

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:

Strupeh, A., 2016. Obdelava blata na čistilni napravi Sevnica in možnost njegove uporabe. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentor Drev, D.): 64 str.

Datum arhiviranja: 25-08-2016

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:

Strupeh, A., 2016. Obdelava blata na čistilni napravi Sevnica in možnost njegove uporabe. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Drev, D.): 64 pp.

Archiving Date: 25-08-2016

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 ŠTUDIJSKI
PROGRAM VODARSTVO IN
KOMUNALNO INŽENIRSTVO**

Kandidat:

ALEŠ STRUPEH

**OBDELAVA BLATA NA ČISTILNI NAPRAVI SEVNICA
IN MOŽNOST NJEGOVE UPORABE**

Diplomska naloga št.: 300/VKI

**SLUDGE TREATMENT IN WASTE WATER
TREATMENT PLANT SEVNICA AND POSSIBILITY OF
ITS USE**

Graduation thesis No.: 300/VKI

Mentor:

doc. dr. Darko Drev

Ljubljana, 23. 08. 2016

STRAN ZA POPRAVKE

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo

IZJAVA O AVTORSTVU

Spodaj podpisani študent Aleš Strupeh, vpisna številka 26104784, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Obdelava blata na čistilni napravi Sevnica in možnosti njegove uporabe

IZJAVLJAM

1. Obkrožite eno od variant a) ali b)
 - a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
 - b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;
2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;
3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;
4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;
5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;
6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;
7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V/Na: Ljubljani, 04.08.2016

Podpis študenta: _____

BIBLIOGRAFSKO - DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 628.32(497.4)(043.2)

Avtor: Aleš Strupeh

Mentor: doc. dr. Darko Drev

Naslov: Obdelava blata na čistilni napravi Sevnica in možnosti njegove uporabe

Obseg in oprema: 64 strani, 21 preglednic, 25 slik, 3 enačbe, 4 priloge

Izveček

V nalogi bom predstavil postopke ravnanja z blatom. Ti postopki so regulirani s strani zakonodajalca, zato bom najprej pregledal aktualne uredbe, ki se direktno in indirektno nanašajo na ravnanja z blatom. V nadaljevanju bom opisal vrste in sestave ter možnosti obdelave odvečnega blata iz čistilne naprave.

V nadaljevanju bom na primeru centralne čistilne naprave Sevnica pregledal trenutne procese in tehnologijo pridobivanja blata ter njegovo uporabo. Potem bom predstavil alternativni možnosti obdelave in možnosti uporabe blata v kmetijstvu ter predelavo v trdo gorivo.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDK: 628.32(497.4)(043.2)

Author: Aleš Strupeh

Supervisor: Assis. prof. Darko Drev, Ph.D.

Title: Sludge treatment in waste water treatment plant Sevnica and possibility of its use

Notes: 64 pages, 21 tables, 25 pictures, 3 equations, 4 annexes

Abstract

In this thesis i will present possible treatment processes of sludge from wastewater treatment plant. Treatment processes are regulated by the legislation body, therefore i overview latest regulations that directly and indirectly involves sludge treatment. Then i will discribe possible treatment processes of sludge.

On an example of wastewater treatment plant Sevnica i will make overview of current technologies and use of sludge. Then i will present an alternative technologies of sludge treatment and possibility of use in agriculture and processing into solid fuel.

ZAHVALA

Želim se zahvaliti svoji partnerici za vzpodbudo in vlivanje optimizma ter staršema za njuno potrpežljivost in podporo pri mojem študiju. Velika zahvala mentorju doc. dr. Darku Drevu za njegovo odzivnost in vodenje. Prav tako se zahvaljujem podjetjema Komunala d.o.o. Sevnica in Vipap Videm Krško d.d., ki sta mi z nasveti in podatki omogočila, da je ta naloga uspešno končana.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	1
2 ZAKONODAJA IN NJEN NAMEN	2
2.1 Direktiva 2008/98/ES in njeno tolmačenje	2
2.2 Zakonodaja v Republiki Sloveniji	4
2.2.1 Uredba o odpadkih	4
2.2.2 Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu	5
2.2.3 Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata	7
2.2.4 Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla	11
2.2.5 Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov	12
2.2.6 Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdo gorivo in njegovi uporabi	12
2.2.7 Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo	13
2.2.8 Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode	15
3 BLATO	17
3.1 Kaj je blato	17
3.2 Vrste blata in karakteristike	17
3.3 Sestava blata	19
4 POSTOPKI OBDELAVE BLATA	21
4.1 Zgoščevanje	22
4.1.1 Gravitacijski zgoščevalnik	22
4.1.2 Flotacijsko zgoščevanje z zrakom	24
4.1.3 Gravitacijski tračni zgoščevalnik	24
4.1.4 Zgoščevanje z rotacijskim bobnom	25
4.2 Stabilizacija	26
4.2.1 Aerobna presnova	26
4.2.2 Anaerobna presnova	28
4.2.3 Alkalna stabilizacija	30
4.2.4 Kompostiranje	31
4.2.5 Termično sušenje	33

4.3 Kondicioniranje	33
<i>4.3.1 Kemično kondicioniranje</i>	<i>35</i>
<i>4.3.2 Kondicioniranje z mineralnimi agenti</i>	<i>39</i>
<i>4.3.3 Kondicioniranje z organskimi agenti</i>	<i>40</i>
<i>4.3.4 Termično (toplotno) kondicioniranje</i>	<i>41</i>
4.4 Odstranjevanje vode	41
<i>4.4.1 Centrifugiranje</i>	<i>42</i>
<i>4.4.2 Stiskanje na tračnih filtrskih stiskalnicah</i>	<i>45</i>
<i>4.4.3 Stiskanje s filtrnimi stiskalnicami z okvirji in ploščami</i>	<i>46</i>
<i>4.4.4 Vakuumsko filtriranje</i>	<i>46</i>
<i>4.4.5 Sušenje na sušilnih gredah</i>	<i>47</i>
5 CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA SEVNICA	48
5.1. Splošen opis CČN Sevnica	48
5.2 Tehnološki opis	49
5.3 Nastajanje odpadkov	53
5.4 Trenutne količine, karakteristike blata in njegova uporaba	54
6 ALTERNATIVNE MOŽNOSTI UPORABE IN TEMU PRIMERNE OBDELAVE BLATA	55
6.1 Možnosti uporabe blata v kmetijstvu	56
6.2 Anaerobna stabilizacija	56
<i>6.2.1 Primernost blata za uporabo v kmetijstvu</i>	<i>57</i>
6.3 Možnost predelave blata v trdo gorivo	58
<i>6.3.1 Stabilizacija blata za končno uporabo v trdno gorivo</i>	<i>59</i>
<i>6.3.2 Sušenje blata</i>	<i>59</i>
<i>6.3.3 Primernost blata za predelavo v trdo gorivo</i>	<i>60</i>
7 ZAKLJUČEK	61
VIRI	63
PRILOGE	65

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v tleh.....	6
PREGLEDNICA 2: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu.....	6
PREGLEDNICA 3: Mejne vrednosti za količine težkih kovin, ki se smejo na podlagi 10-letnega povprečja letno vnesti v kmetijska zemljišča	7
PREGLEDNICA 4: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev komposta v kakovostni razred	8
PREGLEDNICA 5: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev digestata v kakovostni razred....	10
PREGLEDNICA 6: Mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v odpadkih iz bioma	12
PREGLEDNICA 7: Mejne vrednosti parametrov industrijske odpadne vode.....	13
PREGLEDNICA 8: Mejne vrednosti pri primarnem čiščenju	16
PREGLEDNICA 9: Mejne vrednosti pri sekundarnem in terciarnem čiščenju	16
PREGLEDNICA 10: Mejne vrednosti pri terciarnem čiščenju.....	16
PREGLEDNICA 11: Karakteristična sestava blata v Evropi.....	20
PREGLEDNICA 12: Tipične vsebnosti kovin v blatu.....	20
PREGLEDNICA 13: Primerjava različnih metod zgoščevanja	22
PREGLEDNICA 14: Primerjava postopkov kondicioniranja	33
PREGLEDNICA 15: Sprememba specifične upornosti pri anaerobni presnovi	38
PREGLEDNICA 16: Sprememba specifične upornosti R	38
PREGLEDNICA 17: Vrsta in količina odpadkov na CČN Sevnica za obdobje od 1.10.2010 do 31.12.2010.....	53
PREGLEDNICA 18: Količine nastalega blata v tonah	54
PREGLEDNICA 19: Analiza blata iz leta 2010	54
PREGLEDNICA 20: Predpisana in izmerjena kakovost blata.....	57
PREGLEDNICA 21: Mejne in izmerjene vrednosti nevarnih snovi v odpadkih iz biomase.....	61

KAZALO SLIK

SLIKA 1: Oblike vode v blatu	17
SLIKA 2: Gravitacijski zgoščevalnik.....	23
SLIKA 3: Flotacijski zgoščevalnik z zrakom.....	24
SLIKA 4: Gravitacijski tračni zgoščevalnik.....	25
SLIKA 5: Zgoščevalnik z rotacijskim bobnom.....	26
SLIKA 6: Shema aerobnega sistema za presnovo blata	27
SLIKA 7: Stopnje presnove.	29
SLIKA 8: Shema enostopenjskega anaerobnega procesa.....	30
SLIKA 9: Delci v surovem in presnovljenem blatu	37
SLIKA 10: Shema procesa toplotnega kondicioniranja	41
SLIKA 11: Centrifuga z diskastim separatorjem	43
SLIKA 12: Centrifuga v obliki posode.	44
SLIKA 13: Centrifuga s koničastim cilindrom.	45
SLIKA 14: Stopnje na tračnih filtrskih stiskalnicah.....	45
SLIKA 15: Stiskalnica s ploščami in okvirji.....	46
SLIKA 16: Shema procesa vakuumskega filtriranja	47
SLIKA 17: Tipičen prerez sušilne grede	48
SLIKA 18: Pogled na CČN Sevnica	48
SLIKA 19: Tehnološka shema CČN Sevnica	49
SLIKA 20: Prostor s centrifugalno napravo.....	52
SLIKA 21: Procesi obdelave in uporaba blata	56
SLIKA 22: Procesi obdelave za uporabo v kmetijstvu	56
SLIKA 23: Procesi obdelave za predelavo v trdo gorivo.....	58
SLIKA 24: Solarno sušenje blata	60
SLIKA 25: Primer manjšega šotora za solarno sušenje	60

KAZALO ENAČB

ENAČBA 1: Zahtevana površina zgoščevanja.....	23
ENAČBA 2: Specifična odpornost blata.....	36
ENAČBA 3: Potrebna količina apna za kondicioniranje blata.....	40

KAZALO PRILOG

PRILOGA 1: Tehnološka shema CČN Sevnica

PRILOGA 2: Prerez centrifugalne naprave PIERALISI FP 600 2RS/M

PRILOGA 3: Poročilo o analizi blata iz CČN Sevnica

PRILOGA 4: Analiza kalorične vrednosti blata iz CČN Sevnica

KRATICE

1. ČN - čistilna naprava
2. CCN - centralna čistilna naprava
3. SS - suha snov
4. PE - populacijski ekvivalent

1 UVOD

Voda je pogoj za obstoj življenja. Danes jo tudi znanstveniki iščejo na tujem planetu, da bi potrdili ali ovrgli tezo o nekdanjem življenju na planetu Marsu. Na Zemlji smo na vodo, še nedavno, gledali kot samoumevno javno dobrino, ki jo je v pitni obliki v izobilju. Po uporabi, biološki, kmetijski ali industrijski pa nismo dajali posebne pozornosti v kakšni obliki, v smislu kvalitete, jo vrnemo nazaj v naravo. Ker pa se narava oziroma naš okoliš časovno vidno spreminjata, so se ustanovile institucije in zakonska orodja kako ravnati z vodo v celotnem ciklusu.

Trajnostno varstvo voda se lahko doseže le z mehanskim, biološkim čiščenjem odpadne vode vseh komunalno opremljenih naselij. Odstranitev snovi, ki porabljajo kisik iz odpadne vode je osnovni pogoj ali zelo zanesljiv previdnostni ukrep, da bi zaščitili razvoj celotne prehrabene verige v rekah, ki je tudi kazalec kakovosti reke. Fosfor vpliva na rast alg in s tem evtrofikacijo v večini globokih jezerih v zmernih in hladnih podnebjih. Kot posledica mora biti direktni izliv odpadnih voda preprečen bodisi z ustreznimi kanalizacijskimi sistemi ali pa je potrebno odstraniti fosfor pred izlivom v okolje. Tudi morska ustja in zaprta morja trpijo zaradi evtrofikacije. Tudi dušik je element, ki vpliva na rast alg v morju. Hranila so tako odločilni dejavnik v standardih odpadnih voda v mnogih evropskih državah. Že v šestdesetih letih prejšnjega stoletja je bilo ugotovljeno, da mehanska biološka obdelava (za odstranitev ogljikovih onesnaževalcev) ne rešuje problema izlivanja onesnaženih voda, ki vsebujejo težke kovine in veliko različnih kemikalij, ki se uporabljajo v gospodinjstvih, trgovini in industriji. Tako se sledi teh elementov tudi v blatu iz čistilnih naprav in s tem tudi v obdelani odpadni vodi. Zaradi zmanjševanja emisij iz vira za te potencialno nevarne snovi, so se pričeli izdajati strogi standardi za odpadne vode za tehnološke vode. Strategija kombinacije zmanjšanja virov in obdelava pred izpustom je tudi dejanska strategije varstva voda, določene v evropski zakonodaji kot so Framework direktiva, Direktiva komunalnih odpadnih voda, Direktiva IPPC, Direktiva 2008/84/ES.

Zgoraj omenjena strategija varstva voda vodijo vse skupnosti, da obdelajo odpadno vodo z mehansko-biološkimi (fizikalno-kemijske) procesi, pri čemer nastaja blato. Blato je največji stranski proizvod iz čistilnih naprav za odpadne vode in njegovo odstranjevanje je ena izmed najbolj zahtevnih okoljskih problemov v procesu čiščenja odpadnih voda. Preden se lahko blato uporabi ali odvrže, ga je potrebno do določene mere obdelati, odvisno od namena.

2 ZAKONODAJA IN NJEN NAMEN

Za prav vsak življenjski cikel, ki je umetnega izvora, za nek proces ali material, obstajajo zakoni, normativi, uredbe ali vsaj smernice, katere velevajo pravila, katera so z določenim namenom. Tako je tudi z blatom, ki nastaja v procesu čiščenja odpadne vode.

Z vstopom Slovenije v Evropsko unijo, smo istega leta 2006, tudi že dobili direktivo, ki jo je izdal evropski parlament, in sicer Direktiva 2008/98/ES. Ta postavlja zakonodajni okvir za ravnanje z odpadki znotraj skupnosti in obvezuje članice, katere morajo izdelati načrte ravnanja z odpadki. Postavlja tudi vzpostavlja glavna načela, kot je obveznost ravnanja z odpadki brez negativnega vpliva na okolje ali zdravje ljudi, spodbujanje upoštevanja hierarhije ravnanja z odpadki ter načelo, da plača povzročitelj obremenitve, v skladu s katerim mora stroške odstranjevanja odpadkov kriti imetnik odpadkov ali prejšnji imetniki ali proizvajalci proizvodov, od katerih odpadki izvirajo (Direktiva 2008/98/ES).

Prenos te direktive v Slovenski pravni red je bil že leta 2011, ko je bila izdana Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št.103/2011), katera določa pravila ravnanja in druge pogoje za ravnanje z odpadki. Leta 2015, jo zamenja Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/2015 z dne 29.5.2015) s spremembami in dopolnitvami Uredbe o odpadkih iz 2011 je EU Pilot 4944/13/ENVI, kot odgovor Evropski komisiji na opozorila na nekatere pomanjkljivosti prenosa Direktive 2008/98/ES v pravni red Republike Slovenije.

Izdaja Uredbe je z namenom varstva okolja in varovanja človekovega zdravja 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 veljavnimi normami.

2.1 Direktiva 2008/98/ES in njeno tolmačenje

Direktiva 2008/98/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 19. novembra 2008, določa ukrepe za varstvo okolja in zdravje ljudi in sicer s preprečevanjem in zmanjševanjem škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter z zmanjševanjem celotnega vpliva uporabe virov in izboljšanjem učinkovitosti takšne uprabe. Ta direktiva se uporablja za vse odpadke, razen za tiste, ki so po 2.členu izvzete. Blato ni izvzeto in zato uredba velja tudi zanj.

Če se blato, kot odpadek, vrača v naravno okolje pa to področje za vnos teh odpadkov v tla oziroma na kmetijske površine urejata Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in

gnojil v tla (Uradni list RS, št. 84/05, 62/08, 113/09) ter Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08).

Kot v uvodu nakazano lahko za cilj direktiv povzamemo, da na splošno velevajo, da se naredo količinske omejitve že pri viru, torej čim manjšo produkcijo odpadkov, za že nastale pa le-te v največji možni meri izkoristiti oziroma minimizirati njihov vpliv na človeka in okolje.

Bolj natančno to opisuje Direktiva 2008/98/ES, ki podaja prednostni seznam kako ravnati z odpadkom:

1. preprečiti nastanek
2. pripraviti za ponovno uporabo
3. reciklirati
4. druga predelava
5. odstraniti (Direktiva 2008/98/ES).

Za razumevanje moramo tudi obrazložiti te pojme in relacija z blatom :

Preprečevanje nastanka - tu je naloga držav članic, da pripravijo programe, ukrepe za preprečevanje nastanek odpadka pri viru. Glede blata, kot odpadka, to pomeni da se mora ozaveščati javnost glede porabe vode, katera postane odpadna voda, v smislu pomena odgovornosti do narave, v industriji pa le-te omejevati z drugimi direktivami in industrijskimi standardi, ki pokrivajo proizvodnjo odpadkov v tej panogi. Poudarek je predvsem na industriji.

Priprava na ponovno uporabo - pomeni postopek, ki neko materijo lahko vrne v svojo prvoten namen. Blato vsebuje tudi npr. kovine, katere lahko izluščimo in jih dajemo nazaj na tržišče oziroma gospodarstvo.

Recikliranje - pomeni postopek predelave, kjer se odpadki ponovno predelajo v proizvode, materiale, ki služijo prvotnem ali drugem namenu. Blato, npr. vsebuje lahko vsebuje ogromno hranil, ki lahko služijo bogatitvi tal.

Druga predelava - to je postopek, katerega cilj je da odpadki služijo nekemu koristnemu namenu, kot alternativa nekemu drugemu produkti, ki opravi isto funkcijo. Na primer blato lahko predelamo v energent.

Odstranjevanje - to so postopki, ki niso predelave, da se odpadki varno odstranijo tako, da ne ne predstavlja tveganja za človeka, vodo, zrak, tla, rastline ter živali, je brez škodljivih vplivov zaradi hrupa ali vonjav in ne vpliva škodljivo na krajino ali kraje posebnega pomena (Direktiva 2008/98/ES).

2.2 Zakonodaja v Republiki Sloveniji

V prejšnjem poglavju smo opisali direktivo in obveze držav skupnosti k uveljavljanju le-te. Sedaj poglejmo implementacijo v slovenski pravni red. Krovni akt v Republiki Sloveniji, ki pokriva področje varstva okolja je Zakon o varstvu okolja (ZGO-1). Obvezno ravnanje blata iz komunalnih čistilnih naprav urejajo ali se dotikajo naslednje uredbe:

1. Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/2015)
2. Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08)
3. Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/2013)
4. Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Uradni list RS, št. 84/05)
5. Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13 in 22/15)
6. Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdo gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/2014)
7. Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15)
8. Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015)

2.2.1 Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/2015)

To uredbo lahko smatramo, kot primarno, saj odpadek definira in veleva, da ga je potrebno obdelati. Njene zahteve in splošna vsebina :

- definira odpadek in pojme povezane z njim. Uporablja se za vse odpadke, razen tistih, kateri so v uredbi izvzeti. Definira tudi pojme, kot v točki 2.1.
- upoštevati hierarhijo ravnanja z odpadki, ki je ista kot v Direktiva 2008/98/ES
- vzpostaviti je potrebno programe ravnanja in preprečevanja odpadkov, s posameznimi vrstami ali tokovi in zagotoviti ukrepe za:
 - a) spodbujanje priprave za ponovno uporabo, predvsem s spodbujanjem vzpostavitve in podpore omrežij za ponovno uporabo in popravila, uporabe gospodarskih instrumentov, meril za javna naročila, kvantitativnih ciljev ali drugih ukrepov, in

- b) spodbujanje visokokakovostnega recikliranja in sistemov ločenega zbiranja, primernih za doseganje potrebnih standardov kakovosti recikliranja, če je to tehnično, okoljsko in ekonomsko izvedljivo.
- določa pravila ravnanja z odpadki, kjer prvenstveno prepoveduje, da se odpadke pušča v okolju, jih odmetava ali z njimi nenadzorovano ravna. Z odpadki je potrebno ravnati v skladu z hierarhijo o nadaljnjem ravnanju in na način, da ogroža človekovo zdravje in ni škodljivo okolju.
 - določa obveznosti povzročitelja odpadkov,
 - določa obveznosti zbiralca,
 - določa obveznosti izvajalca obdelave,
 - določa obveznosti prevoznika,
 - določa obveznosti trgovca,
 - določa obveznosti posrednika.

2.2.2 Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08)

Uredba določa ukrepe in ravnanja z blatom iz malih ali skupnih komunalnih čistilnih naprav, kadar se to uporablja kot gnojilo v kmetijstvu. Iz prejšnjega stavka tako definira tudi pojem »blato«, »gnojilo« ter »uporaba v kmetijstvu«:

Blato je:

- odpadno blato iz komunalnih čistilnih naprav in malih komunalnih čistilnih naprav, vključno z blatom iz skupnih čistilnih naprav.
- odpadno blato iz greznic in nepretočnih greznic.
- odpadno blato iz čistilnih naprav, ki niso čistilne naprave iz prve alineje te točke, vključno z blatom iz nepretočnih greznic.

Uporaba v kmetijstvu je vnašanje blata v ali na tla kot gnojilo v kmetijstvu ali kakršna koli druga uporaba blata v ali na tleh na kmetijskih zemljiščih.

Gnojilo je gnojilo v skladu s predpisom, ki ureja varstvo voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov-glej točko 2.2.5

S to uredbo so določene mejne vrednosti za uporabo blata v kmetijstvu.

Prepovedano je:

- a) Uporaba blata v kmetijstvu je prepovedana, če koncentracija ene ali več težkih kovin v tleh presega mejne vrednosti, določene v preglednici 1.

PREGLEDNICA 1: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v tleh (Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu).

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

b) Uporaba blata v kmetijstvu je prepovedana, če v obdelanem blatu vsebnost ene ali več težkih kovin presega mejne vrednosti, določene v preglednici 2.

PREGLEDNICA 2: Mejne vrednosti koncentracije težkih kovin v blatu, ki se uporablja v kmetijstvu (Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu).

