

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
za gradbeništvo
in geodezijo



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

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

To je izvirna različica zaključnega dela.

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

Tomažin, A., 2016. Optimizacija predelovalnih procesov v obratu predelave odpadkov. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šelih, J., somentor Žarnić, R.): 51 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5936/>

Datum arhiviranja: 27-09-2016

University
of Ljubljana

Faculty of
Civil and Geodetic
Engineering



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

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

This is original version of final thesis.

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

Tomažin, A., 2016. Optimizacija predelovalnih procesov v obratu predelave odpadkov. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šelih, J., co-supervisor Žarnić, R.): 51 pp.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/5936/>

Archiving Date: 27-09-2016

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



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

**VISOKOŠOLSKI ŠTUDIJSKI
PROGRAM GRADBENIŠTVO
DIFERENCIALNI 3.L PO VŠ-
VSS**

Kandidat:

ANDREJ TOMAŽIN

**OPTIMIZACIJA PREDELOVALNIH PROCESOV V
OBRTU PREDELAVE ODPADKOV**

Diplomska naloga št.: 594/SOG

**OPTIMIZATION OF PROCESSES IN WASTE
MANAGEMENT PLANT**

Graduation thesis No.: 594/SOG

Mentorica:

prof. dr. Jana Šelih

Somentor:

prof. dr. Roko Žarnić

Ljubljana, 22. 09. 2016

IZJAVE

Spodaj podpisani študent Andrej Tomažin, vpisna številka 26104892, avtor pisnega zaključnega dela študija z naslovom: Optimizacija delovnih procesov v predelavi odpadkov

IZJAVLJAM

1. *Obkrožite eno od variant a) ali b)*

- a) da je pisno zaključno delo študija rezultat mojega samostojnega dela;
- b) da je pisno zaključno delo študija rezultat lastnega dela več kandidatov in izpolnjuje pogoje, ki jih Statut UL določa za skupna zaključna dela študija ter je v zahtevanem deležu rezultat mojega samostojnega dela;

2. da je tiskana oblika pisnega zaključnega dela študija istovetna elektronski obliki pisnega zaključnega dela študija;

3. da sem pridobil/-a vsa potrebna dovoljenja za uporabo podatkov in avtorskih del v pisnem zaključnem delu študija in jih v pisnem zaključnem delu študija jasno označil/-a;

4. da sem pri pripravi pisnega zaključnega dela študija ravnal/-a v skladu z etičnimi načeli in, kjer je to potrebno, za raziskavo pridobil/-a soglasje etične komisije;

5. soglašam, da se elektronska oblika pisnega zaključnega dela študija uporabi za preverjanje podobnosti vsebine z drugimi deli s programsko opremo za preverjanje podobnosti vsebine, ki je povezana s študijskim informacijskim sistemom članice;

6. da na UL neodplačno, neizključno, prostorsko in časovno neomejeno prenašam pravico shranitve avtorskega dela v elektronski obliki, pravico reproduciranja ter pravico dajanja pisnega zaključnega dela študija na voljo javnosti na svetovnem spletu preko Repozitorija UL;

7. da dovoljujem objavo svojih osebnih podatkov, ki so navedeni v pisnem zaključnem delu študija in tej izjavi, skupaj z objavo pisnega zaključnega dela študija.

V/Na: Ljubljani

Datum: 26.08.2016

Podpis študenta:

POPRAVKI

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK:	331.103:658.567:(043.2)
Avtor:	Andrej Tomažin, inž. grad.
Mentor:	prof. dr. Jana Šelih
Somentor:	prof. dr. Roko Žarnić
Naslov:	Optimizacija predelovalnih procesov v obratu predelave odpadkov
Tip dokumenta:	Diplomska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema:	51 str., 6 pregl., 40 sl., 1 graf., 12 pril.
Ključne besede:	predelava odpadkov, delovni proces, RCERO

Izvleček:

V diplomski nalogi je predstavljen projekt RCERO Ljubljana, Regijski center za ravnanje z odpadki, in sicer njegov ključni del: obrat mehansko-biološke obdelave odpadkov. Obrat je zgrajen za sprejem in predelavo gospodinjskih odpadkov, kosovnih odpadkov, biološko razgradljivih odpadkov ter odpadkov iz obrti, proizvodne in storitvene dejavnosti za Ljubljano in osrednjo Slovenijo.

Predstavitev v diplomski nalogi obsega opis objektov in naprav v obratu. Prikazani so posamezni sklopi s postopki predelave odpadkov in povezave ter prepletenost postopkov predelave v takem obratu.

Predelava odpadkov je potrebna in pomembna za zmanjšanje količine odloženih odpadkov in večanje izrabe obnovljivih virov, ki jih s predelavo pridobimo iz odpadkov. V obratu zato potekajo posamezni sklopi in podsklopi mehanske in biološke predelave odpadkov. Z mehanskimi predelavami odpadkov se z ločevanjem pridobijo uporabne frakcije za recikliranje in frakcije ki so surovine za pripravo sekundarnega goriva. Z biološkimi predelavami iz biološko razgradljivih odpadkov se s postopkom anaerobne fermentacije pridobi bioplin, ki se uporabi v procesih predelave odpadkov kot energent.

V nadaljevanju diplomske naloge je s pomočjo analize postopkov in podatkov o predelavi odpadkov prikazana optimizacija predelovalnih procesov. Izdelana preglednica dnevnega plana predstavlja plan optimalnega izkoriščanja delovnega časa v odvisnosti od postopkov predelave odpadkov. Preglednica dnevnega plana dela predelave odpadkov se v obratu že uporablja za obdelavo podatkov in za analizo postopkov.

BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC:	331.103:658.567:(043.2)
Autor:	Andrej Tomažin, inž. grad.
Supervisor:	Prof. Jana Šelih, Ph.D.
Co-advisor:	Prof. Roko Žarnić, Ph.D.
Title:	Optimization of processes in waste management plant
Document type:	Graduation Thesis – Higher professional studies
Scope and tools:	51 p., 6 tab., 40 fig., 1 graph., 12 ann.
Key words:	Waste processing, work process, RCERO

Abstract:

This undergraduate thesis presents details of the RCERO Ljubljana project, the Regional Waste Management Centre with its most important part: the mechanical-biological treatment plant. The plant has been constructed for the reception and processing of household waste, bulky waste, biodegradable waste and waste from craft activities, manufacturing and service activities for the city of Ljubljana and the Central Slovenia region.

The presentation covers a description of the facilities and installations at the plant. Individual groups of activities are presented, including waste processing procedures and the connections and interconnections between processing procedures at a plant of this type.

Waste processing is necessary and important for reducing the quantities of waste placed in landfill and for increasing the use of renewable sources obtained from waste processing. Individual groups and sub-groups of mechanical and biological waste processing therefore take place at the plant. Waste fractions capable of being used for recycling and fractions serving as raw materials for the preparation of secondary fuels are obtained by means of the mechanical processing of waste with separation. In biological processing, biogas is obtained from biodegradable waste through a process of anaerobic fermentation. This gas is used as a fuel in waste processing procedures.

Furthermore, the thesis addresses the optimisation of processing procedures via an analysis of waste processing procedures and data. The daily plan, in the form of a table, is a plan for the optimal use of working time, depending on the waste processing procedures involved. The daily plan table for waste processing has been already in use at the plant for the processing of waste and the analysis of procedures.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici prof.dr. Jani Šelih in somentorju prof.dr. Roku Žarnić za pomoč pri izdelavi diplomske naloge.

Posebno zahvalo gre tudi sodelavcem iz podjetja Strabag na projektu RCERO.

Diplomsko nalogo posvečam svojim najdražjim.

KAZALO VSEBINE

IZJAVE	I
POPRAVKI	II
BIBLIOGRAFSKO-DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK	III
BIBLIOGRAPHIC-DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT	IV
ZAHVALA	V
1 UVOD	1
2 OPIS OBRATA ZA MEHANSKO IN BIOLOŠKO PREDELAVO ODPADKOV	2
2.1 Mehanska predelava odpadkov (MT)	5
2.1.1 Predelava mešanih komunalnih odpadkov (RMHW)	8
2.1.1.1 Predelava frakcije do 90 mm (RMHW)	9
2.1.1.2 Predelava frakcije 90-250 mm (RMHW)	10
2.1.1.3 Predelava frakcije >250 mm (RMHW)	11
2.1.2 Predelava odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS)	11
2.1.2.1 Predelava frakcije do 40 mm (PTSS)	12
2.1.2.2 Predelava frakcije 40-250 mm (PTSS)	12
2.1.2.3 Predelava frakcije >250 mm (PTSS)	15
2.1.3 Mehanska predelava frakcije 90-250 mm (RMHW in PTSS)	15
2.1.4 Mehanska predelava frakcije nad 250 mm (RMHW in PTSS)	16
2.1.5 Mehanska predelava kosovnega odpada in obdelanega lesa (BW in TW)	16
2.1.6 Skladiščenje predelanega materiala	17
2.2 Biološka predelava odpadkov (BT)	19
2.2.1 Predelava biološko razgradljivega odpada (BHW)	21
2.2.2 Predelava zelenega odreza in neobdelanega lesa (YW in NTW)	23
2.2.3 Skladiščenje odpadkov v plitvem zalogovniku	23
2.2.4 Suha fermentacija odpadkov	24
2.2.5 Dehidracija fermentiranega blata	27
2.2.6 Stabilizacija in higienizacija izsušenega fermentiranega blata	30
2.2.6.1 Stabilizacija blata iz mešanih gospodinjskih odpadkov	31
2.2.6.2 Higienizacija in predhodno kompostiranje blata iz biološko razgradljivih odpadkov	32
2.2.7 Maturacija in rafinacija komposta	33
2.2.7.1 Maturacija komposta	34
2.2.7.2 Rafinacija komposta	34
2.3 Prezračevanje obrata in čiščenje onesnaženega zraka	35
2.4 Proizvodnja električne energije in toplote	37
3 ANALIZA DELOVNIH PROCESOV PREDELAVE ODPADKOV	41
3.1 Količina dostavljenih odpadkov	42
3.2 Masne bilance frakcij in materialov, pridobljenih v postopkih predelave odpadkov	43
3.3 Analiza delovanja posameznih linijah	43
4 OPTIMIZACIJA DELOVNIH POSTOPKOV PREDELAVE ODPADKOV	47
5 ZAKLJUČEK	50
VIRI	51

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Dovoz odpadkov v koledarskem tednu 29	42
Preglednica 2: Dnevnik predelave RMHW, Petek 22.07.2016	45
Preglednica 3: Pregled predelave RMWH, Koledarski teden 29	45
Preglednica 4: Dnevni plan dela, Ponedeljek 18.07.2016	46
Preglednica 5: Analiza 1 - Dnevni plan dela	48
Preglednica 6: Analiza 2 - Dnevni plan dela	49

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Masna bilanca predelanih frakcij - RMHW	43
---	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Pogled na RCERO	1
Slika 2: Pogled na RCERO in čistilno napravo	4
Slika 3: Situacija obrata MBT	5
Slika 4: Situacija MT	6
Slika 5: Tloris obrata MT	7
Slika 6: Sprejem mešanih komunalnih odpadkov RMHW	8
Slika 7: Preddrobilnik 421Z20	9
Slika 8: Ločevalnik trdnih delcev	10
Slika 9: Vsipni zalogovnik 422B10	11
Slika 11: Balistični ločevalnik 424F18	12
Slika 12: Drobilnika finih delcev 424Z44	13
Slika 13: Optični IR ločevalnik 424F64	14
Slika 14: Niz optičnih IR ločevalnikov 424F52, 424F54, 424F56	14
Slika 15: Drobilnika finih delcev 424Z70	15
Slika 16: Sejalni boben 422F30, mehanska predelava	16
Slika 17: Drobilnik 423Z10 in vsipni zalogovnik 423B20	17
Slika 18: Skladišče SRF-A 424B78 in SRF-B 424B48	18
Slika 19: Sortirnica 424F23 - pozitivno sortiranje	19
Slika 20: Situacija BT	19
Slika 21: Tloris BT	21
Slika 22: Zalogovnik 620B05 in vsipni zalogovnik 620B10	22
Slika 23: Drobilnik 620Z22 in zvezdasto sito 620F22	22
Slika 24: Plitvi zalogovnik - spredaj 536B02 za RMHW, zadaj 620B20 za BHW	23
Slika 25: Fermenterji - pogled na motorje mešal	24
Slika 26: Fermenterji - pogled na streho z varnostnimi izpusti	25
Slika 27: Vsipni zalogovnik 526B10 in dozirni polž 526X20	26
Slika 28: Praznjenje fermenterjev - zbiralnik 541B20	28
Slika 29: Vibracijska sita 541F41, 640F40 in vijačne stiskalnice 541S11, 541S21, 640S31	29
Slika 30: Decaanterja 541S45, 640S46	29
Slika 31: Tuneli za stabilizacijo in stroj za avt.polnjenje 650X40	30
Slika 32: Polžji mešalnik 650H50	31
Slika 33: Tloris maturacije in rafinacije	33
Slika 34: Sejalnem boben 660F30, ločevalnik trdnih delcev 660F42 in sejalnik 660X46	34
Slika 35: Pralnik plinov 604D31 in ventilatorji	36
Slika 36: Biološki filter 604B71 – 73	36
Slika 37: Plinohram 670B10, razžvepljevalnik 670X30, filtra z aktivnim ogljem 670F41, 670F42	38
Slika 38: Generator 672A02	38
Slika 39: Generator 670A90 in vsipni zalogovnik 650B50	39
Slika 40: Varnostna bakla 670D20	40

