

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PRENOVA CENTRIFUGE NA CENTRALNI ČISTILNI
NAPRAVI ŠALEŠKE DOLINE**

MATIC PLAZAR

VELENJE, 2017

VISOKA ŠOLA ZA VARSTVO OKOLJA

DIPLOMSKO DELO

**PRENOVA CENTRIFUGE NA CENTRALNI ČISTILNI
NAPRAVI ŠALEŠKE DOLINE**

MATIC PLAZAR

Varstvo okolja in ekotehnologije

Mentor: prof. dr. Milenko Roš

Somentorica: Alenka Štramcar, dipl. ing. kem. teh.

VELENJE, 2017

Na podlagi Diplomskega reda izdajam naslednji

SKLEP O DIPLOMSKEM DELU

Študent Visoke šole za varstvo okolja **Matic Plazar** lahko izdela diplomsko delo z naslovom v slovenskem jeziku:

Prenova centrifuge na centralni čistilni napravi Šaleške doline.

Naslov diplomskega dela v angleškem jeziku:

Renovation of a centrifuge at the Central wastewater treatment plant of the Šalek Valley.

Mentor: **prof. dr. Milenko Roš.**

Somentorica: **Alenka Štramcar, dipl. ing. kem. teh.**

Diplomsko delo mora biti izdelano v skladu z Diplomskim redom VŠVO.

Pouk o pravnem sredstvu: zoper ta sklep je dovoljena pritožba na Senat VŠVO v roku 8 delovnih dni od prejema sklepa.



Izr. prof. dr. Boštjan Pokorny
dekan

Visoka šola za varstvo okolja

Trg mladosti 7 | 3320 Velenje

t: 03 898 64 10 | f: 03 89864 13 | e: info@vsvo.si

www.vsvo.si





IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani/a MATIC PLAZAR, vpisna številka 34100086,
študent/ka visokošolskega strokovnega študijskega programa Varstvo okolja in
ekotehnologije, sem avtor/ica diplomskega dela z naslovom
PRENOVA CENTRIFUGE NA CENTRALNI ČISTILNI NAPRAVI
ŠALEŠKE DOLINE

ki sem ga izdelal/a pod:

- mentorstvom prof. dr. MILENKO POŠ
- somentorstvom ALENKA ŠTRAMCAR, dipl. ing. kem. teh.

S svojim podpisom zagotavljam, da:

- je predloženo delo moje avtorsko delo, torej rezultat mojega lastnega raziskovalnega dela;
- oddano delo ni bilo predloženo za pridobitev drugih strokovnih nazivov v Sloveniji ali tujini;
- so dela in mnenja drugih avtorjev, ki jih uporabljam v predloženem delu, navedena oz. citirana v skladu z navodili VŠVO;
- so vsa dela in mnenja drugih avtorjev navedena v seznamu virov, ki je sestavni element predloženega dela in je zapisan v skladu z navodili VŠVO;
- se zavedam, da je plagiatorstvo kaznivo dejanje;
- se zavedam posledic, ki jih dokazano plagiatorstvo lahko predstavlja za predloženo delo in moj status na VŠVO;
- je diplomsko delo jezikovno korektno in da je delo lektoriral/a KATJA PLAZAR;
- dovoljujem objavo diplomskega dela v elektronski obliki na spletni strani VŠVO;
- sta tiskana in elektronska verzija oddanega dela identični.

Datum: 21. 7. 2017

Podpis avtorja/ice: 

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorju prof. dr. Milenku Rošu za mentorstvo ter pomoč pri izdelavi diplomskega dela.

Prav tako se iskreno zahvaljujem somentorici ge. Alenki Štramcar za pomoč in koristne nasvete pri izdelavi diplomskega dela.

Zahvaljujem pa se tudi svoji družini za vzpodbudo in pomoč v času mojega študija.

IZVLEČEK

Čiščenje odpadnih voda na Centralni čistilni napravi Šaleške doline poteka po postopku biofiltracije s fiksirano biomaso. Delovanje CČN je razdeljeno na tri sklope, in sicer na mehansko čiščenje, biofiltracijo in linijo za obdelavo blata ter izrabo bioplina.

V diplomskem delu smo naredili raziskavo vpliva prenove centrifuge na CČN, ki so jo izvedli v letu 2011 predvsem zaradi težav pri doseganju ustrezne sušine dehidriranega blata in preobremenjenega centrifugata pri centrifugiranju odvečnega blata.

S prenovo centrifuge se je izboljšala sušina dehidriranega blata ter znižala vsebnost neraztopljenih snovi v centrifugatu ob zmanjšani porabi flokulanta.

Problem, ki sem ga obravnaval v diplomskem delu, se nanaša na prikaz doseženih rezultatov pri sušini blata, neraztopljenih snovi v centrifugatu, porabo flokulanta, in sicer pred prenovo centrifuge in po njeni prenovi. Prav tako sem podal zahteve zakonodaje in nadaljnje usmeritve za uvedbo novih, naprednejših tehnologij pri obdelavi blata. Uvedba novih tehnologij za sušenje blata bi zagotovila povečanje sušine blata nad 90 %, prav tako pa bi nove tehnologije zagotavljale uskladitev z evropskimi smernicami in slovenskimi pravnimi normami, ki poudarjajo odgovornost povzročitelja odpadkov, da ta že na izvoru omeji in preprečuje njihovo nastajanje, zmanjša njihov volumen in ustrezno pripravi odpadke za njihovo recikliranje ter snovno ali pa energetska izrabo s ciljem zagotavljanja krožnega gospodarstva.

V okviru usmeritev pa sem navedel dobre prakse v Sloveniji, ki se nanašajo na sušenje blata, kot tudi na sisteme vodenja s poudarkom na sistemu upravljanja s sredstvi.

Ključne besede: Centralna čistilna naprava, dehidracija blata, prenova centrifuge, centrifugat.

SUMMARY

Waste water treatment at the Central Waste Water Treatment Plant (CWWTP) of the Šalek Valley is done by using the procedure of biofiltration with a fixed biomass. The functioning of the CWWTP is divided into three sections, i.e. mechanical cleaning, biofiltration and sludge treatment line, and the use of biogas.

The diploma thesis explores the effect of the CWWTP centrifuge renovation, which was carried out in 2011 due to troubles in attaining appropriate levels of dehydrated sludge dryness and centrifugate overload while centrifugating excess sludge.

Renovating the centrifuge improved the dehydrated sludge dryness and lowered the amount of suspended matter in the centrifugate, while at the same time using less flocculant.

The issue addressed in the diploma thesis are the achieved results on sludge dryness, suspended matter in the centrifugate and the use of flocculant before and after the centrifuge renovation. In addition, we have also provided legislative requirements and further guidelines for introducing new, advanced technologies in sludge treatment. The introduction of new sludge drying technologies would raise sludge dryness above 90 %; furthermore, new technologies would ensure compliance with European directives and Slovenian legal norms which emphasize waste producer responsibility. This entails that the producer limits and prevents waste production at its source, reduces its volume and adequately prepares waste for recycling and material or energy use in order to contribute to a circular economy.

Provided guidelines include examples of good practices in Slovenia regarding sludge drying as well as management systems, where special attention is paid to asset management systems.

Key words: Central Waste Water Treatment Plant, sludge dewatering, centrifuge renovation, centrifugate.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD.....	8
2	TEORETIČNA IZHODIŠČA.....	9
2.1	Splošno o blatu.....	9
2.2	Sistemi vodenja.....	10
2.2.1	Sistem vodenja kakovosti in sistem ravnanja z okoljem.....	10
2.2.2	Sistem obvladovanja premoženja – sredstev.....	12
2.3	Zakonodajne in druge zahteve pri čiščenju odpadnih vod.....	12
2.4	Dehidracija blata.....	18
2.4.1	Centrifuge.....	19
2.4.1.1	Glavni sestavni deli centrifuge.....	20
2.4.2	Tračna filtrirna stiskalnica.....	23
2.4.3	Stiskalnice s ploščami in okvirji.....	23
2.4.4	Vakuumski filtri.....	24
2.4.5	Sušilne grede.....	24
2.4.6	Zmanjševanje količine blata.....	24
2.4.7	Sežigalnice.....	24
2.4.8	Termični (toplotni) sušilniki.....	24
2.5	Možne tehnologije za obdelavo odvečnega blata.....	25
2.5.1	Toplotna obdelava blata v CČN Ljubljana (CČNL).....	25
2.5.2	Obdelava blata na sušilnici v CČN Novo mesto.....	26
3	MATERIALI IN METODE.....	29
3.1	Sistemi vodenja v Komunalnem podjetju Velenje.....	29
3.2	Opis CČN Šaleške doline.....	30
3.2.1	Potreba po izgradnji čistilne naprave.....	30
3.2.2	Osnovni opis in podatki o Centralni čistilni napravi Šaleške doline.....	30
3.3	Delovanje Centralne čistilne naprave Šaleške doline.....	31
3.3.1	Mehansko čiščenje.....	31
3.3.1.1	Fine grablje.....	31
3.3.1.2	Vhodno črpališče.....	32
3.3.1.3	Prezračen peskolov z maščobnikom.....	32
3.3.1.4	Primarna usedalnica.....	33
3.3.1.5	Sprejem greznic (septika).....	33
3.3.2	Biofiltracija.....	34
3.3.2.1	Doziranje FeCl ₃	36
3.3.2.2	Recikel.....	36

3.3.2.3	Denitrifikacija in nitrifikacija.....	36
3.3.2.4	Bazen odpadne pralne vode.....	38
3.3.2.5	Iztok čiščene vode.....	38
3.3.3	Linija obdelave blata	38
3.3.3.1	Zgoščevalnik blata	38
3.3.3.2	Gnilišči 1 in 2.....	39
3.3.3.3	Zalogovnik za pregnito blato.....	40
3.3.3.4	Dehidracija blata	40
3.3.3.5	Izraba bioplina	40
3.4	Obdelava blata na CČN Šaleške doline - centrifugiranje.....	41
3.4.1	Parametri, ki vplivajo na kvaliteto dehidriranega blata in centrifugata.....	42
3.4.1.1	Hitrost bobna.....	42
3.4.1.2	Tip polielektrolita	42
3.4.1.3	Raztopina polielektrolita	42
3.4.1.4	Diferencialna hitrost.....	43
3.4.1.5	Nivo vode v centrifugi.....	43
3.4.1.6	Količina blata.....	43
3.4.1.7	Poraba polielektrolita.....	44
3.4.2	Centrifugat in dehidrirano blato kot končna produkta centrifugiranja	44
3.4.2.1	Amonijev dušik.....	44
3.4.2.2	Amonifikacija.....	45
3.4.2.3	Amoniak v anaerobni presnovi	45
3.4.2.4	Neraztopljene snovi.....	45
3.5	Metode dela.....	46
4	REZULTATI IN RAZPRAVA	48
4.1	Količina dehidriranega blata.....	48
4.2	Flokulant.....	49
4.3	Neraztopljene snovi v centrifugatu	51
4.4	Odstotek sušine blata	52
5	SKLEPI.....	54
6	LITERATURA	55
7	PRILOGE	58

KAZALO SLIK

Slika 1: Zunanji in notranji dejavniki, ki vplivajo na poslovanje organizacije (Vir: Medmrežje 5, 2017)	11
Slika 2: Področja standarda ISO 14001(Vir: Medmrežje 6, 2017)	11
Slika 3: Hierarhija ravnanja z odpadki (Vir: Medmrežje 7, 2017)	14
Slika 4: Ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav (Vir: Medmrežje 4, 2017).....	15
Slika 5: Tehnike obdelave blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav (Vir: Medmrežje 7, 2017)	17
Slika 6: Shema aksialne centrifuge (Vir: Mlakar, 2009, 23)	19
Slika 7: Principi delovanja: a) sotočna centrifuga, b) protitočna centrifuga (Vir: Mlakar, 2009, 24)	20
Slika 8: Deli centrifuge (vir: Mlakar, 2009, 26).....	21
Slika 9: Postopek dodatne obdelave blata s sušenjem (Vir: Mislej, V. in ostali, 2011).....	26
Slika 10: Prikaz doziranja blata na tračno sušilnico (Vir: Poslovnik za obratovanje sušilnice blata CČN Novo mesto, 2015, 23)	28
Slika 11: Sušilnica blata (Vir: Poslovnik za obratovanje sušilnice blata CČN Novo mesto, 2015, 24)	29
Slika 12: Shema CČN Šaleške doline (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 10)	31
Slika 13: Fine grablje (Vir: Štramcar, 2008, 29).....	32
Slika 14: Pralnik peska (Vir: Štramcar, 2008,30).....	33
Slika 15: Fino sito (Vir: Štramcar, 2008, 32).....	34
Slika 16: Biofiltracija (Vir: Štramcar, 2008, 32).....	35
Slika 17: Shema biofiltracije (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 16)	35
Slika 18: Črpalke za recikel (Vir: Štramcar, 2008, 34)	36
Slika 19: Shema biofiltra v procesu delovanja (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 18).....	36
Slika 20: Biofilter v procesu pranja (Vir: Štramcar, 2008, 35)	37
Slika 21: Shema filtra v procesu pranja (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 20)	38
Slika 22: Zgoščevalnik blata (Vir: Štramcar, 2008, 37).....	39
Slika 23: Gnilišči (Vir: Štramcar, 2008, 37).....	39
Slika 24: Centrifuga (Vir: Štramcar, 2008, 39).....	40
Slika 25: Plinski motor s kapaciteto 150 kW (Vir: Štramcar, 2008, 40)	41
Slika 26: Postopek flokulacije (Vir: Mičić, 2011, 24)	42
Slika 27: Kontrola nivoja vode (Vir:Mičić, 2011, 19)	43
Slika 28: Pot centrifugata (Vir: Mičić, 2011, 20).....	44
Slika 29: Količina dehidriranega blata v letih med 2010 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	48

Slika 30: Poraba flokulanta v kg med leti 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)	49
Slika 31: Poraba flokulanta [kg/ t s.s.] v letih med 2008 in 2016 (vir: lasten, 2017).....	50
Slika 32: Neraztopljene snovi v centrifugatu v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	51
Slika 33: Odstotek sušine blata v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	52
Slika 34: Gibanje sušine dehidriranega blata med leti 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	53
Slika 35: Pregled gibanja sušine dehidriranega blata in sušine centrifugata po izbranih dnevih v letu 2011 (Vir: lasten, 2017)	53
Slika 36: Pregled porabe flokulanta, sušine dehidriranega blata, sušine centrifugata po izbranih dnevih v letu 2011 (Vir: Štramcar, 2011)	54
Slika 37: Učinek zmanjšanja dehidriranega blata na stroške prevoza (Vir: lasten, 2017).....	54

KAZALO TABEL

Tabela 1: Kazalniki učinkovitosti (Vir: lasten, 2017).....	12
Tabela 2: Količina blata komunalnih in skupnih čistilnih naprav v obdobju 2006-2014 – izraženo kot suha snov (Vir: Medmrežje 4, 2017).....	15
Tabela 3: Tehnološki podatki dehidracije blata (Vir: lasten, 2017).....	46
Tabela 4: Metode dela za dehidrirano blato (Vir: lasten, 2017)	46
Tabela 5: Meritve za dehidrirano blato (Vir: lasten, 2017)	47
Tabela 6: Meritve za centrifugat (Vir: lasten, 2017)	47
Tabela 7: Količina dehidriranega blata (Vir: lasten, 2017)	48
Tabela 8: Poraba flokulanta v kg v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	49
Tabela 9: Poraba flokulanta [kg/ t s.s.] v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)	50
Tabela 10: Neraztopljene snovi v centrifugatu v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017) .	51
Tabela 11: Odstotek sušine blata v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017).....	52
Tabela 12: Podatki za sušino dehidriranega blata (Vir: lasten, 2017)	58
Tabela 13: Podatki o neraztopljenih snoveh v centrifugatu (Vir: lasten, 2017).....	59

KRATICE

ARSO	Agencija Republike Slovenije za okolje
BS OHSAS	Occupational Health and Safety management Systems
BPK ₅	Biokemijska potreba po kisiku
cca	Približno
ČN	Čistilna naprava
CČN	Centralna čistilna naprava
CČNL	Centralna čistilna naprava Ljubljana
DN	Denitrifikacija
EU	Evropska unija
HACCP	Hazard analysis and critical control points
ISO	International Organization for Standardization
KPK	Kemijska potreba po kisiku
MOP	Ministrstvo za okolje in prostor
N	Nitrifikacija
PAS55	Asset Management Standards
RS	Republika Slovenija
s.s.	Suha snov

1 UVOD

Varstvo okolja postaja vse pomembnejše. Posledica tega je tudi vedno bolj zaostrena evropska in slovenska zakonodaja za urejanje tega področja.

Šaleška dolina, ki je bila v preteklosti zaradi premogovništva, razvoja industrije, energetike, širjenja naselij, zlasti Velenja, eno okoljsko najbolj degradiranih območjih, se je s tem problemom pričela pospešeno ukvarjati že sredi osemdesetih let, predvsem zaradi onesnaženosti reke Pake, ki je njen glavni vodotok. Po izgradnji I. faze centralne čistilne naprave leta 1990, so že v letu 1992 na takratni občini Velenje začrtali sistem sanacijskih programov varstva zraka, vode in tal. Eden ključnih ciljev sanacijskega programa je bil izgradnja II. faze centralne čistilne naprave za komunalne odpadne vode. Izbrali so tehnologijo biofiltracije. Vse od septembra 2006, ko je bila zaključena II. faza CČN, se izvajajo procesi nenehnih izboljšav, med katerimi je tudi prenova centrifuge za dehidracijo odvečnega blata v letu 2011.

Upravljelec Centralne čistilne naprave Šaleške doline je Komunalno podjetje Velenje, d.o.o.. Glavne naloge podjetja so oskrba uporabnikov s komunalnimi storitvami na območju občin Velenje, Šoštanj in Šmartno ob Paki. To zajema oskrbo s toplotno energijo in hladom, zemeljskim plinom, pitno vodo, odvajanjem in čiščenjem komunalne odpadne in padavinske vode ter izvajanje pokopališko-pogrebne dejavnosti.

V podjetju imajo že od leta 2004 vzpostavljene sisteme vodenja, in sicer: sistem vodenja kakovosti SIST ISO 9001, sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu BS OHSAS 18001 in sistem ravnanja z okoljem SIST ISO 14001. Cilj slednjega je podpreti varovanje okolja, preprečevanje onesnaževanja v ravnovesju s socialno-ekonomskimi potrebami.

Za redna vzdrževalna dela se v podjetju uporablja računalniško podprt program SOVA, ki omogoča stalen in ažuren pregled stanja opreme, spremljanje posegov na opremi, analiziranje in izboljševanje vzdrževalnih postopkov z možnostjo vpogleda v zgodovino posegov, pregled porabe materialov ter spremljanje stroškov in načrtovanje tako preventivnih kot korektivnih vzdrževalnih posegov.

V okviru Komunalnega podjetja Velenje d.o.o. delujejo tudi različne strokovne službe, in sicer: Finančno- računovodska služba, Prodajno-komercialna služba, Služba informatike, Služba za varnost in zdravje pri delu, Služba investicij in razvoja, Nabavna služba, Služba za tehnologije in nadzor. Službe predstavljajo organizacijsko zaključene enote strokovno usposobljenih delavcev za zagotavljanje strokovne podpore pri izvedbi zahtevnih tehničnih in tehnoloških rešitev. Ena izmed njih je tudi Služba za tehnologije in nadzor, ki vrši celoten nadzor nad tehnološkimi procesi celotnega podjetja pod katero spada Centralna čistilna naprava Šaleške doline. V sklopu službe deluje tudi Tehnološki laboratorij za analizo pitne in odpadne vode, ki je certificiran skladno z zahtevami SIST ISO/IEC 17025.

Centralna čistilna naprava Šaleške doline leži na površini 2,1 ha ob Primorski cesti, v industrijskem predelu med mestom Šoštanj in naseljem Pohrastnik. Zgrajena je za 50.000 PE. Na CČN je bilo konec leta 2016 priključenih 36.200 prebivalcev oz. 80,7 % vseh prebivalcev, nepriključenih je še 8.654 prebivalcev. V delovnih dneh napravo dodatno obremenjuje približno 4.000 dnevni migrantov.

CČN Šaleške doline je razdeljena na tri zaokrožene tehnološke sklope, in sicer: na mehansko čiščenje, biološko čiščenje in linijo obdelave blata.

Namen diplomskega dela je predstaviti namen, delovanje in tehnološke procese na Centralni čistilni napravi Šaleške doline, predvsem proces dehidracije blata s poudarkom na centrifugiranju pred in po prenovi centrifuge ter ugotavljanju učinkov prenove. Opisali bomo tudi vzorčenje, analizo in končne rezultate s predlogi morebitnih izboljšav.

V diplomskem delu smo si postavili naslednje hipoteze:

- S prenovo centrifuge se izboljša sušina blata,
- S prenovo centrifuge se je zmanjšala količina neraztopljenih snovi v centrifugatu,
- S prenovo centrifuge se je zmanjšala poraba flokulanta,
- Naložba v prenovo centrifuge se je izplačala.

Metode dela

Diplomsko delo je razdeljeno na vsebinsko/teoretičen del, empiričen/praktični del ter razvojni del. V prvem delu diplomskega dela sem na osnovi podatkov, ki so mi bili dostopni v podjetju, v strokovni literaturi, člankih, zakonodaji opisal sisteme vodenja, zakonske zahteve glede odlaganja blata, delovanje CČN, vzdrževanje delovne opreme v CČN in tehnološke rešitve povezane s sušenjem blata. Viri podatkov so mi bili dostopni v podjetju in na intranetu.