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

c) Z namenom preprečevanja kopičenja težkih kovin v tleh, letni vnos ene ali več težkih kovin v ali na tla zaradi uporabe blata v kmetijstvu ne sme presežati mejnih vrednosti, določenih v preglednici 3.

PREGLEDNICA 3: Mejne vrednosti za količine težkih kovin, ki se smejo na podlagi 10-letnega povprečja letno vnesti v kmetijska zemljišča (Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu).

Parameter	Mejna vrednost letnega vnosa (kg/ha)
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

2.2.3 Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/2013)

Ta uredba določa pravila ravnanja in druge pogoje v zvezi s predelavo biološko razgradljivih odpadkov in uporabo komposta ali digestata v skladu z Direktivo 2008/98/ES ter dajanje v promet.

Poglejmo prvo definicijo pojmov iz prejšnjega stavka:

- Obdelava biološko razgradljivih odpadkov je kompostiranje ali anaerobna razgradnja.
- Kompost je biološko stabilna in higienizirana snov z več kot 15% organske snovi, ki nastane pri kompostiranju.
- Digestat ali pregnito blato je poltekoča ali tekoča snov, ki nastane pri anaerobni razgradnji.

Poglejmo še definicije zgoraj uporabljenih izrazov:

- Kompostiranje je aerobna razgradnja biološko razgradljivih odpadkov ali njihove mešanice z biološko razgradljivimi naravnimi nenevarnimi materiali iz kmetijstva ali gozdarstva s pomočjo mikro- in makroorganizmov s kisikom.
- Anaerobna razgradnja je razgradnja biološko razgradljivih odpadkov ali njihove mešanice z biološko razgradljivimi naravnimi nenevarnimi materiali iz kmetijstva ali gozdarstva s pomočjo mikro- in makroorganizmov brez kisika.
- Higienizacija je postopek, s katerim se uničijo vegetativne oblike človeških, živalskih in rastlinskih škodljivih organizmov v biološko razgradljivih odpadkih.

- Biološka stabilnost je biološka stabilnost, ki je dosežena takrat, ko je potreba mikroorganizmov za sprejemanje kisika v biološko razgradljivih odpadkih manjša od 15 mg O₂/g suhe snovi.

Uredba vsebuje seznam biološko razgradljivih odpadkov in njihov podrobnejši opis ter njihovo ustreznost za predelavo v kompost ali digestat (kjer sta oba proizvoda). Glede na kvaliteto, ki je določena v uredbi razvršča kompost ali digestat v kakovostni razred 1. ali 2.

Obema preneha status odpadka in postaneta proizvoda, če je bil proizveden iz biološko razgradljivih odpadkov skladno s to uredbo.

Če kompost ali digestat nista v 1. ali 2. razredu, je njihova uporaba prepovedana. Za uporabo na kmetijskih zemljiščih se dovoljuje le 1. kakovostni razred.

PREGLEDNICA 4: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev komposta v kakovostni razred (Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata).

Parameter	Enota	mejne vrednosti za kompost	
		1. kakovostni razred	2. kakovostni razred
kadmij (Cd)	[mg/kg] s.s.	1,5	3
celotni krom (Cr)	[mg/kg] s.s.	100	250
baker (Cu)	[mg/kg] s.s.	100	500
živo srebro (Hg)	[mg/kg] s.s.	1	3
nikelj (Ni)	[mg/kg] s.s.	50	100
svinec (Pb)	[mg/kg] s.s.	120	200
cink (Zn)	[mg/kg] s.s.	400	1800
policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH16)*	[mg/kg] s.s.	6	6
poliklorirani bifenili (PCB7)**	[mg/kg] s.s.	0,2	1
organska snov	% mase s.s.	> 15	> 15
biološka stabilnost (AT4)	[mg O ₂ /g] s.s.	< 15	< 15
semena in vegetativni reproduktivni deli plevela	[št./l]	≤ 2	≤ 2

določevanje učinka izboljševalcev tal in rastnih substratov na kalitev in rast rastlin	[%]	15 % m/m ali 25 % (v/v) komposta: sveže rastlinske mase (SRM): $\geq 100\%$ od kontrolnega substrata, Kaljivost: $\geq 95\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni 30 % m/m ali 50 % v/v komposta: SRM: $\geq 90\%$ od kontrolnega substrata, Kaljivost: $\geq 90\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni	/
trdni delci iz stekla, plastike ali kovine, večji od 2 mm	[%] mase s.s.	< 0,5	< 2
mineralni trdni delci, večji od 5 mm	[%] mase s.s.	< 5	< 5
Salmonella	[odsnost v 25 g] sveže snovi	ni najdeno:0	ni najdeno:0
Escherichia coli	[CFU ali MNP/1 g] sveže snovi	1000	1000

*(PAH16) je vsota parametrov: naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo[a]antracen, krizen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, indeno[1,2,3-cd]piren, dibenzo[a,h]antracen in benzo[g,h,i]perilen

** (PCB7) je vsota parametrov: 2,4,4'-triklorobifenil (PCB-28), 2,2',5,5'-tetraklorobifenil (PCB-52), 2,2',4,5,5'-pentaklorobifenil (PCB-101), 2,3',4,4',5-pentaklorobifenil (PCB-118), 2,2',3,4,4',5'-heksaklorobifenil (PCB-138), 2,2',4,4',5,5'-heksaklorobifenil (PCB-153) in 2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil (PCB-180)

PREGLEDNICA 5: Mejne vrednosti parametrov za uvrstitev digestata v kakovostni razred
(Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata).

Parameter	Enota	1. kakovostni razred		2. kakovostni razred
		mejne vrednosti za digestat z manj kot 20 % suhe snovi	mejne vrednosti za digestat več ali enako 20 % suhe snovi	mejne vrednosti za digestat z več ali enako 20 % suhe snovi
kadmij (Cd)	[mg/kg] s.s.	2,5	1,5	3
celotni krom (Cr)	[mg/kg] s.s.	100	100	250
baker (Cu)	[mg/kg] s.s.	200	200	500
živo srebro (Hg)	[mg/kg] s.s.	1	1	3
nikelj (Ni)	[mg/kg] s.s.	50	50	100
svinec (Pb)	[mg/kg] s.s.	120	120	200
cink (Zn)	[mg/kg] s.s.	400*	400	1800
policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH16)*	[mg/kg] s.s.	6	6	6
poliklorirani bifenili (PCB7)**	[mg/kg] s.s.	0,2	0,2	1
organska snov	% mase s.s.	> 15	> 15	> 15
biološka stabilnost (KMK)**** (ocetna in propionska)	[mg/l]	< 300	< 100	< 300

določevanje učinka izboljševalcev tal in rastnih substratov na kalitev in rast rastlin	[%]	15% m/m ali 25% (v/v) digestata: sveže rastlinske mase (SRM): $\geq 100\%$ od kontrolnega substrata Kaljivost: $\geq 95\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni; 30% m/m ali 50% v/v digestata: SRM: $\geq 90\%$ od kontrolnega substrata, Kaljivost: $\geq 90\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni	15% m/m ali 25% (v/v) digestata: sveže rastlinske mase (SRM): $\geq 100\%$ od kontrolnega substrata Kaljivost: $\geq 95\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni; 30% m/m ali 50% v/v digestata: SRM: $\geq 90\%$ od kontrolnega substrata, Kaljivost: $\geq 90\%$, Zamik kaljivosti: 0 dni/	/
trdni delci iz stekla, plastike ali kovine, večji od 2 mm	[%] mase s.s.	/	< 2	< 2
mineralni trdni delci, večji od 5 mm	[%] mase s.s.	/	< 5	< 5
semena in vegetativni reproduktivni deli plevela	[št./l]	≤ 2	≤ 2	≤ 2
Salmonella	[odstotnost v 25 g] sveže snovi	ni najdeno:0	ni najdeno:0	ni najdeno:0
Escherichia coli	[CFU ali MNP/1 g] sveže snovi	1000	1000	1000

Opombe: *mejna vrednost za digestat iz biološko razgradljivih odpadkov z več kot 50-odstotnim deležem svinjske gnojevke ali perutninskega gnoja je 600 mg/kg s.s.

** (PAH16) je vsota parametrov: naftalen, acenaftilen, acenaften, fluoren, fenantren, antracen, fluoranten, piren, benzo[a]antracen, krizen, benzo[b]fluoranten, benzo[k]fluoranten, benzo[a]piren, indeno[1,2,3-cd]piren, dibenzo[a,h]antracen in benzo[g,h,i]perilen

*** (PCB7) je vsota parametrov: 2,4,4'-triklorobifenil (PCB-28), 2,2',5,5'-tetraklorobifenil (PCB-52), 2,2',4,5,5'-pentaklorobifenil (PCB-101), 2,3',4,4',5-pentaklorobifenil (PCB-118), 2,2',3,4,4',5'-heksaklorobifenil (PCB-138), 2,2',4,4',5,5'-heksaklorobifenil (PCB-153) in 2,2',3,4,4',5,5'-heptaklorobifenil (PCB-180)

**** KMK je kratica za t.i. kratkoverižne maščobne kisline (določamo le očetno in propionsko kislino)

2.2.4 Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla (Uradni list RS, št. 84/05, 113/09)

Veljavna vsebina te uredbe je samo še 2.člen, ki definira nekatere pojme, ki so še sedaj v veljavi, druga to uredbo popolnoma zamenjata Uredba o varstvu voda pred onesnaženjem z nitrati iz kmetijskih virov ter Uredba o predelavi in biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ter digestata.

2.2.5 Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov (Uradni list RS, št. 113/09, 5/13 in 22/15)

Ta uredba sicer določa mejne vrednosti vnosa dušika iz kmetijskih virov v tla ali na tla in ukrepe za zmanjšanje in preprečevanje onesnaževanja voda, ki ga povzročajo nitrati iz kmetijskih virov, kar nam za potrebe te naloge niso zanimivi. Je pa zanimiva predvsem zaradi definicij dveh pojmov :

- gnojilo je katerakoli snov, ki vsebuje dušikovo spojino ali dušikove spojine in je namenjena spodbujanju rasti rastlin.
- organska gnojila so živinska gnojila in druga gnojila organskega izvora, kakor so digestat, ostanki proizvodnje bioplina, kompost, rastlinski odpadki, blato iz čistilnih naprav, mulji, šota in druga gnojila v skladu s predpisom, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, in predpisom, ki ureja predelavo biološko razgradljivih odpadkov in uporabo komposta ali digestata.

2.2.6 Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdo gorivo in njegovi uporabi (Uradni list RS, št. 96/2014)

Uredba določa pogoje za predelavo nenevarnih odpadkov v trdno gorivo ter tudi pogoje uporabe v kurilnih napravah in sežigalnicah. Vsebuje tudi seznam odpadkov, katere se dovoljuje predelati v trdno gorivo. V vseh dovoljenih skupinah odpadkov je dovoljeno tudi blato čistilnih naprav za odpadne vode iz omenjenih virov, če zanj niso izpolnjene zahteve za vnos blata v ali na tla, določene v predpisu, ki ureja uporabo blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu, glej poglavje 2.2.2.

PREGLEDNICA 6: Mejne vrednosti za vsebnost nevarnih snovi v odpadkih iz biomase
(Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdo gorivo in njegovi uporabi)

Onesnaževalo	Mejna vrednost za neonesnaženo biomaso (mg/kg)	Mejna vrednost za onesnaženo biomaso (mg/kg)
Arzen	1	2
Baker	10	20

Fluor	50	100
Kadmij	1	2
Klor	400	600
Krom	15	30
Pentaklorfenol	1,5	3
Svinec	15	30
Poliklorirani bifenili	2,5	5
Živo srebro	0,2	0,4

2.2.7 Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo (Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15)

Uredba za zmanjševanje onesnaženja okolja zaradi emisij snovi in emisije toplote, ki nastaja pri odvajanju komunalne, industrijske in meteorne odpadne vode ter njihovih mešanic določa emisijam snovi in toplote:

- njihove mejne vrednosti,
- njihovo vrednotenje,
- ukrepe preprečevanja,
- ukrepe zmanjševanja,
- obveznosti investitorjev in upravljalcev naprav.

PREGLEDNICA 7: Mejne vrednosti parametrov industrijske odpadne vode (Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo).

Parameter	Izražen Kot	Enota	za odvajanje v javno kanalizacijo	
			za odvajanje neposredno in posredno v vode	za odvajanje v javno kanalizacijo
I. SPLOŠNI PARAMETRI				
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
Obarvanost				
– pri 436 nm	SAK	m-1	7,0	
– pri 525 nm	SAK	m-1	5,0	
– pri 620 nm	SAK	m-1	3,0	(b)

II. BIOLOŠKI PARAMETRI

Strupenost za vodne bolhe	SD		3	-
Biološka razgradljivost		%	-	70 (c)
III. ANORGANSKI PARAMETRI				
Bor *	B	mg/l	1,0	10,0
Aluminij *	Al	mg/l	3,0	(d)
Antimon *	Sb	mg/l	0,3	0,3
Arzen *	As	mg/l	0,1	0,1
Baker *	Cu	mg/l	0,5	0,5
Barij *	Ba	mg/l	5,0	5,0
Cink *	Zn	mg/l	2,0	2,0
Kadmij *	Cd	mg/l	0,1	0,1
Kobalt *	Co	mg/l	1,0	1,0
Kositer *	Sn	mg/l	2,0	2,0
Celotni krom *	Cr	mg/l	0,5	0,5
Krom-šestvalentni *	Cr	mg/l	0,1	0,1
Mangan	Mn	mg/l	1,0	1,0
Molibden *	Mo	mg/l	1,0	1,0
Nikelj *	Ni	mg/l	0,5	0,5
Srebro *	Ag	mg/l	0,1	0,1
Volfram *	W	mg/l	5,0	5,0
Svinec *	Pb	mg/l	0,5	0,5
Talij *	Ta	mg/l	0,5	0,5
Vanadij *	Va	mg/l	0,5	0,5
Železo *	Fe	mg/l	2,0	(d)
Živo srebro *	Hg	mg/l	0,01	0,01
Klor - prosti *	Cl ₂	mg/l	0,2	0,5
Celotni klor *	Cl ₂	mg/l	0,5	1,0
Amonijev dušik *	N	mg/l	10	e
Nitritni dušik *	N	mg/l	1,0	10
Nitratni dušik	N	mg/l	(f)	/
Celotni dušik	N	mg/l	(h)	/
Celotni cianid *	CN	mg/l	0,5	10
Cianid – prosti *	CN	mg/l	0,1	0,1
Fluorid *	F	mg/l	10	20
Klorid	CL	mg/l	(g)	/
Celotni fosfor	Pb	mg/l	2,0 1,0 (i)	/
Sulfat	SO ₄	mg/l	(f)	300 (j)
Sulfid	S	mg/l	0,1	1,0
Sulfit	SO ₃	mg/l	1,0	10

IV. ORGANSKI PARAMETRI

Celotni organski ogljik (TOC)	C	mg/l	30	/
Kemijska potreba po kisiku (KPK)	O ₂	mg/l	120	/
Biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	mg/l	25	/
Težkoahlapne lipofilne snovi (maščobe, mineralna olja ...)		mg/l	20	100 (j)
Celotni ogljikovodiki * (mineralna olja)		mg/l	10	20
Lahkoahlapni aromatski ogljikovodiki * (BTX) (k)		mg/l	0,1	1,0
Adsorbiljivi organski halogeni * (AOX)	Cl	mg/l	0,5	0,5
Lahkoahlapni halogenirani ogljikovodiki * (LKCH) (l)	Cl	mg/l	0,1	0,1
PAH * (m)		mg/l	0,01	0,01
Polarna organska topila (n)		mg/l	(o)	5000
Fenoli *	C ₆ H ₅ OH	mg/l	0,1	10
Vsota anionskih in neionskih tenzidov		mg/l	1,0	(a)
Heksaklorobenzen *		mg/l	0,03	0,03

2.2.8 Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/2015)

Uredba določa in ureja emisijo snovi pri odvajanju odpadne vode iz komunalnih čistilnih naprav malih komunalnih čistilnih ter določuje vsebino operativnega programa. In sicer se uporablja za odvajanje in čiščenje:

- komunalne odpadne vode,
- padavinske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo,
- mešanice komunalne in industrijske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo,
- mešanice komunalne in padavinske odpadne vode, ki se odvaja po mešanem kanalizacijskem omrežju
- mešanice komunalne in industrijske odpadne vode, ki se odvaja v javno kanalizacijo, s padavinsko odpadno vodo, ki se odvaja po mešanem kanalizacijskem omrežju.

Mejne vrednosti parametrov onesnaženosti po stopnjah čiščenja so opisane v naslednjih preglednicah.

PREGLEDNICA 8: Mejne vrednosti pri primarnem čiščenju (Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode).

Parameter onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Skupna obremenitev aglomeracije ali	
			< 50 PE	>= 50 PE in < 2.000 PE
kemijska potreba po kisiku (KPK)	O ₂	[mg/l]	200	150
biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	[mg/l]	ni določena	30

PREGLEDNICA 9: Mejne vrednosti pri sekundarnem in terciarnem čiščenju (Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode).

Parameter onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Skupna obremenitev aglomeracije ali zmogljivost čistilne naprave		
			>= 2.000 PE in < 10.000 PE	>= 10.000 PE in < 100.000 PE	>= 100.000 PE
biokemijska potreba po kisiku (BPK ₅)	O ₂	[mg/l]	25	20	20
	učinek čiščenja	%	90	90	90
kemijska potreba po kisiku (KPK)	O ₂	[mg/l]	125	110	100
	učinek čiščenja	%	80	80	80
neraztopljene snovi		[mg/l]	35	35	35
amonijev dušik	N	[mg/l]	10	10	10
celotni dušik	N	[mg/l]	*	*	*

* Opomba: Mejna vrednost pri sekundarnem čiščenju ni določena; prve meritve in meritve obratovalnega monitoringa se izvajajo.

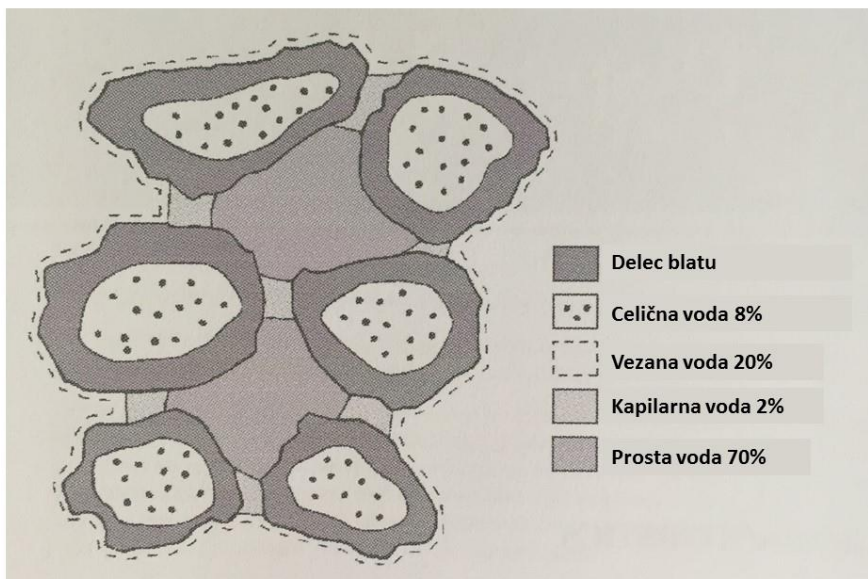
PREGLEDNICA 10: Mejne vrednosti pri terciarnem čiščenju (Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode).

Parameter onesnaženosti	Izražen kot	Enota	Skupna obremenitev aglomeracije ali zmogljivost čistilne naprave		
			>= 2.000 PE in < 10.000 PE	>= 10.000 PE in < 100.000 PE	>= 100.000 PE
celotni fosfor	P	[mg/l]	2	2	1
	učinek čiščenja	%	80	80	80
celotni dušik	N	[mg/l]	15	15	10
	učinek čiščenja	%	70	70	80

3 BLATO

3.1 Kaj je blato

Kadar odpadno vodo primerno očistimo in jo vrnemo v naravni habitat, ji pravzaprav odvezamemo vso nesnago, to so predvsem trdni organski delci, katerih vsebnost je v vodi med 0,25 - 7% (masno). Temu delu pravimo blato. Torej več kot 90% v blatu je vode in je prisotna v štirih oblikah (Gray, 2010)



SLIKA 1: Oblike vode v blatu

Trdne snovi v blatu vsebujejo hranila za rastline, kot tudi humus, ki izboljšuje kvaliteto hranilno revnih tal. Na žalost, industrijski in komunalni viri vnesejo tudi določene količine strupenih snovi v komunalno blato. Človeški odpadki vsebuje tudi škodljive organizme, ki povzročajo bolezni, bakterije, viruse in parazite. Blato, ki izvira iz procesa obdelave odpadne vode, je ostanek, ki nastane med primarno, sekundarno (biološko) in terciarno (dopolnilno sekundarnemu - odstranjevanje hranilnih snovi) obdelavo. Ostanke iz postopkov pred-obdelave (npr. sita), se ne štejejo kot blato. Ti ostanke so predvsem grobi trdni delci, pesek in maščobe (Turovskiy in Mathai, 2006).

3.2 Vrste blata in karakteristike

Vrsta blata in drugih trdnih delcev na čistilni napravi je odvisna od tipa naprave in metode čiščenja odpadne vode. Blato iz čistilne naprave se splošno klasificira kot primarno, sekundarno (ali imenovano tudi biološko) ter kemično. Blato vsebuje trdne delce fekalij, sviž, vlaknine,

odpadke hrane, biološke kosme, organske in anorganske kemijskih zmesi, tudi minerale in težke kovine.

O surovem blatu govorimo, ko le-to ni biološko ali kemično obdelano, da bi se zmanjšalo hlapnih delcev in patogenih bakterij. Blato lahko klasificiramo tudi glede na način obdelave, kot je aerobno obdelano (mezofilno ali termofilno), anaerobno obdelano (mezofilno ali termofilno), alkalno stabilizirano, kompostirano ali termično sušeno blato (Turovskiy in Mathai, 2006).

