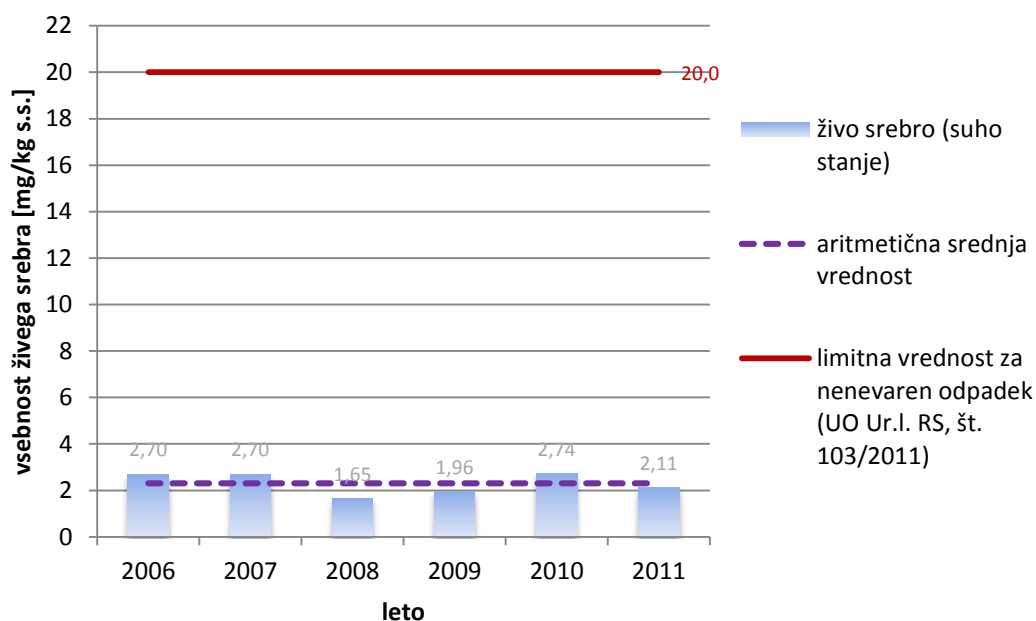
Slika 13: Graf nihanja vsebnosti žvepla v granulah na letnem nivoju in najbližja limitna vrednost za posamezni klasifikacijski razred TGO



Slika 14: Graf nihanja vsebnosti kadmija v granulah na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO



Slika 15: Graf nihanja vsebnosti živega srebra v granulah na letnem nivoju in najbližje limitne vrednosti za posamezne klasifikacijske razrede TGO



Slika 16: Graf nihanja vsebnosti živega srebra v granulah na letnem nivoju in limitna vrednost za nenevarne odpadke

## 4.4 Diskusija

### 4.4.1 Diskusija srednjih vrednosti

Rezultat statistične obdelave rezultatov zaporednih 3-urnih trenutnih vzorcev je pokazal minimalno sipanje rezultatov (relativni standardni odmik od 0,77 do 0,83 %) za sušino, žarozgubo in zgornjo kalorično vrednost.

Po primerjavi kompozitnih dnevnih vzorcev, ki so bili sestavljeni iz delnih 3-urnih vzorcev, ni zaznati opaznega odstopanja med meritvami relevantnih parametrov, razen pri kloru (rel. st. odmik 4,9 %) in živem srebru, kjer je odstopanje nekoliko višje (rel. st. odmik 7,4 %).

Pri tedenskih vzorcih, ki so kompozit povprečnih zaporednih dnevnih vzorcev, so odstopanja približno enaka oz. nekoliko višja (rel. st. odmik od 0,32 do 21,1 %) kot pri dnevnih vzorcih. Signifikantno odstopanje je očitno le pri vzorcih živega srebra (rel. st. odmik 21,1 %), ki je skoraj dvakrat višje kot pri dnevnih vzorcih.

Odstopanje rezultatov meritev za mesečne vzorce, ki jih sestavljajo štirje povprečni zaporedni tedenski vzorci, pride do izraza samo pri statistiki meritev živega srebra (rel. st. odmik 12,9 %). Sipanja povprečnih vrednosti mesečnih vzorcev so zanimivo izrazito manjša (rel. st. odmik od 0,15 do 12,9 %) kot pri tedenskih vzorcih.