OKRAJŠAVE

AG	Delniška družba	Aktiengesellschaft
BHW	Biološko razgradljivi odpadki	Biodegradable household waste
BT	Biološka predelava odpadkov	Biological treatment
BW	Kosovni odpad	Bulky waste
HDPE	Polietilen visoke gostote	High-density polyethylene
IR	infrardeče	infra red
LDPE	Polietilen nizke gostote	Low-density polyethylene
MBO UK	Podjetje Mehanska in biološka obdelava - usposabljanje kadrov	
MBT	Obrat za mehansko in biološko predelavo odpadkov	Mechanical-biological treatment facility
MBT-B	Obrat za biološko predelavo odpadkov	Mechanical-biological treatment facility, biological treatment
MBT-M	Obrat za mehansko predelavo odpadkov	Mechanical-biological treatment facility, mechanical treatment
MS Excel	Microsoftov program za izdelavo tabel	Microsoft Excel
MS Project	Microsoftov program za načrtovanje in vodenje projektov	Microsoft Project
MT	Mehanska predelava odpadkov	Mechanical treatment
NTW	Neobdelan les	Nontreated wood
PET	Polietilen	Polyethylene
PTSS	Opadki iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti	Waste from production, trade and service sector, commercial waste
PW	Na mestu nastanka sortirane frakcije plastike za recikliranje	Plastic waste
RCERO	Regijski center za ravnanje z odpadki	Regional Waste Management Centre
RMHW	Mešani gospodinjski odpadki	Residential mixed household waste
SCADA	Računalniški sistem za nadzor in regulacijo delovanja obrata	
SRF	Surovine za pripravo sekundarnega goriva	Solid recovery fuel
SRF-A	Visokokalorične surovine za pripravo sekundarnega goriva	High calory solid recovery fuel
SRF-B	Nizkokalorične surovine za pripravo sekundarnega goriva	Low calory solid recovery fuel
TW	Obdelan les	Treated wood
YW	Zeleni odrez	Yard waste

1 UVOD

Odpadki so v današnjem času velik problem za okolje. Z večjo potrošnjo proizvajalci težijo k čim večji prodaji, zavrženi izdelki pa postanejo odpadki. Pri proizvodnji izdelkov in predelavi odpadkov se porabljajo naravni viri. To pomeni veliko obremenitev za okolje, nevarne snovi v odpadkih pa predstavljajo veliko tveganje za okolje in zdravje ljudi. Zato Slovenija na tem področju sledi evropskim usmeritvam o zmanjšanju količine odpadkov in o ravnanju z njimi.

V diplomski nalogi predstavljamo projekt RCERO Ljubljana, Regijski center za ravnanje z odpadki, in sicer njegov ključni del: obrat mehansko-biološke obdelave odpadkov. Obrat za mehansko in biološko predelavo nudi širšo rešitev pri ravnanju z odpadki. V projektu postavitve in obratovanja sodeluje del osrednjih in primorskih občin v Sloveniji, kar predstavlja 1/3 Slovenije s 700.000 občanmi [vir: Snaga]. Obrat je namenjen sprejemu in predelavi gospodinjskih odpadkov, kosovnih odpadkov, biološko razgradljivih odpadkov ter odpadkov iz obrti, proizvodne, in storitvene dejavnosti.



Slika 1: Pogled na RCERO [vir: Strabag]

Nameni mehanske in biološke obdelave odpadkov so [vir: Snaga, Strabag]:

- zmanjšati količino deponiranih odpadkov na manj kot 5% odpadkov brez škodljivih vplivov na okolje,
- iz odpadkov pridobiti material kot energent za pripravo sekundarnega goriva,
- pridobivati okolju prijazno električno energijo z izrabo bioplina ki nastaja v procesu fermentacije odpadkov,
- iz odpada izločiti materiale za recikliranje,
- iz biološkega odpada pridobiti kompost.

Postopki, s katerimi se dosežejo zastavljeni nameni v mehanski predelavi obsegajo [vir: Snaga, Strabag]:

- ločevanje in predelavo mešanih gospodinjskih odpadkov (RMWH),
- ločevanje in predelavo odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS),
- predelave kosovnega odpada (BW) in obdelanega lesa (TW),
- baliranje in skladiščenje predelanega materiala.

Postopki, s katerimi se dosežejo zastavljeni nameni v biološki predelavi odpadkov obsegajo obsegajo [vir: Snaga, Strabag]:

- predelavo biološko razgradljivih odpadkov,
- predelavo zelenega odreza in neobdelanega lesa,
- anaerobno fermentacijo odpadkov,
- dehidracijo fermentiranega blata,
- aerobno predelavo fermentiranega blata,
- maturacijo in rafinacijo komposta,

V nadaljevanju diplomske naloge so podrobno opisani obrati v sklopu projekta RCERO, posamezni postopki za predelavo odpadkov ter prepletenost delovnih postopkov v takem obratu.

Prav tako so predstavljeni izzivi, ki so se pokazali med obratovanjem v poskusnem obratovalnem obdobju. Prikazan je tudi pristop k reševanju izzivov Del analize postopkov predelave je spremljanje poteka obratovanja posameznih predelovalnih linij. V ta namen je bila izdelana preglednica, ki služi kot predlog za analizo in optimizacijo delovnih procesov v obratu.

2 OPIS OBRATA ZA MEHANSKO IN BIOLOŠKO PREDELAVO ODPADKOV

Projekt RCERO obsega izgradnjo objektov in postavitve tehnološke opreme za predelavo odpadkov. Financiranje projekta je bilo zagotovljeno s sredstvi obsegajo [vir: Snaga]:

- iz kohezijskega sklada Evropske unije,
- iz državnih in občinskih proračunov,
- iz okoljskih dajatev za onesnaževanje okolja zaradi odlaganja odpadkov.

Po pooblastilu Mestne občine Ljubljana ter ostalih občin, ki sodelujejo v izgradnji obrata, je nosilec investicije podjetje Snaga Ljubljana.

Za izgradnjo objektov in postavitve tehnološke opreme je bilo izbrano podjetje Strabag AG. V sodelovanju s hčerinskima družbama Strabag d.o.o. iz Slovenije (izgradnjo objektov) in Strabag Umwelttechnik iz Nemčije (postavitve tehnološke opreme in poskusno obratovanje) se je gradnja objektov pričela oktobra 2012 in se zaključila oktobra 2015. Postavitve tehnološke opreme se je

začela v oktobru 2014 in se zaključila v oktobru 2015. S tehničnim prevzemom novembra 2015 se je začelo poskusno obratovanje. Za čas poskusnega obratovanja je skladno z izvajalsko pogodbo izvajalec Strabag AG ustanovil podjetje MBO UK Ljubljana Usposabljanje Kadrov d.o.o., vse operativne rešitve v tem obdobju pa sta podjetji Snaga in Strabag vseskozi skupno usklajevali. Namen ustanovitve podjetja MBO UK d.o.o. je bil začetni zagon obrata in šolanje kadrov.

Zgrajeni objekti v obratu RCERO so:

- obrat za mehansko predelavo odpadkov (MBT-M),
- obrat za biološko predelavo odpadkov (MBT-B),
- energetski objekt za pridobivanje električne energije in toplote,
- sprejemnica s tehtnicami,
- upravna stavba.

V zgrajenih objektih so sklopi in podsklopi, ki obsegajo:

- sprejemnico odpadkov z globokim zalogovnikom,
- mehansko obdelavo odpadkov (MT),
- predelavo kosovnega odpada (BW),
- skladišče gorivnega materiala (SRF),
- rezervoar protipožarne vode pod sprejemnico odpadkov,
- pomožno skladišče gorivnega materiala (SRF-B, < 40 mm),
- prostor za skladiščenje bal,
- skladišče in delavnice (SPS),
- objekt s sprejemnico odpadkov, plitvim zalogovnikom in polnjenjem fermenterjev,
- objekt s fermenterji za anaerobno fermentacijo in praznjenje,
- objekt za dehidracijo fermentiranega blata,
- objekt za aerobno razgradnjo z biološkim filtrom,
- objekt za maturacijo in rafinacijo.

V obratu za predelavo odpadkov se predelujejo naslednji odpadki [vir: Strabag]:

do leta 2020:

- mešani gospodinjski odpadki (RMHW)
- odpadki iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS)
- kosovni odpad (BW)
- obdelan les (TW)
- biološko razgradljivi odpadki (BHW)
- neobdelanega lesnega odpada (YW, NTW)

po letu 2020:

- na mestu nastanka sortirane frakcije plastike za recikliranje (PW)



Slika 2: Pogled na RCERO in čistilno napravo [vir: Strabag]

V prvi fazi predelave do leta 2020 predelava v objektih RCERO ne zajema odpadkov, ki se na mestu nastanka sortirajo v zabojnike za papir, plastiko in steklo. V drugi fazi po letu 2020 pa bo zajemala tudi predelavo odpadkov iz plastike, ki se sortirajo na mestu nastanka.

V prvi fazi projekta (v teku) je predviden sprejem in predelava količin na mestu nastanka sortiranih odpadkov [vir: Strabag]:

- 108.200 t/leto mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW),
- 25.500 t/leto odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS),
- 9.300 t/leto kosovnega odpadka (BW),
- 2.508 t/leto obdelanega lesa (TW),
- 21.600 t/leto biološko razgradljivih odpadkov (BHW),
- 4.133 t/leto lesnega odpada (YW in NTW).

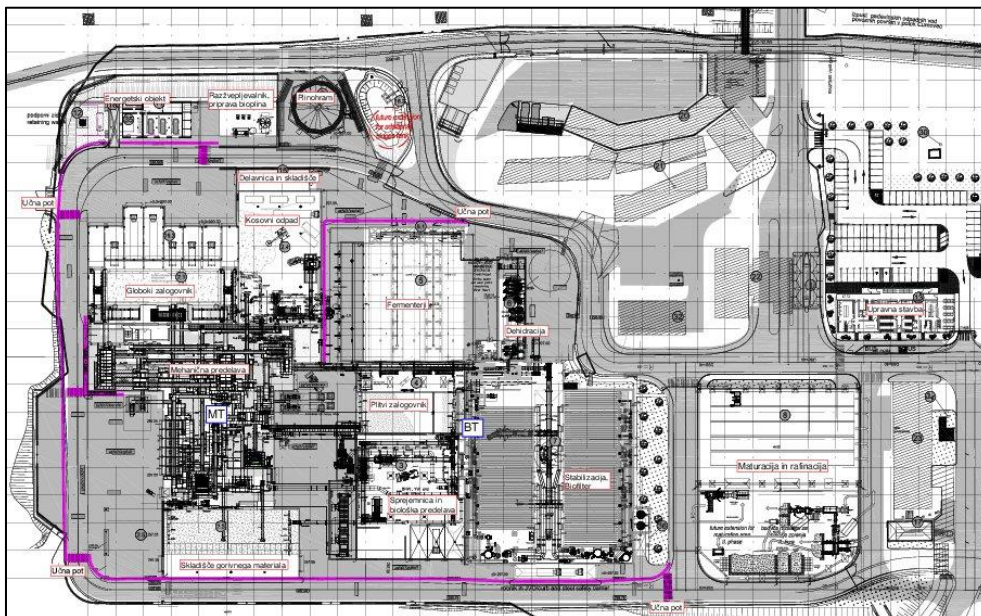
Skupaj je predviden sprejem 171.241 t/leto odpadkov.

V drugi fazi projekta (od l.2020) je predvideno povečanje zmogljivosti obrata za sprejem in predelavo [vir: Strabag]:

- 150.000 t/leto mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW),
- 25.500 t/leto odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS),
- 9.300 t/leto kosovnega odpadka (BW),
- 2.508 t/leto obdelanega lesa (TW),
- 21.600 t/leto biološko razgradljivih odpadkov (BHW),
- 4.133 t/leto neobdelanega lesnega odpada (YW in NTW),
- 6.000 t/leto na mestu nastanka sortiranih frakcij za recikliranje (PET, HDPE, ...).

Z drugo fazo je predviden sprejem tudi do 256.093 t/leto odpadkov.