Primarno blato

Večina čistilnih naprav uporablja fizikalni proces usedanja v primarnem usedalniku. Tam se iz odpadne vode očistijo od vode težji delci. V tipični napravi s primarnim usedalnikom in konvencionalnim aktivnim blatom sekundarnega čiščenja, je specifična teža primarnega blata okoli 50% skupnega blata. Skupna koncentracija trdnih delcev v surovem blatu je približno od 0,25 do 7%. Koncentracija je odvisna od vrste trdnih snovi v surovi odpadni vodi in zadrževalnega časa primarnega usedalnika. Primerjano z biološkim in kemičnim blatom, je lahko primarno blato hitro odcejano, ker vsebuje izločljive delce in ostanke in tako daje bolj suho snov in zajetnost trdnih delcev z manj zahtevnim kondicioniranjem. Vendar je zato primarno blato zelo razkrojljivo in zato zelo smrdi, če je deponirano brez nadaljnje obdelave. Sveže primarno blato je siva ali svetla rjava suspenzija z trdnimi delci različnih velikosti in sestav. Zaradi visoke vsebnosti organskih snovi, hitro razpade in postane septično, kar lahko opazimo s spremembo barve v temno sivo ali črno in izrazit kiselkast vonj. Lastnosti se zelo razlikujejo od ene čistilne naprave do druge. Nekatere čistilne naprave odstranijo blato manj pogosto in pustijo, da se blato dodatno zgosti v primarnih usedalnikih, s čimer se poveča koncentracija trdnih snovi blata. Zaradi dolgega časa zadrževanja v primarnem usedalniku, se lahko ustvari neprijeten vonj. Količina surovega primarnega blata je približno od 0,4 do 0,5% glede na prostornino vtoka odpadne vode v čistilno ali približno 1,1 m³ na 1000 prebivalcev (Turovskiy in Mathai, 2006).

Sekundarno blato

Sekundarno blato, znano tudi kot biološko blato, je pridelano z biološkimi procesi čiščenja, kot so aktivno blato, membranski bioreaktorji, precejalniki in biodiski (potopniki). Naprave s primarnim usedalnikom običajno proizvedejo dokaj čisto biološko blato, kar potem bakterije razkrojijo topne in netopne organske snovi v sekundarnem sistemu. Blato vsebuje tudi tiste snovi, ki niso bile takoj odstranjene v primarnem čiščenju. Sekundarno blato, ki prihaja iz slabega primarnega čiščenja lahko vsebuje delce, kot so pesek in vlakna. Aktivno blato in blato iz precejalnika običajno vsebuje snovi koncentracije trdnih delcev od 0,4 do 1,5%. Biološko blato

je težje odcediti kot primarno blato zaradi lahkih bioloških flokul. Vsebuje predvsem bakterijske celice, ki so viskozne in se iz njega težko odstrani voda. Blato je svetlo sive ali temno rjave barve. Koncentracija suhe snovi je med 0,4-1,5% (Turovskiy in Mathai, 2006).

Kemično blato

Kemikalije se pogosto uporabljajo pri čiščenju odpadnih voda, še posebej v industrijskih čistilnih napravah, za obarjanje in odstranitev težko odstranljivih snovi, in v nekaterih primerih za izboljšati odstranitev suspendirane snovi. V vseh teh primerih se tvori kemično blato. Tipična takšen primer odstranjevanja snovi iz odpadne vode je kemijsko obarjanje fosforja. Kemikalije, ki se uporabljajo za odstranjevanje fosforja so apno, aluminijev oksid (Al_2O_3), železov (II) klorid ($FeCl_2$), železov (III) klorid ($FeCl_3$), železov(II) sulfat ($FeSO_4$) in železovega(III) sulfata ($Fe_2(SO_4)_3$). Nekatere čistilne naprave, dodajo kemikalije k biološkem procesu, zato so kemični dodatki mešani z biološkim blatom. Večina naprav pa uporablja kemikalije na iztoku iz sekundarnega čiščenja in uporabijo terciarne bistrilnike ali terciarne precejalnike za odstranjevanje kemičnih usedlin. Nekatere kemikalije lahko povzročijo neželene učinke, kot je znižanje pH in bazičnost vode in je nato potrebna bazična kemikalija, da uravnovesi parametre (Turovskiy in Mathai, 2006).

3.3 Sestava blata

Sestava blata, kot že omenjeno je zelo različno od naprave do naprave, saj je odvisno od samega vira odpadne vode. Tipično sestavo, poleg vode, smo povzeli v spodnjih dveh preglednicah.

PREGLEDNICA 11: Karakteristična sestava blata v Evropi (Turovskiy in Mathai, 2006).

	surovo primarno blato	presnovljeno primarno blato	nezgoščeno aktivno blato	presnovljena mešanica primarnega in zgoščenega aktivnega blata
skupaj suhe snovi (SS) v %	4,5	6,0	0,5	3,0
hlapljivi delci (% SS)	70	50	75	60
olje in maščobe	18	11	6	5
beljakovine (% SS)	25	18	37	22
dušik (% SS)	3,0	2,0	5,0	3,5
fosforne kisline (% SS)	1,4	2,0	4,0	3,0
Pepel (% SS)	0,5	0,4	0,4	0,4
pH	6	7	7	7

PREGLEDNICA 12: Tipične vsebnosti kovin v blatu (Turovskiy in Mathai, 2006).

11	surovo primarno blato	surovo aktivno blato	presnovljena mešanica primarnega in aktivnega blata
SiO ₂	21,5-55,9	17,6-33,8	27,3-35,7
Al ₂ O ₃	0,3-18,9	7,3-26,9	8,7-9,3
Fe ₃ O ₄	4,9-13,9	7,2-18,7	11,4-13,6
CaO	11,8-35,9	8,9-16,7	12,5-15,6
MgO	2,1-4,3	1,4-11,4	1,5-3,6
K ₂ O	0,7-3,4	0,8-3,9	1,8-2,8
Na ₂ O	0,8-4,2	1,9-8,3	2,6-4,7
SO ₃	2,0-7,5	1,5-6,8	3,0-7,2
ZnO	0,1-0,2	0,2-0,3	0,1-0,3
CuO	0,1-0,8	0,1-0,2	0,2-0,3
NiO	0,2-2,9	0,2-3,4	0,2-1,0
Cr ₂ O ₃	0,8-3,1	0,0-2,4	1,3-1,9

*Opomba: Vrednosti do v % na skupno maso kovin

4 POSTOPKI OBDELAVE BLATA

Kot smo v prejšnjem poglavju spoznali, je blato velik heterogen skupek z veliko primesi in zato je potrebna obdelava blata, v glavnem zaradi treh ciljev:

1. Stabilizacija - zmanjšamo biološko aktivnost in posledično smrad.
2. Mineralizacija - zmanjšamo količino suhe snovi, torej zmanjšamo volumen.
3. Higienizacija - uničimo patogene organizme v blatu.

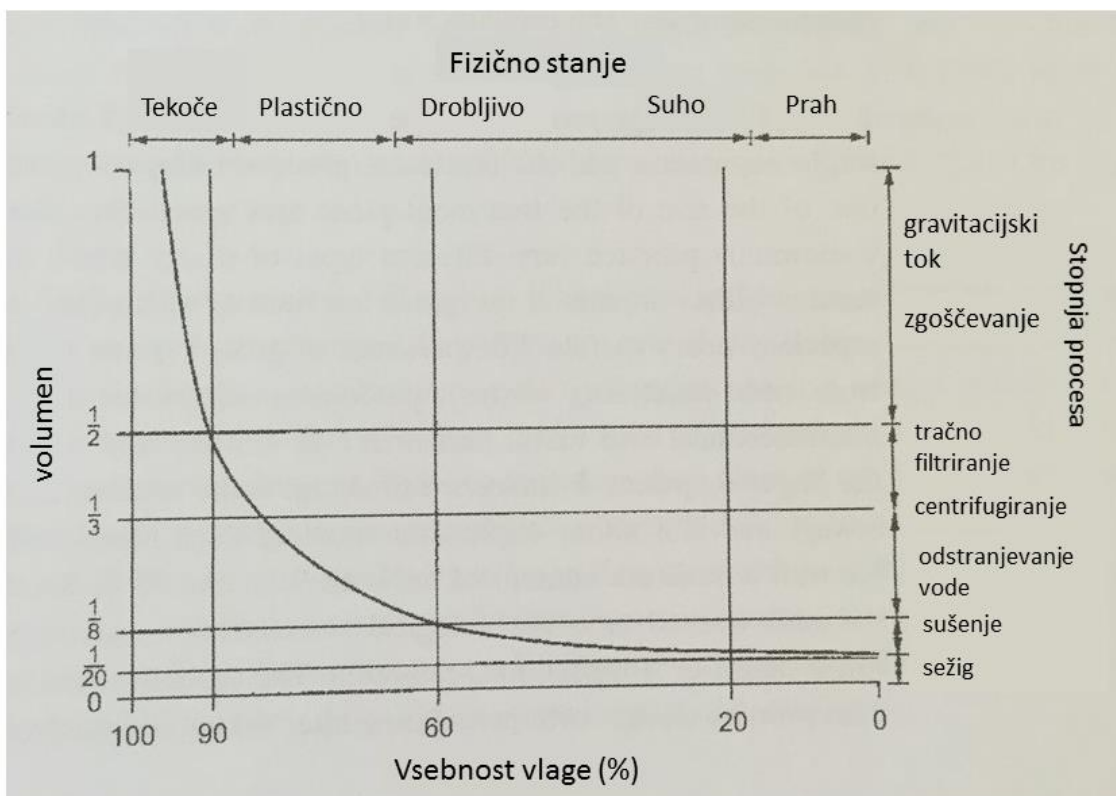
Blato, nastalo v čistilnih napravah je potrebno zbirati in ustrezno obdelati, da dosežemo določene standarde in ga na primeren način odstranimo (Roš in Zupančič, 2010).

Postopki obdelave so:

- Zgoščevanje
- Stabilizacija
- Kondicioniranje
- Odstranjevanje vode in sušenje
- Sežig in vplinjaje

V grafu 1. lahko vidimo relacijo vsebnosti vlage in volumna blata

GRAF 1: Odvisnost vsebnosti vlage v blatu in volumna blata tekom različnih stopenj obdelave (Gray, 2010)



4.1 Zgoščevanje

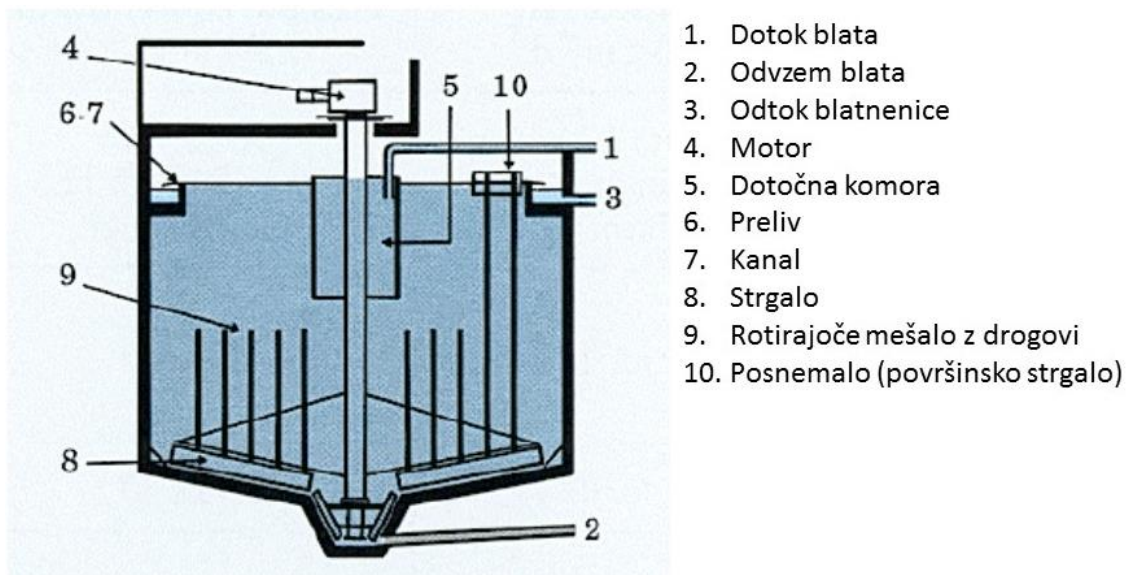
Zgostitev je prvi korak za zmanjšanje vsebnosti vode blata. Koncentracija suhe snovi se poveča za 3 do 5 krat in je še vedno mogoče izčrpane. Različne obstoječe tehnike so predstavljene spodaj. Zgoščevanje blata je proces za povečanje koncentracije trdnih snovi in zmanjšanje njenega volumna na račun odstranitve vode. Nastala zmes je še zmeraj tekoča. Zgostitev se napravi pred nadaljnjimi postopki obdelave blata, kot so presnova in odstranjevanje vode, da se zmanjša volumen in poveča učinkovitost izkoristka nadaljnjih postopkov. Najpogosteje se uporabljajo gravitacijsko zgoščevanje, flotacijsko zgoščevanje, tračno gravitacijsko zgoščevanje, centrifugalno zgoščevanje in zgoščevanje z rotacijskim bobnom. Tabela spodaj prikazuje primerjavo teh zgoščevanje procesov.

PREGLEDNICA 13: Primerjava različnih metod zgoščevanja

zgoščevanje	prednosti	slabosti
gravitacijsko zgoščevanje	*lahka izvedba *nizka poraba energije *nizki investicijski stroški	* potrebuje veliko prostora *slaba učinkovitost biološkem blatu
gravitacijski trak	*lahka izvedba *kompakten	*potrebna delovna sila *poraba vode za čiščenje *obvezna uporaba polimerov
flotacija z zrakom	*lahka izvedba *potreben majhen prostor *nizka emisija H ₂ S	*ni prilagodljiv na različne obremenitve *visoka poraba energije
rotacijski boben	*malo prostora *nizka poraba energije	*možen smrad *zmerna prisotnost operaterja

4.1.1 Gravitacijski zgoščevalnik

Enostaven in pogosto uporabljen postopek za zgoščevanje blata iz čistilnih naprav. Postopek lahko zgosti blato od 2 do 8-krat, ki pomeni od nekaj gramov/liter na nekaj deset gramov/liter. Slika 2. prikazuje presek tipičnega gravitacijskega zgoščevalnika.



SLIKA 2: Gravitacijski zgoščevalnik

Gravitacijski zgoščevalnik je podoben običajnem sedimentacijskem bazenu, vendar ima bolj strmo dno. Rezervoarji ima običajno premer od 10 do 24 m. Stranska globina vode se giblje od 3 do 4 m, dno ima naklon od 1: 4 do 1: 6, oba parametra sta odvisno od časa, potrebnega za zgostitev blata in volumen bazena glede na hitrost dotoka. Bolj strm naklon tudi zmanjša probleme z strganjem blata z dna, saj večji del, da se trdni delci ustaljeno pomikajo v sredino za zgoščevanje, opravi gravitacija. Obremenitev zgoščevalnika je izražena kot obremenitev suspendiranih delcev snovi v kg na površino na dan ali $\text{kg/m}^2 \cdot \text{d}$, rečemo ji »mejni masni pretok«. Najbolj pomemben vidik načrtovanja zgoščevanje je določitev potrebne površine, da dosežemo željeno stopnjo zgoščevanje. Masni pretok je masa trdnih snovi, ki gredo skozi enoto površine na enoto časa. Zahtevana površina zgoščevanja se izračuna po spodnji enačbi (Turovskiy in Mathai, 2006).

ENAČBA 1: Zahtevana površina zgoščevanja

$$A = \frac{C_0 Q_0}{G_T}$$

Kjer so:

A = površina zgoščevanja (m^2)

C_0 = koncentracija suhe snovi blata (kg/m^3)

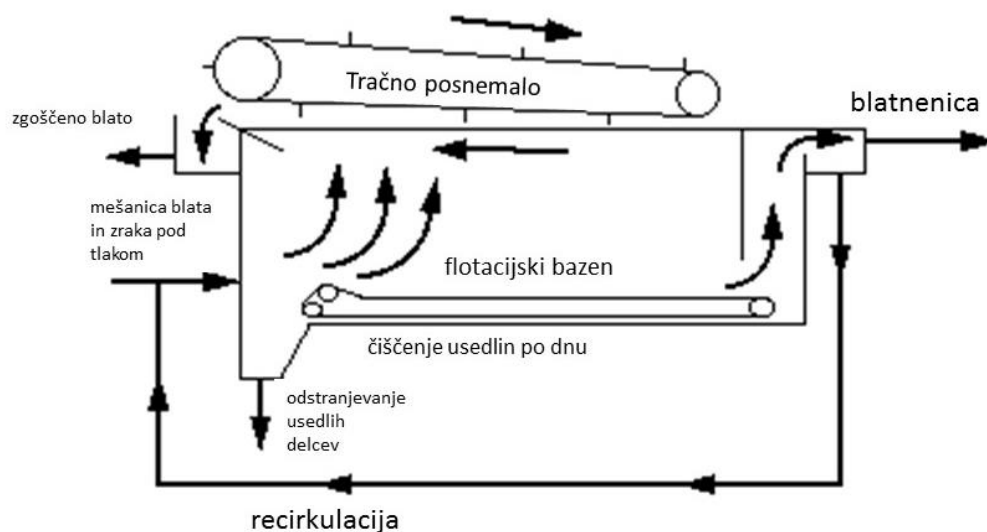
Q_0 = pretok blata (m^3/d)

G_T = mejni masni pretok ($\text{kg/m}^2 \cdot \text{d}$)

4.1.2 Flotacijsko zgoščevanje z zrakom

Postopek flotacijskega zgoščevanja se lahko uporabijo, ko so suspendirani delci lahki in imajo večjo težnjo splavanja kot usedanja. Postopek se uporablja za zgostitev presežka aktivnega blata in ne primarnega, kateri vsebuje tudi specifično težje delce. Specifično težo finih suspendiranih snovi se zniža s pritrditvijo finih mehurčkov in ti flotirajo suspendirane delce na površje, kjer jih posnamemo, težji delci pa padejo na dno, kjer jih odstranimo s strgalom. Dodajanje polielektrolitov zelo izboljša flotacijo.

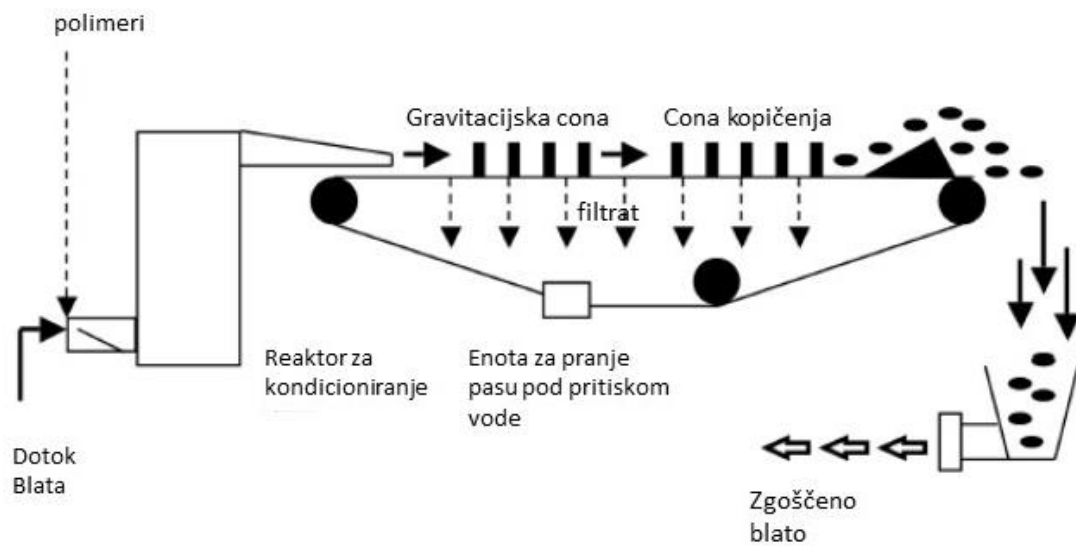
Tipični prerez flotacijskega zgoščevalnika z zrakom je prikazan na spodnji sliki.



SLIKA 3: Flotacijski zgoščevalnik z zrakom (Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, 2007)

4.1.3 Gravitacijski tračni zgoščevalnik

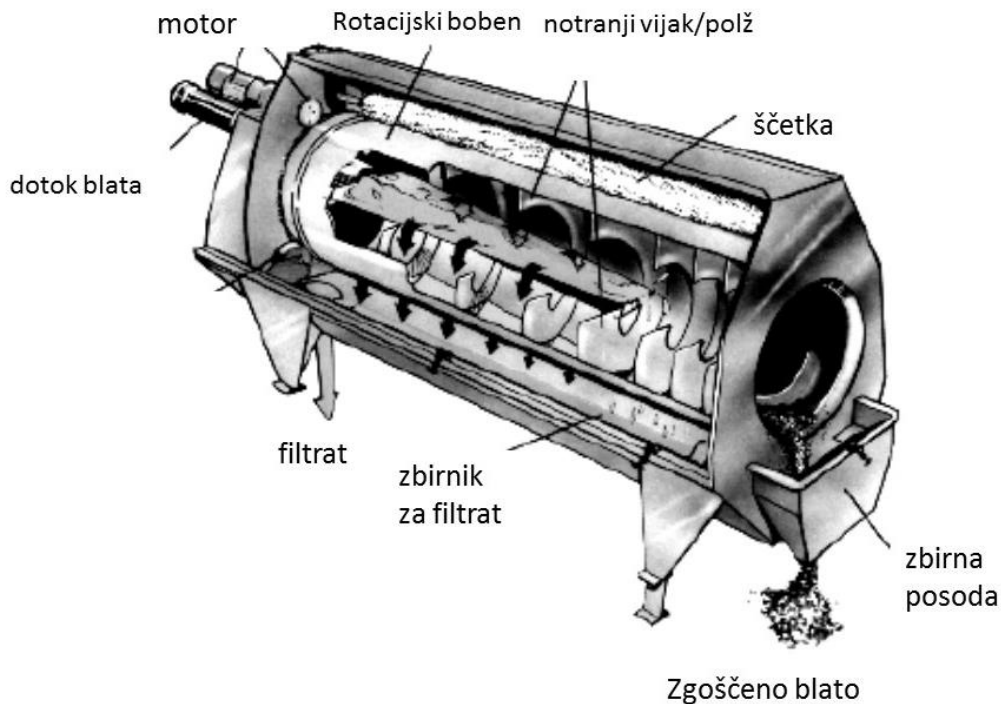
Deluje tako, da vzdolž horizontalnega in poroznega traku filtrira nevezano vodo iz blata s pomočjo gravitacije. Za ločevanje proste vode in suspendiranih snovi se uporablja kemično kondicioniranje, in sicer z uporabo polimerov. Te se dozira v blato, na kar zmes vstopi v reaktor za kondicioniranje, kjer se hitrost upočasni in je zadrževalni čas do 1 minute, zato da blato popolnoma flokulira. Kondicionirano blato se preko korita enakomerno dozira na kontinuirni trak. Trak se pomika naprej in tako se voda izceja iz blata. To vodo imenujemo filtrat. Pri koncu zgornjega dela pasu se blato kopiči na posnemalo in tako gosti ter pada v rezervoar za zgoščeno blato. Na spodnjem delu pasu je enota za čiščenje traku, kjer se pod pritiskom vode, perforiran trak tudi očisti, da zagotovimo kontinuirno prepustnost pasu.