Pri primerjavi kvalitete letnih vzorcev, sestavljenih iz desetih zaporednih kompozitnih mesečnih vzorcev, je nihanje pri nekaterih parametrih že večje. Odstopanje sušine je normalno in primerljivo z odstopanjem pri drugih časovnih nivojih. Precejšnje sipanje rezultatov, ki se pri tem parametru pojavi le na letnem nivoju, je očitno pri žarozgubi oz. organskem deležu (rel. st. odmik 10,9 %). Primerna vsebnost organskih snovi v granulah je bistvenega pomena za njihovo energijsko izrabo. Vsekakor pa v zvezi s tem, poleg primerne kemijske sestave goriva, igra najpomembnejšo vlogo kurilna vrednost, pri kateri je opaziti podoben faktor odstopanja. To odstopanje gre predvsem na račun leta 2008, ko je bila vrednost žarozgube okoli 10 % pod povprečjem zadnjih štirih let. Visok relativni standardni odmik je opazen tudi pri kloru (21,5 %), ki ga je bilo leta 2008 v primerjavi z zadnjimi tremi leti bistveno manj, in sicer za približno 20 %. Visoko je tudi sipanje rezultatov za vsebnosti žvepla (rel. st. odmik 16,8 %) in živega srebra (rel. st. odmik 21,7). Vsebnost žvepla je bila v letih 2008 in 2009 bistveno nižja kot zadnji dve leti, vendar pa sta ti vrednosti za zadnji dve leti skoraj enaki, zato ni vzroka za zaskrbljenost. Visok relativni standardni odmik pri živem srebru gre pripisati zelo visoki povprečni vrednosti v letu 2010. Omembe vredna je tudi informacija operaterja CČN, da so imeli leta 2008 vdor neznanega mineralnega blata, katerega izvor žal niso uspeli ugotoviti, vendar pa je kasneje izginil.

### 4.4.2 Analiza trendov

Druga oz. biološka faza čiščenja odpadne vode in s tem obdelava odvečnega blata se je na CČN s poskusnim obratovanjem začela leta 2005. Prve uradne meritve so bile tako izvedene v začetku leta 2006. Povprečne vrednosti in druge relevantne statistične vrednosti posameznih parametrov na letni ravni, ki so analizirane v naslednjih odstavkih, so izračunane na podlagi različnega števila mesečnih vzorcev. V letu 2006 in 2007 je operater oz. nadzorna služba CČN šele vzpostavljala sistem nadzora nad kakovostjo dela CČN zato podatki prvih let posledično niso najbolj merodajni in ponekod tudi nepopolni. Pomanjkljivi so podatki za nekatera obdobja predvsem pri žveplu in kadmiju ter ponekod tudi pri kloru.

Statistika za leto 2008 je izračunana na podlagi le dveh zaporednih mesečnih vzorcev, v letu 2009 je odvzetih 12 mesečnih vzorcev, v letih 2010 in 2011 pa 10 mesečnih vzorcev, tako kot to predpisuje veljavni tehnični standard.

Vsebnost vlage v granulah suhega blata, ki sicer ni zakonsko predpisan parameter za klasifikacijo TGO, je v povprečju zadnjih 6 let znašala 7,8 %, kar je precej pod limitno vrednostjo 10 %, ki jo je postavil trenutni prevzemnik alternativnega goriva. V zadnjih štirih letih je sicer očiten trend približevanja vsebnosti vlage limitni vrednosti, vendar pa to ni zaskrbljujoče. Dehidracija in sušenje blata sta iz ekonomskega vidika zelo potratna, saj je v tej fazi potreben velik vložek mehanske in termične energije. Sklepam, da se iz tega razloga upravljalec načrtno približuje mejni vrednosti vlage v granulah, saj na ta način znižuje stroške obdelave blata.

Signifikantnega nihanja v organskem deležu oz. vsebnosti pepela v granulah skozi leta, z izjemo leta 2008, ni zaznati. V letu 2008 se je, kot že omenjeno, zgodil vdor neznanega mineralnega blata, katerega izvor niso ugotovili. Vsebnost pepela je takrat za malenkost presegla dogovorjeno mejo za prevzemnika (49 %). Žarilna izguba oz. vsebnost pepela ni zakonsko predpisan parameter, je pa pomemben podatek za prevzemnika TGO in dobrodošel za upravjalca CČN, saj je neposredno povezan s kurilno vrednostjo granul. S preteklimi izkušnjami je bilo ugotovljeno, da je povprečno razmerje med kurilno vrednostjo (MJ/kg) in žarilno izgubo (%) 195. Ta podatek tako omogoča enostavno oceno kurilne vrednosti.