V praktičnem delu sem analiziral rezultate za količino blata, sušino dehidriranega blata, sušino centrifugata ter porabo flokulanta.

V razvojnem delu diplomskega dela pa sem predstavil rezultate na področju blata v Sloveniji, možne nadaljnje obdelave blata ter dobro prakso obdelave blata in vzpostavitve sistemov vodenja v nekaterih slovenskih CČN.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 Splošno o blatu

Blato komunalnih čistilnih naprav nastaja kot odpadki pri biološkem čiščenju komunalnih odpadnih voda za potrebe izvajanja predpisanih zahtev za zagotavljanje dobrega stanja vodnih teles. Količina nastalega blata je v prvi vrsti odvisna od vrste odpadne vode in od samega postopka čiščenja. Sama sestava odpadne vode in odpadnega blata pa je odvisna od načina življenja v posameznem okolju. Ravnanje z blatom čistilne naprave predstavlja 30-50 odstotkov obratovalnih stroškov čistilne naprave, zato je treba vprašanju racionalne izrabe snovne in energetske vsebnosti blata posvetiti veliko pozornost. Blato komunalnih čistilnih naprav vsebuje organske snovi in hranila (dušik, fosfor, minerale), kar narekuje njegovo recikliranje, npr. na kmetijske površine. Lahko je onesnaženo z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), in tudi hormonsko aktivne snovi. V tem primeru pridejo v poštev ostali načini predelave blata, predvsem termični ali kemični.

Po podatkih ARSO se količina blata komunalnih in skupnih čistilnih naprav zaradi izgradnje nove infrastrukture povečuje. V letu 2014 je v Sloveniji nastalo okoli 28.300 ton blata (izraženo kot suha snov blata) iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav, ki se v skladu z veljavno zakonodajo tretira kot odpadki 19 08 05 (ARSO, 2017).

Povzeto po podatkih ARSO je bila v obdobju 2006-2014 povprečna vlažnost tega odpadka več kot 60 %. Iz Programa ravnanja z odpadki in Programa preprečevanja odpadkov v Republiki Sloveniji pa izhaja, da je projekcija ravnanja z blatom iz komunalnih čistilnih naprav do leta 2030 pripravljena ob predpostavki, da se bo iz blata na območju komunalne oziroma skupne

čistilne naprave odcedila voda pred oddajo blata v nadaljnjo obdelavo pod 50 odstotkov vlažnosti blata.

Prav tako omenjeni program nadalje določa, da je potrebno naprave za obdelavo blata iz komunalnih čistilnih naprav z zmogljivostjo več kot 10.000 PE načrtovati, graditi in upravljati kot del te čistilne naprave na kraju nastanka blata. V okviru obratovanja komunalne čistilne naprave z zmogljivostjo čiščenja več kot 10.000 PE pa je treba izvajati naslednje ukrepe obdelave blata:

- stabilizacija blata z obdelavo v gnilišču (preprečevanje emisije vonja, izboljšanje ustreznosti za skladiščenje in prevoz blata, raba energije iz plina, ki se sprošča pri biološki razgradnji organskih snovi v blatu),
- zmanjšanje prostornine (odvajanje vode in sušenje glede na zahteve nadaljnje obdelave),
- higienizacija (če je potrebna),
- začasno skladiščenje (skladiščenje med njegovo obdelavo iz prejšnjih alinej in nadaljnjo predelavo ali odstranjevanjem).

Odlaganje blata iz komunalnih čistilnih naprav je prepovedano od izteka posebnih določb v Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (od 16. julija 2009).

Odvečno blato, ki nastaja pri biološkem čiščenju odpadne vode, predstavlja največji delež odpadkov na čistilni napravi. Blato ima na vstopu v proces obdelave visok delež vode in organskih snovi. Cilj obdelave blata je zmanjšanje deleža vode in izvedba kontrolirane razgradnje blata. Končni produkt obdelave blata je stabiliziran biološko razgradljiv odpadek, ki je zaradi svojih lastnosti in količine enostaven za skladiščenje ter transportiranje in je primeren za snovno ali energijsko izrabo.

2.2 Sistemi vodenja

2.2.1 Sistem vodenja kakovosti in sistem ravnanja z okoljem

S standardom ISO 9001 se je v mednarodnem poslovnem okolju uveljavil standard, ki je v mnogih panogah postal osnoven dokaz sposobnosti organizacije za izpolnjevanje pričakovanih zahtev odjemalcev. Je tudi orodje za uspešno in učinkovito delovanje organizacije, ki se je uveljavilo pri uporabnikih in, če se pravilno uporablja, zagotavlja nenehno izboljševanje delovanja organizacij.

Standard ISO 9001:2015 je izdala mednarodna organizacija ISO (International Standardisation Organization) leta 2015. Standard je torej povzetek dobre poslovne prakse in kot tak v pomoč organizacijam, ki žele slediti najboljšim. Namenjen je vsem vrstam organizacij; ne glede na velikost, organiziranost, proizvod ali storitev, ki želijo obvladovati in izboljševati svoje poslovanje ter povečevati zadovoljstvo svojih odjemalcev. Standard je tudi odlična osnova za nadgradnjo z ostalimi sistemi vodenja, ki jih določajo standardi kot npr. ISO 14001:2004 oz. ISO 14001:2015, BS OHSAS 18001:2007, ISO 55001:2014. Vse te standarde je Slovenija privzela brez prevoda in jih razglasila kot SIST standarde.

Standard SIST ISO 9001 vključuje naslednja področja: Predmet standard, Zveza z drugimi standardi, Izrazi in definicije, Kontekst organizacije, Voditeljstvo, Načrtovanje, Podpora, Delovanje, Ocenjevanje uspešnosti, Izboljševanje. Ključni poudarki standarda se nanašajo na opredelitev Konteksta organizacije (zunanji in notranji dejavniki, ki vplivajo na poslovanje organizacije) ter prepoznavanje potreb in pričakovanj vseh zainteresiranih strani v povezavi s tveganji in ukrepi za obvladovanje tveganj.



Slika 1: Zunanji in notranji dejavniki, ki vplivajo na poslovanje organizacije (Vir: Medmrežje 5, 2017)

Standard ISO 14001:2015 je mednarodno priznan standard sistemov vodenja, ki ga je izdala organizacija ISO (International Organization of Standardization). Zagotavlja preizkušen okvir za zagotavljanje skladnosti delovanja organizacije s predpisi, ki urejajo okoljske vidike.



Slika 2: Področja standarda ISO 14001 (Vir: Medmrežje 6, 2017)



2.2.2 Sistem obvladovanja premoženja – sredstev

Učinkovito obvladovanje proizvodnih procesov in procesov vzdrževanja je ključno za ekonomsko upravičenost in dolgoročno uspešnost organizacij v mnogih panogah.

Med najnovejše standarde, ki jih je sprejela mednarodna organizacija za standardizacijo ISO, sodi tudi standard za upravljanje premoženja ISO 55001, ki je začel veljati 2014. Deset let pred tem je institucija Britanski standardi za ravnanje s premoženjem sprejela tako imenovano specifikacijo PAS 55.

V okviru sistema upravljanja s sredstvi je potrebno vzpostaviti kazalnike učinkovitosti, pri tem je smiselno upoštevati usmeritve, ki so dane v standardu SIST EN 15341 Vzdrževanje- bistveni kazalniki učinkovitosti vzdrževanja in pri tem upoštevati dejavnike, ki vplivajo na sistem upravljanja s sredstvi.

Tabela 1: Kazalniki učinkovitosti (Vir: lasten, 2017)

Zunanji vplivni dejavniki		Skupine kazalnikov	Raven kazalnika		
Stroški Zakonske zahteve Družbeno okolje		Ekonomski kazalniki	E2 Zunanji stroški	E6 Razpoložljivost	E10 Materialni stroški
Notranji dejavniki		Tehnični kazalniki	T2 Čas zastoja	T6 Celotni obratovalni čas	T11 Število odpovedi
Dejavnosti Obratovanje Starost sredstev		Organizacijski kazalniki	O6 Število poškodb	O11 Celotni čas zastoja, povezan z vzdrževanjem	O26 Število rezervnih delov

2.3 Zakonodajne in druge zahteve pri čiščenju odpadnih vod

Čiščenje odpadne vode je v vsaki državi neposredno vezano tudi na obstoječo zakonodajo. Slovenska zakonodaja je vezana na zakonodajo Evropske skupnosti (EU), ki je izdala vrsto direktiv, z leti pa jih dopolnjuje in spreminja. Obsežna problematika ravnanja z odpadki sodi poleg varstva voda, zraka in tal med najpomembnejša področja varstva okolja.

Krovni zakon, ki ureja to področje, je Zakon o varstvu okolja - ZVO-1 (Uradni list RS, št. 41/04, 20/06, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16). Ta zakon ureja varstvo okolja pred obremenjevanjem kot temeljni pogoj za trajnostni razvoj in v tem okviru določa temeljna

načela varstva okolja, ukrepe varstva okolja, spremljanje stanja okolja in informacije o okolju, ekonomske in finančne instrumente varstva okolja, javne službe varstva okolja in druga z varstvom okolja povezana vprašanja.

Za področje voda je pomemben osnovni Zakon o vodah – ZV-1 (Uradni list RS, št. 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15) ter izvedbeni predpisi, ki urejajo posebne zahteve v zvezi z izpusti snovi pri odvajanju odpadnih vod iz komunalnih čistilnih naprav, in sicer: 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) in Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode (Uradni list RS, št. 98/15).

Glede na to, da v diplomskem delu analiziramo predvsem procese modula linije blata, natančneje dehidracijo blata, so v nadaljevanju nekoliko podrobneje predstavljeni predpisi, ki opredeljujejo ravnanje z blatom iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav.

Obvezna ravnanja z blati komunalnih in skupnih čistilnih naprav urejajo Uredba o odpadkih (Uradni list RS, št. 37/15, 69/15), Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata (Uradni list RS, št. 99/13, 56/15) ter podrobneje Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije (Sklep vlade z dne 30. 6. 2016), vnos teh odpadkov v tla oziroma na kmetijske površine pa ureja Uredba o uporabi blata iz komunalnih čistilnih naprav v kmetijstvu (Uradni list RS, št. 62/08).

Uredba o odpadkih, določa pravila ravnanja in druge pogoje za preprečevanje ali zmanjševanje škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi.

Program ravnanja z odpadki in Program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije v skladu z Uredbo o odpadkih, Uredbo o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo ter Uredbo o odlagališčih odpadkov (Vlada Republike Slovenije, 30. 6. 2016) sta instrumenta vlade za izpolnitev preprečevanja nastajanja odpadkov, zagotavljanje predpisanega ravnanja z odpadki in dosegajo ciljev ravnanja z odpadki za obdobje do leta 2020 oz. do leta 2030.

Glavni namen programa je, da Slovenija z njegovim izvajanjem sledi strateškim usmeritvam evropskih politik, ki ob poudarjanju preprečevanja nastajanja odpadkov dajejo prednost pripravi odpadkov za ponovno uporabo in njihovemu recikliranju pred energetsko predelavo odpadkov, predelavi odpadkov pa prednost pred njihovim odstranjevanjem, če in kjer je to najboljša možnost z vidika varstva okolja, ob upoštevanju tehnične izvedljivosti in ekonomske smiselnosti.

Ta dokument predstavlja ukrep za izvršitev obveznosti iz Direktive 2008/98/ES o odpadkih, Direktive 94/62/ES o embalaži in odpadni embalaži, Direktive 1999/31/ES o odlaganju odpadkov na odlagališčih glede priprave načrtov ravnanja z odpadki in iz Direktive 2008/98/ES o odpadkih glede priprave programov preprečevanja nastajanja odpadkov.

Glavni cilj Direktive 2008/98/ES o odpadkih, ki je okvirna direktiva o odpadkih, je pomagati EU, da se približa »družbi recikliranja« s preprečevanjem ali zmanjševanjem škodljivih vplivov nastajanja odpadkov in ravnanja z njimi ter z zmanjševanjem celotnega vpliva uporabe virov in z izboljšanjem učinkovitosti takšne uporabe. Direktiva je v slovenski pravni red prenesena z Zakonom o varstvu okolja in predpisi, izdanimi na njegovi podlagi, ki urejajo splošna pravila ravnanja z odpadki.

Glavna načela Direktive 2008/98/ES o odpadkih so:

- preprečevanje odpadkov,
- petstopenjska hierarhija ravnanja z odpadki (namesto prejšnje tristopenjske),
- spremembe opredelitev pojmov (zlasti predelave in odstranjevanja),
- razjasnitev pojma o prenehanju statusa odpadka,
- razjasnitev pojma stranski proizvod (za razliko od odpadka),

- razširjena odgovornost proizvajalcev,
- zavezujoči cilji priprave za ponovno uporabo in recikliranja komunalnih odpadkov iz gospodinjstev in njim podobnih odpadkov iz drugih virov,
- zavezujoči cilji priprave za ponovno uporabo, recikliranja in materialne predelave nenevarnih gradbenih odpadkov in odpadkov pri rušenju objektov.



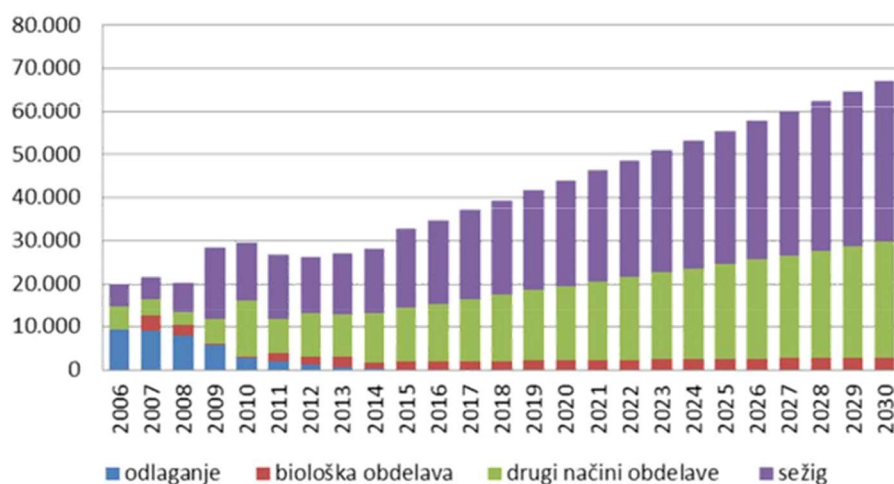
Slika 3: Hierarhija ravnanja z odpadki (Vir: Medmrežje 7, 2017)

Direktiva 2008/98/ES o odpadkih določa obveznost priprave načrtov ravnanja z odpadki ter programov preprečevanja nastajanja odpadkov ter njihov obvezen pregled in oceno. Načrte in programe je treba redno pregledovati in ocenjevati vsaj vsakih šest let. Te zahteve so bile v slovenski pravni red prenesene z: Zakonom o varstvu okolja, ki v prvem odstavku 36. člena določa, da MOP za izvrševanje obveznosti iz predpisov EU, ki se nanašajo na oblikovanje programov na področju varstva okolja, pripravi operativni program varstva okolja, ki ga sprejme vlada, in Uredbo o odpadkih, ki v 11. in 15. členu določa, da vlada kot operativni program varstva okolja sprejme program ravnanja z odpadki in program preprečevanja odpadkov, ki ju pripravi MOP.

Problematika blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav je opredeljena v točki 3.2. in 6.2. omenjenega programa. V točki 3.2 so prikazani podatki o blatu iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav za obdobje 2006-2014 in projekcije do leta 2030, v točki 6.2. pa so podrobneje opredeljena načela obdelave blata.

Tabela 2: Količina blata komunalnih in skupnih čistilnih naprav v obdobju 2006-2014 – izraženo kot suha snov (Vir: Medmrežje 4, 2017)

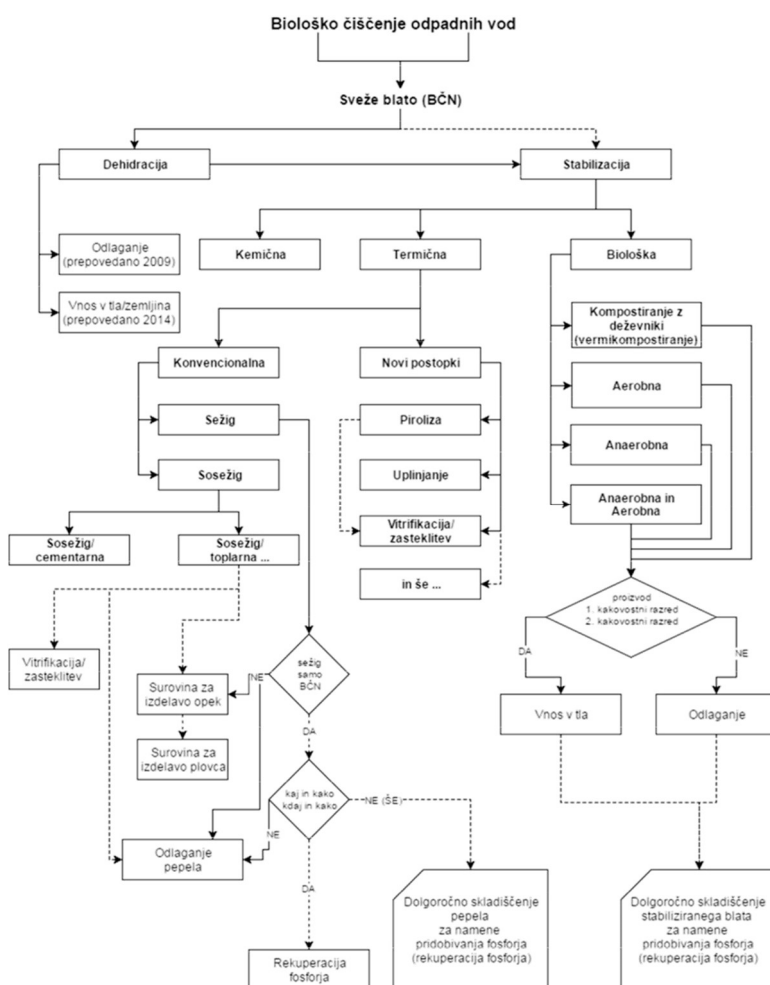
BLATO KOMUNALNIH ČISTILNIH NAPRAV (t suhe snovi/leto)	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Odlaganje na odlagališčih	9.313	9.195	8.112	5.716	2.980	1.988	1.133	537	344
Uporaba v kmetijske namene	27	18	10	10	455	1	1	1	184
Aerobna in anaerobna biološka obdelava	0	3.526	2.286	514	221	1.926	1.906	2.702	1.455
Drugi načini obdelave in obdelava v tujini	5.591	3.636	3.154	5.497	12.923	7.861	10.150	9.623	11.298
Termična obdelava	5.228	5.259	6.868	16.851	13.417	15.046	12.982	14.373	15.029
SKUPAJ	20.160	21.634	20.430	28.589	29.996	26.822	26.172	27.236	28.310

Ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav
(t/leto s.s.)

Slika 4: Ravnanje z blatom iz komunalnih čistilnih naprav (Vir: Medmrežje 4, 2017)

Projekcija nastajanja in obdelave blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav temelji na:

- podatkih o ravnanju z blatom v obdobju 2006-2014;
- predvideni količini nastajanja blata do leta 2020 na vseh območjih, kjer je v skladu z operativnim programom na področju odvajanja in čiščenja komunalne odpadne vode predvideno odvajanje odpadne komunalne vode v javno kanalizacijo;
- podatkih o povprečni letni količini nastajanja blata v komunalni oziroma skupni čistilni napravi: letno od 13 do 31 kg suhe snovi blata/prebivalca oziroma v povprečju 22 kg suhe snovi blata/prebivalca;
- predpostavki, da se bo iz blata na območju komunalne oziroma skupne čistilne naprave odcedila voda pred oddajo blata v nadaljnjo obdelavo najmanj do 50 odstotkov vlažnosti blata;
- izboru aerobne ali anaerobne biološke obdelave in termične obdelave kot najprimernejši tehniki ravnanja z blatom iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav;
- obdelavi najmanj 30 odstotkov blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav v letu 2020 v kompostarnah ali bioplinarnah;
- termični obdelavi največ 70 odstotkov blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav v letu 2020 v napravah za energetske predelavo gorljivih frakcij mešanih komunalnih odpadkov.
- pri izdelavi scenarija nastajanja in obdelave blata je bilo upoštevano, da je od leta 2009 prepovedano odlaganje blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav na odlagališčih, vključno z njegovo uporabo za izdelavo prekrivke odlagališč nenevarnih odpadkov.



Slika 5: Tehnike obdelave blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav (Vir: Medmrežje 7, 2017)

Predvidene tehnike obdelave blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav so prikazane na sliki 5. Konvencionalni načini ravnanja z odpadnimi blati so v zatonu, saj ne sledijo smernicam integriranega ravnanja z odpadki, zaradi česar se ob njihovi uporabi pogosto pojavljajo tako ekološki kot tudi socialni problemi.

Blata iz komunalnih in skupnih čistilnih naprav nastajajo pri čiščenju komunalnih odpadnih voda kot odpadki. Blato vsebuje hranilne snovi, kot sta dušik in fosfor. Lahko je onesnaženo z organskimi snovmi, ki niso biorazgradljive, ali vsebuje visoke koncentracije težkih kovin, patogenov (npr. virusi in bakterije), kot tudi hormonsko aktivnih snovi. Še posebej, če nastaja na komunalnih ali skupnih čistilnih napravah velikih urbanih središč in industrijskih področij. Pri vnosu blata na kmetijska zemljišča je zato potrebna previdnost. V svetu so v razvoju nove tehnologije pridobivanja fosforja iz blata čistilnih naprav, ki bodo v bližnji prihodnosti omogočale recikliranje hranil iz blata za uporabo v kmetijstvu. Sežig je, predvsem iz bolj obremenjenih čistilnih naprav, zaenkrat v drugih državah EU najbolj pogosta praksa odstranjevanja teh odpadkov. Ravnanje z blatom čistilne naprave predstavlja 30-50 odstotkov obratovalnih stroškov čistilne naprave.