SLIKA 4: Gravitacijski tračni zgoščevalnik (Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants, 2007)

4.1.4 Zgoščevanje z rotacijskim bobnom

Princip delovanja rotacijskega bobna je podoben gravitacijskem pasu. Omogoča prosto odtekanje vode skozi porozen boben, medtem ko se trdne snovi nalagajo na površini bobna. Zgoščevanje je odvisno od kondicioniranja blata, običajno s kationskim polimerjem.



SLIKA 5: Zgoščevalnik z rotacijskim bobnom (Turovskiy in Mathai, 2006).

4.2 Stabilizacija

Cilj stabilizacije je zmanjšanje količine blata suhe snovi, uničenje patogenih organizmov odstranjevanje vonja in stabilizacija biološke aktivnosti.

Stabilizacijo blata lahko dosežemo s sledečimi procesi:

- aerobna presnova
- anaerobna presnova
- alkalna stabilizacija
- kompostiranje
- termično sušenje

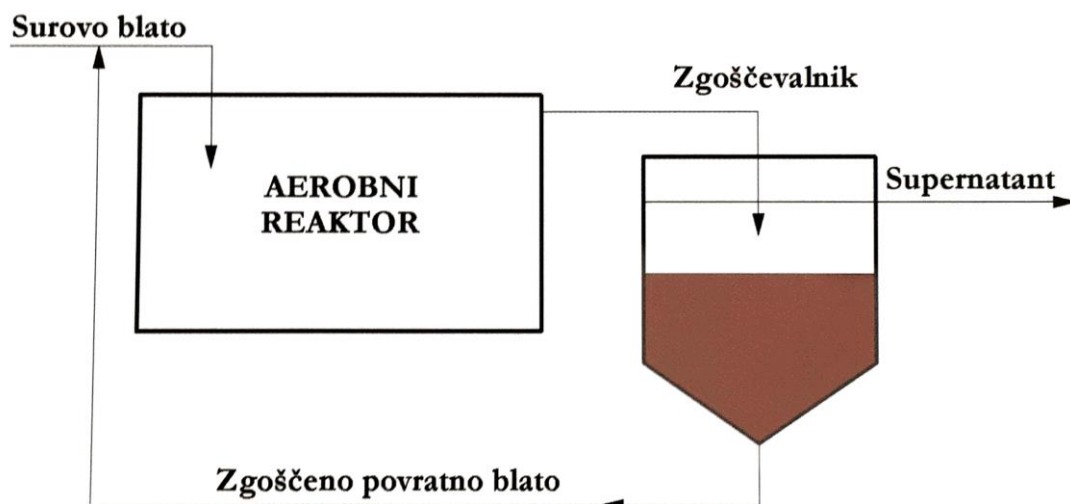
4.2.1 Aerobna presnova

Aerobna presnova je na čistilnih napravah z manj kot 10.000 PE, najbolj razširjena po svetu, tudi v Sloveniji. Je biokemijski proces, podoben procesu z aktivnim blatom, kjer mikroorganizmi razkrojijo organske delce blata s prisotnostjo kisika. Proces daje stabilen produkt, zmanjša maso in volumen in zmanjša vsebnost patogenih organizmov. Prednosti napram anaerobni presnovi so:

- manjši investicijski stroški,
- stabilno blato z malo ali brez smradu,
- redukcija hlapnih trdih snovi le za odtenek manjša kot pri anaerobni presnovi,
- lahko opravljanje,
- nižji BPK, skupne suspendiranih snovi in amonijevega dušika v supernatantu (tekočina v usedalniku nad usedlinami),
- ni nevarnosti potencialne eksplozije plina

Največje pomanjkljivosti napram anaerobni presnovi so:

- izguba energije, saj metana ne proizvajamo
- proces je odvisen od temperature
- učinkovitost je precej zmanjšana v hladnejših dnevih
- učinkovitost je odvisna od koncentracije suhe snovi, vrste blata in vrste aeracijskega sistema (Turovskiy in Mathai, 2006).



SLIKA 6: Shema aerobnega sistema za presnovo blata (Roš in Zupančič, 2010).

V prvem reaktorju se blato stabilizira, v drugem pa zgoščuje.

Za vodenje aerobne presnove moramo paziti na parametre:

- koncentracijo raztopljenega kisika
- temperature
- vrednost pH
- mešanje
- starost blata

V aerobnem reaktorju je malo hrane za mikroorganizme, zato se ti hranijo z lastno celično maso, čemur pravimo endogeno dihanje. Tako lahko proces aerobne presnove ločimo na dve stopnji.

Prva stopnja aerobne presnove je oksidacija biološko razgradljive snovi, ki jo lahko opišemo s spodnjima formulama (Turovskiy in Mathai, 2006).

Organska snov + O₂ --- bakterije → celična masa + CO₂ + H₂O

Formula celične mase je C₅H₇O₂N.

V drugi stopnji pa razkroj celične mase zapišemo:

C₅H₇O₂N + 5O₂ → 4CO₂ + H₂O + NH₄CO₃

Koncentracija kisika mora biti med 1 in 3 mg/l, kar dosežemo z prezračevalniki. Mešanje mora biti zagotovljeno, da je organska snov v kontaktu s kisikom, sicer lahko pride do anaerobnih pogojev in s tem do smradu. Vrednost pH mora biti med 6,2-8,5 in najnižja temperatura 13°C. Da zmanjšamo število patogenih bakterij in dosežemo 38% zmanjšanje hlapnih suspendiranih snovi, mora biti dosežena določena starost blata, ki pa se z zunanjo temperaturo spreminja, tako mora biti starost približno 40 dni pri 20°C ter 60 dni pri 15°C (Roš in Zupančič, 2010).

4.2.2 Anaerobna presnova

V anaerobnem reaktorju, primarno in odvečno aktivno blato sta biološko presnovljena brez prisotnosti kisika v metan CH₄ in ogljikov dioksid CO₂.

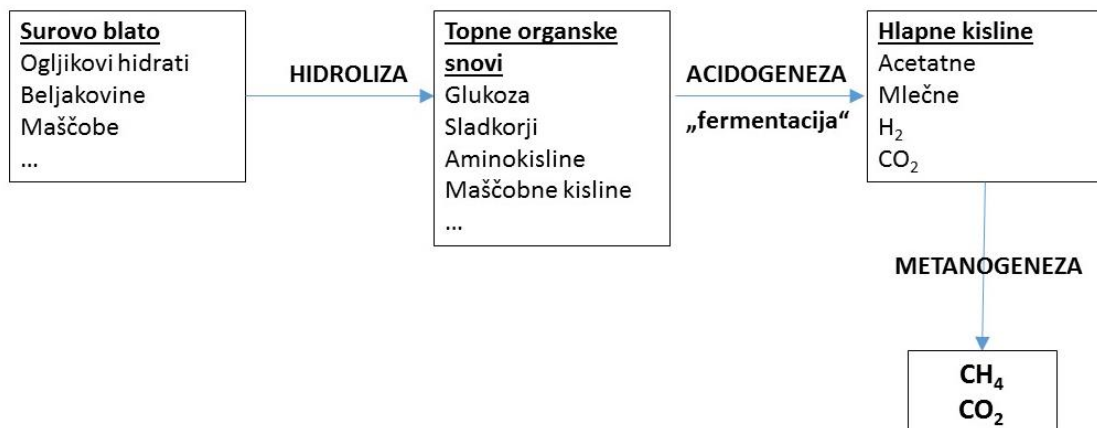
Prednosti anaerobne presnove so:

- proizveden metan se lahko izkoristi kot vir energije, kjer je v večini primerov proizvodnja energije večja, kot potrošnja energije za vzdrževanje primerne temperature gnilišč.
- s presnovo organskih snovi v metan, ogljikov dioksid, in vodo se zmanjšanja masa blata.
- praviloma presnovljeno blato ne smrdi.
- presnovljeno blato vsebuje hranila, kot je fosfor in dušik, ki obogatita rodovitnost zemlje, v kolikor se uporabi v kmetijstvu.
- visoka eliminacija patogenih bakterij je dosežena, posebno še v kolikor je presnova v termofilnem temperaturnem režimu.

Glavne slabosti anaerobnega procesa so:

- visoki investicijski stroški, saj je potreben zaprt reaktor z ogrevanjem, mešanjem in ostalo opremo.
- potrebni so volumsko veliki reaktorji, da se zagotovi zadosten zadrževalen čas (10 dni), potreben za učinkovito stabilizacijo.
- mikroorganizmi, ki presnavljajo v anaerobnem okolju, so občutljivi na spremembe v okolju (posebno temperatura), tako je potrebna konstantna kontrola parametrov.
- supernatant mnogokrat ima visoko koncentracijo suspendiranih delcev, dušika in fosforja (Turovskiy in Mathai, 2006).

Anaerobna presnova je proces sestavljen iz treh korakov presnove, kjer nastopajo različne bakterije in nastajajo različni produkti, kar lahko opišemo v sliki.

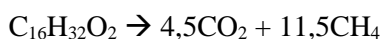


SLIKA 7: Stopnje presnove (Turovskiy in Mathai, 2006).

Za nas zanimiva faza, kjer nastaja metan je metanogeneza, kjer je hrana očetna kislina za metanogene bakterije, katere proizvedo metan. Približno 90% bioplina nastane tako, ostalih 10% pa nastane iz redukcije CO₂ in vodika, ki je nastala, kot stranski produkt v prejšnjih fazah. Končen produkt anaerobnega procesa je poleg bioplina tudi ostanek organskih snovi, ki jih mikroorganizmi niso sposobni prebaviti v celem procesu, imenovan digestat (Roš in Zupančič, 2010).

S kemijskimi enačbami opišemo presnovo in delež pridelanega bioplina v %:

- **ogljikovih hidratov** (npr. glukoza)
 $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3CO_2 + 3CH_4$
50% 50% delež bioplina
- **maščob** (npr. palmitin)



28% 72% delež bioplina

- **Beljakovin**, kjer uporabljena empirična formula beljakovine (saj za beljakovine splošne formule ni):



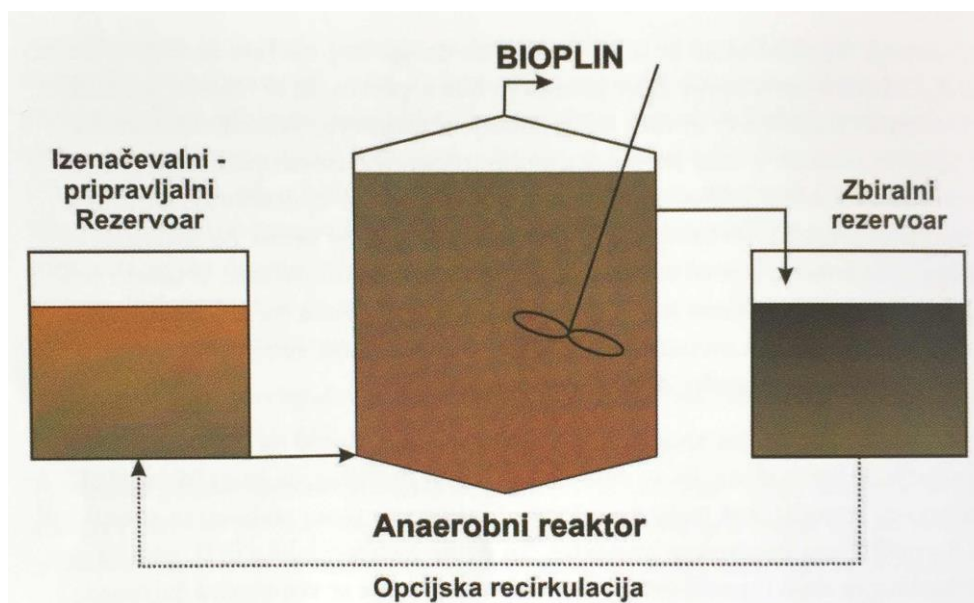
46,5% 46,5% 0% 7% delež bioplina

V kolikor predpostavimo, da je enak delež vseh treh organskih sestavin v procesu razkroja, potem dobimo sestavo bioplina:

Metan (CH ₄)	56%
Ogljikov dioksid (CO ₂)	42%
Vodikov sulfid (H ₂ S)	2%

(Roš in Zupančič, 2010)

Na sliki 8. je shematiziran osnovni, enostopenjski proces anaerobne presnove.



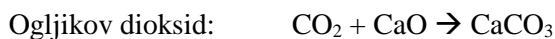
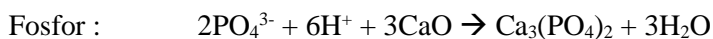
SLIKA 8: Shema enostopenjskega anaerobnega procesa (Roš in Zupančič, 2010)

4.2.3 Alkalna stabilizacija

Je zelo enostaven proces za vodenje, z majhnimi obratovalnimi stroški. Uporablja se za zmanjšanje smradu in uničenje patogenih bakterij. V procesu se največkrat uporablja apno, poznamo pa tudi ostale substitute kot so Portland cement, elektrofiltrski pepel. Apno dvigne pH vrednost na 12 in višje. V tako alkalnem okolju, mikroorganizmi so zavrti ali pa so le-ti celo uničeni. Proces poleg dviga pH tudi vpliva na kemične in fizične karakteristike blata.

Apno reagira tako z organskimi kot anorganskimi snovmi, in sicer pogledjmo reakcije:

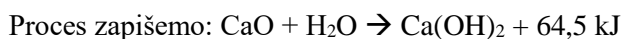
ANORGANSKE:



ORGANSKE:



Reakcija apna in vode, poznana kot hidratacija, sprošča tudi energijo. Eden mol kalcijevega oksida sprosti skoraj 65 kJ toplote.



Eden kilogram čistega apna (100% CaO) proizvede 1152 kJ toplote in potrebuje 320g vode za hidratacijo (Turovskiy in Mathai, 2006).

4.2.4 Kompostiranje

Kompostiranje blata je v večini primerov, aerobni proces, kjer se presnavljajo organske snovi.

Lahko jo zapišemo, kot enačbo razkroja glukoze:

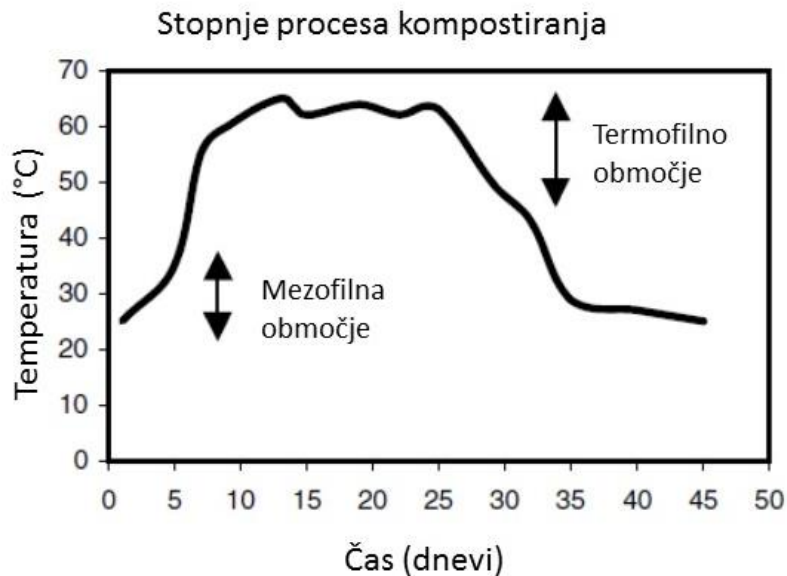


Pri razkroju se sprošča tudi energija, toplotna. Je hitrejša od anaerobnega razkroja in presnova organskih snovi daje produkt podoben humusu.

Povprečno aerobno kompostiranje potrebuje 30 dni, da v celoti stabilizira kompost. Proces poteka skozi vsa tri temperaturna področja, prične se v psihrofilnem temperaturnem območju (10-20°C) in preko mezofilnega (20-40°C) nadaljuje v termofilno področje (50-60°C).

Potek v odvisnosti časa lahko vidimo v grafu spodaj (Andreoli, Sperling, Fernandes, 2007).

GRAF 2: Stopnje kompostiranja v odvisnosti od časa



Najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na kompostiranje so:

- temperatura
- pH vrednost
- razmerje C/N
- vlažnost
- dovod kisika

Temperatura- najugodnejše temperaturno območje za razkroj je med 50-65°C. Za najboljše učinke, se mora vzdrževati temperature med 50-55°C v prvih dneh in 55-60°C preostali čas.

Vrednost pH na splošno bi morala biti 6-9, optimalna vrednost pa 6-7,5 za bakterije in 5,5-8 za glive.

Razmerje ogljik dušik (C/N) bi moralo biti v razponu 26-31. Če je višje mikroorganizmi ne bodo imeli dovolj dušika, njihova prirast bo manjša in kompostiranje bo dolgotrajnejše. Proti koncu procesa razmerje bi moralo biti 10-20.

Vlažnost- najustrenejša je med 50-60%. Vlažnost manjša od 40% zavira hitrost razkroja, nad 60% pa zapolni medprostor, kar onemogoča zadostno zračnost oziroma dovod kisika in lahko zaradi tega prevladajo anaerobni mikroorganizmi.

Dovod kisika je zelo pomemben dejavnik, saj gre za aerobni proces. Minimalna koncentracija kisika, da aerobni mikroorganizmi še prevladajo pred anaerobnim, je 15%. Poraba kisika je sorazmerna z aktivnostjo mikroorganizmov, le ti pa so najbolj aktivni, in s tem največja poraba kisika, v temperaturnem območju med 28-55°C (Andreoli, Sperling, Fernandes, 2007).

4.2.5 Termično sušenje

Termično sušenje je proces, ki je hkrati stabilizacija in kondicioniranje blata. Opis proces je v poglavju podpoglavju kondicioniranja številka 4.3.4 »Termično (toplotno) kondicioniranje«.

4.3 Kondicioniranje

Kondicioniranje blata se nanaša na postopek za izboljšanja ločevanja trdnega od tekočega medija. Kondicioniranje blata se lahko izvede z anorganskimi ali organskimi kemikalijami, pepela iz elektrarne ali pepela iz sežigalnice za blato, ali s fizikalnimi postopki, kot je ogrevanje, zmrzovanje. Vendar pa niso vsi postopki enaki. Poleg pospešitve ločevanja vode od trdnih snovi, nekateri postopki kondicioniranja tudi razkužijo blato, vplivajo na smrad, fizikalno spreminjajo odpadne snovi. Predhodni postopek kemičnega ali termičnega kondicioniranja lahko izboljša nadaljnjo izboljšanje zgoščevanja blata ali odstranjevanje vode. Kemično kondicioniranje dosežemo z uporabo mineralnih snovi, kot je sol in apno ali organske spojine (polimeri). Termično kondicioniranje pomeni ogrevanje blata na 150-220 °C za 30 do 60 minut. Toplota spremeni fizikalno strukturo blata, ki pomaga nadaljnjem odstranjevanju vode. Vendar pa, ker se lahko del organske snovi hidrolizira med postopkom, lahko skozi postopke odstranjevanja vode sproži smrad in visoko onesnaženost filtracije ali centrifugiranja. Možna je samo delna termična obdelava s segrevanjem pri temperaturi od 40 do 50 °C. Ta rešitev zmanjša kontaminacijo centrifugiranja in filtriranja vode. Prednosti in slabosti vsake od teh možnosti, so povzeti v spodnji preglednici (Disposal and recycling routes for sewage sludge, 2001).

PREGLEDNICA 14: Primerjava postopkov kondicioniranja

kondicioniranje	prednosti	slabosti
kemično (z mineralnimi agenti)	* povečanje sprijemnosti in gostote	* povečanje količine blata * zmanjšanje organskih snovi * počasna reakcija
kemično (z organskimi agenti)	* zmanjšanje količine blata * uporaba manjše količine * enostavna uporaba in transport	* stroški postopka
termično	* lahko se uporabi vse vrste blata * efektiven in stabilen proces * stabilizacija in dezinfekcija * manjša količina blata	* poraba energije * smrad * povečanje onesnaženje filtrata

Faktorji, ki vplivajo na kondicioniranje

Blato je sestavljeno iz primarnega, sekundarnega in/ali kemičnega blata z različnimi organskimi in anorganskimi delci mešanih velikosti. Glede na vire, imajo zato različno vsebnost vode, stopnjo hidracije in kemijsko sestavo. Lastnosti blata, ki vplivajo na zgoščevanje in odstranjevanje vode za katere je tudi pomembno kondicioniranje, vključujejo naslednje:

- vir,
- koncentracija trdnih snovi,
- velikost delcev in porazdelitev,
- pH in alkalnost,
- naboj delcev in stopnjo hidratacije,
- drugi fizični dejavniki.

Vir, kot je primarno blato, odvečno aktivno blato, kemijsko blato so dobri pokazatelji vira kondicioniranja odmerkov, potrebnih za zgostitev ali odstranjevanje vode. Na osnovi objavljenih podatkov o zahtevah kemičnega kondicioniranja, je za primarno blato, kot splošno pravilo, zahtevana manjša doza kemikalije, kot jih zahteva biološko blato. Zahteve kondicioniranja za aerobno in anaerobno razgrajeno blato na splošno, so enaki kot za sekundarno razgrajeno biološko blato. Treba je opozoriti, da gre za splošna pravila, in da se zahteve za blato iz istega vira, lahko razlikuje od obrata do obrata. Koncentracija trdnih snovi komunalne odpadne blato vsebuje veliko število koloidnih in aglomeriranih delcev, ki imajo veliko specifično površino. Če ima blato nizko koncentracijo trdnih snovi, imajo potem ti delci malo interakcije. V številnih primerih, je kondicioniranje nevtralizacija površinskih nabojev delcev blata z adsorpcijo nasprotno nabitih polielektrolitov ali anorganskimi kemikalijami. Z nizko interakcijo trdnih delcev malo koncentriranega blata, je potrebno več koagulantov, da se premosti površinski naboj. Ko je koncentracija trdnih snovi povečana je tudi interakcija povečana. Zato se na masa koagulanta na maso suhe snovi lahko odmerek zniža. Iz tega razloga se odmerek koagulanta ponavadi izraža kot odstotek suhe snovi, ali kot kilogramov koagulanta na tono suhe snovi. Večja koncentracija suspendiranih trdnih snovi proizvede učinkovito kondicioniranje v širokem razponu odmerkov pri uporabi organskih polimerov, kar pomeni, da višja je koncentracija trdnih snovi, manj občutljiv proces je predoziranje. Velikost in porazdelitev delcev se šteje za najpomembnejši dejavnik, ki vpliva na odstranjevanje vode iz blata. Za enako koncentracijo trdnih snovi v blatu, večje število majhnih delcev pomeni večjo razmerje med površino in prostornino. Večja površina pomeni večjo hidracijo, večje potrebe po kemikalijah in povečan odpor odstranjevanja vode. Eden od ciljev kondicioniranja je povečanje

velikosti delcev z združevanjem majhnih delcev v večje agregate. Vrednost pH in bazičnost vplivata predvsem na uspešnost kondicioniranja z anorganskim kemičnim dodatkom. Ko ga dodamo v vodo, ta zniža vodi pH. Zato odmerek anorganske kemične substance, kot so železo ali aluminij in alkalnost izravnava pH blatu. Naboj delcev in stopnjo hidracije. Za večino delcev blata drži, da se snovi odbijajo in ne privlačijo med seboj. Ta odpor je lahko posledica učinka hidracije ali elektrike. S hidracijo, se plast vode veže na površino trdnih delcev. Prav to preprečuje zblíževanje delcev. Poleg tega so trdni delci v blatu negativno nabiti in se tako medsebojno odbijajo. Kondicioniranje se uporablja za odpravo teh učinkov hidracije in električnega odboja. Fizični dejavniki, kot so skladiščenje, črpanje, mešanje, in postopki za obdelavo blata, vključno z vrstami naprav za zgoščevanje in odstranjevanja vode, ki se uporabljajo, tudi vplivajo na karakteristike zgoščevanja in odstranjevanja vode iz blata. Blato, ki je bila shranjeno dalj časa zahteva več kemikalij za kondicioniranje, kot ga potrebuje sveže blato, zaradi povečanja stopnje hidracije in vsebino trdnih snovi. Zaradi krhke strukture delcev blata, je določeno zmanjšanje velikosti delcev tudi običajno posledica strižnih sil, povezanih s črpanjem (Turovskiy in Mathai, 2006).