Kurilna vrednost granul je eden izmed zakonsko predpisanih parametrov potrebnih za klasifikacijo TGO. Iz grafa (Slika 11) lahko razberemo, da je povprečje zadnjih 6 let približno 11,8 MJ/kg. Tako povprečna vrednost kot tudi vse posamezne letne vrednosti padejo v 4. klasifikacijski razred TGO, torej med 10 in 15 MJ/kg. Limitna vrednost za 4. razred TGO, ki je 10 MJ/kg, je obenem tudi minimalna kurilna vrednost, ki jo zahteva trenutni prevzemnik tega alternativnega goriva. Trend v zadnjih treh letih kaže povečevanje kurilne vrednosti granul, kar je za upravjalca CČN seveda ugodno. Zanimiva je primerjava trendov vsebnosti vlage in kurilne vrednosti, ki sta ravno obratna čeprav sta deloma soodvisna. Zaradi obratne sorazmernosti je mogoče sklepati, da vsebnost organskega deleža v granulah oz. njegova kurilnost zadnja tri leta narašča.

Vsebnost klora v granulah je sicer obvezen zakonsko predpisan parameter za klasifikacijo TGO, vendar pa je njegova prisotnost v granulah suhega blata CČN zelo nizka skozi vsa leta in ustreza pogojem za 1. (najboljši) razred TGO. Zanimivo je, da je maksimalna dovoljena vsebnost klora, ki jo je postavil prevzemnik (0,1 % s. s.) bistveno strožja od limitne vrednosti za uvrstitev v 1. klasifikacijski razred TGO (0,2 % s. s.). Izračunana povprečna vsebnost klora v 6 letih je 0,065 % s. s., trend njegove prisotnosti v zadnjih 3 letih pa kaže upadanje.

Žveplo je izmed vseh relevantnih parametrov za uvrščanje alternativnega goriva v kakovostne razrede najbolj kritično. V zadnjih 5 letih je vsebnost žvepla redno presegala maksimalno limitno vrednost dovoljeno za TGO (0,5 % s. s.). Za leto 2006 žal nisem uspel pridobiti informacije o njegovi prisotnosti. Še bolj zaskrbljujoč je podatek, da povprečne letne vrednosti tega elementa v granulah naraščajo. Zelo očitna so tudi velika povprečna letna nihanja, kar dokazuje visok relativni standardni odmik, ki je 21,78 %. Poudariti je potrebno, da se v slovenski uredbi in tehničnih standardih za TGO žveplo pojavlja kot prostovoljni

izbirni parameter in bi bilo odločujoč vpliv njegove prekomerne vsebnosti na status goriva mogoče izpodbijati.

Prisotnost kadmija je podobno kot žveplo v slovenskih predpisih obvezen parameter za klasifikacijo TGO čeprav izvorni tehnični standard tega ne narekuje. Povprečna vsebnost kadmija v granulah je 1,08 mg/kg s. s., kar skoraj ustreza limitni vrednosti za 1. kakovostni razred alternativnih goriv. Čeprav podatkov za leto 2008 nisem uspel pridobiti pa lahko glede na ostale sklepam, da je prisotnost kadmija v blatu neproblematična. Nihanje v zadnjih treh letih je minimalno, v letu 2011 pa je vsebnost kadmija ustrezala celo 1. razredu TGO.