Delovni načrt za obrat za prvo fazo projekta predvideva delo v 2 izmenah, 16 ur na dan, 260 dni v letu. V drugi fazi se bo obratovanje predvidoma razširilo na 3 izmene, 24 ur na dan, 300 dni v letu.



Slika 3: Situacija obrata MBT [vir: Strabag]

2.1 Mehanska predelava odpadkov (MT)

Z mehansko predelavo odpadkov se sprejeti odpadki predelujejo z namenom, da iz odpadkov pridobimo recikliran in predelan material. Mehanska predelava odpadkov poteka v različnih linijah predelave in so odvisni od vrste odpadkov. V nadaljevanju naloge bom podrobno opisal in predstavil posamezne predelovalne linije s potekom in opisom le-teh.

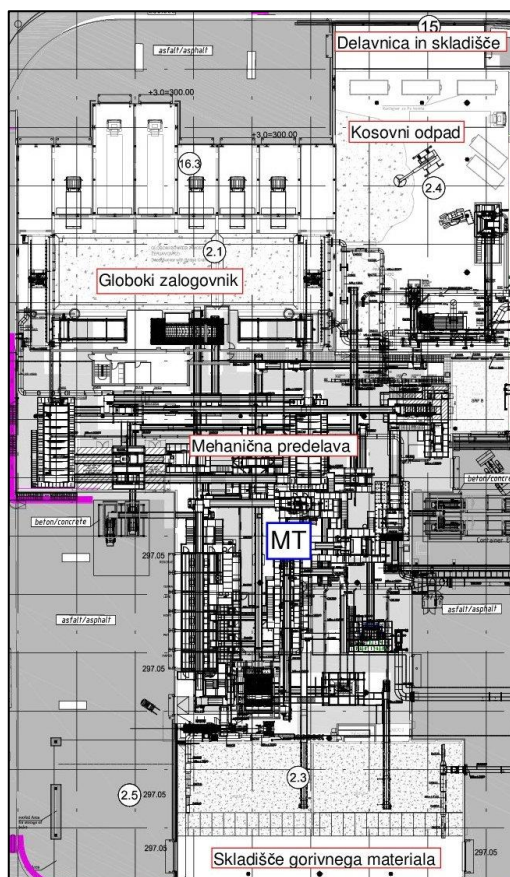
Mehanska predelava odpadkov (MT) v obratu centra za ravnanje z odpadki (RCERO) se izvaja v naslednjih glavnih in pomožnih prostorih:

Glavni prostori, v katerih se izvaja mehanska predelava odpadkov:

- sprejemnica odpadkov z globokim zalogovnikom
- prostor za mehanska obdelava odpadkov (MT)
- prostor predelava kosovnega odpada (BW)
- skladišče gorivnega materiala (SRF)

Pomožni prostori so naslednji:

- rezervoar protipožarne vode pod sprejemnico odpadkov
- pomožno skladišče gorivnega materiala (SRF-B, < 40 mm)
- prostor za skladiščenje bal
- skladišče in delavnice (SPS)



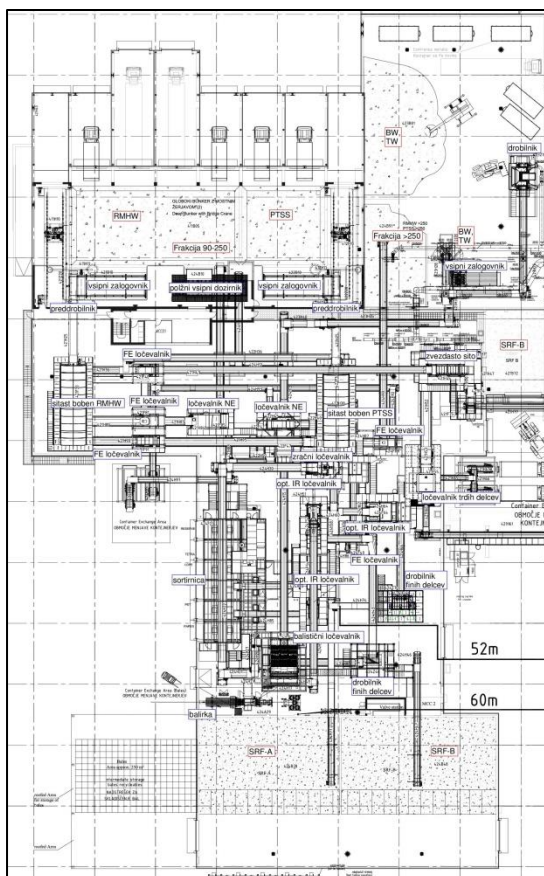
Slika 4: Situacija MT [vir: Strabag]

V objektih potekajo naslednji mehanski postopki v predelavi odpadkov:

- ločevanje in predelava mešanih gospodinjstkih odpadkov (RMWH)
- ločevanje in predelava odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS)
- mehanska predelava frakcije 90 - 250 mm
- mehanska predelava frakcije nad 250 mm
- mehanska predelava kosovnega odpada (BW) in obdelanega lesa (TW)
- baliranje in skladiščenje predelanega materiala

Postopki mehanske predelave (MT) potekajo vzporedno in se v odvisnosti od predelanih količin odpadkov in s tem pridobljenih frakcij kombinirajo v postopkih predelave. Edini postopek, v kate-

rem se lahko povežejo različni postopki predelave v mehanski (MT) in biološki predelavi (BT), je mehanična predelava gospodinjskih odpadkov (RMHW), ki lahko skupaj s praznjenjem fermenterjev, dehidracijo fermentiranega blata in stabilizacijo blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMHW) potekajo zaporedno.



Slika 5: Tloris obrata MT [vir: Strabag]

Predvidene vhodne količine za predelavo v obratu so [vir: Strabag]:

- 108.200 t/leto mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW),
- 25.500 t/leto odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS),
- 9.300 t/leto kosovnega odpadka (BW),
- 2.508 t/leto obdelanega lesa (TW).

Predvidena letna proizvodnja recikliranega in predelanega materiala je [vir: Strabag]:

- 10.000 t/leto papirja in kartona,
- 4.000 t/leto plastike iz polietilena visoke gostote (HDPE),
- 2.000 t/leto plastike iz polietilena nizke gostote (LDPE),
- 3.500 t/leto mešane plastike (PET),

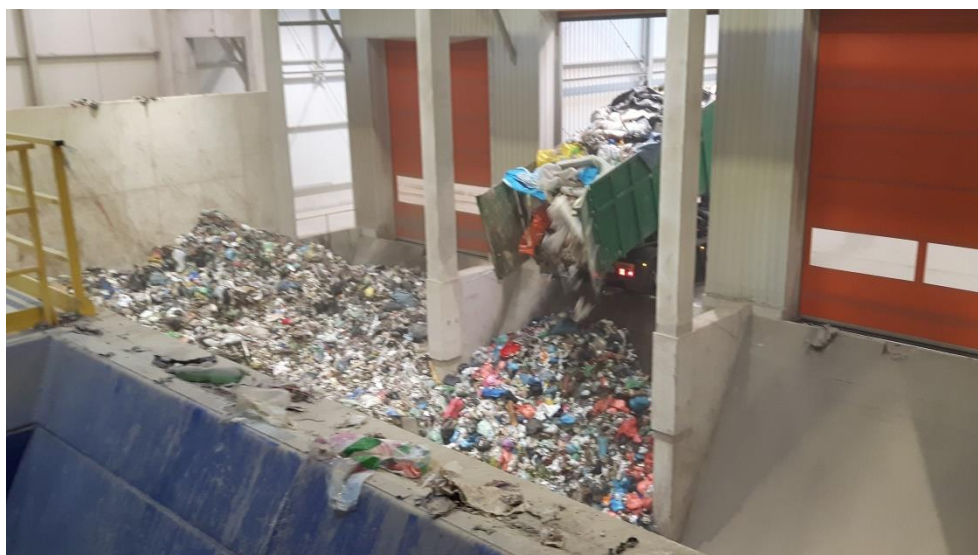
- 450 t/leto embalaže tetrapak,
- 2.950 t/leto železnih kovin (Fe),
- 950 t/leto neželeznih kovin (NE),
- 16.800 t/leto goriva iz odpada < 35 mm (SRF-A),
- 42.800 t/leto goriva iz odpada > 35 mm (SRF-B),
- 37.896 t/leto mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW) za fermentacijo,
- 10.800 t/leto SRF-B, frakcija 40 - 90 mm, uporabljen kot strukturni material.

2.1.1 Predelava mešanih komunalnih odpadkov (RMHW)

S tovornjaki pripeljane odpadki se iztovorijo v prostor, imenovan globoki zalogovnik. Globoki zalogovnik (411B05) ima dva predela za ločeno zbiranje mešanih komunalnih odpadkov (RMHW) in odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS). Velikost je dimenzionirana z zahtevo, da tudi ob izpadu linij v mehanični predelavi, obrat omogoča nemoten enotedenski sprejem odpadkov.

Zalogovnik za zbiranje mešanih komunalnih odpadkov velik 8.000 m³.

Ob predvideni količini dovoza 108.200 t/leto in obratovanju 260 dni/leto, znaša dnevni dovoz v povprečju ~416 t/dan [vir: Strabag].



Slika 6: Sprejem mešanih komunalnih odpadkov RMHW [vir: lasten]

Z žerjavoma (412H10, 11) se napolni dozirni zalogovnik (421B10), s katerim se odpadki dovajajo v preddrobnik (421Z20). Odpadki se v sitastem bobnu (421F30) ločijo v frakcije:

- do 90 mm
- 90 - 250 mm
- > 250 mm



Slika 7: Preddrobnik 421Z20 [vir: lasten]

2.1.1.1 Predelava frakcije do 90 mm (RMHW)

V nadaljevanju se iz frakcije do 90 mm z magnetnim ločevalnikom (421F40) izločijo železne kovine, ki se zbirajo v zabojnikih za odvoz v nadaljnjo reciklažo. V zvezdastem situ (421F45) se frakcija preseje in loči na velikosti < 40 mm in > 40 mm. Iz frakcije < 40 mm se z ločevalnikom trdnih delcev (421F55) izločijo steklo in kamenje. Ostanek je biološko razgradljivi ostanek iz mešanih komunalnih odpadkov in se skladišči v plitvem zalogovniku (526B02) v objektu biološke predelave

(MBT-B) za nadaljnjo predelavo v anaerobni fermentaciji v fermenterjih za mešane komunalne odpadke (531B10, 20). Iz frakcije > 40 mm se v ločevalniku neželeznih kovin (421F75) izločijo neželezne kovine. Frakcija služi kot strukturni material v stabilizaciji in se v polžjem mešalniku (650H05) dodaja dehidriranemu fermentiranemu blatu.



Slika 8: Ločevalnik trdnih delcev [vir: lasten]

2.1.1.2 Predelava frakcije 90-250 mm (RMHW)

Z magnetnim ločevalnikom (421H80) se izločijo železne kovine. V ločevalniku neželeznih kovin (421F85) se nato izločajo še neželezne kovine. Nato se frakcija vrne v globoki zalogovnik v predel za zbiranje frakcij 90 - 250 mm (411B05) in se skupaj s frakcijo 90 - 250 mm iz odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS) še dodatno predeluje z vračanjem v linijo na mestu balističnega ločevanja frakcij (424F18).

2.1.1.3 Predelava frakcije >250 mm (RMHW)

Magnetna ločevalnika (421H91, 424F88) izločata železne kovine. Te se skladiščijo v prostoru za predelavo kosovnega odpada (424B91) in se nato predelujejo v sklopu predelave kosovnega odpada z dodajanjem v linijo na mestu balističnega ločevanja frakcij (424F18).

2.1.2 Predelava odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS)

Iz zalogovnika za zbiranje odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS), velikosti 2.000 m³, se odpad z žerjavoma (412H10, 11) polni v vsipni zalogovnik (422B10).



Slika 9: Vsipni zalogovnik 422B10 [vir: lasten]

Predvidena količina dovoza je 25.500 t/leto. Ob predpostavki, da obrat obratuje 260 dni/leto, znaša dnevni dovoz v povprečju ~96 t/dan [vir: Strabag].

Odpadki se nato v sejalnem bobnu (422F30) ločijo v frakcije:

- do 40 mm
- 40 - 250 mm
- > 250 mm

2.1.2.1 Predelava frakcije do 40 mm (PTSS)

Z magnetnim ločevalnikom (424F40) se izločijo železne kovine. Frakcijo se nato dovaja v drobilnik finih delcev (424Z44). Zdrobljen material se skladišči v zalogovniku SRF-B (424B48) v skladišču za gorivne materiale.

2.1.2.2 Predelava frakcije 40-250 mm (PTSS)

Z magnetnim ločevalnikom (421H80) in ločevalnikom neželeznih kovin (422F47) se izločajo železne in neželezne kovine. Preostali material frakcije se nato v balističnem ločevalniku (424F18) loči na fino (drobni material), 2D (folijo) in 3D frakcijo (kosi plastike in embalaža).