Blato iz čistilnih naprav je možno obladovati. Predvideni načini ravnanja z blati čistilnih naprav v RS za naslednja leta so predvsem sežig, izvoz, v manjši meri obdelava v bioplinarnah,

kompostarnah, odlaganje ostankov po sežigu ter dolgoročno skladiščenje za potrebe poznejše rekuperacije fosforja

Količina blat na komunalnih in skupnih čistilnih napravah je najbolj naraščala med leti 2000 do 2009 skladno z izgradnjami čistilnih naprav. V letu 2014 je nastalo 28.310 ton blata iz komunalnih čistilnih naprav (izraženo kot suha snov).

V zadnjih šestih letih smo okoli polovico nastalega blata iz komunalnih čistilnih naprav sežgali. Največji porast sežiganja je bil po letu 2009, čemur je poleg izkoriščanja energetske vrednosti sežiga vzrok tudi ta, da po 15. 7. 2009 neobdelanih blat iz komunalnih čistilnih naprav na odlagališča ni bilo več dovoljeno odlagati. Med sežigalnicami, ki jim okoljevarstveno dovoljenje za sežig odpadkov podeljuje ARSO, imata okoljevarstveno dovoljenje za sežig blat iz čistilnih naprav (s številko odpadka 19 08 05) le Energetika Celje, javno podjetje, d.o.o., Celje in Salonit Anhovo, gradbeni materiali, d.d..

Izvoz odpadkov iz Slovenije se v zadnjih letih močno povečuje, od leta 2004 za več kot desetkrat. V letu 2013 smo izvozili 192 tisoč ton odpadkov, predvsem v Avstrijo in na Madžarsko. Od teh odpadkov so mulji iz čistilnih naprav komunalnih odpadnih voda predstavljali 19 %, to je 35.806 ton.

Kot izhaja iz omenjenega programa je potrebno naprave za obdelavo blata iz komunalnih čistilnih naprav z zmogljivostjo čiščenja več kot 10.000 PE načrtovati, graditi in upravljati kot del te čistilne naprave na kraju nastanka blata.

V okviru obratovanja komunalne čistilne naprave z zmogljivostjo čiščenja več kot 10.000 PE je treba izvajati naslednje ukrepe obdelave blata:

- stabilizacija blata z obdelavo v gnilišču (preprečevanje emisije vonja, izboljšanje ustreznosti za skladiščenje in prevoz blata, raba energije iz bioplina, ki se sprošča pri anaerobni razgradnji organskih snovi v blatu);
- zmanjšanje prostornine (odvajanje vode in sušenje glede na zahteve nadaljnje obdelave);
- higienizacija blata (če je potrebna);
- začasno skladiščenje (skladiščenje med njegovo obdelavo iz prejšnjih alinej in nadaljnjo predelavo ali odstranjevanjem).

Ker so v zadnjih letih razvili različne postopke obdelave blata čistilnih naprav, so se za te postopke obdelave uveljavila določena načela, ki so podrobneje opredeljena v točki 6.2. omenjenega programa. Odlaganje blata iz komunalnih čistilnih naprav je prepovedano od izteka posebnih določb v Uredbi o odlaganju odpadkov na odlagališčih (od 16. julija 2009).

2.4 Dehidracija blata

Na CČN se zbirajo odpadne vode z večjo ali manjšo količino kontaminantov. Te se lahko iz vode odstranijo fizikalno oz. z biološko reakcijo pod vplivom mikroorganizmov in encimov. Med procesom čiščenja odpadne vode poleg očiščene vode nastaja odvečno oz. odpadno komunalno blato. Odpadno komunalno blato nastaja tako med primarno in sekundarno obdelavo odpadnih voda na CČN. Obstajajo štirje glavni procesi obdelave blata, ki se pred njegovo končno dispozicijo izvajajo na CČN in to so (McFarland, 2001): zgoščevanje, stabilizacija, kondicioniranje in dehidracija oz. izsuševanje odvečnega blata.

Dehidracija blata je proces odstranjevanja vode iz blata in posledično zmanjšanja njegovega celotnega volumna. Z različnimi postopki dehidracije, v nasprotju s procesi zgoščevanja, iz

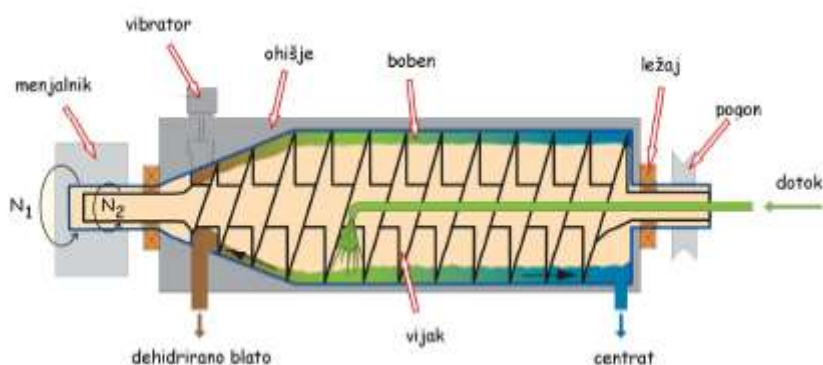
blata odstranimo tolikšno količino vode, da se le to ne obnaša več kot tekočina ampak kot trdna snov.

Za odstranjevanje vode je na razpolago vrsta metod (Roš in Zupančič, 2010):

- centrifugiranje,
- stiskanje na tračnih filtrirnih stiskalnicah,
- stiskanje s filtrirnimi stiskalnicami z okvirji in ploščami,
- vakuumsko filtriranje ali
- sušenje na sušilnih gredah.

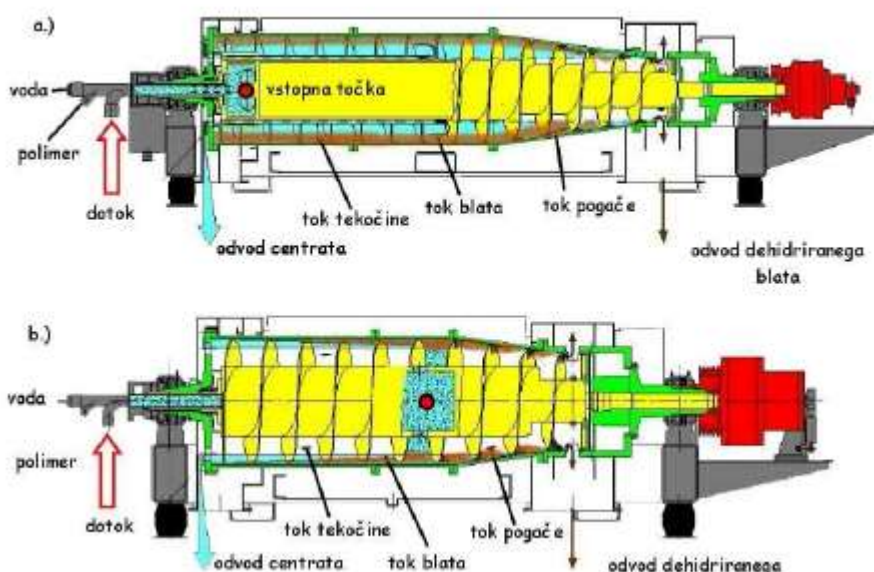
2.4.1 Centrifuge

Centrifuge so naprave s katerimi lahko ločujemo trdne snovi od tekočih s pomočjo sedimentacije in centrifugalne sile. Centrifuge se pri čiščenju odpadnih voda uporabljajo od leta 1930. Ločevanje trdne in tekoče faze s centrifugiranjem je podoben proces kot ločevanje pri gravitacijskem zgoščevalcu. Pri centrifugi se poleg težnostne sile izkorišča tudi delovanje centrifugalne sile, ki je od 500 do 3000-krat večja od gravitacijske. Sila povzroča, da se trdni delci premikajo skozi tekočo suspenzijo blata, stran od osi vrtenja zaradi večje gostote tekoče faze (Mlakar, 2009).



Slika 6: Shema aksialne centrifuge (Vir: Mlakar, 2009, 23)

V običajni centrifugalni enoti se suspenzija blata neprekinjeno polni po fiksno nameščeni cevi, ki poteka po osi prenašalnega vijaka. Vijak se vrti s hitrostjo, ki je malo večja od hitrosti bobna. Razlika med hitrostjo vijaka in hitrostjo bobna se imenuje diferencialna hitrost. Suspenzija blata vstopa skozi polnilno cev in v osi vijaka začne prevzemati vrtilno hitrost. Skozi izstopno odprtino na osi vijaka se suspenzija razporeja na obodu bobna. Trdna faza se useda skozi tekočo fazo in se zaradi centrifugalne sile na obodu zgosti. Prenašalni vijak potiska zgoščeno blato na tako imenovano brežino oz. sušilno cono bobna. Brežina je nagnjen predel bobna, kjer se vrši nadaljnja dehidracija, preden dehidrirano blato (pogača) skozi loputo zapusti centrifugo. Izločena tekočina, imenovana centrifugat, se odvaja skozi cevno napeljavo na drugi strani bobna. V praksi se uporabljata dva tipa centrifug, ki delujeta po istosmernem ali nasprotnem principu. Uporabljena imena za tovrstni centrifugi sta tudi skladna metoda ali metoda z nasprotnim tokom. Glavne razlike se pojavijo pri vstopni točki suspenzije, načinu odstranjevanja centrifugata (supernatanta) in pretoku trde in tekoče faze znotraj bobna.



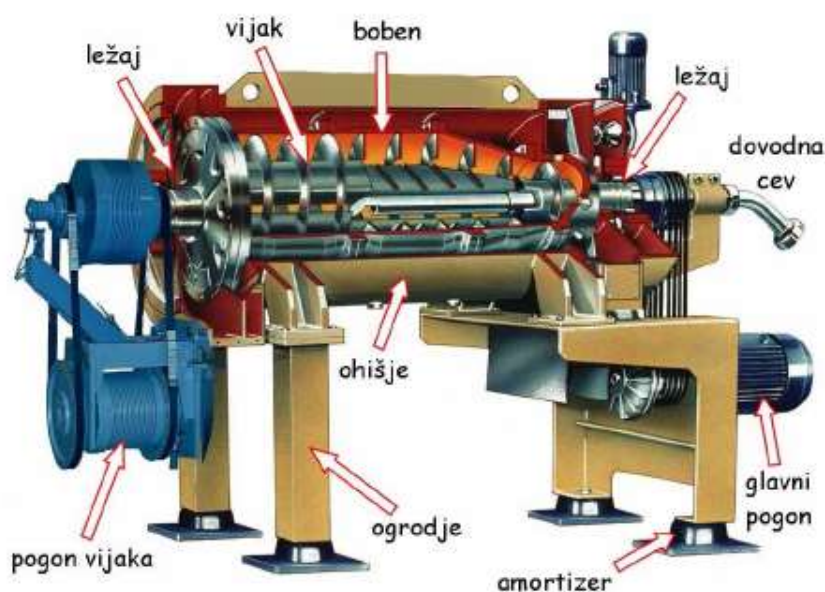
Slika 7: Principi delovanja: a) sotočna centrifuga, b) protitočna centrifuga (Vir: Mlakar, 2009, 24)

Pri istosmerni metodi blato potuje po obodu bobna in sicer po celotni dolžini, medtem ko tekoča faza teče vzporedno z njim vendar v nasprotno smer. Nameščeni kanali odvajajo izločeno vodo. Pri nasprotni metodi, pa suspenzija blata vstopa v boben pri prehodu cilindrične oblike v konično. Trdi delci potujejo po brežini navzgor, medtem ko tekočina teče po ovalnem delu v nasprotno smer, kjer se izliva v kanal in odvaja v vhodno črpališče oziroma v nadaljnjo predelavo.

Za dehidracijo tekočih suspenzij se uporabljajo tudi bobnaste centrifuge z diski. Pri obdelavi blata se te centrifuge uporabljajo redkeje. Zasedimo jih pri zgoščanju in v prehrabnih industrijskih obratih.

2.4.1.1 Glavni sestavni deli centrifuge

Osnovna in najbolj razširjena horizontalna cilindrično-konična centrifuga (dekanter) je sestavljena iz naslednjih glavnih delov: podstavek ali temelj, ogrodje, ohišje, boben, prenašalni vijak, dovodna cev, glavni ležaji, glavni pogon s prenosom in pogon vijaka. Podnožje je ponavadi betonsko in zagotavlja trden temelj oz. podlago na katero se namesti centrifuga z vsemi pripadajočimi komponentami. Med betonsko podlago in ogrodjem centrifuge so vstavljeni amortizerji oz. izolatorji, ki preprečujejo prenos vibracij na okolico. Zaradi vibracij morajo vsi cevovodi pred priključkom na centrifugo imeti vgrajen gumijasti fleksibilen element.



Slika 8: Deli centrifuge (vir: Mlakar, 2009, 26)

Ohišje služi kot zaščita, ki popolnoma zapre rotacijske dele, kot sta boben in vijak. V ohišju so izdelani kanali in odprtine za vodenje centrifugata in izmet dehidriranega blata.

Obratovalne spremenljivke centrifugiranja

Povečana hitrost usedanja, ki jo povzroča centrifugalna sila, kakor tudi dolžina poti usedanja delcev blata, sta odvisni od različnih procesnih dejavnikov, kot so: hitrost vrtenja, polnilno razmerje, diferencialna hitrost, uporaba kemikalij (polimer), fizikalno-kemijske lastnosti suspenzije (velikost in oblika delcev, gostota, temperatura in viskoznost tekočine) itd.. Operater mora upoštevati vse parametre za optimalno delovanje centrifuge.

Fizikalni kemijske lastnosti suspenzije

Fizikalne značilnosti suspenzije odvečnega blata imajo vedno velik vpliv na koncentracijo suspendiranih snovi v dehidriranem blatu oz. pogači. Fizikalne lastnosti zajemajo velikost in obliko delcev ter njihovo gostoto, množino, obliko, viskoznost tekočine in temperaturo. Določene suspenzije, kot je odvečno aktivno blato, so tiksotropne tekočine oz. tekočine z zgodovino, pri katerih moramo upoštevati še čas deformacije in zgodovino samega toka, zato povzročajo težave predvsem pri toku suspenzije po koničnem delu centrifuge. Reološke zakonitosti tekočin vplivajo na nastanek pogače. Reologija preučuje lastnosti tečenja suspenzije blata, katera se giblje zaradi črpanja ali mešanja. Takšne lastnosti vplivajo tudi na sposobnost usedanja, združevanja delcev in pretakanja znotraj centrifuge.

Masna koncentracija trdnih snovi v suspenziji odvečnega aktivnega blata je pomemben podatek za nastavitev obratovalnih parametrov centrifuge. Operater mora pri izbrani hitrosti centrifuge prilagoditi diferencialno hitrost, hidravlično obremenitev oz. volumski pretok ali količino flokulacijskega polimera, glede na zahtevano obremenitev centrifuge.

Geometrija bobna in prenašalnega vijaka

V splošnem velja, da povečanje premera bobna omogoča večjo masno in volumsko obremenitev, medtem ko podaljšanje cilindričnega dela bobna izboljša le učinek ločevanja in daje boljše pogačo.

Hitrost vrtenja

Cilindrično konične centrifuge s prenašalnim vijakom delujejo s hitrostjo pri kateri se razvijejo centrifugalne sile, ki so od 500 do 3000-krat večje od sile teže (Veselind, 2003). Zato je centrifugiranje proces, ki potrebuje relativno veliko energije. Centrifugalni pospešek, ki povzroča ločevanje tekočine in trdnih delcev, v centrifugi ustvarja rotirajoči boben cilindrične oblike. Pri dehidraciji odvečnega aktivnega blata, se je v praksi pokazalo, da le velika obodna hitrost ne pripomore nujno k boljši učinkovitosti centrifuge.

Večina naprav lahko zagotovi dobro čistost centrifugata in koncentracijo trdnih snovi v pogači pri centrifugalnih silah med 800 in 2000-krat sile teže. Povečanje hitrosti v manjši meri zmanjša porabo polimera, omogoča večjo hidravlično obremenitev in bolj suho dehidrirano blato. Delovanje centrifuge pri velikih obratih povzroča večjo obrabo, strižne napetosti na oblikovane kose blata in nenazadnje tudi težje odstranjevanje zgoščenega blata zaradi sile oprijemanja.

Diferencialna hitrost

Razlika kotnih hitrosti med bobnom in vijakom se imenuje diferencialna hitrost in uravnava zadrževalni čas suspenzije v centrifugi. Zaradi zmanjšanja diferencialne hitrosti je blato dlje časa v bobnu, kar omogoča, da se blato bolj zgosti in postane kompaktno. Pri raziskavah vplivanja zadrževalnega časa na koncentracijo trdne snovi v dehidriranem blatu, se je pokazalo, da se pri zadrževalnem času od 50 do 60 sekund izločanje delcev iz suspenzije (kakovost centrifugata) ne povečuje več. Pri nadaljnjem zmanjševanju diferencialne hitrosti in povečevanju zadrževalnega časa nad 80 sekund, se zaradi prekomerne količine snovi v bobnu kakovost centrifugata slabša. V tem primeru naprava deluje na meji, ker se odstranjevanje oz. ločevanje trdne snovi ne ujema z ločevalnim razmerjem pri cilindrično-konični centrifugi. Takrat je potrebno povečati prenašalno hitrost vijaka ali glede na pogoje obratovanja povečati dehidracijski volumen v bobnu. Če je predviden tako dolg zadrževalni čas, se zmanjša obremenitev centrifuge, da se zagotovi ločevalno razmerje in zadovoljiva pogača. Hitrost prenašalnega vijaka je ena najpomembnejših obratovalnih parametrov, ki znatno vpliva na preostalo vlago v dehidriranem blatu in jo lahko operater enostavno prilagaja. Za stroje tipa NOXON se diferencialne hitrosti gibajo med 1 in 12 min⁻¹.

Dehidracijski volumen

Pomemben premislek pri zagotovitvi centrifugalne storilnosti je globina dehidracijskega volumna. Teoretično pomeni plitek dehidracijski volumen večjo ločevalno površino. V praksi pa je zaradi turbulence in zgoščenega blata obratno. Zato novejša naprave uporabljajo globlje dehidracijske volumne.

Razmerje volumske in masne obremenitve

Daleč najpomembnejša obratovalna spremenljivka, ki jo operater na čistilni napravi regulira, je hidravlični pretok in pravilno razmerje trdnih snovi v suspenziji odvečnega aktivnega blata in polimera. Dotok suspenzije vpliva na zmožnost ločevanja trde in tekoče faze, medtem ko je koncentracija suspendiranih snovi odvisna od zmožnosti prenašalnega vijaka. Povečanje dotoka povzroča slabšo dehidracijo oz. zmanjša kakovost centrifugata in poveča porabo polimera. Pri spremembi koncentracije snovi je potrebna korekcija diferencialne hitrosti prenašalnega vijaka. Bolj koncentrirano pogačo dehidriranega blata dosežemo z zmanjšanjem diferencialne hitrosti in razmerja volumsko masnega pretoka, tako da ustreza reducirani hidravlični obremenitvi.

Prednosti in slabosti centrifuge

Najbolj učinkovite centrifuge za dehidracijo blat čistilnih naprav so horizontalne cilindrično-konične posode z prenašalnim vijakom. Tovrstne centrifuge so nameščene v številnih čistilnih napravah zaradi prilagodljive uporabnosti. Spodaj so opisane prednosti in slabosti takšnih centrifug.

Prednosti:

- Centrifuge povzročajo manjše obratovalne in vzdrževalne stroške in lahko dosegajo boljše rezultate kot konvencionalna tračna filtrska stiskalnica.
- Za namestitev zahtevajo relativno majhen prostor glede na njihovo zmogljivost.
- Pri stabilnih pogojih obratovanja ne potrebujejo stalnega nadzora s strani operaterja.
- Centrifuge so naprave zaprtega tipa. Operaterji, ki upravljajo takšne naprave so manj izpostavljeni patogenim organizmom, ki povzročajo bolezni, razpršenim koloidnim delcem v zraku in vodikovemu sulfidu ter drugim neprijetnim vonjem.
- Centrifuge so enostavne za čiščenje.
- Pri povečanju dotoka suspenzije blata se ponavadi prilagodi le količina polimera.
- Lahko se dehidrira tudi suspenzija, ki ni kemično kondicionirana.
- Zaradi njene fleksibilnosti lahko sprejme različne obremenitve, zato jo uporabljamo za zgoščanje ali za dehidracijo.
- Dehidrirajo se lahko tudi nekatera industrijska blata, ki se z drugimi postopki ne morejo.

Slabosti:

- Centrifuge povzročajo veliko porabo električne energije in povzročajo hrup.
- Za doseganje optimalnih rezultatov in dolgo življenjsko dobo so potrebna teoretična in praktična znanja.
- Spremljanje delovnega procesa je težko, kajti operater ima oviran pogled na dotok in ločevanje centrifugata.
- Velike vrtilne hitrosti in spreminjajoč dotok blata, povzročata vibracije, ki lahko pri neprimerni namestitvi centrifuge povzročita poškodbo opreme. Potrebna je temeljita priprava podnožja oz. temelja centrifuge ter vgradnja amortizerjev.
- Nadomestni deli so dragi in notranji deli centrifuge so izpostavljeni abrazivni obrabi.
- Proces zagona in ustavitve je lahko dolgotrajen, saj se pri tem v pravilnem zaporedju zvrsti več operacij, kot je doseganje končne hitrosti, dotok blata, doziranje polimera, vklop sistema za transport pogače, izpiranje itd.