Koncentracija živega srebra je obvezen del nabora limitnih parametrov za klasifikacijo TGO ter eden najpomembnejših parametrov v statusu odpadka. Za razliko od ostalih parametrov, pri katerih je merodajna statistična funkcija za klasifikacijo aritmetična srednja vrednost masne koncentracije, sta pri živem srebru merodajni mediana ter 80. percentil vsebnosti živega srebra, izražene relativno na kurilnost blata (mg/MJ). V končni specifikaciji nižji razred prevladuje višjega. Omeniti je potrebno tudi, da se vsebnost živega srebra, za potrebe klasifikacije TGO, meri v miligramih na megajoul sproščene toplotne energije. Na grafu (Slika 15) sta prikazani mediana in 80. percentil za obdobje zadnjih 6 let ter najbližje limitne vrednosti klasifikacijskih razredov v katere sodita. Mediana pade v 5. razred medtem ko 80. percentil ustreza 4. razredu, kar pomeni, da živo srebro glede na svojo prisotnost klasificira alternativno gorivo v najslabši 5. razred. Nihanja vsebnosti te kovine na letnem nivoju so signifikantna in imajo izmed vseh relevantnih parametrov v zadnjih 4 letih najvišji relativni standardni odmik in sicer 21,67 %. Očitnega trenda iz statistike ni moč razbrati, zato je tudi nemogoče sklepati kako bo s tem parametrom v prihodnosti. Ne glede na to, da vsebnosti živega srebra v zadnjih 6 letih ustrezajo 5. kakovostnemu razredu TGO pa je razlika med maksimalno dovoljeno vsebnostjo in dejansko še precejšnja, saj je limitna vrednost vsebnosti živega srebra v alternativnem gorivu namreč 0,5 mg/MJ za mediano in 1,0 mg/MJ za 80. percentil.



## 5 ZAKLJUČKI

Predložena diplomska naloga obravnava problematiko ravnanja z odpadnim blatom, ki predstavlja največji delež odpadkov pri delovanju komunalnih čistilnih naprav. Izvira predvsem iz anaerobno stabiliziranega in dehidriranega odvečnega blata po aerobnem biološkem čiščenju oz. sekundarnem čiščenju komunalne odpadne vode.

Pojasneni so vzroki za prepoved odlaganja biološko razgradljivih odpadkov, med katere spada tudi odvečno blato KČN, na trajna odlagališča komunalnih odpadkov ter korelacija med odvečnim blatom in toplogrednimi plini.

Opisane so lastnosti in tok nastajanja blata ter možni načini njegove predobdelave. Na podlagi pridobljenih podatkov je napravljena statistična analiza količin odpadnih blat nastalih na čistilnih napravah v Sloveniji ter ravnanja z njimi v preteklih nekaj letih. Podrobno so opisane tudi različne možnosti njegove končne obdelave in uporabe ter načini, kako ravnajo s tovrstnim odpadkom drugod po svetu.

Povzeta je SWOT analiza, ki nam z analizo prednosti, slabosti, priložnosti in tveganj omogoča oceniti primernost posamezne metode oz. načina ravnanja z odpadnimi blati.

Proučene so vse relevantne strategije in direktive EU ter vsi veljavni predpisi RS in standardi na tem področju, ki jih ni malo, kar kaže na to kako zapleten je problem končne obdelave odpadnega blata iz KČN.

Definirano je trdno gorivo iz odpadkov (TGO) in pojasnjena razlika med angleškima terminoma *Solid recoved fuel* (SRF) in *Refuse derived fuel* (RDF). Opisan je njihov razvoj, uporaba in trendi njihove izrabe pri nas in drugod po Evropi. Povzeta sta oba tehnična standarda iz tega področja ter razložen način klasifikacije TGO.

Podan je podroben opis relevantnih lastnosti odvečnega blata po končani mehanski in toplotni obdelavi za potrebe uporabe kot alternativnega goriva. Opisani so postopki za vzorčenje in analizo tovrstnega materiala kot je to predpisano v standardih ter dosedanje izkušnje, ki so jih pri tem pridobili na CČN.

Kurilna vrednost TGO je ena izmed najpomembnejših funkcionalnih lastnosti za njegovo energetska izrabo. Preprosto določanje žarilne izgube granul pri 550 °C oz. vsebnost organskega deleža je ob odsotnosti kalorimetrične metode dober način za orientacijsko ugotavljanje njegove kurilne vrednosti in s tem možnosti za energetska izrabo kot končne obdelave odpadka. Glede na veljavne predpise, evropske strategije in obstoječo infrastrukturo na področju gospodarjenja z odpadnimi snovmi pri nas je tovrstna končna obdelava odvečnega blata večine KČN trenutno tudi edina možna in sprejemljiva varianta.