Slika 10: Balistični ločevalnik 424F18 [vir: lasten]

V balističnem ločevalniku se nadaljuje tudi predelava frakcije 90 - 250 mm iz globokega zalogovnika (411B05). V ta balistični ločevalnik se usmerijo tudi frakcije > 250 mm iz zalogovnika (424B91), ki so bile zdrobljene na frakcije < 250 mm v sklopu priprave materiala kosovnega odpadka.

Fina frakcija

Fina frakcija se odvede v drobilnik finih delcev (424Z44) skupaj s frakcijo < 40 mm ter se zdrobljena skladišči v zalogovniku SRF-B (424B48) v skladišču za gorivne materiale.

2D frakcija

Iz 2D frakcije v sortirnici (424F23) se ročno izločajo (pozitivno ločevanje) reciklažni materiali, kot je tetrapak, HDPE, LDPE, papir in PET. V zračnem ločevalniku (424F32) se frakcija loči na lahke in težje frakcije. Optični IR ločevalnik (424F35) iz težje frakcije izloči PVC, magnetni ločevalnik (424F40) pa še preostanek železnih kovin, preden se preostanek v drobilniku finih delcev (424Z44) zdrobi v gorivni material in se skladišči v zalogovniku SRF-B (424B48) v skladišču za gorivne materiale.



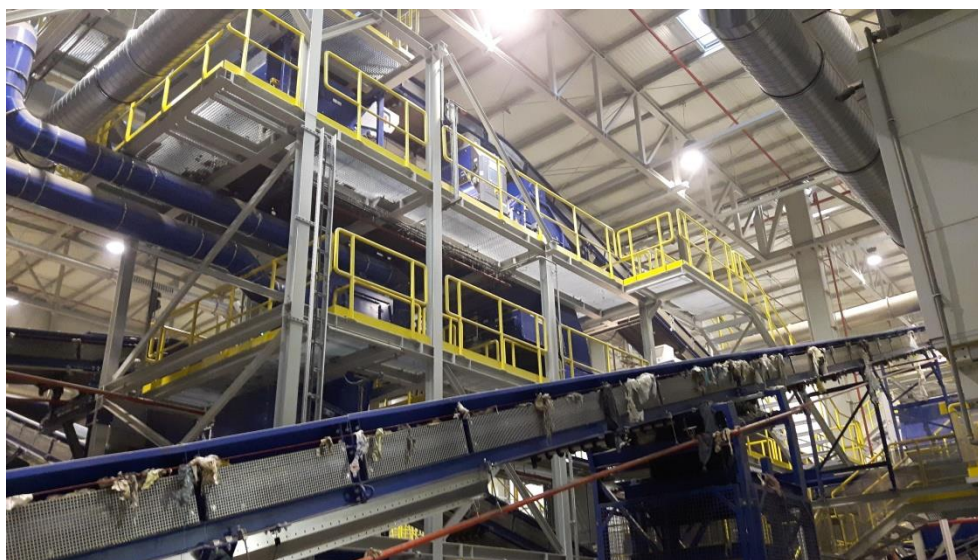
Slika 11: Drobilnika finih delcev 424Z44 [vir: lasten]

3D frakcija

V nizu optičnih IR ločevalnikov (424F52, 54, 56) se frakcije ločuje na neplastični, HDPE ter PET material. Neplastična frakcija se dodaja ostalim finim frakcijam in se v finem drobilniku (424Z44) zdrobi v gorivni material SRF-B. Izločeni HDPE in PET material pa se v sortirnici (424F23) ponovno ročno pregleda in izločuje preostanek (negativno ločevanje) iz frakcij HDPE ter PET. Preostanek se združi s fino frakcijo iz zračnega ločevalnika (424F32) ter iz filtra zračnega ločevalnika (424F31) in nadaljuje v optičnem IR ločevalniku (424F64) ki izloči PVC folijo.



Slika 12: Optični IR ločevalnik 424F64 [vir: lasten]



Slika 13: Niz optičnih IR ločevalnikov 424F52, 424F54, 424F56 [vir: lasten]

Nato se material v drobilniku finih delcev (424Z70) zdrobi na gorivni material SRF-A in skladišči v zalogovnik (424B78) v skladišču gorivnega materiala.



Slika 14: Drobilnika finih delcev 424Z70 [vir: lasten]

2.1.2.3 Predelava frakcije > 250 mm (PTSS)

V magnetnem ločevalniku (424F88) se izločajo železne kovine. Frakcija se nato skladišči v zalogovniku (424B91) v sklopu predelave kosovnega odpada in se s frakcijo > 250 mm iz mešanih komunalnih odpadkov v nadaljevanju ponovno predeluje z vračanjem v linijo na mestu balističnega ločevanja (424F18).

2.1.3 Mehanska predelava frakcije 90 - 250 mm (RMHW in PTSS)

Frakcija 90 - 250 mm iz predelave mešanih komunalnih odpadkov (RMHW) in predelave odpadkov iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS) se iz globokega zalogovnika (411B05) v linijo za mehanično predelavo odpadkov (MT) dovaja s polžnim vsipnim dozirnikom (424B10). V balističnem ločevalniku (424F18) se tako nadaljuje predelava kot je opisana v točki 2.1.2.2 - predelava frakcije 40 - 250 mm (PTSS).



Slika 15: Sejalni boben 422F30, mehanska predelava [vir: lasten]

2.1.4 Mehanska predelava frakcije nad 250 mm (RMHW in PTSS)

Iz zalogovnika (424B91) v sklopu predelave kosovnega odpadka se frakcijo > 250 mm drobi v drobilniku (423Z10) in preko vsipnega zalogovnika (423B20) vrača v linijo za mehnično predelavo (MT) do balističnega ločevalnika (424F18). Nato se nadaljuje predelava kot je opisana v točki 2.1.2.2 - predelava frakcije 40 - 250 mm (PTSS).

2.1.5 Mehanska predelava kosovnega odpadka in obdelanega lesa (BW in TW)

V sprejemnici za kosovni odpad (BW) je previden sprejem naslednjih količin [vir: Strabag]:

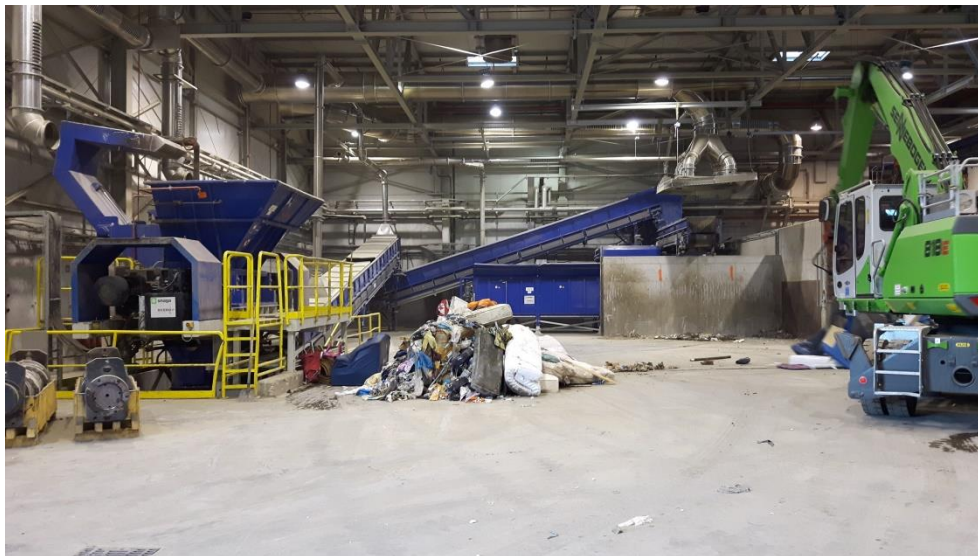
- 9.300 t/leto kosovnega odpadka (BW),
- 2.508 t/leto obdelanega lesa (TW),

kar je skupaj 11.808 t/leto, ob obratovanju 260 dni/leto pa ~ 45 t/dan.

Z bagrom, nakladačem ali ročno, se iz kosovnega odpadka izločajo kovine, elektro oprema, gume, gradbeni materiali ter drugi odpadki, ki se ne predelujejo v mehnični predelavi obrata.

Odvisno od sestave kosovnega odpadka se odpad 1x, po potrebi tudi 2x, drobi v drobilniku (423Z10) preden se odpad dovaja v linijo mehnične predelave odpadka (MT). Od sestave odpadka in delovanja drugih linij v mehnični predelavi, je odvisno, ali se lahko odpad dovaja preko vsipnega zalogovnika (423B20) ali direktno iz drobilnika (423Z10) v linijo mehnične predelave (MT) in kam v postopku

mehanične predelave. Dodaja se lahko na mestu sejanja v sejalnem bobnu (422F30) ali v ločevanju z balističnim ločevalnikom (424F18). Predelava se nato nadaljuje, kot je opisano v točki 2.1.2. Predelava odpadkov iz obrti in storitvene dejavnosti (PTSS). Obdelani les iz kosovnega materiala se le zdrobi v drobilniku (423Z10) in odpelje v nadaljnjo predelavo ali sežig.



Slika 16: Drobilnik 423Z10 in vsipni zalogovnik 423B20 [vir: lasten]

2.1.6 Skladiščenje predelanega materiala

Izhodni material iz mehanske predelave se skladišči:

- v skladišču SRF
- z baliranjem v okrogle bale
- v kontejnerjih za shranjevanje
- z baliranjem v pravokotne bale.

V skladišču gorivnega materiala SRF se skladišči gorivni material (SRF-A, SRF-B). Material v razsutem stanju se z nakladačem naloži na tovorna vozila s prikolicami in odvažajo odjemalci, ki imajo ustrezno opremo za sežig. Če odvoz v razsutem stanju ni možen, se gorivni material v mobilni balirki zavije v okrogle bale. Z baliranjem je možno tudi začasno sprazniti skladišče, v primeru ko ni zagotovljenega odvoza. Bale se skladiščijo na drugi lokaciji na območju deponije.



Slika 17: Skladišče SRF-A 424B78 in SRF-B 424B48 [vir: lasten]

Med predelavo se izločeni materiali, ki se v nadaljevanju uporabljajo v reciklaži v drugih obratih, zbirajo v kontejnerjih, ki so postavljeni na postajah za nakladanje kontejnerjev in na drugih za to predvidenih mestih. Odjemalci reciklažnega materiala s prekladanjem pretovorijo material na svoja vozila. Ločeno se zbirajo:

- elektro oprema
- avtomobilske gume
- železne kovine
- neželezne kovine
- obdelan les.

Reciklažni material, ki se izloči v sortirnici (424F23) in je v razsutem stanju, se v balirki (424A29) stisne v pravokotne bale, ki so tako pripravljene za odvoz. Balira se:

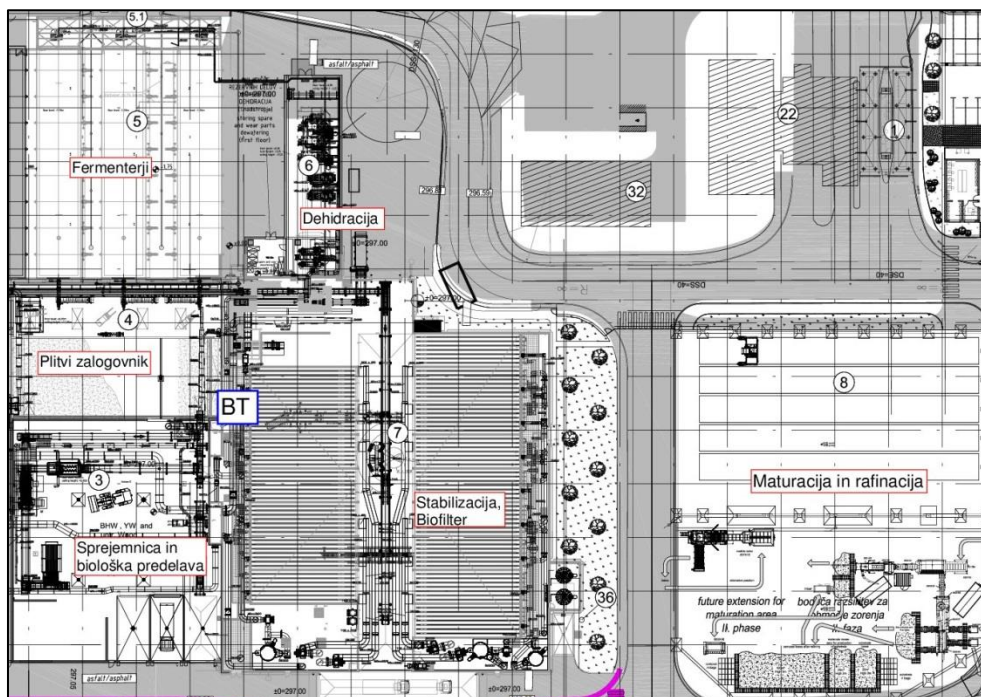
- papir in karton
- plastiko iz polietilena visoke gostote (HDPE)
- plastiko iz polietilena nizke gostote (LDPE)
- mešano plastiko (PET)
- embalažo iz tetrapaka.