2.4.2 Tračna filtrirna stiskalnica

Tračne filtrirne stiskalnice so najpogosteje uporabljene naprave na čistilni napravi, za odstranjevanje vode iz blata. Tračne filtrirne stiskalnice uporabljajo za odvajanje vode gravitacijsko silo in tlak. Blato se stiska med neskončnimi trakovi, ki kontinuirno potujejo skozi valje.

Kakovost pogače je:

- 25-30 % suhe snovi pri obdelavi primarnega blata,
- 20-30 % suhe snovi pri obdelavi primarnega + aktivnega blata,
- 13-18 % suhe snovi pri obdelavi aktivnega blata.

2.4.3 Stiskalnice s ploščami in okvirji

V nasprotju s tračnimi filtrirnimi stiskalnicami delujejo te stiskalnice diskontinuirano (šaržno). Blato se črpa v prostore stiskalnice, dokler ni ta polna, nakar se črpanje ustavi. V stiskalnici se nato vzpostavi tlak, da se iz suspenzije iztisne voda. Voda med stiskanjem odteka skozi filtrirno tkanino, pogača pa se iz filtra odstrani, ko stiskalnico ustavimo. Proces je počasen, zahteva veliko ročnega dela in je za vzdrževanje drag. Zato ga na čistilnih napravah redkeje uporabljamo.

2.4.4 Vakuumski filtri

Vakuumski filtri so ležeči bobni, pokriti oziroma oviti s tkanino, ki rotirajo skozi posodo (kad), napolnjeno s suspenzijo blata. Pri uporabi vakuuma v notranjosti bobna se blato prisesa na filtrirni medij, tekočina pa steče skozenj. Pogačo odstranjujemo pred ponovnim vstopom bobna v posodo (kad) z blatom.

2.4.5 Sušilne grede

Pri manjših čistilnih napravah pogosto uporabljajo sušilne grede pred dokončno dispozicijo blata. Poznamo v glavnem dva tipa sušilnih gred:

- gravitacijske grede s peskom kot podlago in
- sušilne grede, ki delujejo s pomočjo vakuuma.

2.4.6 Zmanjševanje količine blata

Vrsta čistilnih naprav uporablja za zmanjševanje količine dehidriranega blata različne naprave, kot so sežigalnice ali posebne sušilnice (Roš in Zupančič, 2010).

2.4.7 Sežigalnice

Namen sežigalnic je odstranjevanje vode iz blata ter bistveno zmanjšanje količine v vodi preostalih suspendiranih snovi. Sežigalnice uničijo vso organsko snov, uničijo vse patogene organizme in proizvajajo nesmrdeče produkte.

Za sežig blata se običajno uporabljata dve vrsti sežigalnic:

- etažne sežigalnice (incineratorji) in
- sežigalnice z lebdečim (fluidiziranim) slojem.

Etažne sežigalnice imajo vsaj tri cone: sušilno (gornjo) cono, izgorevalno (srednjo) cono in ohlajevalno (spodnjo) cono. Izgorevalna cona ima najvišjo temperaturo (1100 °C). Blato dodajamo na vrhu sežigalnice in nato potuje od zgoraj navzdol skozi vse tri cone. Zrak dovajamo na kurišče od spodaj. Pepel, ki se nabira na dnu, iz sežigalnice odstranimo in transportiramo na končno dispozicijo.

Sežigalnice z lebdečim slojem so zaprte posode, ki imajo na perforiranem dnu silicijev pesek izbrane granulacije. Zrak, ki ga dovajamo pod dno sežigalnice, rahlja in dviga vroč pesek, na katerem delci blata zgorevajo. Blato dodajamo ob strani sežigalnice, da pada na pesek.

2.4.8 Termični (toplotni) sušilniki

Termične sušilnike razdelimo na neposredne (direktne), posredne (indirektne), kombinirane posredno-neposredne in infrardeče (IR) sušilnike. So običajno dolgi ogrevani bobni, po katerih potuje vlažna trdna snov.

Neposredni sušilniki imajo vir toplote, ki je v neposrednem stiku s suspendiranimi snovmi.

Posredni sušilniki dovajajo toploto na sušilnik, ki posredno segreva blato. Toplota se prenaša prek mešalnih lopatic.

Kombinirani sušilniki uporabljajo kombinacijo obeh sistemov.

Infrardeči sušilniki uporabljajo kot vir toplote IR-žarnice, ki segrevajo blato in s tem odstranjujejo vlago iz suspendiranih snovi.

Namen sušenja je v tem, da iz blata odstranimo vsaj 90 % vlage. Nekateri sušilniki posušijo blato le do 40-45 % suhe snovi.

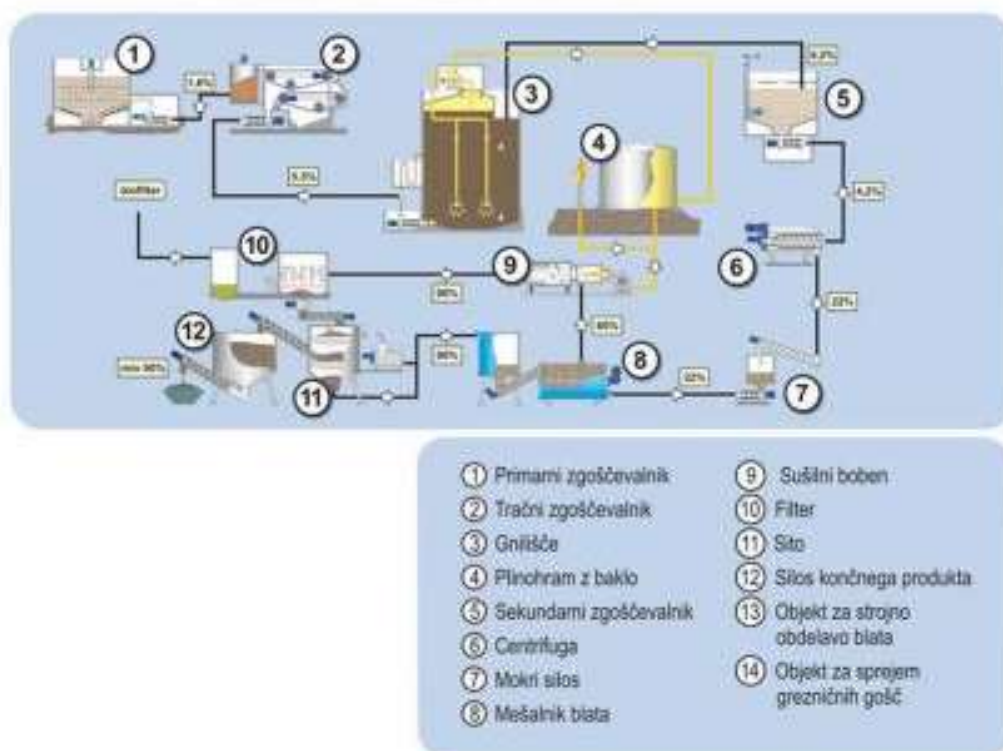
2.5 Možne tehnologije za obdelavo odvečnega blata

2.5.1 Toplotna obdelava blata v CČN Ljubljana (CČNL)

Centralna čistilna naprava Ljubljana je zasnovana kot enoostopenjska mehansko-biološka komunalna čistilna naprava s sekundarno stopnjo čiščenja, kar pomeni odstranjevanje organskih spojin in nitrifikacijo.

Sveže odvečno blato ima obliko suspenzije z zelo nizko vsebnostjo suhe snovi, v povprečju okoli 0,4 do 0,6 %. Blato je nestabilno oz. sposobno zagnitja, zato ga je potrebno zgostiti in nadalje v gniliščih biološko preoblikovati z namenom njegove stabilizacije in pridobivanja bioplina. Blatu po primarnem gravitacijskem in nadaljnjem strojnem predzgoščanju, ob dodatku flokulanta, poraste delež suhe snovi na 5,5 % do 6,5 %. Tako zgoščeno blato se skupaj z drugimi sprejetimi odpadki izmenoma vodi v eno izmed dveh enakih gnilišč na anaerobno mezofilno razgradnjo. Nastali digestat ima vsebnost suhe snovi cca 3,0 % do 4,0 %, ki se jo z dodatkom flokulantov in z dehidracijo na centrifugah poviša na 21-23 %. Zatem se transportira v polžni mešalnik, kjer se zmeša s suhim granulatom. Nastala mešanica doseže vsebnost suhe snovi med 55 % in 65 %. V tej obliki je primerna za vodenje na toplotno obdelavo v konvekcijski rotirajoči sušilni boben, v katerem je zrak direktno ogrevan s plinskim energentom. Po toplotni obdelavi je blato še dodatno stabilizirano, prav tako tudi higienizirano in pridobi končnih 91-93 % suhe snovi in obliko pelet z le nekaj prahu.

Iz navedenega lahko zaključimo, da CČNL v celoti upošteva smernice EU, ki poudarjajo odgovornost povzročitelja odpadkov, da ta že na izvoru omeji in preprečuje njihovo nastajanje, zmanjša njihov volumen in ustrezno pripravi odpadke za njihovo recikliranje ter snovno ali pa energetsko izrabo.



Slika 9: Postopek dodatne obdelave blata s sušenjem (Vir: Mislej, V. in ostali, 2011)

2.5.2 Obdelava blata na sušilnici v CČN Novo mesto

Sušilnica blata je tehnološka enota Centralne čistilne naprave Novo mesto, ki je namenjena ustrezni obdelavi nastalega blata.

Tehnologija obdelave blata na sušilnici omogoča dezinfekcijo blata, zato ni nujno, da se obdeluje le biološko stabilizirano blato

Velikost CČN Novo mesto je 55.000 PE, tip tehnologije čiščenja odpadne vode pa je Membranski Bio Reaktor.

Del odpadne vode se skupaj z blatom iz recirkulacijskega bazena prečrpava s pomočjo centrifugalnih potopnih črpalk (frekvenčno regulirane) kot odvečno biološko blato (vsebnost suhe snovi cca 1 %) na obdelavo blata. Možno je črpanje direktno na dehidracijsko mizo ali pa v zalogovnik za višek aktivnega blata, od koder blato potuje na dehidracijsko mizo, ko je zalogovnik ustrezno napolnjen.

Blato se vodi s pomočjo črpalke na dehidracijsko mizo, katera uporablja polielektrolit iz naprave za pripravo polielektrolita in dodatno zgosti blato (5-7 %).

Možna je tudi varianta – neuporaba polielektrolita. V tem primeru se blato dodatno zgosti (na cca 2,5-3 % suhe snovi). Ta možnost je predvidena zaradi potencialnega problema uporabe dveh različnih tipov polielektrolita (kationski, anionski).

Iz dehidracijske mize blato gravitacijsko pada v vtočni bazen za centrifugo. Izcedna voda iz dehidracijske mize se vodi gravitacijsko nazaj na mehanski del čistilne naprave.

Iz bazena vtočna črpalka za centrifugo črpa tako zgoščeno blato v dekanter centrifugo. Vtočna črpalka za centrifugo je varovana proti suhemu teku in tudi proti previsokemu tlaku ter je

frekvenčno regulirana. Pred vstopom blata v centrifugo se blatu doda polielektrolit iz naprave za pripravo polielektrolita.

V dekanter centrifugi se blato zgosti na cca 25 % in gravitacijsko pada na poseben polžni transporter.

Centrifugat iz centrifuge se vodi gravitacijsko nazaj na mehanski del čistilne naprave. Odpadno blato, dehidrirano na cca 25 % suhe snovi, se odvaja od polžnega transporterja preko drče v kontejner.

Dehidrirano blato se skladišči v posebnem zalogovniku (s premičnim dnom za izpust in ventilacijskim sistemom). Iz mesta skladiščenja se blato z ekscentrično vijačno črpalko prečrpava v napravo za izdelavo peletov-peletirko, katera je del samega sušilca.

Za ustrežnejšo porazdelitev blata na transportni trak sušilnice se blato ekstrudira v ustrezno obliko, za kar skrbi »peletirka«. Premikanje peletirke omogoča fleksibilna tlačna cev, ki je nameščena med cevno napeljavo in peletirko. Peletirka je posebej oblikovana za obdelavo dehidriranega blata, katerega vsebnost suhe snovi je najpogosteje v območju od 18 % do 35 %. Namen peletirke je, da ustvarja homogeno plast blata na sušilnem traku, kateri dobro prepušča vroči zrak. Črpalka dovaja blato do peletirke, kjer se stiska skozi perforirano ploščo tako, da se oblikujejo dolgi svaljki iz blata (v obliki špagetov). Peletirka se preko prvega sušilnega traku premika iz leve proti desni strani traku. Med tem se nanj nanašajo svaljki iz blata z nastavljeno višino nanosa (od 5 do 10 cm). Ob prihodu peletirke na konec levega ali desnega dela traku, prenese prvi sušilni trak plast blata v sušilec in s tem sprosti površino za nadaljnje nalaganje. Po tem kratkem premoru se peletirka začne premikati na drug konec traku. Takšen postopek kratkočasnih prekinitev omogoča enakomerno dovajanje blata na prvi sušilni trak.

Nad perforirano ploščo so nameščene škarje, katere odrežejo lase in nitasta vlakna, ki so v blatu. Takšen način omogoča enakomerno sušenje preko celotnega področja sušenja.

Pri izbrani tehnologiji sušijo blato na tračni sušilnici z vročim zrakom temperature 85 – 90°C. Zrak segrevajo na toplotnih izmenjevalcih. Toplotno energijo dovajajo na toplotne izmenjevalce z vročo vodo temperature cca 90°C. Toplotno energijo se pridobi iz kogeneracije, katera uporablja kot gorivo zemeljski plin.

Mokro blato se dozira na transportni trak v obliki »špagetov« s posebnim dozatorjem. S tem je blato v takšni obliki, da je možen lahek prenos mase in energije (intenzivno sušenje). Na koncu nastane blato v obliki pelet, oziroma »špagetov«, ki se ohladi na ustrezno temperaturo, da je možno skladiščenje.

Prvi sušilni trak transportira blato skozi sušilnik in ga prenese na drugi trak, ki se nahaja pod njim. Med tem procesom se peleti iz blata zlomijo in se s tem sprostijo nove površine, ki jih vroč zrak suši. V transferni komori med prvim in drugim trakom se višina blata z nadzornim sistemom konstantno meri in regulira. Pogon obeh trakov se upravlja s frekvenčnimi pretvorniki. Na koncu drugega traku se posušeno blato izloči v vijačni polž (transporter). Oba traka sta opremljena s časovnim monitoringom delovanja in alarmom, ki se ob zaznavi problema sproži.

Končna vsebnost suhe snovi v blatu se lahko nastavi med 70 do 90 %. Vsebnost suhe snovi se nadzira s kontrolno sondo, nameščeno v sušilniku.

Pretok zraka znotraj sušilnika: Sušilnik je opremljen z ventilatorji za procesni zrak, kateri omogočajo konstantno kroženje zraka skozi sušilnik, s pričetkom pretoka v prvem delu in koncem v zadnjem delu sušilnika. Zrak za sušenje blata se ogreva v vsakem predelu sušilnika.

Tračna sušilnica suši blato z vročim zrakom temperature 85-90 °C. Pri tem mora biti blato segreto do 80°C približno pol ure, da se izvrši ustrezna "higienizacija". Zrak se ogreva preko izmenjevalcev toplote z vročo vodo, segreto na temperaturi cca 90 °C.

Osušeno blato se nato transportira na mesto skladiščenja (vertikalni silos) s pomočjo transporterjev. Odvzem posušenega blata se izvaja iz dna silosa direktno v tovornjak na zunanjem delu stavbe s pomočjo avtomatskega sistema polnjenja.

Tehnološki parametri tračne sušilnice:

sestava blata na dotoku: cca 20-25 % suhe snovi,

predvidena količina dehidriranega blata: cca 3.600 t/leto,

poraba termalne energije: 318-336 kWh/h,

temperatura segrete vode: 90–95 °C,

kapaciteta tračne sušilnice: do 5.000 t/leto (ob sprejemanju viška blata iz okoliških čistilnih naprav),

predvidena kapaciteta sušilnice: cca 480 kg blata/h,

predvidena količina izparele vode pri sušenju: cca 373 kg/h,

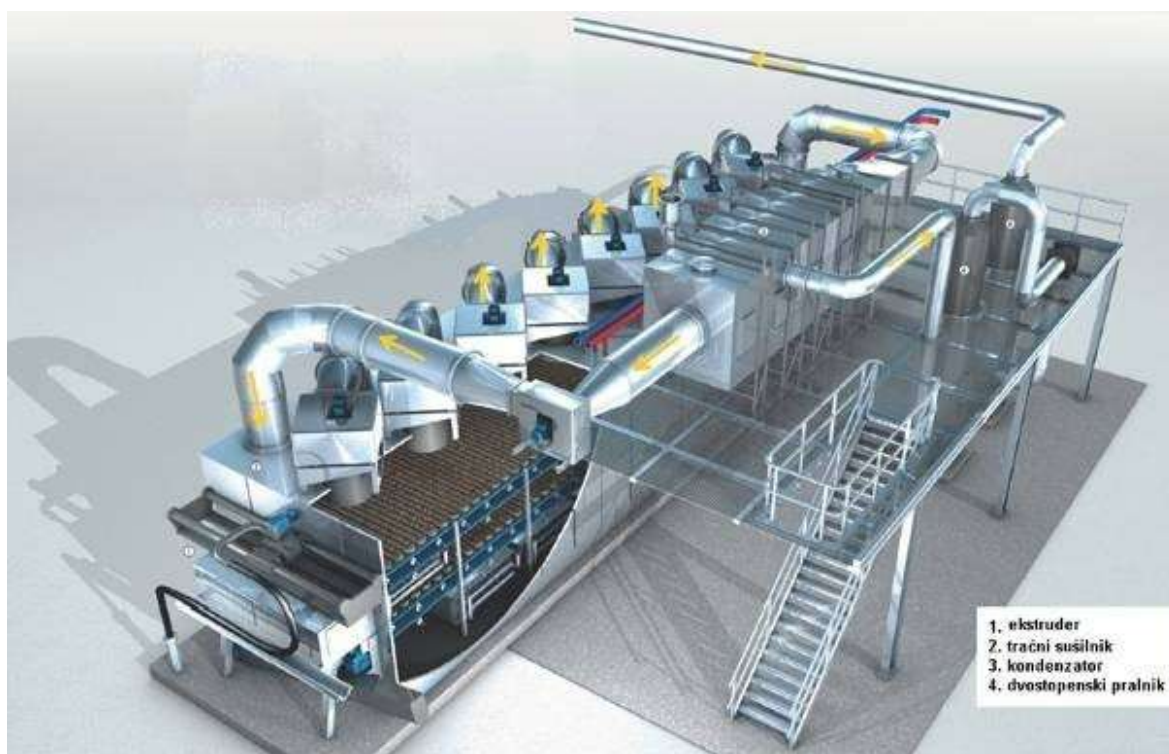
poraba vode za delovanje: 0,5 m³/h,

poraba vode za hlajenje: 12 m³/h,

količina odpadnih vod: 1,3 m³/h.



Slika 10: Prikaz doziranja blata na tračno sušilnico (Vir: Poslovnik za obratovanje sušilnice blata CČN Novo mesto, 2015, 23)



Slika 11: Sušilnica blata (Vir: Poslovnik za obratovanje sušilnice blata CČN Novo mesto, 2015, 24)

3 MATERIALI IN METODE

3.1 Sistemi vodenja v Komunalnem podjetju Velenje

V letu 2004 je Komunalno podjetje Velenje, d.o.o. pridobilo tri certifikate ISO standardov, in sicer sistem vodenja kakovosti SIST ISO 9001, sistem ravnanja z okoljem ISO 14001 in sistem vodenja varnosti in zdravja pri delu BS OHSAS 18001. Že od leta 2003 podjetje uporablja tudi sistem HACCP, ki je namenjen zagotavljanju zdravstveno ustrezne pitne vode ter varne vodooskrbe v Šaleški dolini. Sistem je implementiran v sistem vodenja kakovosti 9001.

V okviru CČN se nahaja tudi Tehnološki laboratorij, v katerem se izvajajo določene analize. Delovanje laboratorija je usklajeno z zahtevami standarda SIST ISO/IEC 17025:2005.

Za redno vzdrževanje opreme in ostalih sredstev se v podjetju uporablja računalniško podprt program SOVA. Ta omogoča stalen in ažuren pregled stanja opreme, spremljanje posegov na opremi, analiziranje in izboljševanje vzdrževalnih postopkov z možnostjo vpogleda v zgodovino posegov, pregled porabe materialov ter spremljanje stroškov in načrtovanje tako preventivnih kot korektivnih vzdrževalnih posegov. Podatki, ki se spremljajo, se vnašajo v informacijski sistem po postopku, ki ga določa programska oprema.

V letu 2016 so se na Centralni čistilni napravi Šaleške doline nadaljevali procesi postopnega prehajanja iz kurativnega v preventivni sistem vzdrževanja predvsem strojne in elektro krmilne opreme, kar zagotavlja nemoteno in varno delovanje naprav skozi vse leto. Kljub stalnemu rednemu vzdrževanju pa se že pojavljajo potrebe po večjih investicijskih vzdrževalnih posegih.