Na podlagi podatkov merjenj parametrov, relevantnih za klasifikacijo TGO za preteklih šest let, je bila izdelana statistična analiza. Da ima upravljalec CČN zelo natančno razvit nadzorni sistem mehanske in termične predobdelave odvečnega blata, nedvomno dokazuje trend vsebnosti vlage v granulah za zadnja štiri leta, ki se postopoma približuje limitni vrednosti prevzemnika. Ta ni zakonsko predpisana, a je nujna za izračun kurilne vrednosti in je omejena s strani trenutnega prevzemnika TGO. To je tudi edini parameter na katerega ima upravljalec CČN v fazi predobdelave blata neposreden vpliv. S tem, ko se upravljalec CČN približuje tej limitni vrednosti se nekoliko znižujejo tudi visoki stroški predobdelave.

Na osnovi statistične analize ugotavljam, da sta najbolj problematična parametra v suhem odvečnem blatu CČN živo srebro in žveplo. Prisotnost slednjega v granulah že vsa leta konkretno presega dovoljeno limitno vrednost, vendar pa to ni tako alarmantno, saj se ta odpadki sežiga v alkalni sredini cementne peči z močjo 50 MW in izjemno visokimi izgorevalnimi temperaturami (lokalno do 2000 °C) ter zelo učinkovitim filtrnim sistemom za razžveplanje dimnih plinov. Drugi najbolj problematičen parameter v suhem blatu pa je živo srebro, saj ravno relativno visoka vsebnost te nevarne težke kovine uvršča odvečno suho blato CČN v 5. (najslabši) kakovostni razred trdnih alternativnih goriv. Ne glede na to pa razloga za zaskrbljenost ni, saj bi se morala vsebnost živega srebra več kot podvojiti, da bi preseгла že tako zelo strogo postavljeno zakonsko limitno vrednost.

Z opravljeno statistično analizo pridobljenih podatkov v šestletnem obdobju delovanja postopka sušenja blata ter štiriletnega delovanja nadzornega sistema v CČN tako lahko potrdim zastavljeno delovno hipotezo, da relevantne lastnosti suhega blata iz stacionarno delujoče čistilne naprave tudi v daljšem časovnem obdobju ne nihajo v takem obsegu, da bi to lahko ogrožalo njegov status alternativnega goriva v javnem prometu z njimi, kot to zahteva pristojni predpis, z izjemo vsebnosti žvepla, ki pa se za cementarno tolerira.

V tej predloženi diplomski nalogi so bili prvič zbrani, urejeni in statistično analizirani podatki o vsebnostih relevantnih parametrov v granulah suhega odvečnega blata KČN za namen klasifikacije TGO, na večletnem nivoju.