Slika 18: Sortirnica 424F23 - pozitivno sortiranje [vir: lasten]

2.2 Biološka predelava odpadkov (BT)

Z biološko predelavo odpadkov se sprejeti biološko razgradljivi odpadki predelujejo za nadaljnjo predelavo z namenom pospešiti biološko razpadanje odpadkov. Bioplin, ki nastane pri razgradnji se izkoristi za proizvodnjo električne energije in toplote. S kontroliranimi postopki predelave biološko razgradljivih odpadkov se zmanjšajo izpusti toplogrednih plinov in vonjev v okolico.



Slika 19: Situacija BT [vir: Strabag]

Biološka predelava odpadkov (BT) v obratu RCERO poteka v sklopu naslednjih objektov:

- objekt s sprejemnico odpadkov, plitvim zalogovnikom in polnjenjem fermenterjev
- fermenterji za anaerobno fermentacijo in praznjenje
- objekt za dehidracijo fermentiranega blata
- objekt za aerobno razgradnjo z biološkim filtrom
- objekt za maturacijo in rafinacijo

V objektih potekajo naslednji postopki v predelavi biološko razgradljivih odpadkov:

- predelava biološko razgradljivih odpadkov (BHW)
- predelava zelenega odreza in neobdelanega lesa (YW, NTW)
- anaerobna fermentacija odpadkov
- dehidracija fermentiranega blata
- aerobna predelava fermentiranega blata
- maturacija in rafinacija komposta

Postopki predelave v biološki predelavi (BT) potekajo vzporedno. Le dehidracija in stabilizacija fermentiranega blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMHW) in biološko razgradljivih odpadkov (BHW) potekata zaporedno.

Predvidene predelane količine v posameznih postopkih so naslednje [vir: Strabag]:

vhodne količine:

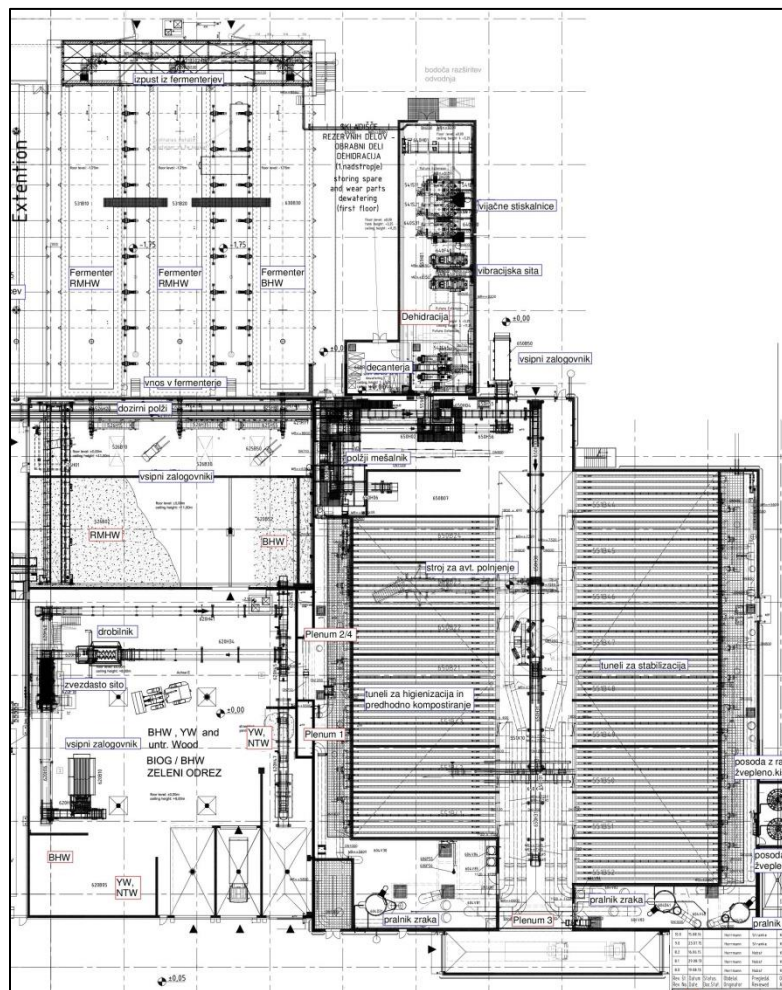
- 21.600 t/leto biološko razgradljivih odpadkov (BHW),
- 4.133 t/leto lesnega odpada (YW in NTW),

količine po postopkih:

- 37.896 t/leto mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW) za fermentacijo,
- 21.186 t/leto bioloških razgradljivih odpadkov (BHW) za fermentacijo,
- 61.813 t/leto fermentiranega blata RMHW,
- 20.137 t/leto fermentiranega blata BHW,
- 27.753 t/leto dehidriranega fermentiranega blata RMHW,
- 7.722 t/leto dehidriranega fermentiranega blata BHW,
- 53.986 t/leto zmesi za stabilizacijo RMWH,
- 10.721 t/leto zmesi za higienizacijo in predhodno kompostiranje,

izhodne količine:

- 34.850 t/leto odpada za odvoz na deponijo (RMWH),
- 4.825 t/leto očiščenega komposta,
- 22 t/leto odstranjenega železa (Fe).



Slika 20: Tloris BT [vir: Strabag]

2.2.1 Predelava biološko razgradljivega odpadna (BHW)

V biološki sprejemnici se v zalogovniku (620B05) ločeno zbirajo biološko razgradljivi gospodinjski odpadki in zeleni odrez.

Predvidene količine [vir: Strabag]:

- 21.000 t/leto biološko razgradljivih gospodinjskih odpadkov (BHW),
- 600 t/leto odpadkov s tržnic.

Skupaj se predvidi:

- 21.600 t/leto predelave biološko razgradljivih odpadkov (BHW).

Ob načrtovanem obratovanju 260 dni/leto, to pomeni povprečno ~83 t odpadkov na dan [vir: Strabag].



Slika 21: Zalagovnik 620B05 in vsipni zalagovnik 620B10 [vir: lasten]

Biološko razgradljive odpadke se v liniji za predelavo pripravljajo za fermentacijo odpadkov v fermenterju za predelavo biološko razgradljivih odpadkov (630B30). Vsipni zalagovnik s trgalcem vreč (620B10) enakomerno dovaja odpad v linijo. Pred zvezdastim sitom (620F22) magnetni ločevalnik (620F18) izloča železne tujke iz zmesi. Zvezdasto sito deli zmes na frakciji > 60 mm in < 60 mm. Frakcija > 60 mm se nato v drobilniku (620Z22) drobi na velikost < 125 mm. Zmes obeh frakcij < 60 mm in < 125 mm se nato skladišči v del plitvega zalagovnika (620B52) in je pripravljena za nadaljnjo predelavo. Nastale izcedne vode v sprejemnem zalagovniku ter v prostoru predelave se zbirajo in odvajajo v fermentacijo odpadkov iz mešanih gospodinjskih odpadkov.



Slika 22: Drobilnik 620Z22 in zvezdasto sito 620F22 [vir: lasten]

2.2.2 Predelava zelenega odreza in neobdelanega lesa (YW in NTW)

Ločeno od biološko razgradljivih odpadkov se v sprejemnici bioloških odpadkov zbirajo in predelujejo zeleni odrez ter neobdelani lesni odpadki. V drobilniku (620F22) na < 125 mm zdrobljeni lesni odpad služi kot strukturalni material za predelavo fermentiranega blata iz biološko razgradljivih odpadkov.

Predvidene količine [vir: Strabag]:

- 1.948 t/leto vrtnih odpadkov,
- 2.185 t/leto neobdelanega lesa.

Skupaj se predvidi:

- 4.133 t/leto lesnega odpada.

2.2.3 Skladiščenje odpadkov v plitvem zalogovniku

V plitvem zalogovniku je prostor za shranjevanje zmesi odpadkov, ki so pripravljene za fermentacijo v fermenterjih. Delovanje žerjava je popolnoma avtomatizirano. Računalniški sistem beležijo pozicijo in višino na posameznih predelih v plitvem zalogovniku ter težo zajema pri vsakem premetu materiala. Skupaj z računalniškim sistemom za nadzor in regulacijo delovanja obrata SCADA, avtomatika omogoča avtonomno delovanje odmeta materiala ter polnjenje fermenterjev vse dni v letu.



Slika 23: Plitvi zalogovnik - spredaj 536B02 za RMHW, zadaj 620B20 za BHW [vir: lasten]

V plitvem zalogovniku se shranjuje frakcija < 40 mm iz mešanih gospodinjskih odpadkov (526B02) in zmes iz biološko razgradljivih odpadkov (620B52).

2.2.4 Suha fermentacija odpadkov

Fermenterji (531B10, 531B20, 630B30) delujejo po principu suhe fermentacije snovi. Postopek omogoča neprestano delovanje fermenterjev. Vnos zmesi in iznos fermentiranega blata sta stalna in avtomatizirana. Delovanje mešal v fermenterjih je usklajeno s stopnjo fermentacije zmesi in omogoča stalen pretok zmesi ter enakomerno izločanje bioplina. Velikost fermenterjev je 42,2 m x 7,2 m x 7,88 m z aktivno prostornino za fermentacijo ~2.100 m³.



Slika 24: Fermenterji - pogled na motorje mešal [vir: lasten]

V vsakem fermenterju je vgrajenih 8 mešal za mešanje ter transport zmesi. Stalno temperaturo za delovanje bakterij v fermenterjih se doseže z ogrevanjem fermenterjev z grelnimi cevmi v stenah, talni in krovni plošči. Toploto za ogrevanje se pridobi iz generatorjev (671A02, 672A02, 673A02) v

proizvodnji električne energije in toplote. V fermenterjih se stalno nadzira delovanje mešal, temperatura, tlak ter nivo napolnjenosti. Za varno delovanje fermenterjev so vgrajeni varnostni ventili in varnostne razpočne plošče, ki v primeru previsokega nadtlaka v sistemu preprečijo uničenje fermenterja.

Predvidena predelava odpada v fermenterjih je [vir: Strabag]:

- 37.898 t/leto zmesi za fermentacijo mešanih gosp. odpadkov (RMHW)
- 61.813 t/leto blata iz fermentacije RMHW

- 21.186 t/leto zmesi za fermentacijo biološko razgradljiv odpadkov (BHW)
- 20.137 t/leto blata iz fermentacije BHW

Z anaerobno razgradnjo v fermenterjih je projektirana proizvodnja bioplina naslednja [vir: Strabag]:

- 2.632.414 Nm³/leto v posameznem fermenterju za gospodinjske odpadke (531B10, 20)
- 2.771.554 Nm³/leto v fermenterju za biološke odpadke (630B30),

skupaj torej:

- 8.836.382 Nm³/leto proizvedenega bioplina.

Anaerobna razgradnja mešanih gospodinjskih odpadkov (RMHW) je mezofilna, pri temperaturi 37 °C (30 - 42 °C) in poteka 22 dni. Pri biološko razgradljivih odpadkih (BHW) je razgradnja termofilna, pri temperaturi 55 °C (50 - 57 °C) in poteka 32 dni.



Slika 25: Fermenterji - pogled na streho z varnostnimi izpusti [vir: lasten]

Polnjenje fermenterjev poteka po naslednjem postopku:

Potek polnjenja poteka povsem avtomatizirano. Računalniško krmiljenje nadzoruje in krmili odpiranje in zapiranje pnevmatskih ventilov, delovanje vsipnih zalogovnikov, premikanje transportnih trakov, delovanje polžev za vnos v fermenterje ter drugo. Žerjav (526H01) zajame zmes odpadka iz plitvega zalogovnika, in sicer odvisno od tega kateri fermenter se polni, bodisi opravi zajem v predelu mešanih gospodinjskih odpadkov (526B02) bodisi v predelu biološko razgradljivih odpadkov (620B52).



Slika 26: Vsipni zalogovnik 526B10 in dozirni polž 526X20 [vir: lasten]

Zajeti material se odloži v ustrezne vsipne zalogovnike pred posameznim fermenterjem (526B10, 526B20, 625B50). Iz vsipnih zalogovnikov se določena količina zmesi dovaja v dozirne polže za vnos v fermenterje (526X20, 526X40, 625X60). Na izhodih dozirnih polžev se dovaja fugat (izcedna voda, ki nastaja v postopku dehidracije) iz rezervoarjev fugata (541B50 za RMHW, 640B60 za BHW) za mazanje ter močenje zmesi in fermenterjev. Usklajeno delovanje med delovanjem polžev ter odpiranjem pnevmatskih ventilov omogoča polnjenje fermenterjev brez izlivanja zmesi.