4.3.1 Kemično kondicioniranje

Kemično kondicioniranje je najpogostejši proces za zgoščevanje blata in odstranjevanje vode. Kondicioniranje z dodajanjem kemikalij, je mogoče gledati kot koagulacija ali flokulacija z nevtralizacijo koloidnih napetosti na površini, na drugi strani nasprotno nabiti organskih polimerov ali anorganskih kemikalij. Velikost delcev je najbolj pomembna značilnost izločevanja vode iz blata. Z dodajanjem kemikalij povečamo velikost delcev, vezane vode pa zmanjša. Različni mulji imajo različne značilnosti, odstranjevanje vode iz blata iz istega vira se razlikuje od naprave do naprave. Zato je treba vrsto in odmerek kemičnega dodatka določiti za vsak primer posebej.

Stopnja potrebnega kondicioniranja je odvisna od vira blatu (primarni usedalnik, aktivno blato itd.), kvalitete blata, posledično obdelave blata in v splošnem od zahtevane stopnje zgoščevanja in odstranjevanja vode. Veliko raziskav je bilo opravljenih na področju kondicioniranja, zgoščevanja in odstranjevanja vode, ampak še vedno ni povsem razumljivo, kako obdelava blatu vpliva na karakteristike odstranjevanja vode. Študije so bile napravljene na simulatorjih anaerobnega gnilišča z blati iz različnih čistilnih naprav iz Rusije, Litve in Poljske. Podatki pridobljeni na čistilnih napravah v Bolgariji, Finskem, Franciji, Nemčiji, Madžarskem in Združenih državah so bili tudi analizirani. Simulatorji gnilišč so delovali tako v mezofilnem režimu (35°C), kot tudi v termofilnem režimu (55°C). Vzorcem surovega in presnovljenega

blata so merili naslednje parametre, da bi določili vpliv procesa presnove na različne karakteristike odstranjevanja vode:

- vlaga,
- vsebnost organskih snovi,
- specifična odpornost,
- sprememba oblik trdnih delcev,
- oblike vezane vode,
- sprememba kemičnih spojin.

Dodatno k zgoraj naštetemu, vzorci aktivnega blatu so bili odvzeti iz bistrilnika in zgoščevalnika na čistilnih napravah in paralelno k temu tudi vzorce iz simulatorjev zgoščevanja in odstranjevanja vode. Med samim procesom zgoščevanja so bile merjenje:

- čas zgoščevanja
- sprememba v koncentraciji trdnih delcev
- vsebnost pepela
- specifična odpornost (Turovskiy in Mathai, 2006).

Da bi razumeli nadaljnje postopke moramo prej opisati še en faktor, ki se imenuje »specifična odpornost blata«, ki ga označujemo z »r«.

ENAČBA 2: Specifična odpornost blata

$$r = \frac{2PF^2b}{\mu C}$$

r = specifična odpornost [m/kg]

P = pritisk filtracije [N/m^2]

F = površina filtracije [m^2]

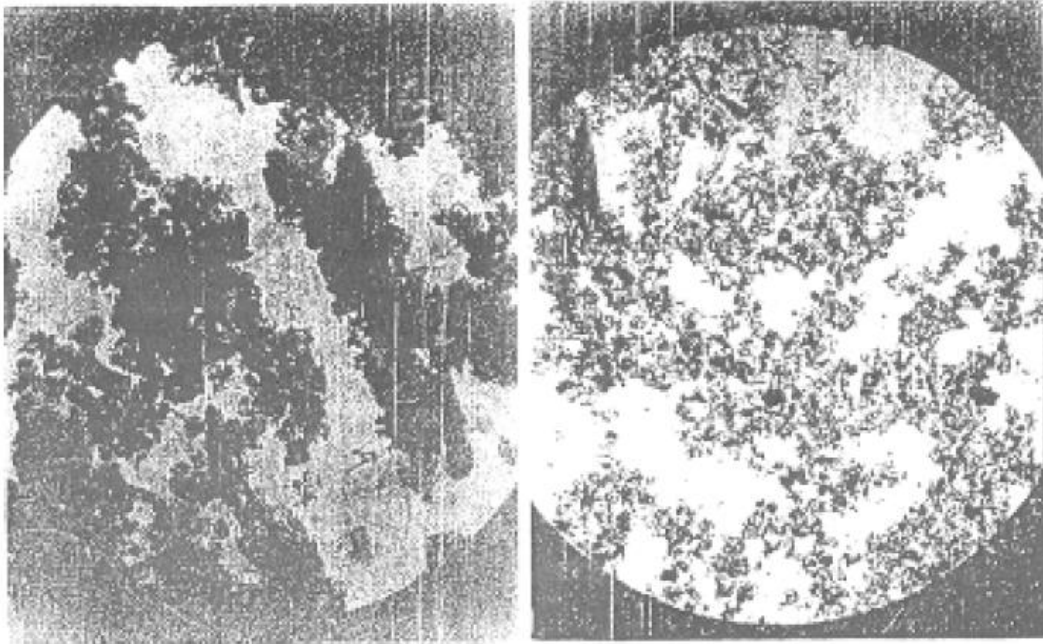
$b = t/V^2$, kjer je t čas v sekundah ter V =volumen filtracije v m^3

μ = dinamična viskoznost filtrata [Ns/m^2]

C = koncentracija suhe snovi [kg/m^3]

V študiji je bila namesto »r« vpeljana modificirana specifična odpornost $R = r \cdot 10^{-11}$.

Rezultat študije je pokazal, da se struktura in velikost spremeni med presnovo, kot je to vidno na sliki 9. (Turovskiy in Mathai, 2006).



Delci v surovem blatu

Delci v presnovljenem blatu

SLIKA 9: Delci v surovem in presnovljenem blatu

Odstranjevanje vode iste vrste blata je bila različna med čistilnimi napravami. Specifična upornost anaerobne presnove blatu in aerobno presnovljenega blatu so v preglednici 15 in 16.

PREGLEDNICA 15: Sprememba specifične upornosti pri anaerobni presnovi (Turovskiy in Mathai, 2006).

vrsta blata	suha snov [%]	organske snovi v suhi snovi [%]	specifična upornost R [m/kg · 10 ⁻¹¹]
primarno blato iz mestne ČN			
surovo	3,9-6,4	62,5-75,9	64-690
presnovljeno	3,6-5,3	51,7-64,0	307-740
blato iz mestne in industrijske ČN			
surovo	4,1-7,7	62-69	118-495
presnovljeno	4,2-5,9	60-63	67-940
blato iz mestne in ČN iz metalurške industrije			
surovo	6,0-9,1	55-63	50-309
presnovljeno	4,3-8,0	51-54	172-868
mešanica primarnega in zgoščenega aktivnega blatu iz mestne ČN			
surovo	3,7-4,6	70,0-75,1	2170-4035
mezofilno presnovljeno (35°C)	2,0-4,1	62,2-70,0	3640-6750
termofilno presnovljeno (55°C)	2,3-3,2	61,2-67,0	8350-9500

PREGLEDNICA 16: Sprememba specifične upornosti R (Turovskiy in Mathai, 2006).

vrsta blata	suha snov (%)	število dni presnove				
		0	5	10	15	40
primarno blato	3,7-4,8	300-410	380-530	2100-4500	3700-6720	1070-1300
zgoščeno aktivno blato	2,0-2,5	800-1130	1290-4500	5140-6250	4030-5700	970-1160
mešanica primarnega in zgoščenega aktivnega blata	3,0-4,5	602-775	2170-5170	2470-3760	3300-5220	830-1070

Rezultati v preglednicah 15 in 16 dajejo indikacijo da:

- surovo primarno blato ima nižjo specifično upornost kot mešanica surovega primarnega in zgoščenega aktivnega blata.
- surovo blato ima nižjo specifično upornost kot jo ima presnovljeno blato iste vrste.
- mešanica primarnega blata in aktivnega blata ima nižjo specifično upornost, kot jo imata anaerobno in aerobno presnovljeno blato.
- presnovljeno blato v mezofilnem režimu ima nižjo specifično upornost, kot jo ima isto blato presnovljeno v termofilnem režimu.

Študije so potrdile, da hitrost polnjenja, interval polnjenja, mešanje gnilišča in čas presnove ter temperatura so pomembni faktorji, ki vplivajo na odstranjevanje vode iz blata med in po procesu presnove. Odstranitev organskih snovi v presnovi povezuje delce v homogene zrnate strukture, vendar velikost delcev se zmanjšuje in količina koloidnih delcev se povečuje, oba sicer vplivata na odstranjevanje vode iz presnovljenega blata, zaradi povečane stopnje hidracije. Preiskave so pokazale, da se specifična upornost drastično poveča med neprestanim mešanjem blata z mehanskim mešalom, kot pa z intervalnim počasnim mešanjem. Preiskave so tudi pokazale, da je specifična upornost bolj poveča pri aerobni presnovi primarnega blata, kot pri anaerobni presnovi. Tako se aerobna presnova primarnega blata naj ne bi smela uporabljati, če je potrebno naknadno odstranjevanje vode presnovljenega blata. Pretirano časovno dolga aerobna presnova lahko privede do znatnega zmanjšanja zmožnosti odstranjevanja vode iz blata. Preiskava o spreminjanju velikosti delcev je pokazala, da zgoščeno aktivno blato vsebuje približno 90% delcev, ki so manjši od 0,15 mm, medtem ko presnovljeno blato ima približno 75% in primarno blato samo okoli 45% teh delcev. Z večjo razpršenostjo manjših delcev se povečuje specifična upornost. Zmanjšanje specifične upornosti se lahko doseže z odstranitvijo manjših delcev (Turovskiy in Mathai, 2006).

4.3.2 Kondicioniranje z mineralnimi agenti

Danes se ne uporablja več toliko, kot se je včasih porabljalo kemično kondicioniranje za odstranjevanje vode iz blata z mineralnimi spojinami, kot železov klorid, železov sulfat in aluminijev klorid, od katerih se je eden od naštetih prvo doda v blato in šele potem običajno sledi dozacija apna. Bazičnost je pomembna lastnost blata, ki vpliva na anorgansko kondicioniranje. Železov klorid deluje bolje, s pH blata pri 6,0-6,5 in zmanjšuje vrednost pH na 4,5-6,0. Železov sulfat ali aluminijev klorid ponavadi zahtevata večji odmerek kot železov

klorid. Apno, ki sledi železovi ali aluminijevi soli, poveča pH na 10,5-11,5. Običajno je razmerje železovega klorida(FeCl_3) in apna (CaO) enako 1:3. Odmerjanje reagentov za odstranjevanje vode iz blata na vakuumskih filtrih ali na tlačnih filtrih je odvisna od specifične upornosti blata. Višja specifična upornost, večji odmerek reagentov je potreben. Doziranje kemikalij v vsakem primeru se eksperimentalno določi z merjenjem specifične upornosti blata. Doziranje apna za kondicioniranje blata za odstranjevanje vode se lahko določi s spodnjo enačbo (Turovskiy in Mathai, 2006).

ENAČBA 3: Potrebna količina apna za kondicioniranje blata

$$D = 0.3 \left[R^{1/2} + \left(\frac{B}{C} + 0.001A \right)^{1/2} \right]$$

Kjer je:

D = odmerek apna kot CaO, v % suhe snovi

R = prilagojena vrednost specifične upornosti ($R = r \times 10^{-11}$, kjer je r specifična upornost blata, m/kg)

B = vlaga blata, %

C = koncentracija suhe snovi v blatu, %

A = alkalnost blata pred koagulacijo, mg/l kot CaCO_3

Odmerek železovega klorida je običajno 30 do 40% odmerka CaO, izračunan z zgornjo enačbo.

4.3.3 Kondicioniranje z organskimi agenti

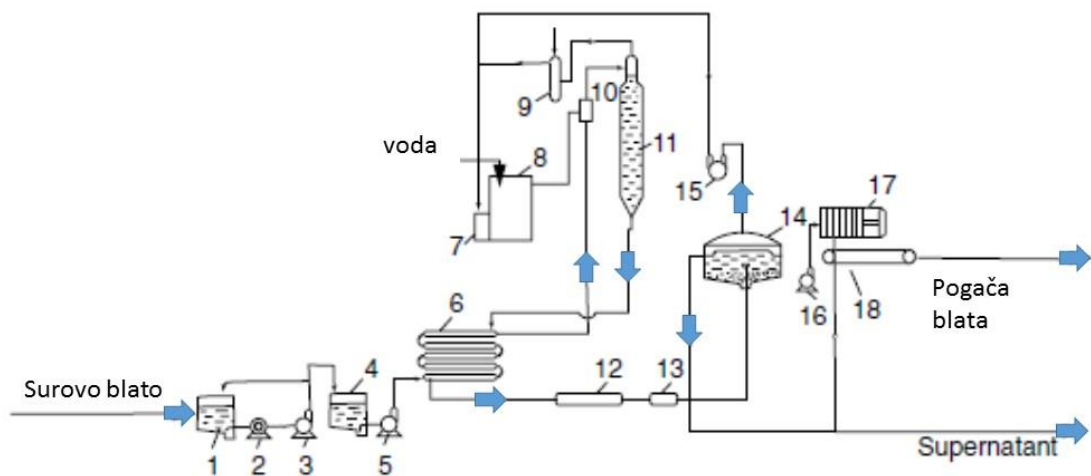
Anorganske agente zamenjujejo organski, polielektroliti (polimeri). Imajo veliko prednosti pred anorganskimi kemikalijami. So enostavni za rokovanje in zasedejo manj prostora. Za pridobitev iste stopnje zmanjšanja specifične upornosti, odmerki polielektrolitov so nekajkrat manjši od tistih z anorganskimi agenti. Ker je na voljo veliko polimerov, moramo izbrati ustreznega, tako da izvedemo tako imenovan »jar test« ali po slovensko »preizkus v čašah«. To je preizkus, ko v čaše damo isto blato in dodamo različne polimere. Premešano homogeno zmes opazujemo učinkovitost usedanja suspenzije. Na podlagi te učinkovitosti ločevanja in cene izberemo najbolj ustrezen polimer. Na razpolago imamo tri vrste polimerov:

- kationske polimere, ki majo pozitiven naboj in nevtralizirajo negativne ione (anione)
- anionske polimere, ki imajo negativen naboj in nevtralizirajo pozitivne ione (katione)
- neionske polimere, ki nimajo naboja.

Izbrati moramo takšen polimer, ki je nasprotno nabit, kot je delec blata. Tako se delca privlačita in suspenzija blata se destabilizira in se lažje loči od vezane vode (Roš in Zupančič, 2010).

4.3.4 Termično (toplotno) kondicioniranje

Toplotna kondicioniranje blata je postopek, kjer se blato segreje na 170-220°C pri tlaku od 1,2 do 2,5 MPa za 15 do 30 minut. Vtočno blato je predhodno zmleto, da delci niso večji od 4 ali 5mm. Črpalka, bat ali vijak, blato pod pritiskom 2,5 MPa črpa blato v sistem. Mešanica blata in zraka se segreva v dveh fazah: najprej v toplotnem izmenjevalcu s toploto iz reaktorja, kjer se blato obdelava, nato pa z zunanjim virom toplote v reaktorju (Turovskiy in Mathai, 2006).



- 1- rezervoar blata, 2-mlin, 3-črpalka, 4-dnevni rezervoar
5-visokotlačna črpalka, 6-toplotni izmenjevalec, 7-peč,
8-parni kotel, 9-separator, 10-razdelilec, 11-reaktor,
12-reduktor, 13-hladilnik, 14-zgoščevalec, 15-ventilator, 16-črpalka
za zgoščeno blato, 17-filtrska stiskalnica, 18-odjemni trak

SLIKA 10: Shema procesa toplotnega kondicioniranja (Turovskiy in Mathai, 2006).

4.4 Odstranjevanje vode

Odstranjevanje vode je fizikalni proces, ki navadno sledi zgoščevanju in včasih tudi po stabilizaciji (odvisno od nadaljnje obdelave). Cilj odstranjevanja vode je zmanjšanje vode v tekočem blatu, s tem njen volumen in je tako cenejše za nadaljnjo obdelavo ali uporabo. Odstranitev vode je večje, kot pri zgoščevanju. Odstranitev vode iz 5% na 20% vsebnosti suhe snovi pomeni zmanjšanje volumna za $\frac{3}{4}$ in proizvede se ne tekoč, plastičen material. Odstranjevanje vode se izvaja za zmanjševanje vlage iz večih razlogov:

- pripomore k zmanjšanju stroška transporta ter manipulaciji, saj se iz tekočega medija napravi plastičen.
- je potrebno, v kolikor se predvideva, da se blato sežiga v sežigalnici, saj se tako preprečijo poškodbe peči in tudi zmanjša količina energenta potrebnega za sežig.
- je pogosto potreben proces pred obdelavo in uporabo, kot je kompostiranje, sušenje.
- je potrebno, da se zagotovi znižanje vlage in s tem nastanek smradu (Hung, Wang, Shammass, 2014).

Poznamo več metod odstranjevanja vode:

- centrifugiranje
- stiskanje na tračnih filtrskih stiskalnicah
- stiskanje s filtrnimi stiskalnicami z okvirji in ploščami
- vakuumsko filtriranje
- sušenje na sušilnih gredah

4.4.1 Centrifugiranje

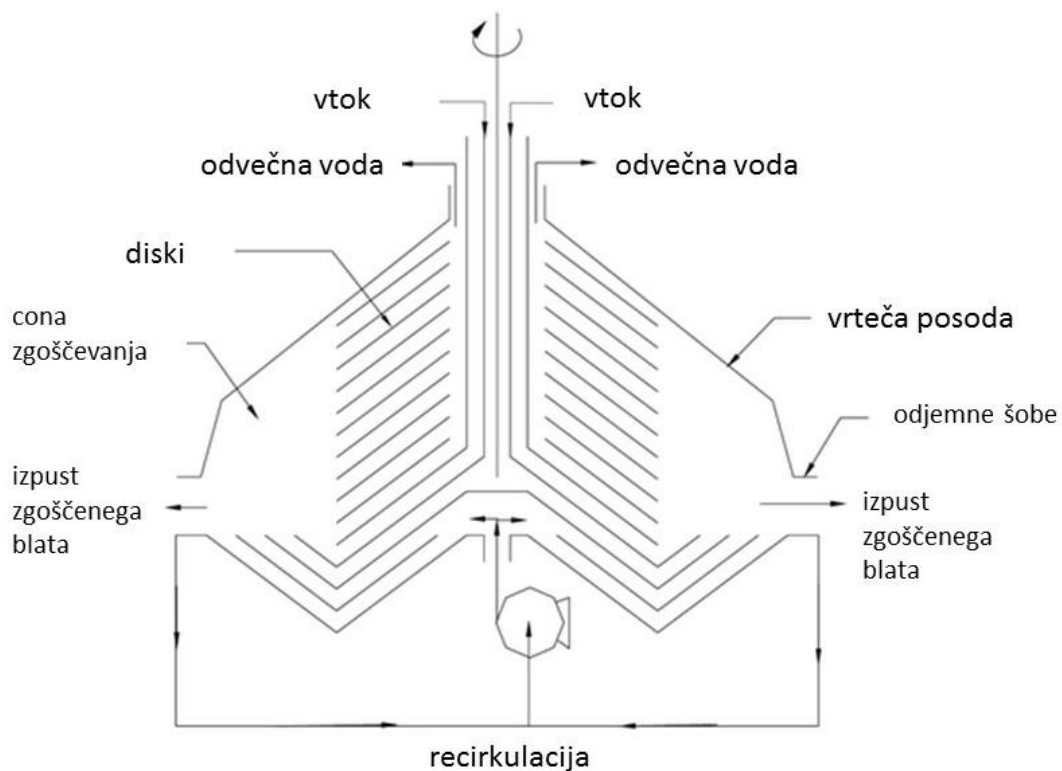
Centrifugiranje se uporablja tako za zgoščevanje kot tudi za odstranjevanje vode. Odstranjevanje vode s centrifugo je pospeševanje sedimentacije z uporabo centrifugalne sile. V centrifugah se uporablja 500 do 3000-krat večja sila od gravitacije, zato centrifuge deluje kot zelo učinkovito sredstvo za odstranjevanje vode. Centrifuge se običajno uporabljajo za odstranjevanje vode odvečnega aktivnega blata. Za primarno blato pa redkeje, saj le-to lahko vsebuje abrazivni material, ki lahko škodi centrifugam. Poleg tega, da je zelo učinkovito za odstranjevanje vode odvečnega aktivnega blata, centrifuge zavzamejo malo prostora in nastane malo smradu, zaradi uporabe v zaprtem procesu. Vendar pa je začetna investicija visoka, prav tako so visoki vzdrževalni in obratovalni stroški, zato je uporaba običajno na velikih čistilnih naprav.

Obstajajo tri vrste centrifug:

- centrifuga z diskastim separatorjem
- centrifuga v obliki posode
- centrifuga s koničastim cilindrom (Turovskiy in Mathai, 2006).