**VIRI**

- [1] Slovenija - nizkoogljična družba do leta 2050, Strategija komuniciranja in izobraževanja o podnebnih spremembah in trajnostnem razvoju do leta 2050, Osnutek. 2012. Ljubljana. Republika Slovenija, Služba vlade RS za podnebne spremembe, januar, 2012. 54 str.  
[http://www.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/strategija/Strategija\\_izobrazevanja\\_in\\_komunikacije\\_2050b.pdf](http://www.svps.gov.si/fileadmin/svps.gov.si/pageuploads/strategija/Strategija_izobrazevanja_in_komunikacije_2050b.pdf) (Pridobljeno november, 2012.)
- [2] Operativni program zmanjševanja emisij toplogrednih plinov do leta 2012 (OP TGP-1). Št.: 35405-2/2009/9. 30. julij, 2009. Ljubljana. Vlada Republike Slovenije.  
[http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo\\_okolja/operativni\\_programi/op\\_toplogredni\\_plini2012\\_1.pdf](http://www.arhiv.mop.gov.si/fileadmin/mop.gov.si/pageuploads/zakonodaja/okolje/varstvo_okolja/operativni_programi/op_toplogredni_plini2012_1.pdf) (Pridobljeno november, 2012.)
- [3] Čepon, L. 2002. Preprečevanje in ravnanje s plinastimi emisijami iz odlagališča komunalnih odpadkov. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo (samozaložba L. Čepon): 101 str.
- [4] NOAA, National climatic data center, National oceanic and atmospheric administration. 2012.  
<http://www.ncdc.noaa.gov/> (Pridobljeno november, 2012.)
- [5] Roš, M. 2001. Biološko čiščenje odpadne vode. 1. izdaja. Ljubljana, GV Založba: 243 str.
- [6] Roš, M. 2005. Sistemi čiščenja s problematiko odpadnega blata. V: Vodni dnevi 2005, Zbornik referatov, Portorož, oktober 2005. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 18–26.  
[http://www.sdzv-drustvo.si/si/VD-05\\_Referati/Ros.pdf](http://www.sdzv-drustvo.si/si/VD-05_Referati/Ros.pdf) (Pridobljeno november, 2012.)
- [7] Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih vod v vode in javno kanalizacijo. Uradni list RS, št. 47/2005.
- [8] Uredba o odpadkih. Uradni list RS, št. 103/2011.
- [9] Kompare, B., Atanasova, N., Uršič, M. idr. 2007. Male čistilne naprave na območju razpršene poselitve. 1. izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo – Inštitut za zdravstveno hidrotehniko. Inštitut za celostni razvoj in okolje: 57 str.  
[http://www.fgg.uni-lj.si/izh/izh1/0\\_Dokumenti/Projekti/MCN/Brosura.pdf](http://www.fgg.uni-lj.si/izh/izh1/0_Dokumenti/Projekti/MCN/Brosura.pdf) (Pridobljeno november, 2012.)
- [10] Javno podjetje Vodovod-kanalizacija Ljubljana d.o.o., Centralna čistilna naprava Ljubljana. 2012.  
<http://www.jhl.si/vo-ka/predstavitev/centralna-cistilna-naprava-lj> (Pridobljeno november, 2012.)
- [11] Ministrstvo za kmetijstvo in okolje, Agencija Republike Slovenije za okolje. 2012.  
<http://www.arso.gov.si/> (Pridobljeno november, 2012.)

- [12] Grilc, V., Zupančič, G. D., Roš, M. 2004. Alternativni načini sodobnega ravnanja z odvečnim blatom iz bioloških čistilnih naprav. Kemijski inštitut Ljubljana. Pdf. dokument: 10 str.
- [13] Grilc, V., Zupančič, G. D., Roš, M. 2006. Alternativni načini sodobnega ravnanja z odvečnim blatom iz bioloških čistilnih naprav. V: Vodni dnevi 2006, Zbornik referatov, Portorož, oktober 2006. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 99–110.
- [14] Vesilind P., A. 2003. Wastewater Treatment Plant Design. Lewisburg, Pennsylvania, Bucknell University, Department of Civil and Environmental Engineering: 453 str.
- [15] Zupančič, G. D., Roš, M. 2004. Two stage thermophilic anaerobic-aerobic digestion of waste-activated sludge. V: Environmental Engineering Science 21, 5: str. 617–626. <http://www.aseanenvironment.info/Abstract/41017299.pdf> (Pridobljeno november, 2012.)
- [16] Zupančič, G. D., Roš, M. 2005. Ammonia removal in sludge digestion utilizing nitrification with pure oxygen aeration. V: Nutrient management in wastewater treatment processes and recycle streams: IWA specialized conference, Krakow, Poland, 19–21 September 2005 : the conference proceedings. Krakow: Lemtech, 2005: str. 1053–1057. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852406006407> (Pridobljeno november, 2012.)
- [17] Javno podjetje Vodovod-kanalizacija Ljubljana d.o.o. 2012. <http://www.jhl.si/vo-ka/> (Pridobljeno november, 2012.)
- [18] Turk, R. 2011. Integrirano ravnanje s proizvodnimi odpadki in blati čistilnih naprav v izbrani tekstilni tovarni. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo (samozaložba R. Turk): 99 str.
- [19] Gačeša, R. 1999. Postopki in stroški obdelave blata čistilnih naprav s poudarkom na možnosti toplotne obdelave. V: Čiščenje odpadnih voda '99, Zbornik referatov, Otočec ob Krki, marec 1999. ZTI – Zavod za tehnično izobraževanje: 199 str.
- [20] Uredba o odlaganju odpadkov na odlagališčih. Uradni list RS, št. 61/2011.
- [21] Samec, N. 2006. Okoljsko inženirstvo. Študijsko gradivo za podiplomski študijski program tehniškega varstva okolja. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo: 249 str.
- [22] Uradni list Republike Slovenije. 2012. <http://www.uradni-list.si/> (Pridobljeno november, 2012.)
- [23] Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. Uradni list RS št. 62/2008.
- [24] Samec, N., Kokalj, F. 2001. Sežig blat iz komunalnih čistilnih naprav. V: Strokovni seminar, Simpozij Vodni dnevi 2001, Zbornik referatov, Celje, november 2001. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 99–109.