2.2.5 Dehidracija fermentiranega blata

Dehidracija fermentiranega blata iz fermenterjev poteka v objektu za izsuševanje.

Dehidracija poteka v 3 stopnjah:

1. stopnja: dehidracija fermentiranega blata v vijačni stiskalnici
2. stopnja: znižanje suhe snovi v izcedni vodi z vibracijskim sitom
3. stopnja: dodatno znižanje suhe snovi v tehnološki vodi z dekanterjem

Linija za dehidracijo je sestavljena tako da je možen ločen postopek dehidracije blata iz mešanih komunalnih odpadkov in biološko razgradljivih odpadkov. Ločevanje je potrebno zaradi preprečevanja kontaminacije blata iz biološko razgradljivih odpadkov z blatom iz mešanih komunalnih odpadkov. S spiranjem strojev ter preklopom linij, je zagotovljeno izsuševanje blata iz vseh fermenterjev na liniji dehidracije.

Za dehidracijo blata iz fermenterjev za mešane gospodinjske odpadke (531B10, 531B20) se predvidevajo naslednje projektirane količine [vir: Strabag]:

- 61.813 t/leto fermentiranega blata RMHW
- 25,7 % vsebnost suhe snovi v blatu
- ~47 % vsebnost suhe snovi v blatu po 1. stopnji dehidracije
- 20,1 % vsebnost suhe snovi v izcedni vodi po 1. stopnji dehidracije
- 9,3 % vsebnost suhe snovi v fugatu po 3. stopnji dehidracije
- 27.753 t/leto dehidriranega zgnitega blata za predelavo v stabilizaciji
- 34.267 t/leto fugata (prečiščena izcedna voda)

Za dehidracijo blata iz fermenterjev za biološko razgradljive odpadke (630B30) se predvidevajo naslednje projektirane količine [vir: Strabag]:

- 20.137 t/leto fermentiranega blata BHW
- 19,7 % vsebnost suhe snovi v blatu
- ~47 % vsebnost suhe snovi v blatu po 1. stopnji dehidracije
- 15,5 % vsebnost suhe snovi v izcedni vodi po 1. stopnji dehidracije
- 9,7 % vsebnost suhe snovi v fugatu po 3. stopnji dehidracije
- 7.722 t/leto dehidriranega fermentiranega blata za predelavo v stabilizaciji
- 12.727 t/leto fugata (prečiščena izcedna voda)

Dehidracija poteka po naslednjem postopku:

S podtlakom, ki ga ustvarja vakuumska črpalka (503P70) se iz fermenterja (531B10, 531B20 ali 630B30) izvleče šaržo fermentiranega blata v zbiralnik (541B10, 541B20 ali 640B30). Z nadtlakom, ustvarjenim s kompresorjem (502V80), se blato transportira v zbiralnik (541B10, 541B20 ali 640B30) nad vijačno stiskalnico.



Slika 27: Praznjenje fermenterjev - zbiralnik 541B20 [vir: lasten]

Iz zbiralnika se dozira blato v vijačno stiskalnico (541S11, 541S21 ali 640S31). Dehidrirano blato se s transportnim trakom (551H01) transportira v prostor za stabilizacijo in v nadaljnjo pripravo za stabilizacijo ali higienizacijo fermentiranega blata.

Izcedna voda se pod stiskalnico zbere v lovilni posodi (541B34, 35) in se prečrpava na vibracijsko sito (541F41 ali 640F40). Suha snov se odvede po transportnem traku (551H01), izcedna voda pa se ponovno v lovilni posodi (541B42 ali 640B41) in prečrpava na dekanter (541S45 ali 640S46). Suho snov tudi v tem primeru s transportnim trakom (551H01) odvedemo v nadaljnjo predelavo v stabilizacijo.



Slika 28: Vibracijska sita 541F41, 640F40 in vijačne stiskalnice 541S11, 541S21, 640S31 [vir: lasten]

Izcedna voda iz dekanterja se zbira kot fugat v rezervoarju (541R51 ali 640R61). Zbrana fugata v rezervoarjih fugata (541B50 za RMHW, 640B60 za BHW) se ponovno uporabljata v procesu fermentacije odpadkov (fugat iz RMHW in BHW) in stabilizaciji blata (fugat iz BHW). Potrebno krmljenje odpiranja in zapiranja pnevmatskih ventilov, preklapov, prečrpavanja ter drugih procesov je računalniško vodeno.

Postopka dehidracije zgnitega blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMWH) in biološko razgradljivih odpadkov (BHW) sta enaka.



Slika 29: Decanterja 541S45, 640S46 [vir: lasten]

2.2.6 Stabilizacija in higienizacija izsušenega fermentiranega blata

V prostorih stabilizacije obrata poteka aerobna razgradnja dehidriranega blata. Zgrajenih je 12 tunelov (551B41 - 551B52) za stabilizacijo dehidriranega blata iz mešanih gospodinjskih odpadkov (RMWH) in 4 tuneli (650B21 - 650B23) za higienizacijo in predhodno kompostiranje dehidriranega blata iz biološko razgradljivih odpadkov (BHW).

V dehidrirano blato se vmeša strukturni material, ki omogoča prezračevanje blata v postopku stabilizacije ter higienizacije in predhodno kompostiranje blata. Za prezračevanje tunelov se uporablja odvodni zrak iz prostora biološke predelave in objekta za dehidracijo fermentiranega blata. Prezračevanje poteka odvisno od dela v prostorih stabilizacije v pozitivnem ali v negativnem načinu delovanja.

Pozitivno prezračevanje poteka v fazi stabilizacije ter higienizacije in predhodnega kompostiranja blata. Zrak se skozi vgrajene kanale v tleh tunelov vpihuje v odloženo blato in preko odvodov pod stropom odsesa v pralnike plinov (604D31, 41, 46). Ogrevani zrak povzroča izparevanje hlapljivih organskih spojin in vlage ter pospešuje eksotermno reakcijo v zmesi. Negativno prezračevanje poteka v času polnjenja in praznjenja tunelov, ter v času, ko potekajo razna dela v prostorih. V tem negativnem načinu delovanja se zrak v prostor vpihuje skozi odprtine pod stropom in se odsesava skozi kanale do pralnikov plinov.



Slika 30: Tuneli za stabilizacijo in stroj za avt.polnjenje 650X40 [vir: lasten]

2.2.6.1 Stabilizacija blata iz mešanih gospodinjskih odpadkov

Stabilizacijo dehidriranega blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMHW) se doseže z intenzivno biološko razgradnjo in sušenjem organskih frakcij v zmesi. Zmes po zaključeni stabilizaciji je biološko neaktiven odpad brez vrednih primesi, ki je pripravljen za odvoz na trajno urejeno deponijo.

Stabilizacija blata poteka istočasno z mehansko predelavo mešanih komunalnih odpadkov in dehidracijo fermentiranega blata iz mešanih komunalnih odpadkov.

Projektirana količina vnosa v aerobno obdelavo blata iz mešanih komunalnih odpadkov je [vir: Strabag]:

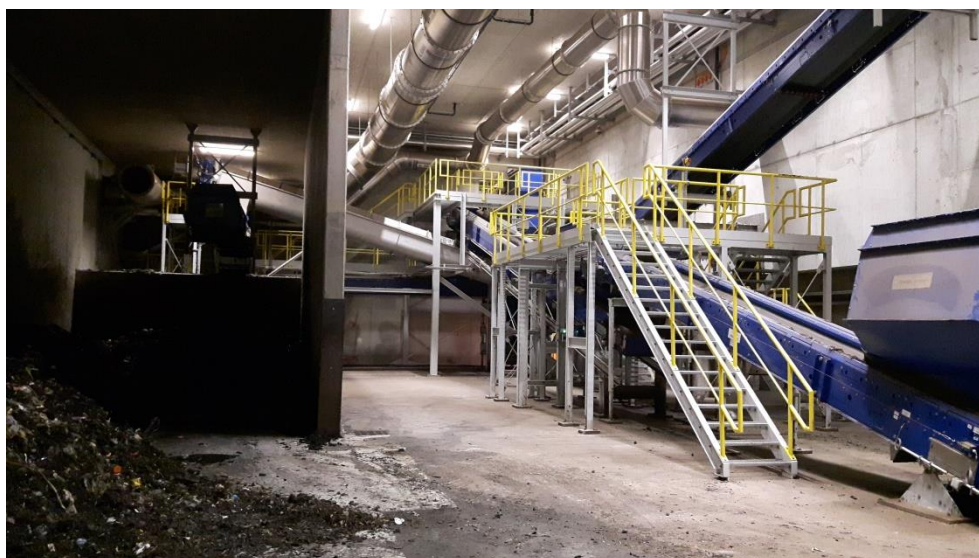
- 27.753 t/leto dehidriranega fermentiranega blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMHW),
- 10.800 t/leto SRF-B, frakcija 40 - 90 mm, uporabljen kot strukturni material,
- + tehnološka voda ali fugat,

to je:

- 53.986 t/leto zmesi za vnos v stabilizacijo

Po končani stabilizaciji ostane:

- 34.850 t/leto odpada za odvoz na deponijo.



Slika 31: Polžji mešalnik 650H50 [vir: lasten]

V polžjem mešalniku (650H05) se dehidriranemu blatu primeša tehnološko vodo in strukturni material (SRF-B iz RMHW, velikosti 40 - 90 mm). S primešanim strukturnim materialom in tehnološko

vodo ali fugatom se doseže prepustnost in enakomernost v odloženi zmesi. Vlažnost zmesi in prezračevanje z toplim zrakom, temperature 44 °C, pospeši biološko aerobno razgradnjo v odloženem zasipu. Postopek škropljenja in prezračevanje zasipa omogočata kontrolirano stabilizacijo zmesi. Čas postopka je odvisen tudi od višine zasipa v tunelih, odvisno od predvidene količine predelanih mešanih komunalnih odpadkov. Stabilizacija poteka 15 - 21 dni.

Polnjenje tunelov (551B41 – 551B52) poteka s strojem za avtomatsko polnjenje tunelov (650X40) ali pa z nakladačem, če se pripravljeno zmes odloži v začasnem zalogovniku (650B07).

2.2.6.2 Higienizacija in predhodno kompostiranje blata iz biološko razgradljivih odpadkov

Higienizacija je predpisan postopek, pri katerem je zmes izpostavljena termofilnim temperaturam pod posebnimi pogoji do inaktivnih patogenov v zmesi. Predpisani pogoji so vlaga in pH zmesi ter temperatura, ki ji je zmes izpostavljena v nadzorovanem okolju. Ta znaša minimalno 55 °C, postopek pa traja 4 dni. Po higienizaciji se zmes predhodno kompostira in nato izvozi v maturacijo na dokončno zorenje.

Predelava poteka istočasno z dehidriranjem fermentiranega blata iz biološko razgradljivih odpadkov (BHW).

Projektirana količina vnosa v aerobno obdelavo blata iz biološko razgradljivega odpada je [vir: Strabag]:

- 7.722 t/leto dehidriranega fermentiranega blata iz biološko razgradljivih odpadkov (BHW),
- + strukturni material,

to je:

- 10.721 t/leto zmesi za vnos v higienizacijo in predhodno kompostiranje

Po končani higienizaciji in predhodnem kompostiranju ostane:

- 6.150 t/leto zmesi komposta in strukturnega materiala za nadaljnje zorenje v maturaciji.

Dehidriranemu blatu se preko vsipnega zalogovnika (650B50) dovaja strukturni material (drobljeni zeleni odrez iz biološke predelave in rafinacije). Pripravljena zmes se s strojem za avtomatsko polnjenje tunelov (650X40) ali pa s nakladačem, če se pripravljeno zmes odloži v začasnem zalogovniku (650B07) odloži v tunele za higienizacijo in predhodno kompostiranje (650B21 - 650B23). Tunele so ločeni od tunelov za stabilizacijo. Prav tako je zaradi različnih patogenov obdelava blata iz biološko razgradljivih odpadkov (BHW) ločena od obdelave blata iz mešanih komunalnih odpadkov (RMHW). Po higienizaciji in predhodnem kompostiranju se za izvoz zmesi uporablja druga oprema kot pri izvozu odpadkov iz stabilizacije. Po končanem postopku, ki traja 15 - 21 dni, je zmes pripravljena za nadaljnje zorenje v maturaciji.

2.2.7 Maturacija in rafinacija komposta

Po higienizaciji in predhodnem kompostiranju dehidriranega fermentiranega blata v tunelih stabilizacije obrata se kompost s primesmi strukturnega materiala skladišči za nadaljnjo maturacijo (zorenje komposta) in rafinacijo (čiščenje komposta) pod nadstrešnico objekta za maturacijo in rafinacijo komposta.

Projektirane količine so naslednje [vir: Strabag]:

- 6.150 t/leto komposta s strukturnim materialom iz predhodnega kompostiranja,
- do 2.500 t/leto dodani strukturni material (po potrebi),

to je:

- 6.150 (8.650) t/leto komposta in strukturnega materiala predelanega v maturaciji.