3.2 Opis CČN Šaleške doline

3.2.1 Potreba po izgradnji čistilne naprave

Šaleška dolina je bila v preteklosti zaradi premogovništva, razvoja industrije, energetike, širjenja naselij, zlasti Velenja, eno okoljsko najbolj degradiranih območij v Sloveniji. Onesnaženost voda, predvsem reka Paka, ki je glavni vodotok Šaleške doline, je bila ena najvidnejših posledic intenzivne gospodarske dejavnosti. Onesnaženje je doseglo višek sredi osemdesetih let dvajsetega stoletja. Izgradnja Centralne čistilne naprave Šaleške doline, je Paki znatno izboljšala kakovost ter pripomogla k odgovornemu odnosu do okolja. Najprej z izgradnjo I. faze CČN, ki je bila dokončana leta 1990. Ta je zajemala mehansko stopnjo čiščenja in linijo anaerobne stabilizacije blata za komunalne vode celotne Šaleške doline, ki je odstranilo 40 % onesnaženja. V tem času je bil del kanalizacije še nepovezan in speljan neposredno v Pako. Leta 1992 so pričeli s pripravami na sanacijski program Vode občine Velenje, ki ni bil namenjen le reševanju problematike komunalnih odpadnih voda, ampak je bil tudi program najpomembnejših onesnaževalcev vode na tem območju: Termoelektrarna Šoštanj (TEŠ), Tovarna usnja Šoštanj (TUŠ), Gorenje, Premogovnik Velenje in drugih. Ključne naloge sanacijskega programa, ki je bil sprejet leta 1994, so bile posodobitev in dograditev kanalizacijskega sistema, gradnja II. faze CČN in zaprtje transportnega sistema za elektrarniški pepel. Leta 1995 se je kakovost Pake znatno izboljšala. TUŠ je svoje odpadne vode speljala na CČN, TEŠ je zgradila zaprti krogotok transportne vode za hidravlični transport pepela, v Gorenju pa so zmanjšali količino odpadnih voda in povečali učinkovitost čiščenja. Povezali so kanalizacijski sistem Šaleške doline in odpadne vode speljali na CČN. Vseeno pa se je po letu 1997 kakovost Pake ponovno slabšala, saj na mehanskem delu CČN niso mogli dovolj dobro prečistiti vedno večje količine odpadnih vod iz močno razširjenega kanalizacijskega sistema. V tem času je bila imenovana interdisciplinarna skupina strokovnjakov za vodenje vseh postopkov za gradnjo II. faze CČN. Na podlagi mednarodnega razpisa je izvajalec pripravil idejne zasnove v treh variantah: klasična tehnologija, tehnologija biofiltracije in tehnologija s sekvenčnimi reaktorji. Izbrana je bila tehnologija biofiltracije zaradi znatnega prihranka prostora (ni naknadnih usedalnikov), boljših pogojev arhitektonskih integracij, majhne uporabnosti pokrajine in visoke prilagodljivosti obratovanja in manjših investicijskih stroškov. Izgradnja II. faze CČN je bila zaključena septembra 2006, takrat se je začelo poskusno obratovanje, ki se je končalo novembra 2007.

3.2.2 Osnovni opis in podatki o Centralni čistilni napravi Šaleške doline

Centralno čistilno napravo Šaleške doline sestavljajo naslednji moduli: mehansko čiščenje komunalne odpadne vode, biološko čiščenje (biofiltracija), predelava blata in koriščenje gliniščnega plina za pridobivanje električne energije ter sistem vodenja s stalnim monitoringom, ki je osnova za avtomatsko regulacijo procesov.

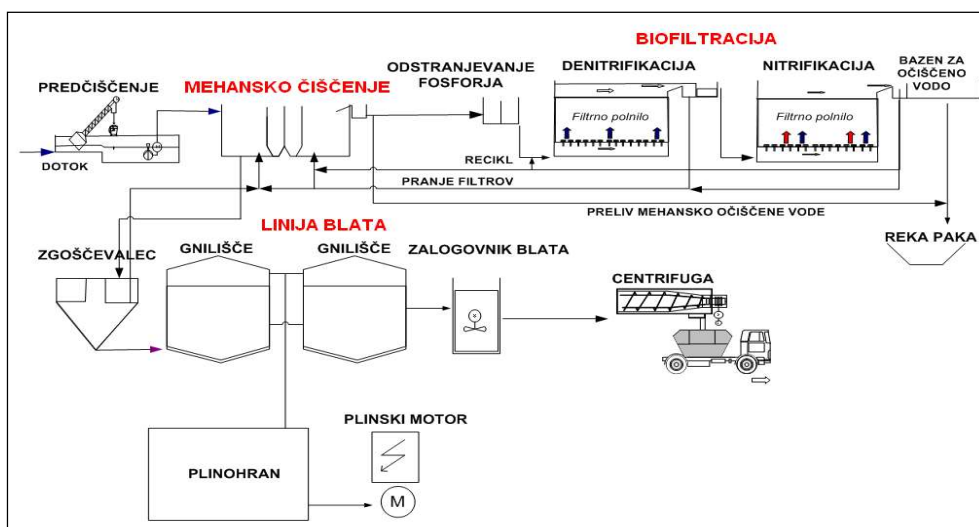
Karakteristike:

- površina: 2,1 ha,
- vrednost: 10 mio €,
- kapaciteta ČN: 50.000 PE,
- maksimalna količina odpadne vode: 18.000 m³/dan,
- maksimalen dotok na centralno čistilno napravo: 2.800 m³/h,
- hidravlična kapaciteta biofiltracije: 1.400 m³/h,
- tehnologija pritrjene biomase MBR,

- povprečna letna prečiščena količina: 6.000.000 m³,
- 36.200 oz. 80,7 % priključenih prebivalcev v letu 2016, 8.654 nepriključenih prebivalcev.

3.3 Delovanje Centralne čistilne naprave Šaleške doline

Čiščenje odpadnih vod na Centralni čistilni napravi Šaleške doline poteka po postopku biofiltracije s fiksirano biomaso. Tehnološki postopek čiščenja odpadnih vod na CČN Šaleške doline lahko razdelimo na tri zaokrožene tehnološke sklope, in sicer na mehansko čiščenje, biofiltracijo ter linijo za obdelavo blata in izrabo bioplina.



Slika 12: Shema CČN Šaleške doline (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 10)

Delovanje celotne CČN Šaleške doline oziroma delovanje posameznih segmentov opreme je avtomatsko, vse glede na nastavljene parametre vgrajene programske opreme. Eden izmen pomembnih segmentov, ki vplivajo na obvladovanje tehnologije, so ON-LINE merilniki.

3.3.1 Mehansko čiščenje

V stavbi mehanskega predčiščenja so fine grablje, vhodno črpališče, pralnik peska, puhala za peskolov, prostor za napravo za sprejem grezničnih vsebin-septika, fino sito in črpališče odpadnih vod na biofiltracijo.

Odpadna voda doteka na mehansko čiščenje po obstoječem kanalu. Na začetku kanala je poglobitev za lovilec kamenja. Kanal se nato razdeli na dva enaka kanala. Na začetku obeh kanalov sta ročni zapornici, ki omogočata, da se lahko v primeru vzdrževanja ali servisiranja en kanal popolnoma zapre.

3.3.1.1 Fine grablje

Za lovilec kamenja so fine grablje z razmikom 6 mm. Na grabljah se iz odpadne vode izločijo mehanske nečistoče. Odpadki iz obeh grabelj se operejo in skompaktirajo na skupnem kompaktorju ter se odložijo v kontejner za odpadke. Nato gre voda v vhodno črpališče, kjer je

nameščena potopna črpalka, ki črpa surovo odpadno vodo v pretočno posodo, v kateri so instalirane sonde za merjenje prevodnosti, pH vrednosti, temperature, ki je vgrajena v pH sondi in merilna sonda koncentracije amonijevega dušika.



Slika 13: Fine grablje (Vir: Štramcar, 2008, 29)

3.3.1.2 Vhodno črpališče

V vsakem od dveh vhodnih črpališč so vgrajene po tri potopne črpalke. Odvisno od dejanskega dotoka odpadne vode in s tem povezanega nivoja v črpališču se vklopi ustrezno število potopnih črpalk. Črpalke prečrpavajo odpadno vodo iz vhodnega črpališča v prezračevan peskolov z maščobnikom.

3.3.1.3 Prezračen peskolov z maščobnikom

Le-ta je narejen iz dveh vzporedno delujočih stez. Peskolov ima skupno mostno strgalo, ki z dna odstranjuje pesek ter z vrha posnema maščobe. Za boljše izločanje maščob se peskolov in maščobnik prepihuje z zrakom. Zrak se dobavlja s pomočjo dveh puhal, za vsako stezo peskolova po eno. Na strgalu peskolova sta vgrajeni potopni črpalke, ki izločeni pesek prečrpavata v korito in nato v pralnik peska, kjer se pesek opere organskega onesnaženja in ga odcejenega odlaga v kontejner za pesek. Voda od pranja peska odteka v vhodno črpališče. Izločene maščobe iz maščobnika se zbirajo v poglobitvi za maščobe.



Slika 14: Pralnik peska (Vir: Štramcar, 2008,30)

3.3.1.4 Primarna usedalnika

Iz peskolova se odpadna voda prelija v dva vzporedno delujoča primarna usedalnika. Na dotok v vsak primarni usedalnik se vodi tudi odpadna voda iz pranja biofiltriranih, ki vsebuje odvečno biološko blato iz biofiltracije. V primarnih usedalnikih se surovo blato skupaj z odvečnim biološkim blatom posede na dno usedalnikov. Oba primarna usedalnika sta opremljena z mostnima strgaloma, ki zbirata posedlo blato v štiri poglobitve v vsakem usedalniku. V vsaki poglobitvi je vgrajena potopna črpalka. Iz poglobitev se blato prečrpava v zgoščevalnik za blato. Mostova imata tudi posnemalo za odstranjevanje plavajočega blata. Odstranjeno plavajoče blato se odstrani v korito, iz katerega se občasno splahne z vodo ter prečrpa s pomočjo potopne črpalke plavajočega blata v zalogovnik za pregnito blato. Pri pretokih večjih od 1.800 m³/h nivo odpadne vode v primarnih usedalnikih naraste in se mehansko prečiščena odpadna voda iz severnega primarnega usedalnika prelija preko merilnega mesta v reko Pako. V primeru tako velike količine odpadnih vod so odpadne vode precej razredčene in že temeljito mehansko čiščenje zadošča za ustrezno učinkovitost čiščenja.

3.3.1.5 Sprejem greznic (septika)

Vsebine greznic se pripeljejo z avtocisterno na CČN, kjer se sprazniijo skozi napravo za sprejem grezničnih vsebin. Na dotočnem cevovodu je merilnik pretoka, ki beleži oddano količino in merilnika pH vrednosti in prevodnosti. Na dotočnem cevovodu je tudi ventil za vzorčenje sprejetih vsebin. V primeru, da lastnosti sprejetih greznic odstopajo od predvidenih vrednosti za pH in prevodnost, se avtomatsko zapre električni ventil na dotoku na napravo. Naprava za sprejem je opremljena z mehanskim ločevanjem in izloči iz grezničnih vsebin vse mehanske nečistoče, jih opere in skompaktira ter odloži v kontejner. Greznične vsebine se zbirajo v bazenu za sprejem greznic, ki je pod prostorom naprave za sprejem greznic.

V bazen za sprejem greznic se steka še odpadna voda od dehidracije blata in morebitna gnila voda iz gnilišč. Bazen je opremljen s potopnim mešalom in potopno črpalko. Vsebina iz septike se na dotok CČN črpa glede na obremenitev dotoka. Prostor je prezračevan.

3.3.2 Biofiltracija

Iz primarnih usedalnikov se odpadna voda preliva na fino sito z velikostjo odprtin 2,0 mm. Na situ se izločijo vsi morebitni mehanski delci, ki se niso izločili v mehanskem predčiščenju in lahko zamašijo šobe biofiltrrov. Črpališče odpadne vode in fine grablje so v stavbi mehanskega predčiščenja.

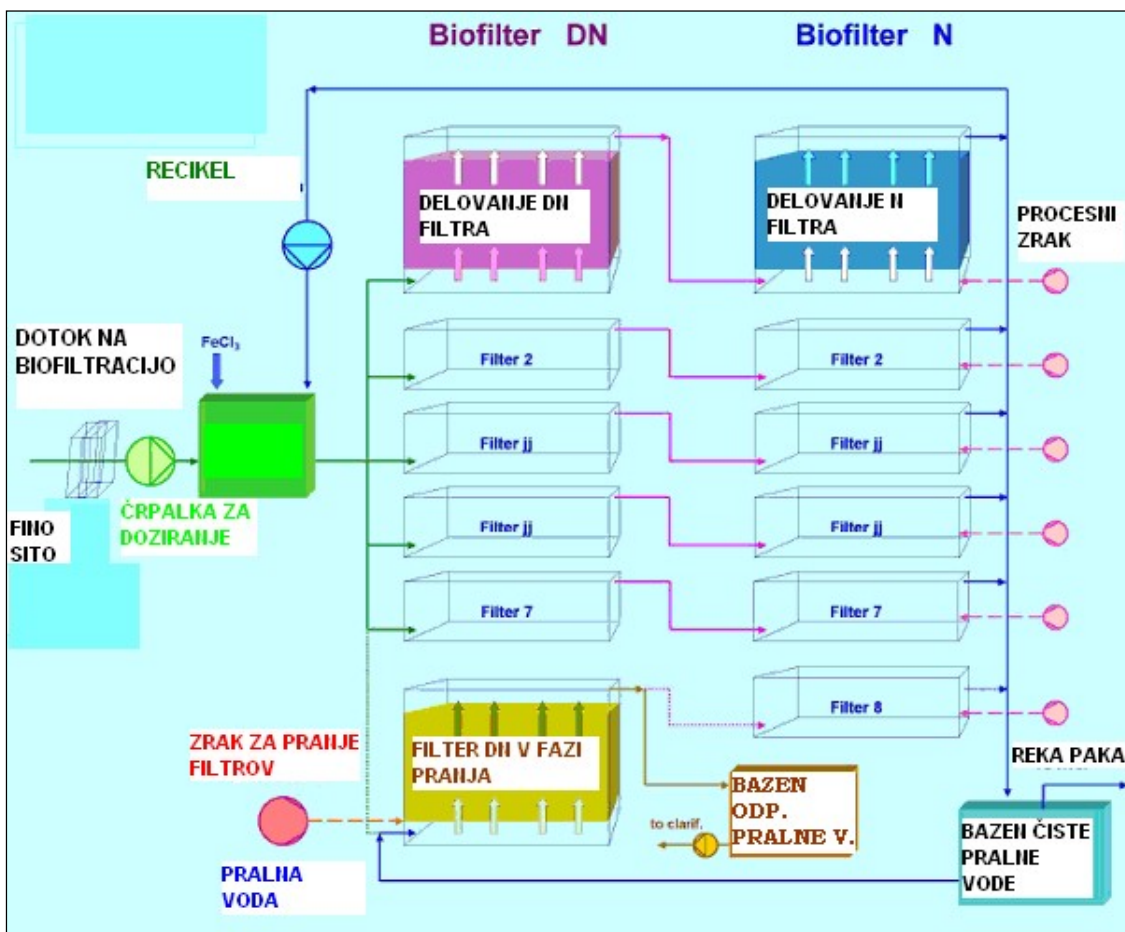


Slika 15: Fino sito (Vir: Štramcar, 2008, 32)

Na biofiltracijo je predvideni pretok odpadne vode od 200 m³/h do 1.800 m³/h, pri čemer je lahko do 400 m³/h odpadne vode iz pranja biofiltrrov. V črpališče odpadne vode so vgrajene 3 potopne črpalke, dve sta z večjo kapaciteto, ena pa manjšo kapaciteto, ki omogoča konstantno črpanje odpadne vode tudi pri minimalnem pretoku 200 m³/h. Vse črpalke so opremljene s frekvenčnim regulatorjem hitrosti. Vsaka črpalka ima svoj tlačni cevovod, ki je opremljen z merilnikom pretoka in vodi do stavbe biofiltracije. Merilnik nivoja tudi opozori, če je v črpališču gladina vode previsoka. Izmerjen pretok se uporablja za kontrolo dotoka odpadne vode na biofiltracijo in za doziranje kemikalij za izločanje fosforja.



Slika 16: Biofiltracija (Vir: Štramcar, 2008, 32)



Slika 17: Shema biofiltracije (Vir: Poslovniki za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 16)

3.3.2.1 Doziranje FeCl_3

Črpališče črpa vodo v biofiltracijo, najprej v kanal pred bazenom za koagulacijo, ki upočasni tok odpadne vode. V bazen za koagulacijo, ki je opremljen z mešalom, se dozira odpadni vodi najprej koagulant (FeCl_3). Dotok v bazen za koagulacijo je z vrha, iztok pa z dna, kar omogoča optimalno koagulacijo. Doziranje FeCl_3 je pretočno proporcionalno, glede na izmerjeni dotok na biofiltracijo.

3.3.2.2 Recikel

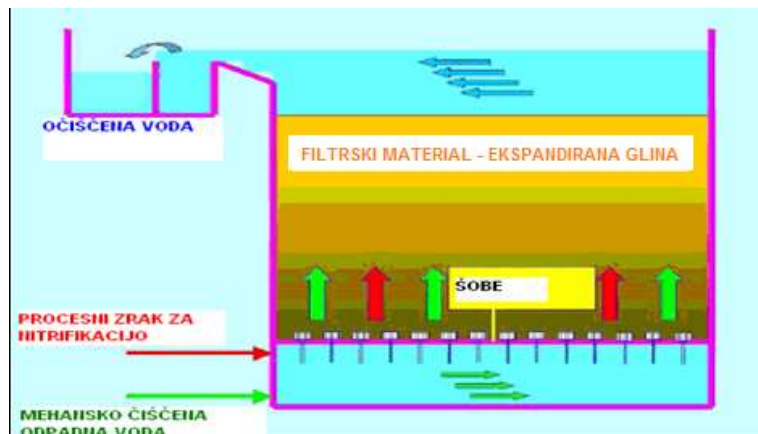
Po dodajanju kemikalij se odpadna voda meša z reciklom odpadne vode, ki vsebuje nitratni dušik. Recikel poteka s pomočjo treh črpalk. Črpalke so opremljene s frekvenčno regulacijo delovanja.



Slika 18: Črpalke za recikel (Vir: Štramcar, 2008, 34)

3.3.2.3 Denitrifikacija in nitrifikacija

Odpadna voda nato teče po cevovodu na 8 biofiltrov za denitrifikacijo (DN). Denitrifikacijski biofiltri imajo površino $35,1 \text{ m}^2$ in višino nosilnega materiala $3,0 \text{ m}$. Ekspandirana glina s premerom delcev $4 - 8 \text{ mm}$ se uporabi kot nosilec za biomaso. V času delovanja biofiltra voda doteka v biofilter od spodaj skozi tla. Voda teče skozi filtrirni sloj in odteka iz biofiltrov na vrhu najprej mimo pregrade. Namen pregrade je preprečevanje odplavljanja filtrskega materiala iz biofiltra. Nato gravitacijsko teče na biofilter za nitrifikacijo. Vsak DN biofilter je direktno povezan z nitrifikacijskim biofiltrom tako, da ni potrebna vmesna distribucija odpadne vode.



Slika 19: Shema biofiltra v procesu delovanja (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 18)

DN biofiltri se spirajo približno vsakih 24 ur. Spiranje poteka s kombinacijo zraka in vode ali pa samo z zrakom in samo z vodo. Za spiranje se uporablja čista pralna voda, ki se shranjuje v bazenu čiste pralne vode. Odpadne vode od spiranja odtečejo v bazen odpadne pralne vode. Med spiranjem je ventil na dovodnem cevovodu do nitrifikacije zaprt.



Slika 20: Biofilter v procesu pranja (Vir: Štramcar, 2008, 35)

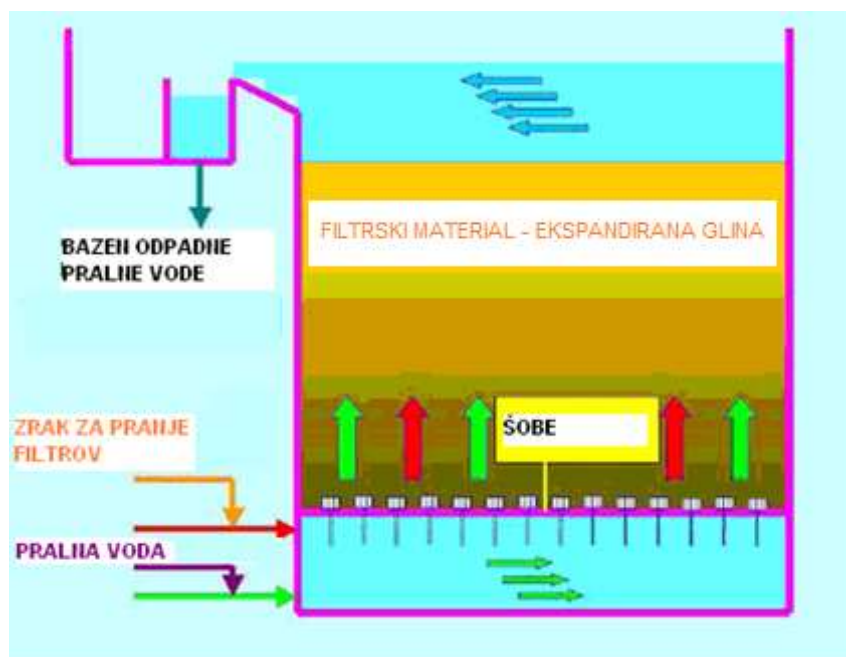
Nitrifikacija (N) poteka v 8 biofiltrih, ki so v tandemu z DN biofiltri. To pomeni, da je 1 DN biofilter povezan samo z 1 N filtrom kot par. To bistveno poenostavi tok odpadne vode skozi biofiltracijo. N biofiltri imajo površino 40,9 m² in višino filtrskega materiala 3,7 m. Ekspandirana glina s premerom delcev 2,5 – 5 mm se uporabi kot filtrski material. Pesek se uporabi kot nosilna plast nad šobami, ker se lahko zaradi majhne velikosti delcev filtrskega materiala zamašijo šobe za distribucijo zraka in odpadne vode.