Centrifuga z diskastim separatorjem

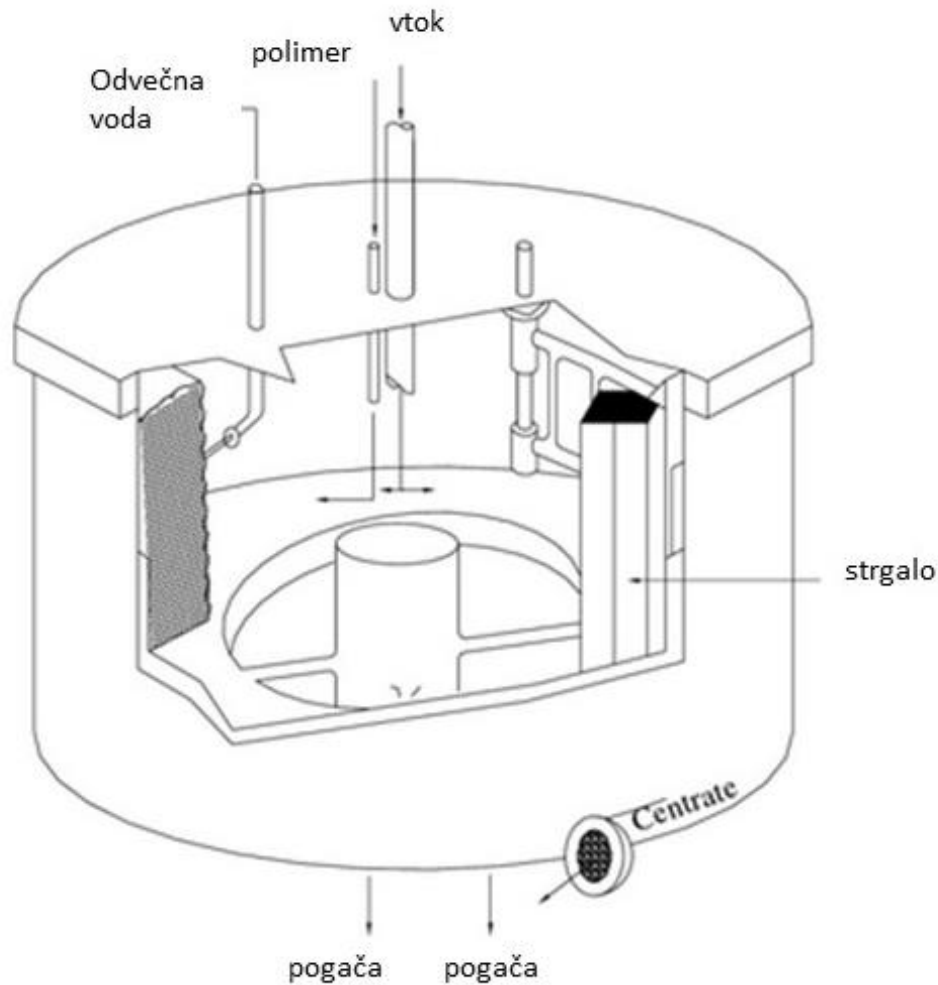
Sestavljen je iz večjih konusno oblikovanih diskov, ki so zloženi z majhnim razmikom, običajno 1,3mm, eden na drugega. Te se vrtijo okoli vertikalne osi. Blato se dozira od zgoraj, in centrifugalne sile pomikajo težje delce k obodu posode in se skozi mnogo odjemnih šob odvajajo v zbirnik zgoščenega blata, medtem ko lažji delci tečejo skozi prostor med diski. Zaradi majhne razdalje med diski, je ta postopek primeren samo za blato z delci velikosti 400 mikrometra ali manj (Hung, Wang, Shamma, 2014).



SLIKA 11: Centrifuga z diskastim separatorjem (Hung, Wang, Shamma, 2014).

Centrifuga v obliki posode

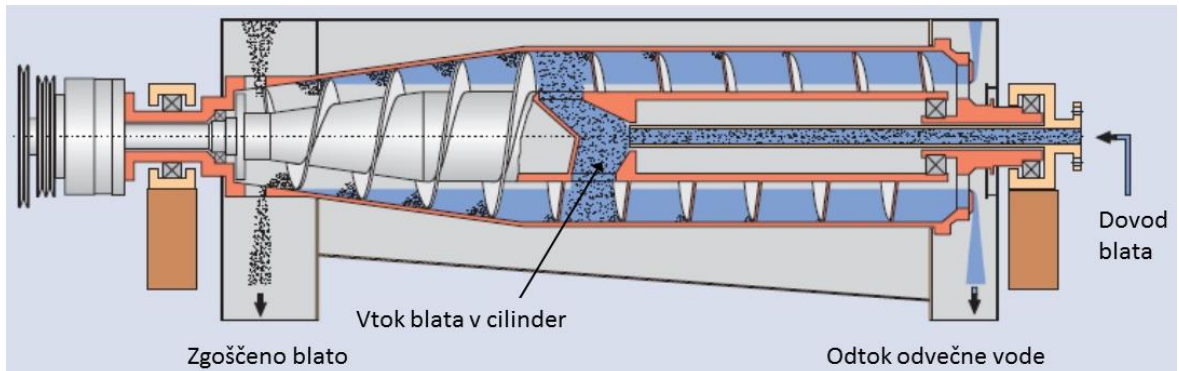
Se lahko uporabljajo za diskontinuirani način polnjenja. Blato se zaradi centrifugalnih sil zgoščuje na obodu posode, s katere posebno strgalo odstrani mehko blato, ki pade na dno posode. Slabost je visoka obraba in tako zahtevajo veliko vzdrževanja. Zaradi teh razlogov jih zamenjuje centrifuga s koničastim cilindrom.



SLIKA 12: Centrifuga v obliki posode (Hung, Wang, Shamma, 2014).

Centrifuga s koničastim cilindrom

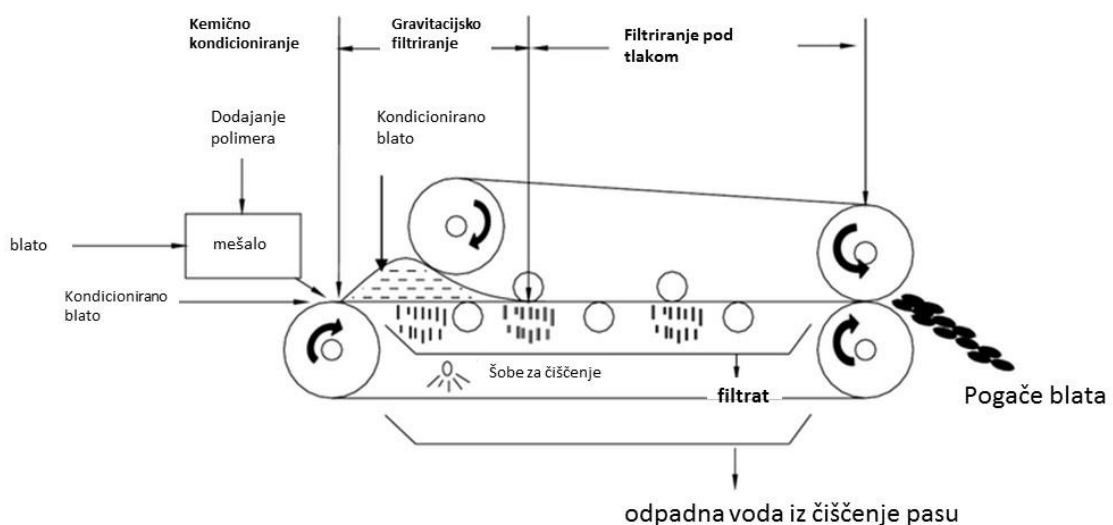
Je kontinuirni postopek odstranjevanja vode iz blata. Centrifuga je sestavljena iz vrtečega horizontalnega cilindra z navojem oziroma polž. Blato se dozira na enem koncu vijaka. Centrifugalne sile koncentrirajo blato na obod posode in vrteči vijak pomika zgoščeno blato vzdolž vijaka k konusnemu delu, kjer se blato odstranjuje. Lažja tekočina pa plava nad zgoščenim blatom in odteka na drugi strani cilindra, to je na širšem delu.



SLIKA 13: Centrifuga s koničastim cilindrom (<http://www.sgconsulting.co.za/industrial-equipment/flottweg/flottweg-sorticanter/>).

4.4.2 Stiskanje na tračnih filtrskih stiskalnicah

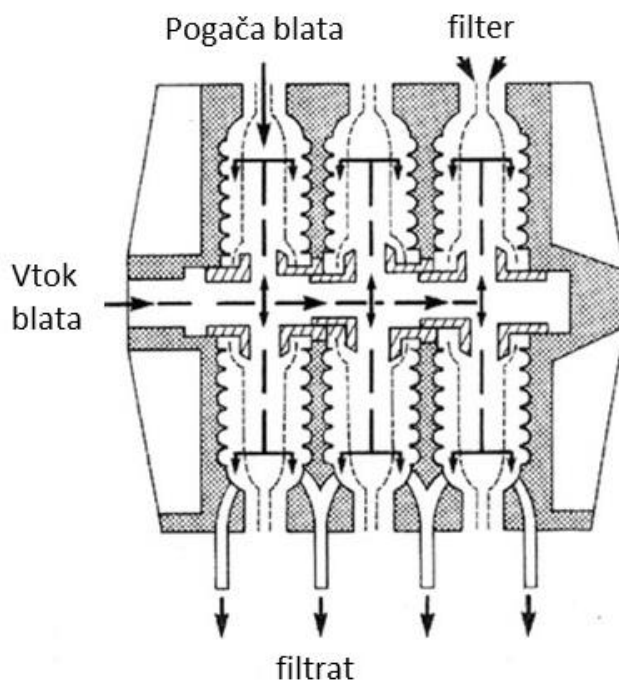
To je mehanska metoda odstranjevanja vode, kjer kontinuirno doziramo blato, ki gre skozi tri faze, in sicer v prvem koraku se blato kondicionira s primernim polimerom, v drugi fazi se blato aplicira na trak, kjer prosta voda v začetnem delu gravitacijsko filtrira preko traku in traja okoli 1-2 minuti. Ko blato po traku potuje naprej se med dvema trakoma postopoma stiska pod valji in tako strižna sila dodatno odstranjuje vodo. Na koncu se pogača blata odstrani iz traku s pomočjo strgala. Naprava ima tudi enoto za čiščenje perforiranega traku, ki skrbi da je trak pri naslednjem ciklu čist in da je filtriranje vode skozenj omogočeno.



SLIKA 14: Stopnje na tračnih filtrskih stiskalnicah (Hung, Wang, Shamma, 2014).

4.4.3 Stiskanje s filtrnimi stiskalnicami z okvirji in ploščami

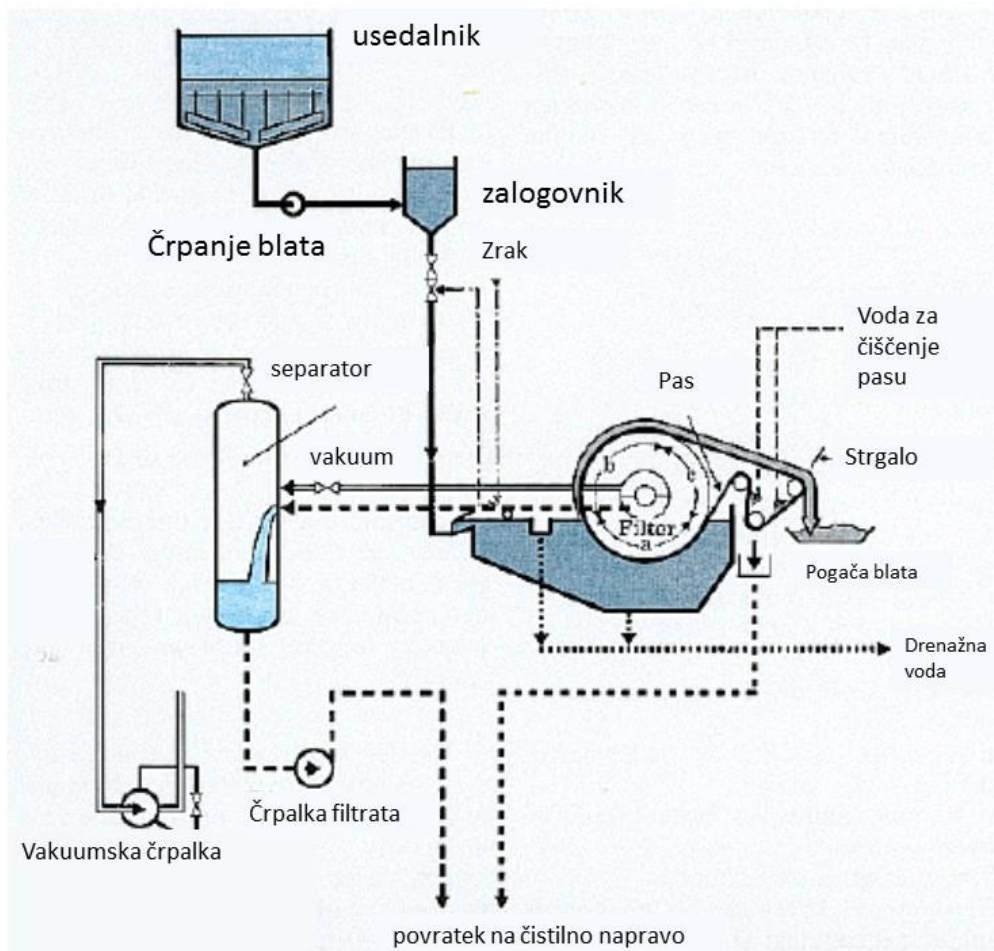
Ta metoda deluje diskontinuirano ali šaržno. Vdolbene plošče so sestavljene med seboj. Po obodu vdolbin je filterni tekstil. Blato se pod pritiskom injecira po sredinskem kanalu vse dokler prostori niso polni, potem se črpanje ustavi. Na koncih naprave se vzpostavi pritisk navadno med 1380-1720 kPa, ki stiska plošče med seboj in tako voda iz blata filtrira preko filtra. Pritisk se navadno vrši med 1,5 do 4h. Po končanem ciklusu se plošče razstavijo in pogača blata se iz medprostorov odstrani. Proces je dolgotrajen, potrebna je veliko ročnega dela in je drago za vzdrževanje (Roš in Zupančič, 2010).



SLIKA 15: Stiskalnica s ploščami in okvirji (Hung, Wang, Shamma, 2014).

4.4.4 Vakuumsko filtriranje

Deluje na principu vakuuma. Dolgi bobni malce potopljeni v blato. Bobni se počasi vrtijo in ker imajo na površini pas s tekstilnim filtrom, se blato prilepi nanj, večinoma v debelini 1-3 cm. Med rotacijo nad nepotopljenim delom, ki traja okoli 1-2 minuti, se voda odstranjuje iz blata preko filtra v notranjost bobna, kjer je vakuum, ki vodo srka. Na pol-obratu strgalo odstrani pogače blata iz filtrskega pasu (Degremont, 2002).



SLIKA 16: Shema procesa vakuumskega filtriranja (Degremont, 2002).

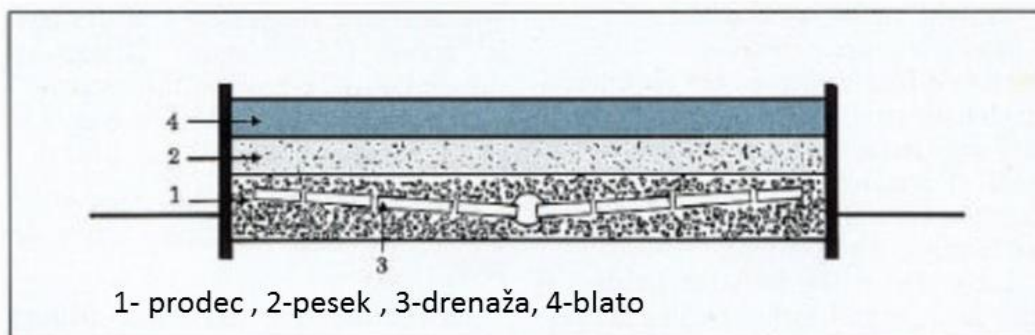
4.4.5 Sušenje na sušilnih gredah

Ta metoda ni več veliko v uporabi, saj zavzema veliko prostora, veliko dela ter je odvisno od klimatskih pogojev. Uporablja se večinoma pri manjših čistilnih napravah.

Voda se odstranjuje z izsuševanjem ter pronicanjem. Naprava je kot bazen, kjer je napravljena iz večih plasti, in sicer:

- prvi sloj je debeline 20 cm, nasut s prodcem premera 15-30 mm.
- drugi, filterni sloj je debeline 10-15 cm, nasut s posekom frakcije 0,5-2mm.

Sušenje večinoma traja najmanj 2 tedna (Degremont, 2002).



SLIKA 17: Tipičen prerez sušilne grede (Degremont, 2002).

5 CENTRALNA ČISTILNA NAPRAVA SEVNICA

5.1. Splošen opis CCN Sevnica



SLIKA 18: Pogled na CCN Sevnica (<http://www.komunala-sevnica.si/odvajanje-in-ciscenje.html>)

Centralna čistilna naprava Sevnica, zgrajena leta 2009, je komunalna mehansko-biološka čistilna naprava z delno denitrifikacijo, nitrifikacijo ter delno aerobno stabilizacijo blata. Nanjo stekajo odpadne vode iz kanalizacijskih sistemov iz naselij Sevnica, Boštanj, Dolenji Boštanj, Radna in Log. Komunalne odpadne vode je okoli 95%, tehnološke pa 5%. Zgrajena je pri vasi Log ob reki Sava. Upravljalca CCN Sevnica je javni izvajalec Komunala d.o.o. Sevnica. Projektirana zmogljivost ČN je 9900 PE. Komunalne odpadne vode je okoli 95%, tehnološke pa 5%. Večji priključni viri tehnološke vode sta podjetji:

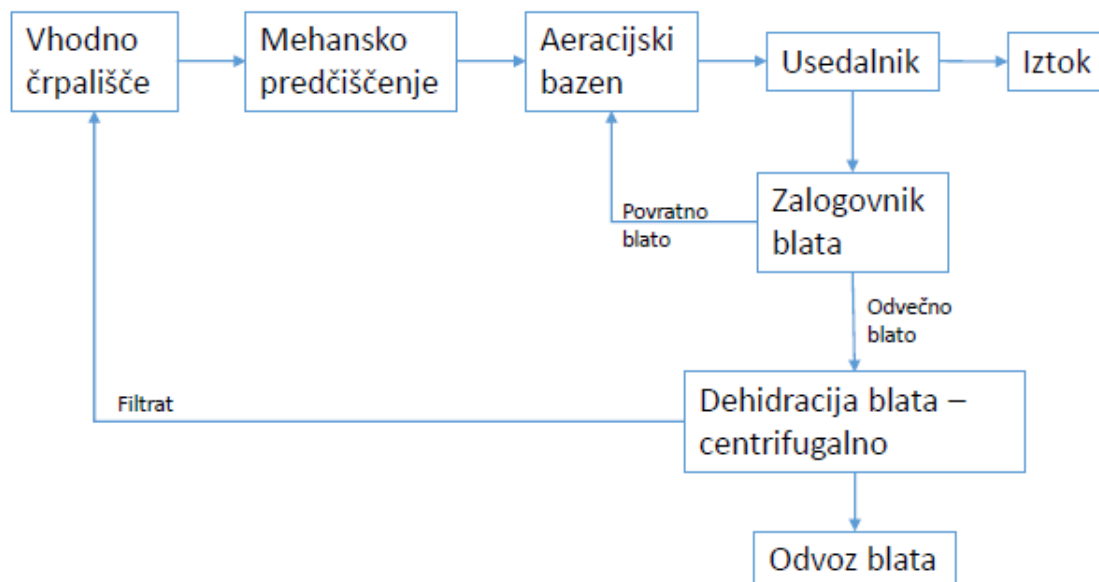
- Kmečka Zadruga z.o.o. , Delovna enota klavnica Sevnica
- Kopitarna Sevnica d.d. ,

med manjšimi pa:

- Siliko d.o.o.
- Lisca d.o.o.
- Preis d.o.o.
- Stilles d.o.o.

Podjetje Tanin d.d. ni priključeno na javni kanalizacijsko mrežje in ne obremenjuje CCN Sevnica.

5.2 Tehnološki opis



SLIKA 19: Tehnološka shema CCN Sevnica

ČN obsega naslednje tehnološke sklope:

- vstopno črpališče
- postaja za sprejem greznic
- mehansko predčiščenje
- aeracijska stopnja – prezračevanje
- usedalnik
- zalogovnik blata
- recirkulacija blata
- prostor puhal
- dehidracija
- merilno mesto

- biofilter
- skladiščenje in doziranje koagulanta (<http://www.komunala-sevnica.si/odvajanje-in-ciscenje.html>).

V prilogi 1. je prikazana bolj natančna tehnološka shema ČN.

Vsi tehnološki sklopi so združeni v treh objektih: v tehnološki stavbi, v biološki stopnji in merilno iztočnem mestu. V tehnološki stavbi se nahajajo: vstopno črpališče, postaja za sprejem greznic, mehansko predčiščenje, skladiščenje in doziranje koagulanta, kompresorska postaja, dehidracija blata. Tu je tudi prostor za elektro – omare, garaža, delavnice, garderoba s sanitarijami, laboratorij, dve pisarni, konferenčna soba, komandni prostor in priročno skladišče. Na biološkem bazenu so združeni: aeracijska stopnja – prezračevanje, usedalnik, zalogovnik blata in recirkulacija blata.

Vstopno črpališče: Odpadna voda gravitacijsko doteka v vstopno črpališče. Na dotočni kanal so nameščene grobe grablje (svetli razmak rež 2 cm). Grobe grablje izločajo večje mehanske delce. Odpadki se odlagajo v 770 l kontejner. V vhodnem črpališču so tri potopne črpalke. Črpalke črpajo odpadno vodo na kompaktno mehansko napravo. Kapaciteta ene črpalke zadošča za prečrpavanje sušnega dotoka odpadne vode. V deževnem obdobju se zaradi povečane količine vode, ki priteče v črpališče, po potrebi vključi tudi druga črpalka. Tretja črpalka je rezervna.

Postaja za sprejem vsebine greznic: S cisternami se vsebina septičnih jam dovaža na čistilno napravo. Vsebina iz pripeljanih cistern se prazni skozi septično napravo, ki je sestavljena in finih grabelj s kompaktorjem. V sejalnem košu finih grabelj (luknje velikosti 6 mm) se zadržijo grobi delci, ki se v kompaktorju operejo in kompaktirajo do suhote min 35% ter nato izmetni nastavek odlagajo v neskončne PVC vreče v premičnem zabojniku. Tekoči del iz posode naprave se steka v betonski bazen, ki se nahaja pod napravo. Iz pokritega betonskega bazena greznic se s pomočjo potopne črpalke vsebina greznic v enakomernih količinah prečrpava v vstopno črpališče.