[http://www.sdzv-drustvo.si/si/VD-06\\_Referati/11%20Zupancic\\_VD06.pdf](http://www.sdzv-drustvo.si/si/VD-06_Referati/11%20Zupancic_VD06.pdf) (Pridobljeno november, 2012.)

- [25] Lindow, L. 2007. 30 years of experience in the field of biogas production. Mednarodni simpozij Bioplin, tehnologija in okolje. Rakičan, Murska Sobota, november 2007. Murska Sobota, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo: str. 13–16.
- [26] st1. Finsko energetska podjetje. 2012.  
<http://www.st1.eu/index.php?id=2874> (Pridobljeno november, 2012.)
- [27] Spinosa, L. 2007. Sewage sludge: from waste to resource. V: Vodni dnevi 2007. Zbornik referatov, Portorož, oktober 2007. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda: str. 1–11.
- [28] Ljubič Mlakar, T., Vuk, T. 2009. Alternativna goriva v cementni industriji – možnosti in omejitve. V: Strokovno posvetovanje z mednarodno udeležbo »Gospodarjenje z odpadki – GzO'09«. Zbornik referatov, Nova Gorica, avgust 2009: 13 str.  
[http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=alternativna%20goriva%20anhovo&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.salonit.si%2Fmma%2F%25C4%258Clanek%2520o%2520uporabi%2520sekundarnih%2520energentov%2520v%2520cementarni%2520%25E2%2580%2593%2520GZO09%2F2012032214320336%2F&ei=nVbPUM6wJsvltQbP\\_oHwBA&usq=AFQjCNE6MYbbkX5ewgRxRv7S92K1w6SRhg&bvm=bv.1355325884,d.d2k](http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=alternativna%20goriva%20anhovo&source=web&cd=1&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.salonit.si%2Fmma%2F%25C4%258Clanek%2520o%2520uporabi%2520sekundarnih%2520energentov%2520v%2520cementarni%2520%25E2%2580%2593%2520GZO09%2F2012032214320336%2F&ei=nVbPUM6wJsvltQbP_oHwBA&usq=AFQjCNE6MYbbkX5ewgRxRv7S92K1w6SRhg&bvm=bv.1355325884,d.d2k) (Pridobljeno november, 2012.)
- [29] Epstein, E. 2003. Land Application of Sewage Sludge and Biosolids. S. I., Lewis Publishers: 201 str.
- [30] Šalej, S. 2009. Načrtovanje integriranega ravnanja z odpadnimi blati in biorazgradljivimi odpadki v gorenjski regiji. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba S. Šalej): 150 str.
- [31] Direktiva o odpadkih in razveljavitvi nekaterih direktiv 2008/98/EC. Uradni list EU L 312, 19. 11. 2008.
- [32] Okvirna vodna direktiva (ang. Water Framework Directive) 2000/60/EC. Uradni list EU L 327, 22. 12. 2000.
- [33] Direktiva o čiščenju komunalne odpadne vode (ang. Urban Waste Water Directive) 91/271/EEC. Uradni list EU L 135, 20. 05. 1991.
- [34] Direktiva o varstvu okolja, zlasti tal, kadar se blato iz čistilnih naprav uporablja v kmetijstvu (ang. Sawage Sludge Directive) 86/278/EEC. Uradni list EU L 181, 4. 7. 1986.
- [35] Direktiva o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (ang. Nitrtates Directive) 91/676/EEC. Uradni list EU L 375, 31. 12. 1991.
- [36] Direktiva o sežiganju odpadkov (ang. The Incineraton Directive) 2000/76/EC. Uradni list EU L 332, 28. 12. 2000.