Očiščena voda iz biofiltra se preliva v bazen za recirkulacijo, od koder se del vode prečrpa kot recikel nazaj na DN filtre. Ostali del očiščene vode se preliva v bazen čiste vode. Za oksidacijo BPK₅ in nitrifikacijo se vpihuje procesni zrak s pomočjo osmih kompresorjev za vsak biofilter po en. Zrak se vpihuje skozi šobe v tleh, ki omogočajo sočasen pretok zraka in vode v biofilter. Pod talnimi ploščami s šobami so cevovodi za enakomerno distribucijo zraka po celi površini filtra. Procesni zrak ustvari zračno blazino pod talnimi ploščami. N biofiltri se spirajo približno vsakih 36 ur izmenično s pretokom zraka in vode ali pa samo zraka ali samo vode. Odpadna voda od spiranja se preliva v bazen za odpadne pralne vode.

Biofiltri so lahko v treh različnih obratovalnih režimih: delovanju, pripravljenosti ali v procesu spiranja.

Spiranje filtrov je prikazano na sliki 21 in se vključi v odvisnosti od štirih kriterijev:

- volumna prefiltrirane vode od zadnjega spiranja,
- časa od zadnjega spiranja,
- tlačnih izgub v filtrih, standardiziranih na hitrost filtracije,
- ročne vključitve spiranja.



Slika 21: Shema filtra v procesu pranja (Vir: Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje CČN Šaleške doline, 2008, 20)

Pranje filtra je sestavljeno iz več sekvenc:

- dreniranja filtra,
- spiranje z zrakom, ki odstrani biofilm s filtrskega materiala,
- spiranje z zrakom in vodo, ki povzroči močnejše odstranjevanje s površine in tudi transport izločenih delcev iz biofiltra,
- spiranje z vodo, ki odstrani vse suspendirane snovi iz biofiltra pred začetkom normalnega filtriranja.

3.3.2.4 Bazena odpadne pralne vode

Odpadna voda se zbira od spiranja iz vseh DN biofiltrtov in N biofiltrtov v bazenu odpadne vode od spiranja volumna cca 570 m³ in se nato črpa v primarne usedalnike.

3.3.2.5 Iztok čiščene vode

Iz bazena za recirkulacijo se čiščena voda prelije v bazen čiste pralne vode. Čiščena odpadna voda izteka iz čistilne naprave skozi jašek in teče skozi merilno mesto v reko Pako. Merilno mesto omogoča tudi izvajanje meritev pretoka odpadne vode in vzorčenja za potrebe obratovalnega monitoringa odpadnih vod. Na iztoku se spremljajo mejne vrednosti za koncentracijo neraztopljenih snovi, amonijevega in celotnega dušika, KPK in BPK₅.

3.3.3 Linija obdelave blata

3.3.3.1 Zgoščevalnik blata

Primarno in sekundarno blato se iz obeh primarnih usedalnikov črpa v zgoščevalnik za blato, prikazan na sliki 22. V zgoščevalniku se surovo blato delno zgosti od 2 do cca. 4 % suhe snovi. Zgoščevalnik je opremljen z mostnim strgalom in mešalom, ki posnema zgoščeno blato z dna

zgoščevalnika in ima poseben sistem za mešanje in dreniranje zgoščenega blata. Preliv blatenice iz zgoščevalnika gre v dotok na CČN.



Slika 22: Zgoščevalnik blata (Vir: Štramcar, 2008, 37)

3.3.3.2 Gnilišči 1 in 2

Zgoščeno blato se črpa v prvo od dveh gnilišč. Iz primarnega gnilišča se delno pregneto blato preliva v sekundarno gnilišče, kjer se dokončno anaerobno stabilizira. Gnilišči delujeta kot vezni posodi.



Slika 23: Gnilišči (Vir: Štramcar, 2008, 37)

Vsako gnilišče je opremljeno s štirimi obtočnimi črpalkami za mešanje vsebine. Na vsakem tlačnem cevovodu obtočnih črpalk so cevni izmenjevalci toplote za pokrivanje toplotnih izgub in gretje gnilišč. Na vrhu obeh gnilišč je mešalo za razbijanje skorje in pen. Obe gnilišči sta plinotesni in imata varnostni ventil za bioplin. Gnilišči sta mezofilni in obratujeta pri temperaturi

od 35 do 37 °C. Nastali bioplín se na vrhu gnilišč zajema in vodi do plinohrana. Sekundarno gnilišče ima odprt preliv, preko katerega se morebitni višek gnile vode preliva v bazen septike.

3.3.3.3 Zalogovnik za pregnito blato

Iz sekundarnega gnilišča se blato črpa v zalogovnik za pregnito blato. Namen zalogovnika je zbiranje pregnitega blata preko celega dneva tako, da je možno obratovanje centrifuge samo v dveh izmenah. V zalogovnik za pregnito blato se črpa tudi plavajoče blato iz primarnih usedalnikov. V zalogovniku je potopno mešalo, ki obratuje ves čas delovanja centrifuge. To omogoča enakomerno obremenitev centrifuge in boljši učinek dehidracije. Zalogovnik je opremljen z varnostnim prelivom, ki vodi v bazen septike.

3.3.3.4 Dehidracija blata

Blato iz zalogovnika za pregnito blato se črpa na centrifugo, kjer se dehidrira z dodatkom raztopine flokulanta. Centrifuga ima pogon bobna in pogon polža, ki se vrtita z različno hitrostjo, kar omogoča odstranjevanje dehidriranega blata iz centrifuge.



Slika 24: Centrifuga (Vir: Štramcar, 2008, 39)

Dehidrirano blato iz centrifuge pada na polžni transporter in nato v kontejner. Centrifugat iz centrifuge se po interni kanalizaciji vodi v septiko, od koder se ga kontrolirano prečrpava v vhodno črpališče.

3.3.3.5 Izraba bioplina

Nastali bioplín v obeh gniliščih se vodi v obstoječi plinohran. Na cevovodu je merilnik količine bioplina. Poleg tega je na skupnem cevovodu še peščeni filter za izločanje pen ter lovilnik kondenza. Plinohran je opremljen z merilcem nivoja, ki kaže višino plina v plinohranu. Iz plinohrana se bioplín vodi na porabnike s pomočjo obstoječega puhala. Primarno se bioplín porablja na dveh plinskih motorjih za proizvodnjo električne in toplotne energije, ki se nahajata v objektu dehidracije. Stari plinski motor ima kapaciteto 45 kW in novi plinski motor ima kapaciteto 150 kW.



Slika 25: Plinski motor s kapaciteto 150 kW (Vir: Štramcar, 2008, 40)

Pri zgorevanju bioplina v plinskih motorjih nastaja odvečna toplota. Nastalo toploto uporabljajo za ogrevanje gnilišč in prostorov v upravni in pogonski stavbi preko sistema toplotnih izmenjevalcev in sistema ogrevanja.

V primeru, da plinski motorji ne obratujejo, se plin sežge v plinski peči, ki je namenjena za proizvodnjo toplote za ogrevanje gnilišč. V primeru viškov bioplina ali izpada porabnikov bioplina, se morebitne viške bioplina sežge na plinski bakli.

3.4 Obdelava blata na CČN Šaleške doline - centrifugiranje

Centralna čistilna naprava Šaleške doline je do junija leta 2011 uporabljala za dehidracijo blata sotočno centrifugo. Ker so bile kljub rednemu tehnološkemu nadzoru in kontroli dehidracije predpisane tehnološke vrednosti neraztopljenih snovi v centrifugatu večkrat presežene, prav tako pa so beležili nizek odstotek suhe snovi v dehidriranem blatu, so se odločili, da izvedejo najprej preizkus centrifugiranja s premično protitočno centrifugo. Preizkus centrifugiranja anaerobno stabiliziranega blata je potekal 22. in 23. marca 2011, izvedlo pa ga je podjetje Umweltsanlagen Handels & Planungs GmbH. Na podlagi preizkusa so se odločili za prenovu obstoječe sotočne centrifuge v novo protitočno centrifugo. Predelava je bila izvedena v juniju 2011, strošek prenove pa je znašal 40.000 EUR. Izvedbena dela prenove centrifuge so vključevala naslednje aktivnosti:

- demontažo celotne rotorske enote,
- prevoz na Švedsko,
- prenovu rotorja,
- uravnoteženje nove rotorske enote,
- nabavo novega motorja in
- zagon prenovljene centrifuge.

Na CČN Šaleške doline uporabljajo torej od junija 2011 delno hidravlično vodeno protitočno centrifugo znamke NOXON. Osrednji del stroja je rotacijski boben, v katerem se nahaja vijak, ki se vrti neodvisno od bobna. Blato doteka skozi dovodno cev v mešalno komoro, kamor se

črpa tudi raztopina flokulanta za sprijem delcev blata v kosmiče. S pomočjo rotacije se blato pomika proti stenam bobna, kjer se dehidrira in s pomočjo vijaka transportira ven iz centrifuge na transportni trak.

Rotacijski boben in vijak rotirata neodvisno drug od drugega. Razlika med hitrostjo bobna in hitrostjo vijaka je diferencialna hitrost. Regulira jo avtomatski regulator blata, lahko pa se regulira tudi ročno. Nižja diferencialna hitrost pomeni, da se blato zadržuje dlje časa v bobnu, pri tem pa je dehidrirano blato bolj suho.

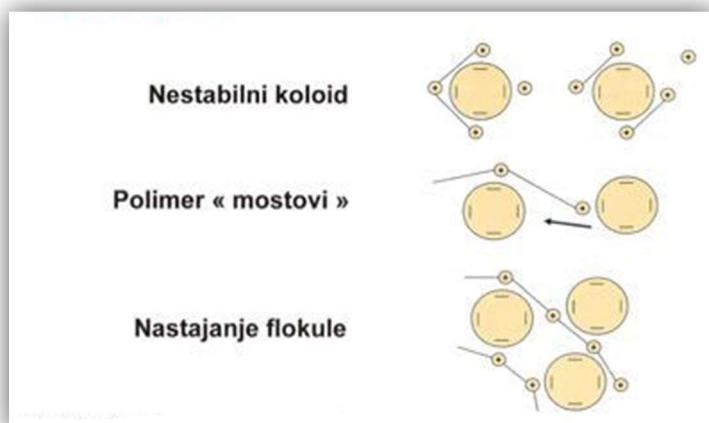
3.4.1 Parametri, ki vplivajo na kvaliteto dehidriranega blata in centrifugata

3.4.1.1 Hitrost bobna

Območje hitrosti bobna in vijaka je od minimalno 1.500 do maksimalno 2.200 vrtljajev/minuto. Povišanje hitrosti povzroči povečanje sile, ki deluje na blato, zato blato postane bolj suho. Če pa je ta sila prevelika, se flokule blata razbijejo in dobimo nasprotni učinek.

3.4.1.2 Tip polielektrolita

Pri flokulaciji se s pomočjo dodatka polielektrolita tvorijo flokule oz. flokulant oblikuje mostove med dvema delcema blata, pri čemer se delci združijo v rahlo tridimenzionalno strukturo (Slika 26). Flokulacija je reverzibilen proces, to pomeni, da lahko zgrajene flokule nazaj razpadejo (zaradi mehanske strižne sile). Na CČN Šaleške doline uporabljajo visoko kationski zamrežen polielektrolit.



Slika 26: Postopek flokulacije (Vir: Mičić, 2011, 24)

3.4.1.3 Raztopina polielektrolita

Po navodilih proizvajalca naj bi bila koncentracija izbranega polielektrolita od 0,1 do 0,5 % (na CČN Šaleške doline je 0,35 %). Z manjšo ali večjo koncentracijo od navedene se učinkovitost tvorjenja flokul lahko zmanjša ali celo poruši. Aktivnost raztopine polielektrolita pa s časom pada.

3.4.1.4 Diferencialna hitrost

Rotacijski boben in vijak rotirata neodvisno drug od drugega. Razlika med hitrostjo bobna in hitrostjo vijaka je diferencialna hitrost. Območje hitrosti bobna in valja je od 1.500 do največ 2.200 obratov na minuto.

Območje diferencialne hitrosti je od 1 do največ 9 min^{-1} .

Uravnavanje delovanja centrifuge je lahko ročno ali avtomatsko.

3.4.1.5 Nivo vode v centrifugi

Nivo vode v centrifugi je mogoče nastaviti s spreminjanjem ploščic za nivo, kot vidimo na sliki 27. Manjša je razdalja med ploščicami, bolj suho je blato, a bolj obremenjen centrifugat.

- Minimalna razdalja je 167 mm (72 mm fiksna + 95 mm nastavljiva).
- Maksimalna razdalja je 176 mm (72 mm fiksna + 104 mm nastavljiva).

Vse ploščice za nivo morajo biti nastavljene na enako višino $\pm 0,25 \text{ mm}$.



Slika 27: Kontrola nivoja vode (Vir: Mičić, 2011, 19)

3.4.1.6 Količina blata

Količino blata določamo z merjenjem hidravličnega in masnega pretoka. Hidravlični pretok (q_v [m^3/h]) je določen s prostornino tekočine, ki steče v časovni enoti skozi izbrani presek.

- Maksimalni hidravlični pretok je $q_{v,\text{max}} = 20 \text{ m}^3/\text{h}$

Masni pretok je določen z maso tekočine, ki steče v časovni enoti skozi izbrani presek. Kot masni pretok na enoto površine je določena gostota masnega pretoka.

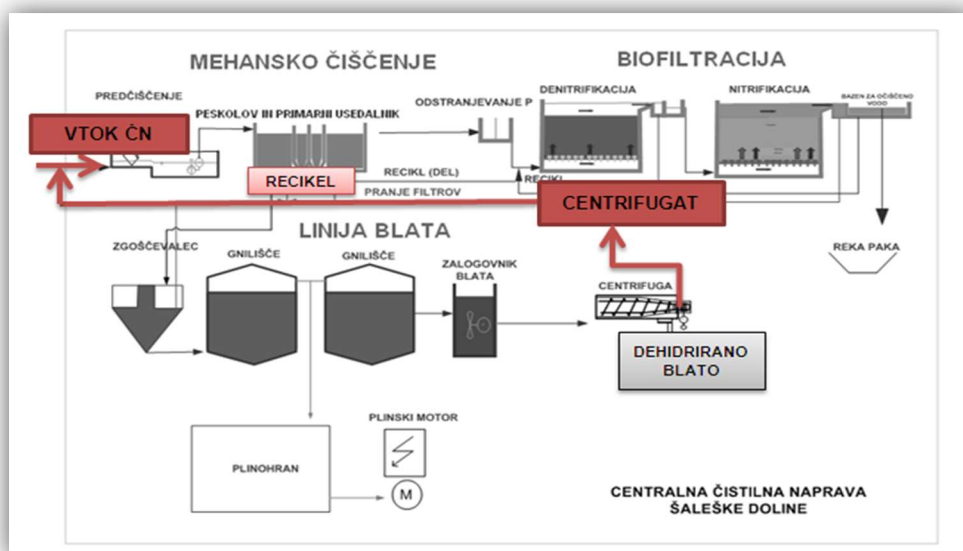
- Maksimalni masni pretok je $q_{m,\text{max}} = 800 \text{ kg/h}$

3.4.1.7 Poraba polielektrolita

Poraba polielektrolita je izračun, ki se poda v kg/t, in sicer kg porabljenega polielektrolita na tono suhe snovi blata. Na Centralni čistilni napravi Šaleške doline se v povprečju porabi med 6 in 12 kg/t.s.s. polielektrolita.

3.4.2 Centrifugat in dehidrirano blato kot končna produkta centrifugiranja

Na liniji blata se pregnito blato, po anaerobni presnovi, črpa na centrifugo, kjer se dehidrira. Po dehidraciji dobimo zgoščeno blato in tekočino oz. centrifugat. Dehidrirano blato se odlaga na kontejner in odda pooblaščenemu predelovalcu odpadkov za nadaljnjo uporabo. Centrifugat iz centrifuge pa se po interni kanalizaciji odvaja v bazenu za sprejem greznic, od koder se ga kontrolirano prečrpava v vhodno črpališče in nazaj v proces čiščenja odpadne vode. Naslednja slika prikazuje pot centrifugata na CČN.



Slika 28: Pot centrifugata (Vir: Mičić, 2011, 20)

Centrifugat je tekočina odstranjena s centrifugiranjem. Običajno vsebuje visoko koncentracijo neraztopljenih (suspendiranih), neusedljivih snovi in amonijev dušik. Ima velik vpliv na biofiltracijo, zaradi tega je potrebno nastavitve centrifuge prilagoditi tako, da je centrifugat čim manj obremenjen. Pomembna pa je tudi stalna kontrola centrifugata v času centrifugiranja ter večkratni odvzem vzorcev blata iz zalogovnika, centrifugata in dehidriranega blata. Na CČN Šaleške doline je mejna vrednost suspendiranih snovi v centrifugatu 1.000 mg/l (Mičić, Ž., 2011).

3.4.2.1 Amonijev dušik

Amoniak je v vodi prisoten prvenstveno kot amonijev dušik (NH_4^+), znatno manj v nedisocirani obliki raztopljenega amoniaka. Slednji je zelo toksičen za vodne organizme, posebno za ribje populacije. Razmerje med NH_4^+ in NH_3 je odvisno od disociacijske dinamike, na katero vplivata pH, temperatura in prisotnost drugih ionov.

Koncentracija amonijevega dušika v vodi je pomemben indikator njenega ekološkega stanja, obenem pa predstavlja enega izmed glavnih deležev raztopljenega neorganskega dušika v vodnem okolju. Za spremljanje ekoloških kontrol sproščanja amonijevega dušika v vodno okolje je potrebno izvajati meritve, ki omogočajo časovno in prostorsko sledenje vnosa hranil v vodno okolje.

3.4.2.2 Amonifikacija

Organsko vezani dušik v odmrlih organizmih je dostopen drugim organizmom. Proces, pri katerem se dušikove organske spojine pretvorijo v prosti amonijak ali amonijev dušik imenujemo mineralizacija oz. amonifikacija. Je bakterijska pretvorba dušikovih spojin v amonijeve ione, pretvorba organske oblike dušika v anorgansko. Vir organskega dušika so proteini odmrlih rastlin, živali in bakterij ter sečnina.

Za nastanek amoniaka in amonijevega dušika so potrebni ekstracelularni in intracelularni encimi. Prvi delujejo zunaj celice, kjer razgrajujejo netopne substance v topne, drugi delujejo zunaj celice in regulirajo presnovne procese v celici.

Gonilna sila za mineralizacijo dušika je mineralizacija ogljika. Mikroorganizmi razgradijo organsko snov, pri tem pa se sprostijo tudi ostali elementi, med katerimi je tudi dušik. Dušik je prisoten v mnogih organskih in anorganskih spojinah. V komunalni odpadni vodi izvira pretežno iz človeškega metabolizma beljakovin. V sveži odpadni komunalni vodi je približno 60 % dušika v organski obliki in 40 % v anorganski. Organski dušik izvira iz aminokislin, beljakovin in sečnine, anorganski dušik izvira iz amonijevega iona. V kanalizacijskem sistemu, razen v iztoku specifičnih odpadnih voda iz industrije, se nitritni in nitratni ioni ne pojavljajo.

3.4.2.3 Amoniak v anaerobni presnovi

Amoniak se proizvaja z razgradnjo dušikovih snovi, predvsem beljakovin in sečnine. Amonijev dušik in prosti amoniak sta dve prevladujoči obliki anorganskega dušika. Koncentracija obeh oblik je odvisna od temperature, pH in koncentracije skupnega amoniaka.

Amoniak je pomembno hranilo in igra pomembno vlogo pri procesu anaerobne presnove. Hranila so elementi, bistveni za rast in razvoj živali. Hranila v odpadnih vodah so ponavadi iz elementov dušika in fosforja. Glavni vir amoniaka v procesu anaerobne presnove so proteini.

Previsoka koncentracija amoniaka, še posebej v neionizirani obliki, je vzrok oviranja procesa. Zaviranje anaerobne presnove zaradi amoniaka (NH_3 / NH_4^+) je dobro poznan pojav. Metanogene bakterije so še posebej občutljive na inhibicijo zaradi amoniaka. Koncentracija prostega amoniaka je v neposrednem razmerju s temperaturo, tako da obstaja povečano tveganje zaviranja procesa anaerobnega razkroja, ki poteka pri termofilnih temperaturah, v primerjavi z mezofilnimi, zaradi amoniaka. Razlog za to je, da je aktivna komponenta, odgovorna za zaviranje, neionizirana oblika amoniaka.

3.4.2.4 Neraztopljene snovi

Neraztopljene snovi so eden od osnovnih parametrov s katerim se ocenjuje kvaliteta onesnaženosti odpadnih voda ter so v iztoku kontrolni parametri čiščenja in pokazatelji učinkovitosti vodenja procesa.

Definirane so kot masna koncentracija trdnih snovi v tekočini, običajno izločenih s filtracijo ali centrifugiranjem in nato določenih s sušenjem pri določenih pogojih.