Mehansko predčiščenje: naprava za mehansko predčiščenje je sestavljena iz finih grabelj (reže 3 mm), kompaktorja ter posode za odstranjevanje peska in maščob, v kateri je na dnu nameščen talni in poševni polž, na vrhu na eni strani pa posnemalo, ki posnema maščobe v prekat za maščobe. Odpadna voda se s pomočjo črpalke črpa v vstopno korito pred fine grablje. Na finih grabljah se odstranijo mehanske nečistoče, ki se nato v coni stiskanja stisnejo, sperejo in odlagajo v premični zabojnik. Drugi del kompaktne naprave je posoda, kjer se voda prezračuje s

pomočjo kompresorja. Zrak spravlja delce maščob na površino, kjer jih posnemalo potiska v prekat za maščobe. Iz prekata za maščobe se maščobe s pomočjo vijačne črpalke črpajo nazaj pred finalne grablje, da se izločajo skupaj z ograbki. Težji delci, kot je pesek, se odlagajo na dno posode, od tam se s pomočjo talnega transporterja in poševnega spiralnega transporterja odstranjujejo v premični zabojnik za pesek. Na delu poševnega transporterja se pesek spira z vodo z namenom doseganja večje čistosti peska.

Ciklus biološkega čiščenja: Odpadna voda iz prezračenega peskolova in maščobnika odteka v aeracijski bazen, ki je krožne oblike – kolobar. Na dnu je nameščeno potopno mešalo, ki omogoča kroženje vode v aeracijskem bazenu. V aeracijskem bazenu poteka biološko čiščenje v odpadni vodi raztopljenega organskega onesnaženja, ki se manifestira skozi parametre KPK in BPK5. Biološki proces čiščenja je sestavljen iz faze nitrifikacije (N), to je prezračevanje vode z zrakom in denitrifikacije (D), to je proces mešanja brez prezračevanja, ki se ciklično izmenjujeta glede na časovni interval. Časovni interval nitrifikacije je 60-240 minut, časovni interval denitrifikacije je 5-120 minut. Za potrebe prezračevanja so na dnu prezračevalnega bazena nameščena membranska prezračevala, ki uvajajo zrak in s tem kisik v odpadno vodo. Zrak se v prezračevala dovaja iz kompresorske postaje. Očiščena odpadna voda se skupaj z aktivnim blatom preliva iz aeracijskega bazena v naknadni usedalnik. V naknadnem usedalniku se aktivno blato loči od prečiščene vode. Očiščena odpadna voda preko prelivnega robu odteka skozi merilni jašek v reko Savo. Blato se useda v konusni del usedalnika od tam pa gravitacijsko teče v bazen recirkulacije blata. V bazenu recirkulacije blata sta nameščeni dve črpalke za vračanje povratnega blata nazaj v aeracijski bazen (ena delovna, ena rezervna). V tem črpališču je nameščena tudi potopna črpalka za odvišno (priraslo blato), s katero se priraslo blato po programu črpa v sosednji zalogovnik blata.

Zalogovnik blata je opremljen s potopnim mešalom za premešavanje blata. Prostornina znaša 200 m³. V zgoščevalniku se priraslo blato dodatno zgosti in sicer iz vstopnih cca. 0,8% na cca. 2% suhe snovi, kar je primerna konsistenca za prečrpavanje na nadaljnje odvodnjavanje oziroma dehidracijo blata. Bistri del, supernatant se pri polnem bazenu preliva v aeracijski bazen. V kolikor bazen ni poln blata, se bistri del pred pričetkom dehidracije izčrpa s pomočjo pomične črpalke.

Dehidracija blata: Dehidracija blata poteka v centrifugi, katere tehnologija je opisana v poglavju 4.4.1. (Centrifuga s koničastim cilindrom), je kapacitete 10 m³/h. Dehidracija ne deluje neprekinjeno, ampak po potrebi. Pri maksimalni obremenitvi ČN je predvideno, da se blato

dehidrira 6-8 ur/dan 4 dni v tednu. Med vikendi se povečuje zaloga odvišnega blata v zalogovniku blata. Delovanje dehidracije je avtomatsko in sicer se pred pričetkom dehidracije vklopi v zalogovniku mešalo. Blato se črpa v centrifugo s pomočjo potopne črpalke in mono črpalke, katere delovanje regulira regulator pretoka glede na nastavljeno vrednost pretoka mulja. V centrifugi se s pomočjo centrifugalne sile ločita tekoča in trdna faza tako, da na eni strani dobimo pogačo – dehidrirano blato suhote do 30% suhe snovi in vodo – supernatant, ki po interni kanalizaciji odteka nazaj v vhodno črpališče čistilne naprave. Zgoščeno blato iz centrifuge se preko spiralnega transporterja vodi v kontejner in odvaža na ustrezno urejeno deponijo. Za boljši efekt zgoščevanja in dehidracije se biološkemu mulju pred vstopom v centrifugo dodaja flokulant. Flokulant je raztopina polielektrolita, kationski, (koncentracija okrog 0,2%), ki se pripravlja v napravi za pripravo polielektrolita in dozira z vijačno ekscentrično črpalko. Centrifugalna deluje s hitrostjo 3900 vrtljajev na minuto.



SLIKA 20: Prostor s centrifugalno napravo (Strupeh, 2016)

Prerez centrifugalne naprave iz dokumentacije proizvajalca je v Prilogi 2.

Merilno mesto: na iztoku iz ČN je merilno mesto za očiščeno odpadno vodo, ki je opremljeno z napravo za kontinuirano merjenje pretoka preko meritve nivoja na Venturi zožitvi.

Biofilter: vsi tehnološki procesi, kjer nastajajo smrad, se izvajajo v zaprtih, kompaktnih napravah in sicer: mehansko pred-čiščenje v kompaktni mehanski napravi, sprejem vsebine greznic v zaprti kompaktni napravi, dehidracija mulja v centrifugi. Vse te naprave so zaprte in v najvišji točki se nastali odpadni zrak odsesuje na biofilter. Poleg naprav so na sistem

odsosavanja speljani še vhodno črpališče ter kanal dehidracije, kjer odteka filtrat preše iz prostora dehidracije.

5.3 Nastajanje odpadkov

Na CČN Sevnica nastajajo različne vrste in količine odpadkov. Vrste odpadkov so opredeljene v skladu s Klasifikacijskim seznamom odpadkov, ki je sestavni del Uredbe o ravnanju z odpadki (Ur. l. RS, št. 34/08).

PREGLEDNICA 17: Vrsta in količina odpadkov na CČN Sevnica za obdobje od 1.10.2010 do 31.12.2010 (interni dokumenti Komunala Sevnica)

KLASIF. ŠT. ODPADKA	Naziv odpadka	Odpadek se zbira	Odvoz na časovno enoto	Količina odpadka	Lokacija odlaganja
19 08 01	Odpadki na grabljah v sitih	V neskončni vrečah v 770 l kontejnerju 4	1x mesečno	4,6m ³	Odlagališče nenevarnih odpadkov
19 08 02	Odpadki iz peskolova	V neskončni vrečah v 770 l kontejnerjih 2,3	1-2x mesečno kontejner 2, 1-2x mesečno kontejner 3, od 1. novembra 1x tedensko kontejner 3	8,5 m ³	Odlagališče nenevarnih odpadkov
19 08 05	Dehidrirano odvišno blato (cca. 30% suhe snovi)	5 m ³ kontejnerji	1x tedensko	36,18 t	Kompostarna
20 03 01	Mešani komunalni odpadki	770 l kontejner	2x letno	0,4 m ³	Odlagališče nenevarnih odpadkov

Dehidrirano blato (vsebuje približno 30% SS), ki nastaja na CČN Sevnica, odvaža Kostak komunalno stavbno podjetje d.d. Krško, ki blato kompostira in ga uporablja za lastne namene, in sicer prekrivanje deponije komunalnih odpadkov. Komunala Sevnica za odvoz plačuje Kostak-u, kar precejšen znesek. Po njihovih besedah ta strošek predstavlja najvišji operativni strošek.

Začasnega skladiščenja odpadkov na čistilni napravi Sevnica ni, saj se vsi odpadki odvažajo v nekaj dneh po njihovem nastanku. Vsako pošiljko dehidriranega blata, ki ga predamo izvajalcu obdelave odpadkov, spremlja evidenčni list o ravnanju z odpadkom.

5.4 Trenutne količine, karakteristike blata in njegova uporaba

Količina blata je odvisna od obremenitve, ki prihaja na ČN, od kvalitete njenega delovanja ter od delovanja centrifuge. Z izbiro pravih kemikalij (flokulantov) za dehidracijo blata ter z dobrim delovanjem centrifuge se lahko doseže višje odstotke suhe snovi v blatu (relativno manjši volumen nastalega blata), s tem pa tudi relativno nižje stroške ravnanja z blatom.

PREGLEDNICA 18: Količine nastalega blata v tonah

LETO	2011	2012	2013	2014	2015
NASTALO BLATO					
letna količina nastalega blata (m ³):	3845	6014	4948	6773	5667
povpr. suha snov nastalega blata (%):	2	1,5	1,9	1,7	1,7
ODLOŽENO BLATO					
letna količina odložen. blata (tone SS):	80,6	258	84,18	109,7	96
povprečna SS odloženega blata (%):	26	29	23	23	26
odpeljano dehidrirano blato (ton)	310	890	366	477	369
dehidracija (DA/NE):	da	da	da	da	da
izkoriščanje bioplina (DA/NE)	ne	ne	ne	ne	ne

V preglednici 19 so prikazani parametri in vrednosti, povzetek analize blata, iz Priloge 3.

PREGLEDNICA 19: Analiza blata iz leta 2010

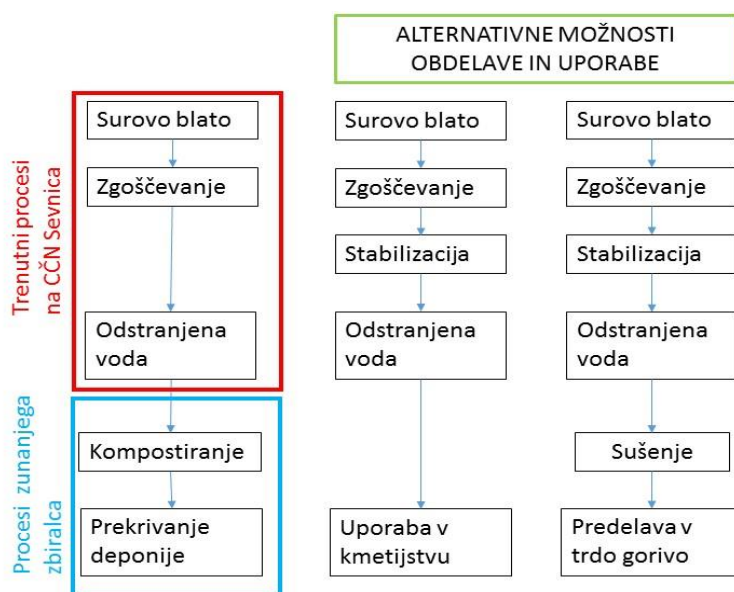
Parameter	Enota	Rezultat
Suha snov	% sveže mase	30%
Organska snov	% suhe mase	41%
Gostota	kg/L sveže mase	0,82
Električna prevodnost	mS/m	191
pH	-	6,74
Celotni dušik (N in NH ₄₊)	mg/kg SS	26.000
Fosfor, izražen kot P ₂ O ₅	mg/kg SS	18.000
Kalij, izražen kot K ₂ O	mg/kg SS	8.000
Kalcij, izražen kot CaO	mg/kg SS	100.000
Magnezij, izražen kot MgO	mg/kg SS	59.000
Bor	mg/kg SS	7
Molibden	mg/kg SS	5
Nezaželeni primesi	% suhe mase	< 0,1 %
Sposobnost sprejemanja kisika po štirih dneh	mg O ₂ /kg suhe mase	86.000

Odsotnost salmonelle	število v 50g SS	PRISOTNA
Kaljiva semena plevela	število/L	0
Kadmij	mg/kg SS	0,8
Celotni krom	mg/kg SS	48
Baker	mg/kg SS	136
Živo srebro	mg/kg SS	25
Nikelj	mg/kg SS	46
Svinec	mg/kg SS	370
Cink	mg/kg SS	0,3
PCB	mg/kg SS	< 0,1
PAH	mg/kg SS	3,0

Blato, ki je nestabilizirano se po dehidraciji preda pooblaščenemu zbiralcu, to je podjetje Kostak d.d., ki odvažja to blato na zbirni center Spodnji Stari Grad pri Krškem, zaračuna za odjem tega blata v €/tono.

6 ALTERNATIVNE MOŽNOSTI UPORABE IN TEMU PRIMERNE OBDELAVE BLATA

Za cilj sem si postavil pogledati možnost uporabe blata v koristne namene, kot so uporaba v kmetijstvu in energetska izkoriščanje blata. Z ekološkega vidika in vidika izvajanja Direktive 2008/ES/98 (poglavje 2.1) je recikliranje blata iz čistilnih naprav najprimernejša rešitev. V kolikor to ni tehnično ni možno ali pa ekonomsko nerentabilno, potem je energetska predelava primerna. Na sliki 21. so prikazani trenutni procesi obdelave blata in njegova uporaba, poleg pa moji alternativni predlogi.



SLIKA 21: Procesi obdelave in uporaba blata

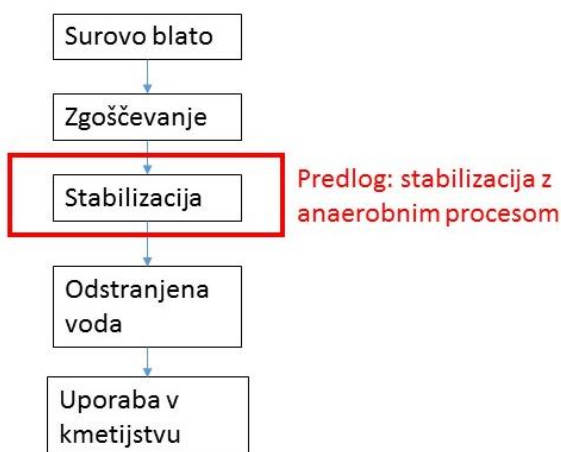
Po »Uredbi o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata« je potrebno za nadaljno obdelavo in uporabo blata le-to stabilizirati, katero trenutno ni rešeno v CČN Sevnica.

6.1 Možnosti uporabe blata v kmetijstvu

Pregledal bom prvo tehnološki aspekt predelave blata, ki bi ustrezalo za uporabo v kmetijstvu. Če se držimo tehnoloških procesov iz slike 21., vidimo, da proces stabilizacije blata manjka pri sedanji tehnologiji obdelave na CČN Sevnica.

6.2 Anaerobna stabilizacija

V kolikor se želi blato uporabiti v kmetijske namene, je smotrno prej uporabiti »ujeto energijo«, to je ujeti ogljik in ga izkoristiti kot energijo. Govorimo o anaerobni presnovi, kjer je stranski produkt presnove metan oziroma tako imenovani bioplin. Tehnologija je podrobneje opisana že v poglavju 4.2.2. Bioplin lahko zajamemo in ga uporabimo v kogeneraciji. S tem lahko pokrijemo vse toplotne potrebe ter potrebe po električni energiji. Glavni sicer name stabilizacije pri tem je, da uničimo patogene organizme, odstranimo vonj in stabiliziramo biološke aktivnosti.



SLIKA 22: Procesi obdelave za uporabo v kmetijstvu

V kolikor se bi izkazalo, da je anaerobna presnova in zajetje bioplina ekonomsko nerentabilno je alternative temu lahko alkalna stabilizacija, ki prav tako služi namenu higienizacije.

6.2.1 Primernost blata za uporabo v kmetijstvu

Meritev kakovosti blata so bili narejeni leta 2010, kasneje zaradi stroškov te analize niso več naredili. V preglednici 20 so primerjani rezultati meritve (povzetek iz Priloge 3) in podanih mejnih vrednostih po »Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata«.

PREGLEDNICA 20: Predpisana in izmerjena kakovost blata

Parameter	Enota	Rezultat meritve avg.2010	1.razred okoljske kakovosti	2.razred okoljske kakovosti	Stabilizirano biološko razgradljivi odpadki
Kadmij	mg/kg SS	0,8	0,7	1,5	7
Celotni krom	mg/kg SS	48	80	200	500
Baker	mg/kg SS	136	100	300	800
Živo srebro	mg/kg SS	0,3	0,5	1,5	7
Nikelj	mg/kg SS	25	50	75	350
Svinec	mg/kg SS	46	80	250	500
Cink	mg/kg SS	370	200	1200	2500
PCB	mg/kg SS	< 0,1	0,4	1	1
PAH	mg/kg SS	3,0	3	3	6
Trdni delci iz stekla, plastike ali kovine večji od 2mm	% mase SS	< 0,1 %	< 0,1 %	< 2 %	< 7 %
Mineralni trdni delci večji od 5mm	% mase SS	< 0,1 %	< 5 %	< 5 %	-

Iz preglednice 20 je razvidno, da vzorec blata presega kriterije za 1.razred okoljske kakovosti, in sicer zaradi prekoračitve:

- kadmija, kjer je izmerjena 0,8 mg/kg SS , dovoljena pa je 0,7 mg/kg SS
- bakra, kjer je izmerjena 136 mg/kg SS , dovoljena pa je 100 mg/kg SS
- cinka, kjer je izmerjena 370 mg/kg SS , dovoljena pa je 200 mg/kg SS

Blato je sicer ustrezalo kriteriju 2.razred okoljske kakovosti, kar pomeni da je omejena raba na nekmetijska zemljišča.

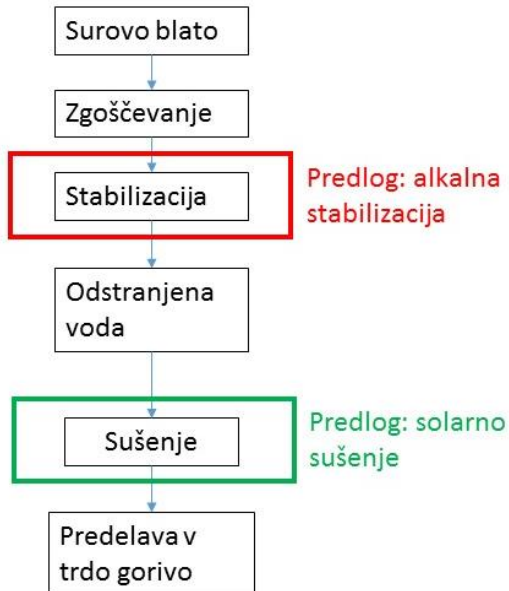
Razlog prekoračitvi gre pripisati tehnološki vodi oziroma industrijskim virom. Če bi se izvajali pri vseh najpomembnejših tehnoloških virih onesnaževanja obratovalni monitoringi odpadnih voda bi hitro selekcionirali tisti vir, ki prispeva k poslabšanju kakovosti blata. Govorimo predvsem o iskanju onesnaževalca s kadmijem, cinkom in bakra, katere so prekoračene za 1.kakovostni razred. Viri tehnoloških odpadnih voda so po »Uredba o emisiji snovi in toplote

pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo» omejeni z vrednostmi za odvajanje v javno kanalizacijo (glej Preglednica 7). Ker se tega ne držijo se rezultati njihovega prekomernega onesnaževanja izrazijo na čistilni napravi v obliki prekomerno onesnaženega blata. Če bi bili izpusti virov tehnoloških voda znotraj prej omenjenih meja, bi zagotovo to blato ustrezalo kriterijem 1.razreda okoljske kakovosti in bilo tako primerno tudi za uporabo na kmetijskih površinah v kolikor bi bilo tudi higienizirano.

6.3 Možnost predelave blata v trdo gorivo

Blato, če primerno posušeno ima lahko visoko kalorično vrednost, ki je večja od lignita, katerega na primer uporabljajo za gorivo nekatere termo elektrarne, zato je smotno pogledati uporabo blata kot trdo gorivo katero bi uporabljala kot vir energije. Zato sem v ta namen vzel dva vzorca blata iz CCN Sevnica ter ju dal na analizo kalorične vrednosti v podjetje VIPAP d.o.o., Krško (glej Priloga 4.)

Če pogledamo na sliko 20.vidimo, da za predlagano rabo manjkata procesa stabilizacije in sušenja.



SLIKA 23: Procesi obdelave za predelavo v trdo gorivo

6.3.1 Stabilizacija blata za končno uporabo v trdno gorivo

Anaerobna presnova pred uporabo blata kot gorivo je lahko kontra-produktivno, saj se zmanjša kalorična vrednost blata.

(http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/technical_guide_on_the_treatment_and_recycling_techniques_for_sludge_from_municipal_waste_1.pdf)

Zato predlagamo alkalno stabilizacijo z apnom (glej poglavje 4.2.2).

6.3.2 Sušenje blata

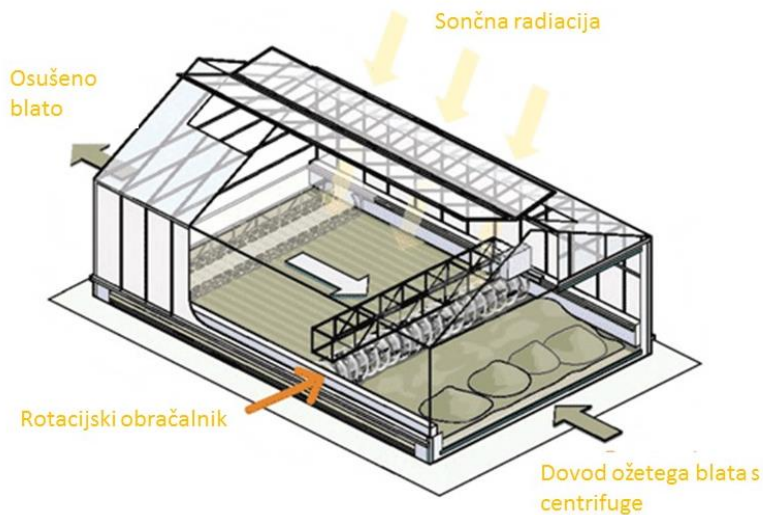
Analiza kalorične vrednosti blata je pokazala vzorčenega blata da je suhost približno 28% in kalorična vrednost le okoli 1300 kJ/kg, kar pomeni da ne gori. Blato brez vlage ima kalorično vrednost dobrih 10.800 kJ/kg.

Da bi bilo blato gorljivo je potrebna vsaj 3,5 MJ/kg.

(http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/technical_guide_on_the_treatment_and_recycling_techniques_for_sludge_from_municipal_waste_1.pdf)

Kar pomeni, da blato vsebuje preveč vode, zato ga je potrebno posušiti in sicer na čim višjo stopnjo suhosti. Z doseženo stopnjo suhosti 85% tako dobimo približno 9,2 MJ/kg kalorične vrednosti. Za primerjavo, lignit, kateri je gorivo v termoelektrarnah pa ima kalorično vrednost okoli 12-13 MJ/kg.