Predelana količina po maturaciji je:

- 6.075 (8.575) t/leto komposta in strukturnega materiala za rafinacijo,

Z rafinacijo komposta so predvidene naslednje količine:

- 4.825 t/leto očiščenega komposta,
- 1.250 (3.750) t/leto strukturnega materiala in zavrnenega odpada.



Slika 32: Tloris maturacije in rafinacije [vir: Strabag]

2.2.7.1 Maturacija komposta

Z maturacijo (zorenjem komposta) poteka stabilizacija predhodno kompostiranega blata iz biološko razgradljivih odpadkov.

Maturacija poteka v zasipnicah pod nadstrešnico. Kompost v zasipnicah odleži do 4 tedne in se 3 krat tedensko premeša z obračalnikom komposta (660X10). Za pravilno dozorevanje komposta se spremlja vlaga in temperatura v zasipnicah. Ko ni več zaznati biološkega delovanja v zasipnicah, se zmes komposta in strukturnega materiala predela v rafinaciji.

2.2.7.2 Rafinacija komposta

Z rafinacijo se odstranjujejo primesi in prečisti stabiliziran kompost iz maturacije.

Rafinacija se začne s predhodnim sejanjem v sejalnem bobnu (660F30). S tem se izloča strukturni material, iz katerega se z zračnim ločevalnikom (660F60) izločajo lahki materiali, kot so papir in folije. Prečiščeni strukturni material se vrne v predhodno kompostiranje v stabilizacijo in v maturacijo komposta.

Presejek iz sejalnega bobna, v katerem je kompost s primesmi, se v ločevalniku trdnih delcev (660F42) in sejalniku (660X46) prečisti in preseje. Končni proizvod je kompost brez primesi in pripravljen za pakiranje v vrečke ali odvoz.



Slika 33: Sejalnem boben 660F30, ločevalnik trdnih delcev 660F42 in sejalnik 660X46 [vir: lasten]

2.3 Prezračevanje obrata in čiščenje onesnaženega zraka

Brez ustreznih ukrepov bi imel obrat zaradi svojega delovanja negativne vplive na okolico. Onesnaženje okolice nastane s:

- hrupom,
- vonjem,
- prašnimi delci,
- plini,
- odpadnimi vodami.

Prezračevanje obrata ima dve nalogi:

- zagotoviti primerno delovno okolje, kar se tiče temperature ter čistosti zraka,
- zagotoviti minimalno onesnaženje okolice zaradi delovanja obrata

Z zaprtjem zgradbe se doseže zmanjšanje hrupa ter uhajanje prahu in vonjav v okolico. Prezračevalni sistem je zgrajen tako, da se v zgradbi s stalnim odsesavanjem ustvarja podtlak. S kontroliranim dovajanjem svežega zraka iz okolice se ustvarja primerno delovno okolje v obratu, ki zagotavlja, da se temperatura glede na zunanje vremenske razmere giblje med +5 °C in +30 °C. Prezračevalni sistem prav tako služi za kontrolirano stabilizacijo ter higienizacijo in predhodno kompostiranje dehidriranega blata v tunelih (551B41 - 551B52 za PTSS, 650B21 - 650B23 za BHW) stabilizacije obrata.

Prezračevanje deluje po naslednjem opisu:

V delu mehanske predelave (MT) in v sprejemnici predelave bioloških odpadov (BT) se v obrat dovaja svež zunanji zrak. Po potrebi z ogrevanjem segrevamo prostor. S prašnimi delci in vonjavami onesnažen zrak se na izpostavljenih mestih v obratu odsesa. Odveden onesnažen zrak se prečisti v filtru prašnih delcev (404F23). Preko filtra prašnih delcev se odsesani zrak iz objekta mehanske predelave mehansko prečiščen dovaja v objekt biološke predelave. S tem se v obdobju z nizkimi temperaturami dovaja že ogreti zrak.

Z odsesavanjem zraka iz objekta biološke predelave in objekta dehidracije blata v komore Plenum 1 (551B10) in Plenum 2/4 (551B11 / 13) se različno onesnaženi odvodi premešajo in tako ustvarjajo kontroliran tlak in vlažnost.

Za izsuševanje blata v tunelih stabilizacije (551B41 - 551B52, 650B21 - 650B23) se zrak segreva na potrebno temperaturo. Zrak se vpihuje ali odsesa v tunele, odvisno od dela v prostoru. Pri tem postopku pride do izparevanja vlage iz blata, ki je zasičen s hlapljivim organskimi in amonijevimi spojinami.



Slika 34: Pralnik plinov 604D31 in ventilatorji [vir: lasten]

Odsesan in onesnažen zrak se odvaja v pralnike plinov (604D31, 41, 46). Z mehansko-kemijskim postopkom se iz onesnaženega zraka odstranijo prašni delci in hlapljive organske spojine. Kemijski postopek poteka z dovajanjem žveplene kisline (70 % raztopina žveplene kisline iz posode 604B54 ali raztopina žveplene kisline iz kondenzata plinohrama in razžvepljevalnika iz posode 604B52) v pralnike, ki iz zraka vežejo amonijak. Zrak se iz pralnikov odvaja v komoro (plenum 3), kjer se zrak zasiči z vlago.

Končno čiščenje zraka poteka z biološko filtracijo odpadnega zraka. Biološki filter (604B71 - 76) je zaprt prostor s komorami, v katerih se skozi filtrat vpihuje zrak.



Slika 35: Biološki filter 604B71 – 73 [vir: lasten]

Filtrat je nasutje drobljenih drevesnih korenin in lubja, nasutega do višine 2 m. Mikroorganizmi v biološkem filtratu razgradijo vonjave in hlapljive organske spojine v neškodljiva ogljikov dioksid ter vodo. Za delovanje mikroorganizmov je potrebno kontrolirano vlaženje filtrata in z vlago zasičen zrak. Odsesani zrak iz biološkega filtra se preko dimnika (604V23) vrne v okolico.

Za nadzor delovanja celotnega sistema prezračevanja in v skladu z okoljevarstvenim dovoljenjem se zraku, spuščnemu v okolico, spremljajo:

- pretok,
- temperatura,
- tlak,
- vlaga,
- vsebnost prašnih delcev,
- vsebnost organsko hlapljivih spojin,
- vsebnost amonijaka in
- vsebnost vodikovega sulfida.

Odvisno od delovanja obrata celoten sistem prečrpava do 375.000 m³/h zraka [vir: Strabag].

2.4 Proizvodnja električne energije in toplote

Pri razpadu odpadkov se izloča metan, ki je v zraku toplogredni plin in povzroča globalno segrevanje.

S postopkom fermentacije je izločanje in zbiranje bioplina iz odpada nadzorovano.

Projektirana proizvodnja bioplina v fermenterjih je naslednja [vir: Strabag]:

- | | | | |
|---|------------|-----------------------|---|
| - | 2.632.414 | Nm ³ /leto | v fermenterju za gospodinjske odpadke (531B10, 531B20), |
| | (3.222.914 | Nm ³ /leto | pri maksimalni proizvodnji), |
| - | 2.771.554 | Nm ³ /leto | v fermenterju za biološke odpadke (630B30), |
| | (3.382.877 | Nm ³ /leto | pri maksimalni proizvodnji), |

skupaj torej:

- | | | | |
|---|------------|-----------------------|--|
| - | 8.836.382 | Nm ³ /leto | v fermenterjih 531B10, 531B20, 630B30, |
| | (8.828.705 | Nm ³ /leto | pri maksimalni proizvodnji), |

kar predstavlja:

- | | | | |
|---|-------|----------------------|--|
| - | 917 | Nm ³ /uro | v fermenterjih 531B10, 531B20, 630B30, |
| | (1122 | Nm ³ /uro | pri maksimalni proizvodnji). |

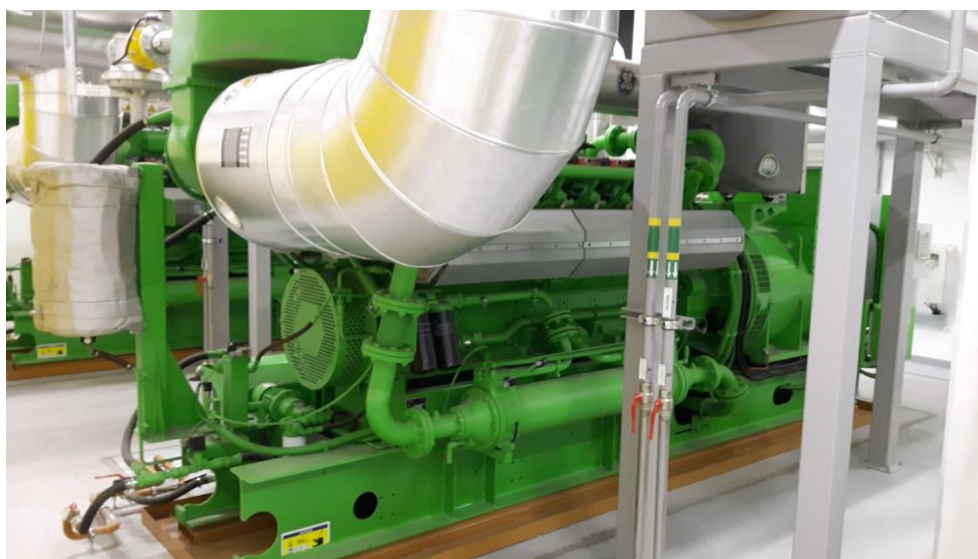
Vsebnost metana v bioplinu znaša ~57 %.

Preden se bioplin izkoristi za proizvodnjo toplote in električne energije, je potrebno plin prečistiti in zagotoviti za obratovanje generatorjev nadzorovano delovanje. V prvi stopnji se bioplin ulovi v plinohram (670B10).



Slika 36: Plinohram 670B10, razžvepljevalnik 670X30, filtra z aktivnim ogljem 670F41, 670F42 [vir: lasten]

V biološkem razžvepljevalniku (670X30) se z biološkim pralnikom odstrani žveplove spojine. Bakterije v pralniku z dovajanjem vode iz bioplina izločajo žveplene spojine in jih vežejo v raztopino razredčene žveplene kisline. Raztopina se vrne v proces in se uporablja pri čiščenju odpadnega zraka v pralnikih (604D31, 41, 46) prezračevalnega sistema. Da pride do kondenzacije raztopine in do delovanja bakterij, se plin ohlaja za vsaj 10 °C.



Slika 37: Generator 672A02 [vir: lasten]

S povečanjem tlaka (670V51, 61, 71) in s filtracijo z aktivnim ogljem (670F41, 42), s katero izločamo preostanek žvepla in siloksane, se plin dovaja do generatorjev (671A02, 672A02, 673A02).

Projektirana proizvodnje električne energije in toplote je naslednja [vir: Strabag]:

- 851 kW/uro električne energije z enim generatorjem,
- 933 kW/uro toplote z enim generatorjem.

Proizvedena toplota se uporabi za segrevanje fermenterjev (531B10, 531B20, 630B30), ogrevanje obrata, ter ogrevanje zraka za sušenje blata v tunelih v objektu stabilizacije (551B41 - 551B52, 650B21 - 650B23).

Električno energijo ob izpadu sistema proizvede priključen generator (670A90), ki zagotavlja nemoteno delovanje nujnih sistemov, kot so vrtenje mešal v fermenterjih, nadzorni računalniški sistem, minimalno razsvetljava, ter drugo.

Ogrevanje nujnih sistemov, kot so ogrevanje fermenterjev ter minimalno ogrevanje drugih sistemov, ob izpadu sistemov ogrevanja s toploto proizvedene iz generatorjev zagotavlja priključen kotel (670A80) ali pa toplovod iz generatorjev za deponijski plin.

Za zagotavljanje varnosti sistema v primeru izpada generatorjev ali razžvepljevalnika se bioplin odvaja na varnostno baklo (670D20). S tem je omogočeno praznjenje plinohrama in plinovodov. Sistem omogoča odvod bioplina na obstoječe generatorje na območju deponije ali obratno ter dovaja deponijski plin do novih generatorjev.



Slika 38: Generator 670A90 in vsipni zalogovnik 650B50 [vir: lasten]



Slika 39: Varnostna bakla 670D20 [vir: lasten]

3 ANALIZA DELOVNIH PROCESOV PREDELAVE ODPADKOV

Z analizo delovnih procesov se primerjajo dejanski poteki postopkov predelave odpadkov na posameznih linijah v primerjavi s predvidenimi in projektiranimi poteki.

Glavna cilja poskusnega obratovanja obrata sta doseči optimalen zagon obrata in doseči izboljšave v opremi in delovnih postopkih. Namen je tudi izuriti vodstvo in delavce za delovne postopke v obratu ter naročniku predati optimalno delujoč obrat.