Neraztopljene snovi ločimo iz vzorca tehnološke ali pralne odpadne vode z mikro filtriranjem, čemur sledi sušenje filtra. Na osnovi vsebnosti neraztopljenih snovi v odpadnih vodah lahko sklepamo o lastnostih, primernosti in učinkovitosti posamezne tehnologije čiščenja, v pomoč pa so tudi pri interpretaciji kemijske potrebe po kisiku (KPK), biokemijske potrebe po kisiku (BPK) in celotnega organskega ogljika (TOC). Mejne vrednosti za iztok v vodotok znašajo za neraztopljene snovi 35 mg/l, KPK 110 mg/l, BPK₅ 20 mg/l.

3.5 Metode dela

Na Centralni čistilni napravi Šaleške doline spremljajo podatke o količini dehidriranega blata in porabi flokulanta dnevno, kot je razvidno iz spodnje tabele.

Tabela 3: Tehnološki podatki dehidracije blata (Vir: lasten, 2017)

TEHNOLOŠKA TABELA ČISTILNIH NAPRAV													
LETO 2014													
	min		10000		-234390	17	8880	25		0	7		
	max		37190		360	51	37120	50		2882294	22		
	povpr		18655		-599	34	18669	37		16913	17		
	skupaj		4141427		-215000	2896	1493480	3050		4820142	1410		
datum	vreme	zunanja temp. [°C]	OČIŠČENA VODA				DEHIDRIRANJE BLATA						
			pretok - m ³		blato - tekoče		blato-dehidr.		flokulant -	flokulant - mešan-I		Antipenilec	obrat.
			števec	dnevno	števec	dnevno	m ³	kg	granulat [kg]	števec	dnevno		ure
1/ Jan/	oblačno	5.4	39851223	16930	215,000	0				4940891	0		
2/ Jan/	megleno	-1.1	39868153	15875	215,000	0				4940891	0		
3/ Jan/	megleno	3.9	39884028	15944	215,000	240	34	18,700	50	4940891	14602	20	17.2
4/ Jan/	jasno	1.9	39899972	22232	215,240	0				4955493	0		
5/ Jan/	dežuje	8.6	39922204	35756	215,240	0				4955493	0		
6/ Jan/	oblačno	6.7	39957960	33268	215,240	240	34	18,020	50	4955493	14305		17.3
7/ Jan/	jasno	3.3	39991228	26113	215,480	0				4969798	0		
8/ Jan/	jasno	3.3	40017341	21848	215,480	0				4969798	0		
9/ Jan/	jasno	2.2	40039189	19336	215,480	240	34	17,720	25	4969798	14342		17.3
10/ Jan/	jasno	2.5	40058525	17922	215,720	0				4984140	0		
11/ Jan/	jasno	1.1	40076447	16923	215,720	240	34	17,020	50	4984140	14361	20	17.3
12/ Jan/	jasno	2.0	40093370	15478	215,960	0				4998501	0		
13/ Jan/	jasno	2.1	40108848	16046	215,960	0				4998501	0		
14/ Jan/	jasno	5.0	40124894	23643	215,960	242	34	16,980	25	4998501	14429		17.3
15/ Jan/	oblačno	5.1	40148537	17509	216,202	0				5012930	0		

Za raziskavo v diplomskem delu smo uporabili podatke iz tehnoloških tabel za delovanje CČN za leto 2008 do 2016 in jih ustrezno pretvorili na letni nivo.

Za centrifugat in sušino dehidriranega blata pa na Centralni čistilni napravi izvajajo vzorčenje, praviloma enkrat tedensko. Merilna mesta vzorčenja za ta dva tokova se nahajata na izhodu iz centrifuge. Analize in meritve izvaja Tehnološki laboratorij, in sicer za dehidrirano blato po standardnih metodah, navedenih v spodnji tabeli.

Tabela 4: Metode dela za dehidrirano blato (Vir: lasten, 2017)

Zap. št.	Analizni postopki	Uporabljen standard
1	Sušina	SIST EN 12880:2001
2	Žarina	SIST EN 12879:2001
3	Žarilna izguba	SIST EN 12879:2001

Za rezultate meritev vzorčenja vodijo na Centralni čistilni napravi evidenco, kot je vidna iz spodnjih dveh tabel.

Tabela 5: Meritve za dehidrirano blato (Vir: lasten, 2017)

DEHIDRIRANO BLATO					
DATUM	PREŠAL	količina	SUŠINA	ŽARINA	ŽAROIZG.
		m ³ /d	%	%	%
19.1.2017			22,8	7,7	15,1
20.1.2017			23,0	7,7	15,3
24.1.2017			24,1	8,3	15,8
6.2.2017			24,6	8,6	16,0
21.2.2017			24,3	8,4	15,9
1.3.2017			24,2	8,8	15,4
6.3.2017			24,8	9,0	15,8
13.3.2017			23,7	8,3	15,4
21.3.2017			23,6	7,6	16,0

Tabela 6: Meritve za centrifugat (Vir: lasten, 2017)

POVRATNA VODA PRI DEHIDRACIJI			
DATUM	ŽARINA	ŽAROIZG.	TSS
	g/l	g/l	mg/l
9.03.2016			102
15.03.2016			34
24.03.2016			43
31.03.2016			38
7.04.2016			109
13.04.2016			649
20.04.2016			346
25.04.2016			134
6.05.2016			205
11.05.2016			98
17.05.2016			74
24.05.2016			174
31.05.2016			184
9.06.2016			124
14.06.2016			120
22.06.2016			77
27.06.2016			158
4.07.2016			112

Za potrebe raziskave v diplomskem delu smo podatke, zbrane na Centralni čistilni napravi, uredili po letih in izračunali povprečne vrednosti na letnem oz. polletnem nivoju ter jih prikazali za obdobje od leta 2008 do leta 2016.

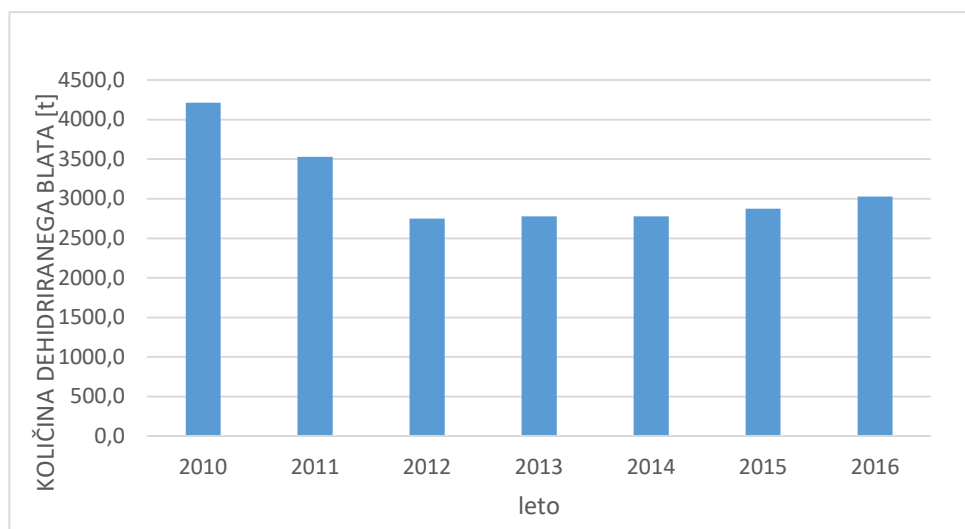
Ker je količina podatkov, ki so jih zbrali oz. izmerili na Centralni čistilni napravi velika, jih prikazujemo v prilogah.

4 REZULTATI IN RAZPRAVA

4.1 Količina dehidriranega blata

Tabela 7: Količina dehidriranega blata (Vir: lasten, 2017)

LETO	KOLIČINA DEHIDRIRANEGA BLATA [t]
2010	4.215
2011	3.531
2012	2.751
2013	2.778
2014	2.788
2015	2.873
2016	3.027



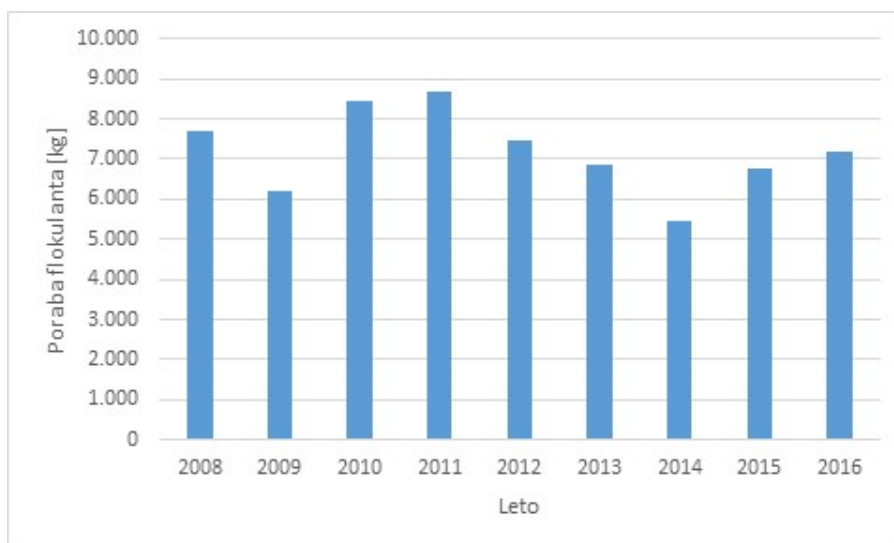
Slika 29: Količina dehidriranega blata v letih med 2010 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

Na sliki 29 je vidno, da je količina dehidriranega blata od leta 2012 stabilna. Večje spremembe pa so vidne v obdobju od leta 2010 do 2012. V letu 2011 se je v primerjavi z letom 2010 količina dehidriranega blata znižala za 684 t oz. za 16,2 %. V letu 2012 se je v primerjavi z letom 2011 količina znižala za 780 t ali za 22,1 %, v primerjavi z letom 2010 pa kar za 1.464 t, kar predstavlja 34,7 % zmanjšanje.

4.2 Flokulant

Tabela 8: Poraba flokulanta v kg v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

LETO	PORABA FLOKULANTA [kg]
2008	7.680
2009	6.200
2010	8.450
2011	8.675
2012	7.475
2013	6.850
2014	5.475
2015	6.750
2016	7.200

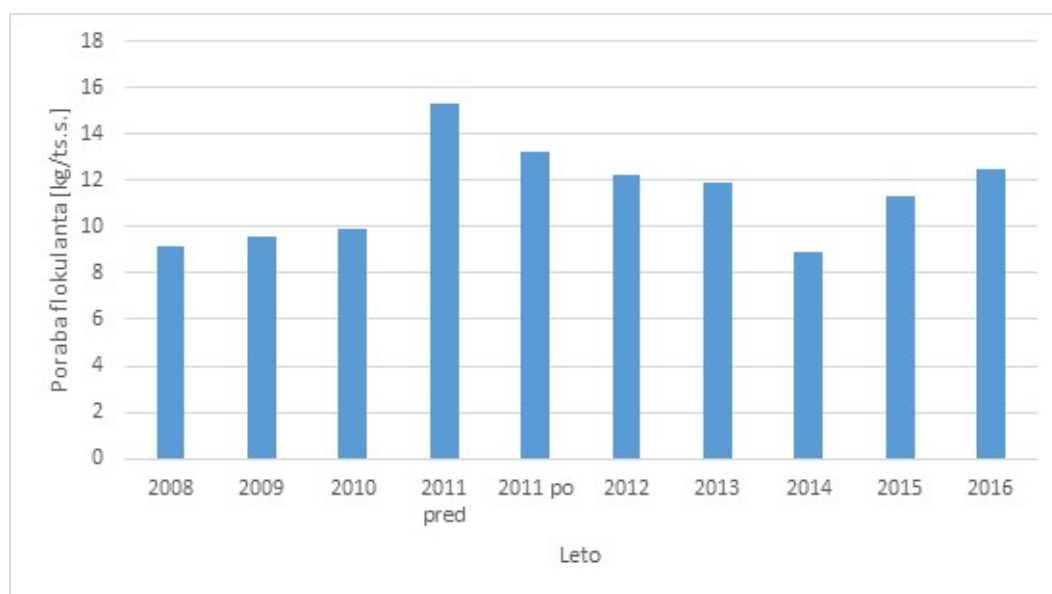


Slika 30: Poraba flokulanta v kg med leti 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

Na sliki 30 je prikazana skupna letna količina porabljenega flokulanta za obdobje od 2008 do 2016. Vrsta in doziranje flokulanta sta bili skozi vsa leta isti.

Tabela 9: Poraba flokulanta [kg/ t s.s.] v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

LETO	PORABA FLOKULANTA [kg/t s.s.]
2008	9,2
2009	9,6
2010	9,9
2011 pred prenovo	15,3
2011 po prenovi	13,2
2012	12,2
2013	11,9
2014	8,9
2015	11,3
2016	12,5



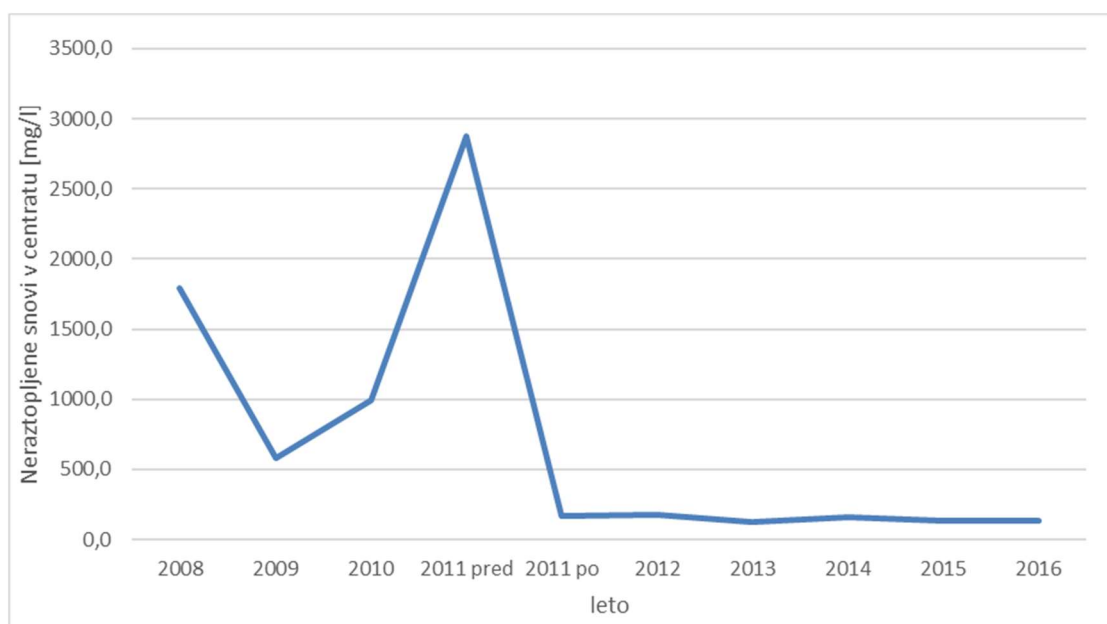
Slika 31: Poraba flokulanta [kg/ t s.s.] v letih med 2008 in 2016 (vir: lasten, 2017)

Na sliki 31 je vidno, da je bila poraba flokulanta, izražena v kg na tono suhe snovi najvišja v letu 2011, in sicer v prvi polovici leta t.j. pred prenovo centrifuge, ko je le ta znašala 15,3 kg/t s.s. Po prenovi centrifuge oz. v drugem polletju 2011 pa je le ta padla na 13,2 kg/t s.s. kar predstavlja zmanjšanje za 13,7 %. V naslednjih letih pa se je poraba gibala v razponu od 8,9 kg/t s.s. v letu 2014, do 12,5 kg/t s.s. v letu 2016. Do razlik pri porabi flokulanta pride zaradi različnih vrst blat, ki jih zbirajo na CČN Šaleške doline.

4.3 Neraztopljene snovi v centrifugatu

Tabela 10: Neraztopljene snovi v centrifugatu v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

LETO	NERAZTOPLJENE SNOVI V CENTRIFUGATU [mg/l]
2008	1789,3
2009	583,6
2010	991,8
2011 pred prenovo	2874,6
2011 po prenovi	165,2
2012	180,2
2013	124,5
2014	162,4
2015	130,1
2016	129,6



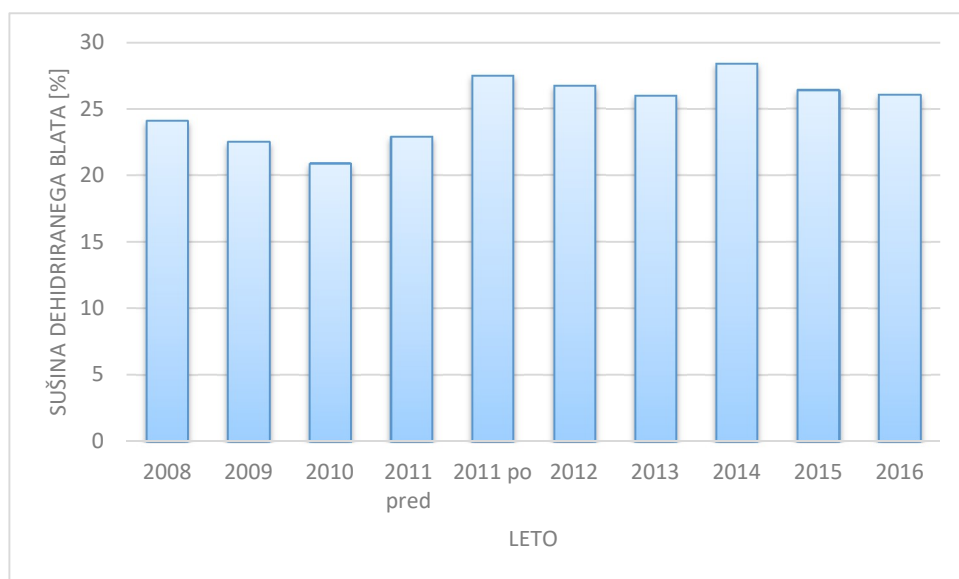
Slika 32: Neraztopljene snovi v centrifugatu v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

Iz slike 32 lahko razberemo, da je pred prenovo centrifuge bilo bistveno več neraztopljenih snovi v centrifugatu, kot pa po prenovi. Stanje je stabilno vse od prenove centrifuge dalje.

4.4 Odstotek sušine blata

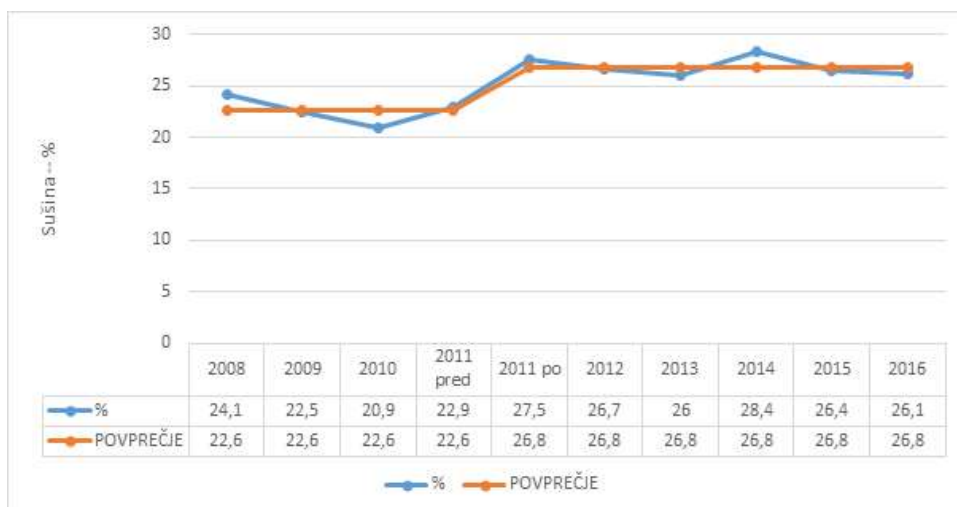
Tabela 11: Odstotek sušine blata v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

LETO	ODSTOTEK SUŠINE V DEHIDRIRANEM BLATU [%]
2008	24,1
2009	22,5
2010	20,9
2011 pred	22,9
2011 po	27,5
2012	26,7
2013	26
2014	28,4
2015	26,4
2016	26,1



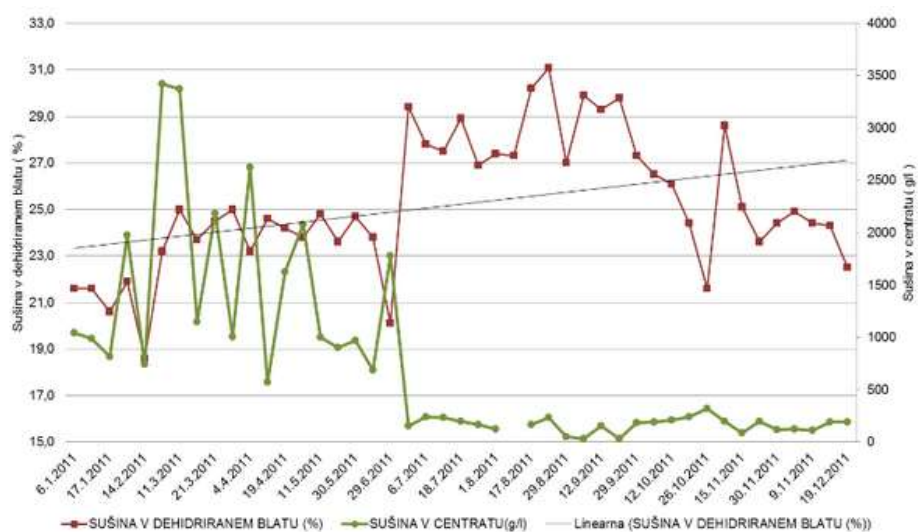
Slika 33: Odstotek sušine blata v letih med 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

Iz slike 33 je razvidno, da se je odstotek sušine dehidriranega blata s prenovno centrifuge v letu 2011 bistveno povečal, v naslednjih letih pa ostaja na približno enakih vrednostih.