Za postopek sušenja predlagamo solarno sušenje blata, kot je prikazano na sliki 24. Gre za tehnologijo, podobno nam bolj poznani domači topli gredi za domače vrtnarstvo, kjer uporabljamo sončno radiacijo, kot vir toplotne energije potrebne za izparevanje ostale vode iz blatu. Gre za šotor pokrit z dvoslojno polietilensko folijo z vmesnim zrakom kot izolatorjem, ki prepušča svetlobo in sevanje ter tako greje zrak v prostoru. Po površini prostora naneseemo blato v tanki debelini (odvisno od proizvajalca obračalnika), načeloma je med 20-50 cm debeline plasti. Topel zrak po površini suši blato, zato je blato potrebno tudi obračati, da hitreje suši po celotni globini. Vlažen zrak iz prostora izpihujemo prisilno z ventilatorji ali pasivno z loputami na strehi. Seveda, bi bilo potrebno napraviti energetska bilanco v smislu koliko sončne radiacije v kWh/m² velja za področje Sevnice in ali to tudi potem zadostuje za uporabo tovrstne tehnologije.



SLIKA 24: Solarno sušenje blata (<http://www.degremont-technologies.com/Heliantis-TM-Solar-Sludge-Drying>)



SLIKA 25: Primer manjšega šotora za solarno sušenje (<http://www.gtwe-nu.com/water-treatment/waste-water-treatment/huber-waste-water-technology-costa-rica/>)

6.3.3 Primernost blata za predelavo v trdo gorivo

V »Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi« so navedene vrednosti nevarnih snovi v odpadkih iz biomase. Analiza blata, ki bi zajele vse iskane nevarne snovi, ne obstaja, zato sem primerjal samo tiste snovi katere, katere sem dobil iz priloge 3. Ker so mejne vrednosti nevarnih snovi izražene kot mg/kg trdega goriva, sem prevzel kot naše trdno gorivo blato z 85 % suhosti, kar je s sušenjem tudi maksimalno možno doseči. Omenjeno sem povzel v preglednici 21.

Blato je po označeno po klasifikacijskem seznamu pod številko 19 08 05, kar po »Uredbi o predelavi nenevarnih odpadkov v trdno gorivo in njegovi uporabi« pomeni »odpadek iz onesnažene biomase«.

PREGLEDNICA 21: Mejne in izmerjene vrednosti nevarnih snovi v odpadkih iz biomase

Onesnaževalo	Mejna vrednost za neonesnaženo biomaso (mg/kg)	Mejna vrednost za onesnaženo biomaso (mg/kg)	Izmerjena vrednost na suho snov (mg/kg)	Preračunana vrednost na 85% suho snov (mg/kg)
Arzen	1	2	ni meritve	-
Baker	10	20	136	115,6
Fluor	50	100	ni meritve	-
Kadmij	1	2	0,8	0,68
Klor	400	600	ni meritve	-
Krom	15	30	48	40,8
Pentaklorfenol	1,5	3	ni meritve	-
Svinec	15	30	46	39,1
Poliklorirani bifenili	2,5	5	ni meritve	-
Živo srebro	0,2	0,4	0,3	0,26

Ugotovljeno je, da analizirano blato, po prej omejeni uredbi, ni primerno predelavi v trdo gorivo.

7 ZAKLJUČEK

Po pregledu tehnologije in uporabe na CČN Sevnica, kjer blato po ožemanju s centrifugo oddajo zunanjemu zbiralcu tovrstnega odpadka, nas je zanimalo kako bi lahko blato še obdelali in ga koristno uporabili. Po Direktivi 2008/98/ES in njeni hierarhiji o ravnanju z odpadkom, smo si zadali cilj pogledati možnosti obdelave blata za namen uporabe v kmetijstvu ter za namen v trdo gorivo.

Za to nalogo so bile potrebne tudi dodatne analize, kot je na primer kalorična analiza blata. Čedalje strožja zakonodaja zelo omejuje uporabo blata.

Prišli smo do naslednjih zaključkov u uporaba blata iz CČN Sevnica:

- blato ni primerno za uporabo na kmetijskih površinah, saj spada v 2.razred kakovosti, zaradi prekoračitve nekaterih mejnih vsebnosti težkih kovin. 2.razred kakovosti dopušča le omejeno uporabo, kot je rekultivacijo zemljišč ali izboljšavo tal v parkih, gnojenje okrasnih rastlin v vrtnarijah in drevesnicah in sotalimi uporabami skladni z relevantno uredbo.
- blato ni primerno za predelavo v trdo gorivo, zaradi prekoračitve nekaterih mejnih vsebnosti težkih kovin.

Ne glede na ugotovitve, bi bilo smotno podrobneje preveriti energetska bilanco in ekonomski vidik vpeljave tehnologij za:

- anaerobno stabilizacijo blata s katero bi pridobivali bioplin in tega uporabili v kogeneraciji v električno energijo in toplotno energijo za lastne potrebe, višek električne energije pa bi lahko na tržišču.
- sušenje blata s sončno energijo sevanja, s katero bi drastično zmanjšali volumen blata, saj bi sušino iz sedanjih 30% povečali na 85%, preostanek vode bi izhlapel. Ker upravnik CČN Sevnica plačuje trenutnemu odjemalcu blata v €/tono, bi to pomenilo manjši strošek odvoza.

Največja ugotovitev pri izdelavi te diplomske naloge je, da na blato ne smemo gledati kot odvečni odpadki, temveč kot surovino, katero lahko s primerno obdelavo koristno uporabimo ali izkoristimo. Za doseg tega pa se vračamo k virom onesnaženja, saj se vse prične pri viru, kjer onesnaževalci žal lahko odločajo kako kakovostno bo lahko to blato. Zato smatramo, da je monitoring, posebej pri onesnaževalcih s tehnološko odpadno vodo, ključnega pomena. Žal se to ne izvaja, kot bi se moralo in tudi redko kdaj kršitelje ugotovimo kaj šele sankcioniramo. Ne smemo pa pozabiti, da je tudi ozaveščanje prebivalstva in etika do okolja prav tako ključnega pomena in navsezadnje odraža tudi kulturo naroda.

VIRI

- Andreoli C. V., Sperling M., Fernandes F. 2007. Sludge Treatment and Disposal. Volume Six. London, IWA Publishing: 241 str.
- Degremont G. 1991. Watter Treatment Handbook. 6th English ed. Paris, Lavoisier Publishing: 1596 str.
- Degremont technologies, Heliantis Solar Sludge Drying. <http://www.degremont-technologies.com/Heliantis-TM-Solar-Sludge-Drying> (Pridobljeno 30. 07. 2016.)
- Disposal and recycling routes for sewage sludge. 2001. Scientific and technical sub-component report. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities: 72 str.
- Gray N. F. 2010. Water Technology (Third edition), An Introduction for Environmental Scientists and Engineers. London, IWA Publishing: str. 645-646.
- HUBER Waste Water Treatment Technology in Costa Rica. <http://www.gtwe-nu.com/water-treatment/waste-water-treatment/huber-waste-water-technology-costa-rica/> (Pridobljeno 30. 07. 2016.)
- Hung Y., Wang, K. L., Shammass K. N. Handbook of Environment and Waste Management. Volume 2: Land and Groundwater Pollution Control. USA, World Scientific Publishing Company: 1116 str.
- Operation of Municipal Wastewater Treatment Plants. WEF Manual of Practice. No. 11, Sixth Edition. 2007. Volume III Solids Processes. Alexandria, Water Environment Federation: 1296 str.
- Roš M., Zupančič G.D. 2010. Čiščenje odpadnih voda. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja: 330 str.
- Technical Guide on the Treatment and Recycling Techniques for Sludge from municipal Wastewater Treatment with references to BestAvailable Techniques (BAT). <http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/technical>

_guide_on_the_treatment_and_recycling_techniques_for_sludge_from_municipal_waste_1.pdf (Pridobljeno 30. 07. 2016.)

- The Sorticaner Centrifuge. <http://www.sgconsulting.co.za/industrial-equipment/flottweg/flottweg-sorticanter/> (Pridobljeno 05. 06. 2016)
- Turovskiy S. Izrail, Mathai P. K. 2006. Wastewater sludge processing. Hoboken, New Jersey, John Wiley & Sons, Inc: 354 str.

Direktive in Uredbe

- Direktiva 2008/98/ES
- Uredba o odpadkih. Uradni list RS, št.103/2011, št. 37/2015.
- Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu. Uradni list RS, št. 62/08.
- Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata. Uradni list RS, št. 99/2013.
- Uredba o mejnih vrednostih vnosa nevarnih snovi in gnojil v tla. Uradni list RS, št. 84/05, 62/08, 113/09.
- Uredba o varstvu voda pred onesnaževanjem z nitrati iz kmetijskih virov. Uradni list RS, št. 113/09, 5/13 in 22/15.
- Uredba o predelavi nenevarnih odpadkov v trdo gorivo in njegovi uporabi. Uradni list RS, št. 96/2014.
- Uredba o emisiji snovi in toplote pri odvajanju odpadnih voda v vode in javno kanalizacijo. Uradni list RS, št. 64/12, 64/14 in 98/15.
- Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode. Uradni list RS, št. 98/2015.

PRILOGE

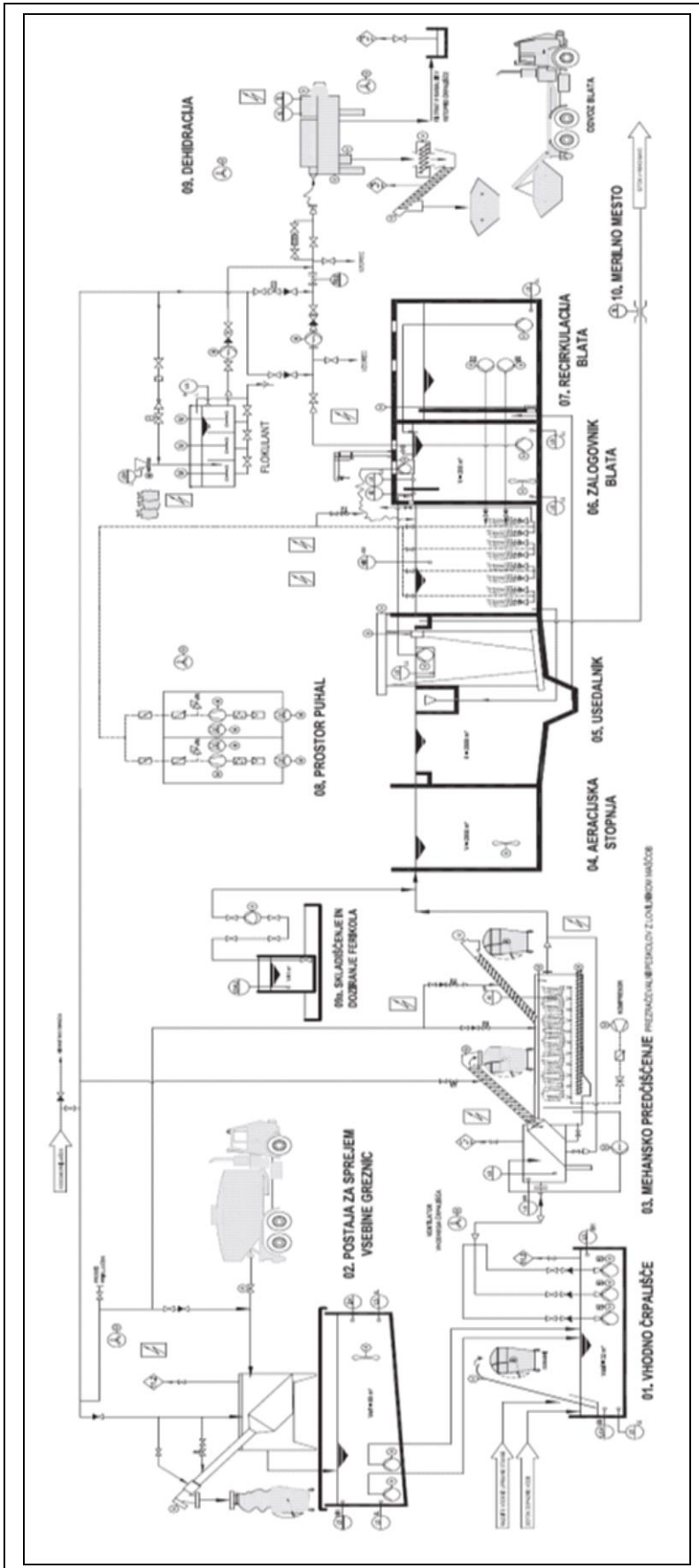
PRILOGA 1: Tehnološka shema CČN Sevnica

PRILOGA 2: Prerez centrifugalne naprave PIERALISI FP 600 2RS/M

PRILOGA 3: Poročilo o analizi blata iz CČN Sevnica

PRILOGA 4: Analiza kalorične vrednosti blata iz CČN Sevnica

PRILOGA 1: Tehnološka shema CCN Sevnica



PRILOGA 2 : Prerez centrifugalne naprave PIERALISI FP 600 2RS/M

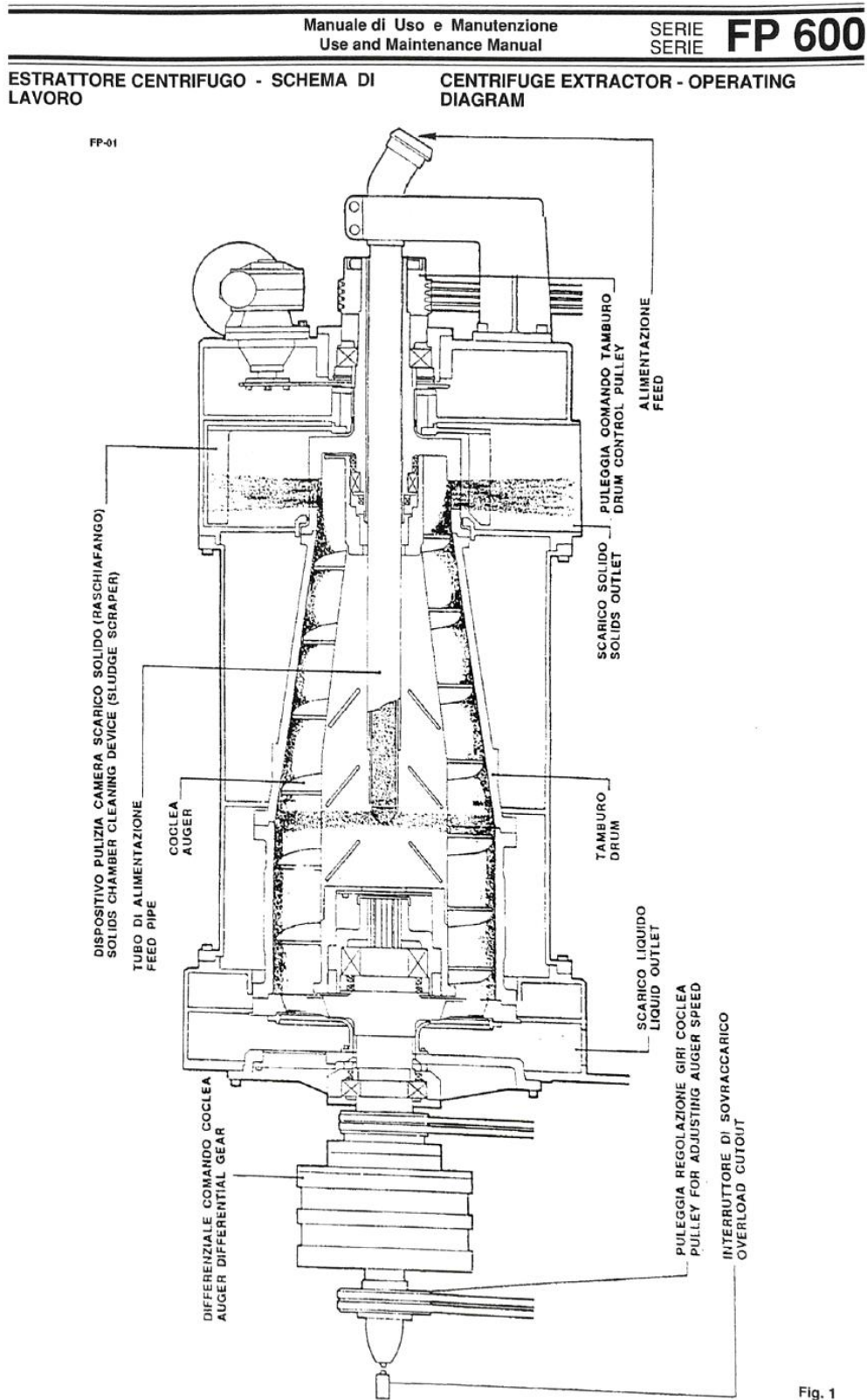


Fig. 1

PRILOGA 3: Poročilo o analizi blata iz CCN Sevnica



ZAVOD ZA ZDRAVSTVENO VARSTVO CELJE

IPAVČEVA 18, 3000 CELJE, telefon: +386 3 42 51 200, telefax: +386 3 42 51 115
Oddelek za sanitarno kemijo

Datum: 12.10.2010

KEMIJA prot.št.: ODP 2010/54
Odpadki Datum izvida: 12.10.2010

POROČILO O PRESKUSU
Monitoring kakovosti

Izvor: 177/ODP-2010: Stabilizirano biološko razgrdljivo blato iz CCN Sevnica

Lastnik: Javno podjetje Komunala Sevnica d.o.o., Naselje heroja Maroka 17, 8290 Sevnica

Naročnik: Ekologija življenskega okolja

Odvzem: 24.08.2010, 11:50 Gobec Matevž, univ. dipl. biokemik

Sprejem: 24.08.2010, 13:45 Preiskan do: 12.10.2010

Rezultati preskušanja

Parameter	Rezultat	Enota	Merilna negot.	Normativ	Metoda	Opombe	Začetek konec
Laboratorijski parametri							
PARAMETRI MULJA					/		26.08. 05.10.
Suha snov	30	%			186/		16.09. 05.10.
Organska snov	41	% s.s.			186/		05.10. 05.10.
Gostota	0,82	kg/L			186/		26.08. 26.08.
Elektroprevodnost	1,91	mS/cm			/SIST EN 12457-4		09.09. 09.09.
pH-vrednost	6,74	enote pH	3%		238/SIST ISO 10523		09.09. 09.09.
Celotni vezani dušik	26000	mg N/kg s.s.			271/SIST EN 25663		29.09. 29.09.
Celotni fosfor	18000	mg P ₂ O ₅ /kg s.s.			201/SIST ISO 6878		05.10. 05.10.
Kalij	8000	mg K ₂ O/kg s.s.			/SIST EN ISO 17294-2:2005		23.09. 23.09.
Kalcij	100000	mg CaO/kg s.s.			/SIST EN ISO 17294-2:2005		23.09. 23.09.
Magnezij	59000	mg MgO/kg s.s.			/SIST EN ISO 17294-2:2005		23.09. 23.09.
Bor	7	mg/kg s.s. B			/SIST EN ISO 17294-2:2005		29.09. 05.10.
Molibden	5	mg/kg s.s. Mo			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Neželeni primesi	<0,1	% s.s.			186/		28.09. 28.09.
Trdni delci (steklo, plastika, kovina) >2mm	<0,1	% s.s.			186/		28.09. 28.09.
Mineralni trdni delci; > 5mm	<0,1	% s.s.			186/		07.09. 07.09.
Sposobnost sprejemanja kisika po štirih dneh	86000	mg O ₂ /kg s.s.			252/ISO 5815-1:2003, SIST EN ISO 9408:2000		20.09. 27.09.
Kaljiva semena plevela	0	število/L			186/		26.08. 28.09.
Kadmij	0,8	mg/kg s.s. Cd			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Baker	136	mg/kg s.s. Cu			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.

Rezultati preskušanja se nanašajo izključno na preskušani vzorec.

Poročilo se brez pisnega pristanka preskusnega laboratorija ne sme reproducirati, razen v celoti in se ne sme uporabljati v reklamne namene

Stran: 1/2

Verzija programa: 1.3

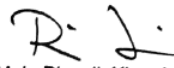
Datum: 12.10.2010

KEMIJA prot.št.: ODP 2010/54
Odpadki Datum izvida: 12.10.2010

Rezultati preskušanja

Parameter	Rezultat	Enota	Merilna negot.	Normativ	Metoda	Opombe	Začetek konec
Nikelj	25	mg/kg s.s. Ni			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Svinec	46	mg/kg s.s. Pb			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Živo srebro	0,3	mg/kg s.s. Hg			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Cink	370	mg/kg s.s. Zn			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Celotni krom	48	mg/kg s.s. Cr			/SIST EN ISO 17294-2:2005		14.09. 14.09.
Polciklični aromatski ogljikovodiki (PAH)	3,0	mg /kg s.s.			179/SIST ISO 13877		10.09. 28.09.
Poliklorirani bifenili (PCB) - Vsota	<0,1	mg/kg s.s.			176/SIST EN 15308		10.09. 16.09.

Točke: 528



Maja Plevnik Klepej, univ.dipl.kem.
Odgovorni analitik



mag. Andrej Planinšek, univ.dipl.kem.
spec.san.kemije
Predstojnik

PRILOGA 4: Analiza kalorične vrednosti blata iz CČN Sevnica



Sektor kontrole kakovosti
Laboratorij vhodne kontrole in ekologije
Tovarniška 18
8270 KRŠKO

POROČILO O PRESKUŠANJU

oznaka / št.: P-147/2016-Z
datum izdaje: 29.07.2016

Odjemalec:	g. Aleš Strupeh
Kontaktna oseba odjemalca:	g. Aleš Strupeh
Naročilo:	
Opis vzorca:	biološko blato ČNS
Laboratorijska oznaka vzorca:	147/2016-Z
Datum sprejema vzorca:	28.07.2016 ob 08:57
Oznaka vzorca ob sprejemu:	
Stanje vzorca ob sprejemu:	brez oznake, v PE vrečki
Datum preskušanja:	naveden v tabeli z rezultati
Datum vzorčenja:	27.07.2016 ob 15:00
Izvajalec vzorčenja:	odjemalec

parameter	enota	rezultat (vzorec v beli vrečki)	rezultat (vzorec v rdeči vrečki)	datum izvedbe preskusa
Vsebnost vode	%	71,79	72,23	28.07.2016
Vsebnost suhe snovi	%	28,21	27,77	
Pepel (550°C) <small>dostavljeno stanje</small>	%	14,76	14,40	28.07.2016
Gorljive snovi <small>dostavljeno stanje</small>	%	13,45	13,37	
Kurilnost sp. <small>dostavljeno stanje</small>	kJ/kg	1360	1254	29.07.2016
Kurilnost sp. <small>brez vlage</small>	kJ/kg	10800	10865	

Analitik vhodne kontrole in ekologije:
Ida Mežič

Vodja kontrole kakovosti:
Sandra Lilg

Stran 1 od 1

Rezultati preskušanja se izključno nanašajo na preskušani vzorec. Razmnoževanje poročila, razen v celoti, ni dovoljeno. Vse dodatne informacije o opravljenih preskusih so dostopne v laboratoriju. Pisne pritožbe upoštevamo v 14-ih dneh od datuma oddaje poročila o preskušanju

oznaka / št.: P-147/2016-Z
datum izdaje: 29.07.2016