- [37] Direktiva o nevarnih odpadkih (ang. Directive on Hazardous Waste) 91/689/EEC. Uradni list EU, L 377, 31. 12. 1991.
- [38] Direktiva o odpadkih (ang. Directive on Waste) 75/442/EEC. Uradni list EU, L 194, 25. 7. 1975, spremembe in dopolnitve Uradni list EU L 78, 26. 3. 1991 in Uradni list EU, L 135, 6. 6. 1996.
- [39] SIST-TS CEN/TS 15359:2007. Trdno alternativno gorivo – Specifikacije in razredi.
- [40] Nacionalni program varstva okolja. Uradni list RS št. 41/2004.
- [41] Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo. Uradni list RS št. 57/2008.
- [42] Uredba o obdelavi biološko razgradljivih odpadkov. Uradni list RS št. 62/2008.
- [43] Uredba o obremenjevanju tal z vnašanjem odpadkov. Uradni list RS št. 34/2008.
- [44] Uredba o sežiganju odpadkov. Uradni list RS št. 86/2008, 41/2009.
- [45] Pravilnik o izvajanju obvezne javne gospodarske službe odvajanja in čiščenja odpadne vode. Uradni list RS št. 109/2007, 33/2008, 28/2011.
- [46] Gorenje Surovina d.o.o. 2012.  
<http://surovina.si/> (Pridobljeno november, 2012.)
- [47] Riko – Ekos d.o.o. 2012.  
<http://www.riko-ekos.si/> (Pridobljeno november, 2012.)
- [48] Mislej, V., Babič, R., Krašovec, M. idr. 2011. Toplotna obdelava anaerobno pregnitega blata – predelava odpadka 19 08 05 v trdno alternativno gorivo. V: Slovenski kemijski dnevi 2011, Zbornik referatov, Portorož, september 2011. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 9 str.  
[http://www.jhl.si/upload/doc/4489\\_MISLEJ\\_V\\_BABIC\\_R\\_KRASOVEC\\_M\\_MLAKAR\\_E\\_2011\\_Toplotna\\_obdelava\\_anaerobno\\_pregnitega\\_blata\\_SI\\_kemijski\\_dnevi\\_11.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/4489_MISLEJ_V_BABIC_R_KRASOVEC_M_MLAKAR_E_2011_Toplotna_obdelava_anaerobno_pregnitega_blata_SI_kemijski_dnevi_11.pdf)  
(Pridobljeno november, 2012.)
- [49] Mislej, V., Babič, R., Kalčič, A. idr. 2011. Zasnova sistema zagotavljanja kakovosti toplotne obdelave blata komunalne čistilne naprave. V: Slovenski kemijski dnevi 2011, Zbornik referatov, Portorož, september 2011. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo: 13 str.  
[http://www.jhl.si/upload/doc/4488\\_MISLEJ\\_BABIC\\_KALCIC\\_GRILC\\_RESCIC\\_2011\\_Zasnova\\_sistema\\_zagotavljanja\\_kakovosti\\_toplotne\\_obdelave\\_blata\\_KCN.pdf](http://www.jhl.si/upload/doc/4488_MISLEJ_BABIC_KALCIC_GRILC_RESCIC_2011_Zasnova_sistema_zagotavljanja_kakovosti_toplotne_obdelave_blata_KCN.pdf)  
(Pridobljeno november, 2012.)
- [50] Mislej, V., Bordon, C. 2010. Specifikacija in uporaba alternativnega trdnega goriva iz blata komunalne čistilne naprave. V: Strokovno posvetovanje z mednarodno udeležbo »Gospodarjenje z odpadki – GzO'10«. Zbornik referatov, Moravske Toplice, avgust 2010: str. 68–79.  
<http://www.srdit.si/gzo10/zbornikGzo10.pdf> (Pridobljeno november, 2012.)

- [51] Mayr, B., Žugman, J. 2005. Predelava komunalnega mulja: količine, novejša tehnologija ter tehnologija prihodnosti, težke kovine in stroški. V: Strokovno posvetovanje z mednarodno udeležbo »Gospodarjenje z odpadki – GzO'06«, Zbornik referatov, Ljubljana, september 2005: str. 40–51.  
[www.envicare.at](http://www.envicare.at) (Pridobljeno november, 2012.)
- [52] SIST-TS CEN/TS 15358:2007. Trdno alternativno gorivo – Sistemi vodenja kakovosti – Posebne zahteve za njihovo uporabo pri proizvodnji trdnih alternativnih goriv.