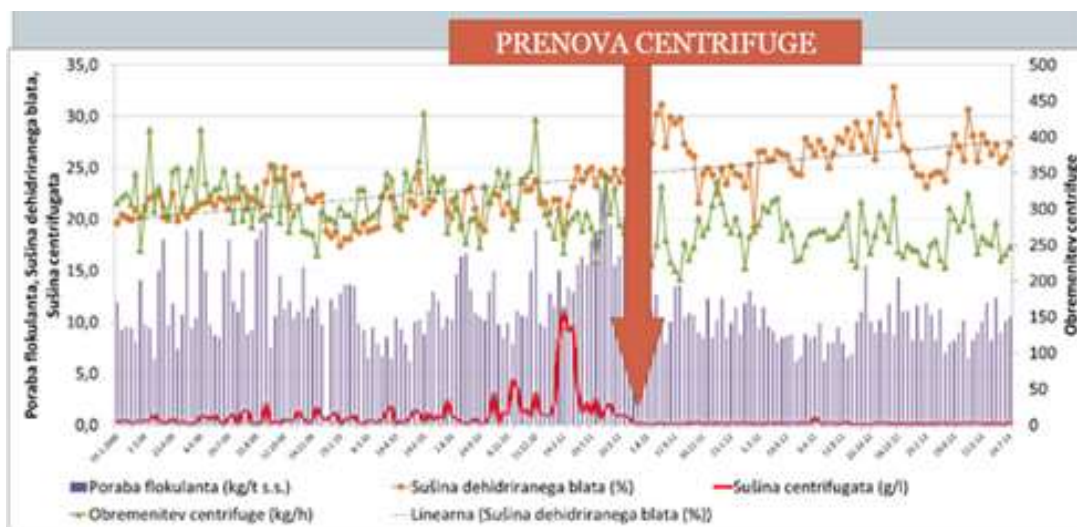


Slika 34: Gibanje sušine dehidriranega blata med leti 2008 in 2016 (Vir: lasten, 2017)

Na sliki 34 je prikazano gibanje povprečne sušine dehidriranega blata za obdobje 2008 do vključno junija 2011 (do prenove centrifuge), kjer je vidno, da je bilo povprečje teh treh let in pol 22,6 %, povprečje od julija 2011 do leta 2016 pa znaša 26,8 %.



Slika 35: Pregled gibanja sušine dehidriranega blata in sušine centrifugata po izbranih dnevih v letu 2011 (Vir: lasten, 2017)



Slika 36: Pregled porabe flokulanta, sušine dehidriranega blata, sušine centrifugata po izbranih dnevih v letu 2011 (Vir: Štramcar, 2011)

Sliki 35 in 36 podajata zbirni pregled spremljanih parametrov po dnevih v letu 2011 iz katerih je razvidno, da so se vsi spremljani parametri po prenovi centrifuge izboljšali.



Slika 37: Učinek zmanjšanja dehidriranega blata na stroške prevoza (Vir: lasten, 2017)

Gornja slika nazorno prikazuje, da se je količina dehidriranega blata v letu 2011 glede na leto 2010 zmanjšala za 684 t, kar posledično pomeni, da so se zmanjšali tudi stroški odvoza letga.

5 SKLEPI

V diplomskem delu smo podrobneje predstavili delovanje Centralne čistilne naprave Šaleške doline. Analizirali smo učinke po prenovi centrifuge, ki so jo izvedli v letu 2011. V ta namen smo spremljali in analizirali podatke o količini dehidriranega blata, porabi flokulanta, sušini dehidriranega blata, neraztopljenosti v centrifugatu in količini dehidriranega blata.

Na podlagi raziskave in analize je bilo ugotovljeno sledeče:

- 1 S prenovo centrifuge se je izboljšala sušina blata iz 22,9 % na 27,5 %, s čimer lahko potrdimo prvo hipotezo, da se je z opisano prenovo izboljšala sušina blata.
- 2 Prav tako lahko potrdimo drugo hipotezo, da se je zmanjšala količina neraztopljenih snovi v centrifugatu, saj so se le te s prenovo zmanjšale iz 2,9 g/l na 0,2 g/l.
- 3 S prenovo centrifuge se je zmanjšala poraba flokulanta za 13,7 % oz. iz 15,3 kg/t s.s. na 13,2 kg/t s.s.. Torej lahko potrdimo tudi to hipotezo.
- 4 Za prenovo centrifuge je bilo potrebno odšteti 40.000 EUR. Glede na to, da se je količina dehidriranega blata v letu 2011 v primerjavi z letom 2010 zmanjšala za 684 t oz. 16,2 %, s čimer so se posledično zmanjšali stroški odvoza le-tega za 54.700 EUR in so se stroški prenove centrifuge povrnili prej kot v letu dni, lahko zaključimo, da je potrjena tudi četrta hipoteza, ki pravi, da se je naložba v prenovo centrifuge izplačala.

Predlagani so sledeči ukrepi:

- Da bo podjetje zagotavljalo optimalno delovanje svojih procesov in s tem lahko prepoznavalo tudi ključna tveganja povezana z viri in delovnimi sredstvi bi bilo potrebno obstoječ sistem vodenja, ki temelji na zahtevah standardov ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 in BS OHSAS 18001 nadgraditi z zahtevani nove izdaje teh standardov. Glede na to, da je že prepoznana dobra praksa v sistemu vodenja in njeni povezavi z zahtevami standarda ISO 55001:2014 (CČN Maribor), bi bilo smiselno to prakso vključiti v sistem vodenja podjetja in pri tem nadgraditi obstoječ informacijski sistem SOVA z bazo podatkov ki bo omogočila vzpostavite kazalnikov učinkovitosti vseh virov in sredstev, ki so povezani s CČN.
- Glede na to, da so v CČN Šaleške doline s prenovo centrifuge sicer zvišali % sušine v dehidriranem blatu, in ker pri obdelavi blata obstajajo tudi ekonomski razlogi, je smiselno obstoječo tehnologijo obdelave blata nadgraditi z naprednejšimi tehnologijami za sušenje blata in pri tem prevzeti dobre prakse, ki se že izvajajo v CČN v Sloveniji (npr: CČN Novo mesto in CČN Ljubljana). Uvedba novih tehnologij za sušenje blata bi zagotovila povečanje sušine blata nad 90 %, prav tako pa bi nove tehnologije zagotavljale uskladitev z evropskimi smernicami in slovenskimi pravnimi normami, ki poudarjajo odgovornost povzročitelja odpadkov, da ta že na izvoru omeji in preprečuje njihovo nastajanje, zmanjša njihov volumen in ustrezno pripravi odpadke za njihovo recikliranje ter snovno ali pa energetsko izrabo s ciljem zagotavljanja krožnega gospodarstva

6 LITERATURA

- Debeljak, P. (2008). Fizikalni postopki zgoščevanja in dehidracije blata na KČN: diplomska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo.
- Dular, M., Roš, M., Trontelj, A. (1997). Izrazje s področja voda. Ljubljana, Slovensko društvo za zaščito voda, 107 str.
- Jedovnicki, M., Naveršnik, B., Pražnikar, Š., Rošer-Drev, A., Šterbenk, E. (2007). Udejanjanje načel trajnostnega razvoja v malih, antropogeno preobremenjenih porečjih. Dela - Oddelek za geografijo Filozofske fakultete v Ljubljani, številka 28, str. 323-340.
- Maletič, D., Maletič, M., Gomišček, B. (2016). Obvladovanje fizičnega premoženja – več kot le vzdrževanje. Vzdrževalec, ISSN 1318-2625, jul.-avg.2016, št 171-172, str.33-37.

McFarland, J. (2001). Biosolids Engineering, ZDA, McGraw-Hill, 993 str.

Medmrežje 1: https://www.kp-velenje.si/images/Dokumenti/Letna%20porocila/Letno_porocilo_2016.pdf (6.7.2017).

Medmrežje 2: <https://www.kp-velenje.si/index.php/dejavnosti/komunala> (6.7.2017).

Medmrežje 3: <https://www.kp-velenje.si/index.php/dejavnosti/tehnologije-in-nadzor> (7.7.2017).

Medmrežje 4: www.arso.si (8.7.2017).

Medmrežje 5: www.siq.si (17.7.2017).

Medmrežje 6: <http://www.bureauveritas.si/> (18.7.2017).

Medmrežje 7: <http://www.mop.gov.si/> (18.7.2017).

Mičič, Ž. (2011). Vpliv dehidracije blata na čiščenje odpadne vode na Centralni čistilni napravi Šaleške doline: diplomsko naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehniko.

Mislej, V., Babič, R., Krašovec, M., Mlakar, E., (2011). Toplotna obdelava anaerobno pregnitega blata – predelava odpadka 19 08 05 v trdno alternativno gorivo, zbornik povzetkov referatov: Slovenski kemijski dnevi 2011, Portorož, 2011.

Mislej, V., Babič, R., Kalčič, A., Grilc, V., (2011). Zasnova sistema zagotavljanja kakovosti toplotne obdelave blata komunalne čistilne naprave, zbornik povzetkov referatov: Slovenski kemijski dnevi 2011, Portorož, 2011.

Mlakar, A. (2009). Optimizacija centrifugalne dehidracije aerobno stabiliziranega blata bioloških čistilnih naprav: diplomsko delo. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za strojništvo.

Poročilo o delu za leto 2012 Komunalnega podjetja Velenje d.o.o., Tehnološki nadzor nad čiščenjem in odvajanjem odpadnih vod, Služba za kemijsko in biološko tehnologijo. Velenje, 2014.

Poročilo o delu za leto 2014 Komunalnega podjetja Velenje d.o.o., Tehnološki nadzor nad čiščenjem in odvajanjem odpadnih vod, Služba za kemijsko in biološko tehnologijo. Velenje, 2015.

Poslovnik za obratovanje sušilnice blata, CČN Novo mesto, Komunala Novo mesto, Ljubljana, 2015.

Poslovnik za obratovanje in vzdrževanje Centralne čistilne naprave Šaleške doline, Komunalno podjetje Velenje, Velenje, 2008.

Program preprečevanja odpadkov Republike Slovenije, Sklep vlade z dne 30. 6. 2016.

Roš, M., Zupančič, G. (2010). Čiščenje odpadnih voda. Velenje, Visoka šola za varstvo okolja, 330 str.

Smith, P. (2001). Dictionary of water & waste management, Oxford.

Štramcar, A. (2008). Preskusno obratovanje biološke stopnje čiščenja na Centralni čistilni napravi Šaleške doline: diplomsko naloga. Maribor, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo.

Uredba o odpadkih, Uradni list RS, št. 37/15, 69/15.

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 odlagališčih odpadkov (Uradni list RS, št. 10/14, 54/15 in 36/16).

Uredba o odvajanju in čiščenju komunalne odpadne vode, Uradni list RS, št. 98/15.

Uredba o predelavi biološko razgradljivih odpadkov in uporabi komposta ali digestata, Uradni list RS, št. 99/13, 56/15.

Uredba o ravnanju z embalažo in odpadno embalažo (Uradni list RS, št. 84/06, 106/06, 110/07, 67/11, 68/11 – popr., 18/14, 57/15, 103/15, 2/16 – popr. in 35/17).

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

Vesilind, P. A. (2003). Wastewater Treatment Plant Design, Lewisburg, Pennsylvania, Bucknell University, Department of Civil and Environmental Engineering, 453 str.

Zakon o vodah – ZV-1, Uradni list RS, št. 67/02, 57/08, 57/12, 100/13, 40/14, 56/15.

Zakon o varstvu okolja - ZVO-1, Uradni list RS, št. 41/04, 20/06, 70/08, 108/09, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15, 30/16.

Tabela 13: Podatki o neraztopljenih snoveh v centrifugatu (Vir: lasten, 2017)

DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS	DATUM	TSS		
2008	mg/l	2009	mg/l	2010	mg/l	2011	mg/l	2011	mg/l	2012	mg/l	2013	mg/l	2013	mg/l	2014	mg/l	2015	mg/l	2016	mg/l
18.01.2008		12.01.2009	1807	4.01.2010	434	6.01.2011	1044	30.06.2011	157	10.01.2012	110	7.01.2013	26	7.01.2014	114	6.01.2015	72	7.01.2016	53		
1.02.2008		19.01.2009	386	12.01.2010	893	10.01.2011	990	6.07.2011	239	17.01.2012	139	16.11.2013	67	14.01.2014	123	12.01.2015	106	12.01.2016	84		
16.02.2008		27.01.2009	381	18.01.2010	1208	17.01.2011	818	11.07.2011	235	23.01.2012	206	21.01.2013	104	27.01.2014	86	21.01.2015	119	20.01.2016	137		
26.02.2008		2.02.2009	450	26.01.2010	66	24.01.2011	1977	18.07.2011	198	31.01.2012	243	29.01.2013	123	4.02.2014	122	27.01.2015	116	26.01.2016	230		
6.03.2008		9.02.2009	187	1.02.2010	860	31.01.2011	8293	26.07.2011	187	9.02.2012	101	4.02.2013	104	14.02.2014	83	28.01.2015	1040	2.02.2016	234		
21.03.2008		18.02.2009	307	15.02.2010	956	2.02.2011	1516	1.08.2011	123	13.02.2012	148	11.02.2013	116	18.02.2014	148	28.01.2015	75	11.02.2016	96		
28.03.2008		23.02.2009	430	22.02.2010	233	2.02.2011	3190	17.08.2011	196	23.02.2012	112	19.02.2013	121	24.02.2014	91	2.02.2015	434	17.02.2016	146		
3.04.2008		2.03.2009	405	4.03.2010	102	3.02.2011	740	22.08.2011	233	27.02.2012	142	26.02.2013	128	6.03.2014	105	2.02.2015	111	23.02.2016	122		
7.04.2008		16.03.2009	517	8.03.2010	440	14.02.2011	11236	29.08.2011	49	5.03.2012	91	4.03.2013	94	18.03.2014	129	3.02.2015	120	3.03.2016	93		
17.04.2008		23.03.2009	999	15.03.2010	402	15.02.2011	3420	6.09.2011	34	13.03.2012	139	11.03.2013	112	25.03.2014	88	10.02.2015	34	9.03.2016	102		
24.4.2008		30.03.2009	356	22.03.2010	262	21.02.2011	9031	12.09.2011	156	20.03.2012	172	18.03.2013	142	2.05.2014	112	18.02.2015	81	15.03.2016	34		
8.05.2008		6.04.2009	297	31.03.2010	577	28.02.2011	9695	19.09.2011	32	28.03.2012	109	26.03.2013	197	12.06.2014	148	23.02.2015	73	24.03.2016	43		
15.05.2008		14.04.2009	292	6.04.2010	1960	11.03.2011	3371	29.09.2011	183	3.04.2012	175	8.04.2013	117	16.05.2014	162	3.03.2015	46	31.03.2016	38		
22.05.2008		23.04.2009	609	12.04.2010	1645	14.03.2011	1163	4.10.2011	191	12.04.2012	174	15.04.2013	166	2.07.2014	166	10.03.2015	33	7.04.2016	109		
29.05.2008		28.04.2009	219	19.04.2010	710	21.03.2011	2182	12.10.2011	209	16.04.2012	216	22.04.2013	105	23.07.2014	137	20.03.2015	272	13.04.2016	648		
12.06.2008		4.05.2009	383	3.05.2010	413	29.03.2011	1009	20.10.2011	242	24.04.2012	146	29.04.2013	97	30.07.2014	128	24.3.2015	47	20.04.2016	348		
27.06.2008		11.05.2009	192	10.05.2010	304	4.04.2011	2626	26.10.2011	322	8.05.2012	248	6.05.2013	111	7.08.2014	81	30.03.2015	42	25.04.2016	134		
3.07.2008		25.06.2009	67	17.05.2010	688	11.04.2011	571	9.11.2011	200	14.05.2012	187	13.06.2013	188	12.08.2014	196	9.04.2015	68	6.05.2016	205		
8.7.08		1.06.2009	288	24.05.2010	1473	19.04.2011	1627	15.11.2011	88	22.05.2012	199	20.06.2013	140	19.08.2014	127	15.04.2015	57	11.05.2016	98		
9.7.08		8.06.2009	843	27.05.2010	257	3.05.2011	2077	21.11.2011	196	28.05.2012	155	26.06.2013	154	25.08.2014	116	21.04.2015	54	17.05.2016	74		
22.07.2008		15.06.2009	839	7.06.2010	1136	11.05.2011	1003	30.11.2011	115	6.06.2012	744	4.06.2013	214	4.09.2014	113	7.05.2015	37	24.05.2016	174		
4.08.2008		23.06.2009	483	14.06.2010	231	23.05.2011	904	8.12.2011	126	12.06.2012	268	11.06.2013	136	10.09.2014	83	11.05.2015	33	31.05.2016	184		
18.08.2008		29.06.2009	943	21.06.2010	1143	30.05.2011	967	13.12.2011	113	22.06.2012	149	18.06.2013	126	16.09.2014	88	20.05.2015	88	9.06.2016	124		
26.08.2008		7.07.2009	407	30.05.2010	733	6.06.2011	688	19.12.2011	191	27.06.2012	131	27.06.2013	128	29.09.2014	97	25.05.2015	66	14.06.2016	120		
1.09.2008		13.07.2009	83	5.07.2010	418	29.06.2011	1780			5.07.2012	209	2.07.2013	151	6.10.2014	91	1.06.2015	44	22.06.2016	77		
1.09.2008		20.07.2009	709	13.07.2010	961					10.07.2012	151	9.07.2013	134	13.10.2014	87	8.06.2015	66	27.06.2016	158		
8.09.2008	2666	28.07.2009	1034	22.07.2010	4192					18.07.2012	238	16.07.2013	93	27.10.2014	113	16.06.2015	251	4.07.2016	112		
16.09.2008	5179	3.08.2009	91	22.07.2010	591					23.07.2012	162	24.07.2013	277	3.11.2014	148	29.06.2015	144	15.07.2016	98		
22.09.2008	4060	13.08.2009	1315	26.07.2010	2454					2.08.2012	104	1.08.2013	189	11.11.2014	83	6.07.2015	148	20.07.2016	127		
29.09.2008	13	17.08.2009	1454	2.08.2010	891					7.08.2012	107	8.08.2013	213	20.11.2014	83	13.07.2015	119	26.07.2016	67		
6.10.2008	784,25	25.08.2009	109	9.08.2010	589					13.08.2012	139	13.08.2013	217	25.11.2014	79	20.07.2015	123	4.08.2016	78		
7.10.2008	409	31.08.2009	222	16.08.2010	303					20.08.2012	103	23.08.2013	106	2.12.2014	70	27.07.2015	190	9.08.2016	112		
13.10.2008	803	7.09.2009	216	23.08.2010	274					29.08.2012	318	28.08.2013	118	9.12.2014	92	3.08.2015	165	17.08.2016	107		
27.10.2008	565	14.09.2009	2084	31.08.2010	148					3.09.2012	173	4.09.2013	118	15.12.2014	113	11.08.2015	142	23.08.2016	168		
3.11.2008	1808	21.09.2009	149	6.09.2010	244					11.09.2012	895	9.09.2013	61	18.08.2014	61	18.08.2015	132	31.08.2016	181		
3.11.2008	3386	28.09.2009	370	13.09.2010	628					18.09.2012	107	18.09.2013	72	1.09.2015	178	5.09.2016	107				
10.11.2008	3546	5.10.2009	144	24.09.2010	214					25.09.2012	177	24.09.2013	79	10.09.2015	130	15.09.2016	75				
17.11.2008	961	12.10.2009	578	27.09.2010	145					1.10.2012	117	9.10.2013	118	16.09.2015	176	20.09.2016	83				
24.11.2008	411	19.10.2009	381	4.10.2010	656					8.10.2012	112	14.10.2013	87	28.09.2015	167	27.09.2016	79				
1.12.2008	182	26.10.2009	538	12.10.2010	3063					15.10.2012	137	23.10.2013	101	5.10.2015	172	6.10.2016	117				
8.12.2008	207	2.11.2009	1338	18.10.2010	164					22.10.2012	103	28.10.2013	94	19.10.2015	118	13.10.2016	93				
16.12.2008	318	9.11.2009	630	25.10.2010	1248					30.10.2012	144	6.11.2013	80	26.10.2015	92	18.10.2016	71				
22.12.2008	5422	17.11.2009	207	8.11.2010	1020					8.11.2012	143	13.11.2013	117	2.11.2015	71	24.10.2016	123				
		24.11.2009	434	15.11.2010	4443					20.11.2012	249	21.11.2013	91	10.11.2015	66	2.11.2016	180				
		2.12.2009	263	22.11.2010	3571					26.11.2012	154	4.12.2013	129	17.11.2015	91	8.11.2016	97				
		7.12.2009	1730	29.11.2010	1110					3.12.2012	114	10.12.2013	97	26.11.2015	80	15.11.2016	112				
		14.12.2009	1138	9.12.2010	1540					11.12.2012	106	17.12.2013	93	30.11.2015	77	21.11.2016	87				
		15.12.2009	748	15.12.2010						18.12.2012	84			8.12.2015	103	29.11.2016	126				
				16.12.2010	796									12.12.2015	149	6.12.2016	123				
				16.12.2010										15.12.2015	132	20.12.2016	81				
				21.12.2010	3149											13.12.2016	142				
				28.12.2010	1000																
LETNO POVPREČJE	1789,25		583,6488		991,9		2874,8		165,1687		180,1887		124,5106		162,4118		130,1224		129,6078		