Zato je v poskusnem obratovanju potrebna stalna kontrola postopkov predelave odpadkov, preiskave dostavljenih odpadkov in izhodnih materialov ter analiza vseh pridobljenih podatkov.

V ta namen se pridobljeni podatki zberejo v preglednicah ki so del tedenskih poročil. V tedenskih poročilih so tako zbrani naslednji podatki:

- količine pripeljanih odpadkov,
- količine odpeljanih frakcij,
- količine pridobljenih frakcij in materialov,
- zaloge v skladiščih,
- poraba kurilnega olja za zagotavljanje varnostnega sistema in ogrevanja obrata,
- poraba električne energije,
- podatki o delovanju in nadzoru posameznih linij in postopkov predelave odpadkov,
- količina in kvaliteta proizvedenega bioplina,
- rezultati preiskav v laboratoriju (vključenih je le del preiskav),
- podatki o vzdrževanju obrata.

Poleg tedenskih poročil se vodijo podrobne analize o:

- delovanju sistema proizvodnje električne energije in toplote,
- vzdrževanju opreme v obratu,
- laboratorijskih preiskavah,
- delovanju obrata.

V diplomski nalogi sem se osredotočil na analizo delovnih postopkov predelave odpadkov. Za analizo podatkov in izdelavo dnevnega plana dela sem uporabil MS Excel. Prednost izbranega programa v primerjavi z drugimi programi je v razširjenosti. Program je nameščen na vseh računalnikih, ki jih uporabljajo sodelavci na obratu. Drugačna programska oprema, kot je na primer MS Project, bi od sodelavcev zahtevala dodatno usposabljanje za delo s tem programom.

Cilj diplomske naloge je vključiti pridobljeno znanje in izkušnje iz analize in optimizacije v nadzorni računalniški sistem (SCADA), ki jo zahteva naročnik. Nameščena programska oprema za krmil-

jenje in nadzor tehnološke opreme beleži vrsto vhodnih in izhodnih podatkov. Programerjem sistema je potrebno prikazati, kateri zabeleženi podatki so potrebni za kvalitetno analizo delovnih postopkov in vodenje obrata.

Za tako analizo delovnih postopkov sem potreboval naslednje podatke:

- količine dostavljenih odpadkov,
- masne bilance frakcij in materialov, pridobljenih v postopkih predelave odpadkov,
- analize delovanja posameznih linij.

3.1 Količina dostavljenih odpadkov

Vsak dovoz odpadkov na sprejemnici se zabeleži s tehnicami. Z usmerjevalnimi tablam in svetlobno signalizacijo se voznike komunalnih vozil usmerja na določeno mesto za odlaganje v obratu. Odlagalno mesto se določi z vrsto odpadkov, ki jo navede voznik. Beleženje teže dostavljenega odpadka poteka z računalniškim sistemom v sprejemnici.

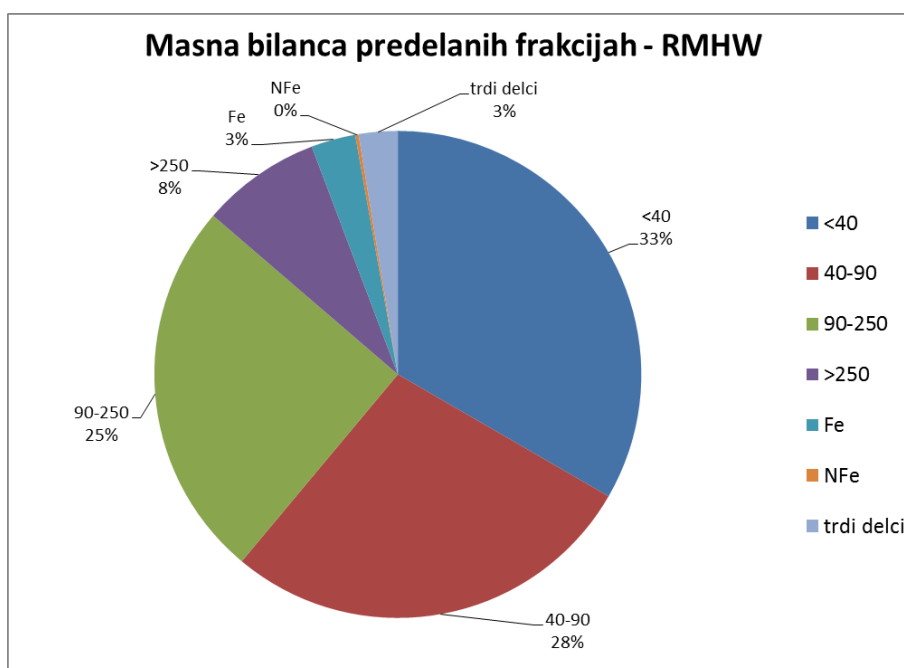
Preglednica 1: Dovoz odpadkov v koledarskem tednu 29 [vir: Strabag]

KT29	Vrsta in količina pripeljanih odpadkov v MBT (t)						Skupaj
	mešani komunalni odpadki (RMHW)	odpadki iz proizvodnje, obrti in storitvene dejavnosti (PTSS)	kosovni odpad (BW)	obdelani les (TW)	biološko razgradljivi odpadki (BHW)	zeleni odrez in neobdelani les (YW in NTW)	
18.7.2016	259,77	17,06	12,92	20,48	98,28	8,5	417,01
19.7.2016	166	18,24	32,4	11,24	90,9	0	318,78
20.7.2016	313,54	27,1	17,4	10,56	105,96	12,28	486,84
21.7.2016	339,74	15,2	11,94	19,02	92,92	32,08	510,9
22.7.2016	76,32	37,02	15,62	13,34	78,1	14,86	235,26
23.7.2016	11,12	3,56	2,44	18,04	0	5,14	40,3
24.7.2016	9,52	0	0	0	0	0	9,52
Skupaj	1176,01	118,18	92,72	92,68	466,16	72,86	2018,61

3.2 Masne bilance frakcij in materialov, pridobljenih v postopkih predelave odpadkov

Za optimizacijo postopkov sem potreboval podatke iz predelave odpadkov. Skupaj s podatki iz analize delovanja posameznih linij se določi potreben čas za predelavo nastalih frakcij v postopkih predelave odpadkov.

Grafikon 1: Masna bilanca predelanih frakcij - RMHW [vir: Strabag]



V grafikonu je prikazana preiskava mešanih komunalnih odpadkov po sestavi predelanih frakcij in izločenih materialih. Preiskave se opravljajo tedensko za vse vrste odpadkov.

3.3 Analiza delovanja posameznih linijah

Delovanje linij se spremlja z dnevnikom dela predelovalnih linij. Za vsako predelovalno linijo se vodi evidenca o času obratovanja, količinah predelanih odpadkov ter nastalih zastojev in izpadih.

Obrat v Ljubljani je prototip, prvi te vrste na svetu. Posamezni deli tehnološke opreme se že uporabljajo v drugih obratih za predelavo odpadkov, vendar v drugačnih kombinacijah. Del tehnološke opreme je popolnoma nov, inovativen in prvič uporabljen na tem obratu. To predstavlja izziv za vse udeležene, od dobaviteljev opreme, projektantov in monterjev do upravljavcev v obratu.

Izkazalo se je tudi, da se je sestava odpadkov od razpisa projekta in projektiranja do izgradnje in zagona spremenila v tolikšni meri, da predvideni postopki predelave ne morejo delovati optimalno. Sestava odpadkov se je spremenila predvsem zaradi doslednega ločevanja odpadkov. V Sloveniji

smo v primerjavi z drugimi državami v Evropi na vrhu v ločevanju odpadkov. V obratu predelave odpadkov pa se to pozna v povečanem deležu lahkih materialov, kot sta folija in papir. Delež težjih materialov npr. plastike in embalaže je v primerjavi z ostalimi količinami relativno majhen.

S spremljanjem podatkov je možna analiza vzrokov zastojev, ponavljanje zastojev in posledično ustrezna nujnost ukrepanja. Prav tako je iz podatkov razvidna obraba na določeni opremi. Vse to pripomore k definiciji ozkih grl opreme na posameznih linijah.

Med obratovanjem linij v predelavi odpadkov so se za ozka grla izkazali naslednji deli tehnološke opreme:

- vsipni zalogovniki v mehanični predelavi odpadkov:
Zaradi večjega deleža lahkih materialov, se le-ti zagostijo na straneh zalogovnikov in otežujejo doziranje v linije,
- ločevalniki neželeznih kovin:
Pretok odpadkov je oviran na vibracijskih ploščah kar onemogoči razprostiranje materiala
- balistični ločevalnik (424F18):
Zaradi večjega deleža 2D frakcije v obliki lahkih materialov je ločevanje med frakcijami oteženo,
- drobilnik (423Z10) v kosovnem odpadu:
Zaradi sestave kosovnega odpada, drobilnik ne doseže projektirane pretočnosti materiala, predvsem pri predelavi vzmetnic, ki jih je potrebno dvakrat drobiti.

Z predelavami in prilagoditvami v delovanju opreme so se zastoji večinoma odpravili. Z opazovanjem pretoka materialov po linijah in analizo podatkov se spremljajo učinkovitost ter potrebe po nadaljnjem ukrepanju.

Kritična oprema, pri katerih je potrebna posebna pozornost, so:

- drobilniki:
Z obrabo nožev se zmanjšajo pretoki v drobilnikih,
- vsipni zalogovniki in polžni dozirniki v liniji polnjenja fermenterjev:
Pri vnosu zelo mokrega odpada v fermenterje, se izceja velika količina izcedne vode že pred vnosom v le te in onemogoča doziranje in vnos s polžnimi dozirniki,
- vijačne stiskalnice in črpalke v postopku dehidracije fermentiranega blata:
S fermentacijo pride do segregacije trdih frakcij, kot so kosti in kamenje, iz blata. To otežuje pnevmatski transport blata, v stiskalnicah in črpalkah pa povzroča pretirano obrabo tehnološke opreme.

Kritična oprema zahteva neprestano kontrolo med delovanjem, pri drobilnikih pa dosledno izvajanje s strani proizvajalcev predpisanih servisnih pregledov.

Za analizo delovnih postopkov predelave odpadkov sem izbral podatke, ki so bili pridobljeni julija 2016 med obratovanjem v fazi preizkusa linij. Pred preizkusom je bila oprema pregledana in vzdrževana. S tem sem lahko izključil napake na tehnološki opremi in potrebe po vzdrževanju opreme med delovanjem linij. Prav tako je bila v fazi preizkusa pozornost delavcev na obratu večja in sem lahko izključil napake, ki bi nastale zaradi nedoslednosti delavcev.

Preglednica 2: Dnevnik predelave RMHW, Petek 22.07.2016 [vir: Strabag]

Linie/Line:		RMHW - TEST		
Datum/Date:		22.07.2016		
Betriebstagebuch				
Start	End	Dauer Duration	Aktivität Activity	Time Definition
06:00			Start of the line	
06:20			First material in shredder	
08:10	16:15	08:05	Stoppage: we stopped the line because we ran out of RMHW waste	
17:30	17:41	00:11	Stoppage: FIRE ALARM - all the lines stopped; we could not reset anything on Scada	
17:55			Last material in shredder	
18:02			Cessation of line	

Daten / Data		Zeit / Time		Dauer / Duration [h]
	Anfang / Start	Ende / End		
Brutto / Gross		06:00	18:02	12,03
Wartezeit / Waiting time				8,27
Anfahrt / Start up		06:00	06:20	0,20
Abfahrt / Turn down		17:55	18:02	0,07
Netto / Net				3,32
Ta [h]				0,00
To [h]				0,00
Tw [h]				0,00
TT [h]				0,00
TC [h]				0,00
Tex [h]				0,00

Statistik / Statistic			
Gewicht / Weight [t]	152,10	Crane driver's tonnage:	150,65
Brutto Durchsatz / Gross flow [t/h]	12,64		
Netto Durchsatz / Net flow [t/h]	45,96		
Gewicht auf 421H61/ Weight on 421H61 [t]	42,90		
Gewicht auf 421H77/ Weight on 421H77 [t]	9,3		

Notizen / Notes:	
1/	
2/	
3/	
4/	
5/	
6/	
7/	
8/	
9/	
10/	
11/	
12/	
13/	
14/	
15/	
16/	
17/	
18/	

Preglednica 3: Pregled predelave RMWH, Koledarski teden 29 [vir: Strabag]

Line: RMHW	Week	Date	Day	Work Progress, Observations, Adjustments Made	Operating time NETTO (h)	Operating time BRUTTO (h)	Treated mass (t)	Remarks:
	29	18.07.2016	Monday	Start of the line: 06:02; First material in shredder: 06:08; Last material in shredder: 18:04; Cessation of the line: 18:02	10,95	12,55	518,60	Performance test
		19.07.2016	Tuesday	Start of the line: 06:07; First material in shredder: 06:09; Last material in shredder: 14:37; Cessation of the line: 14:44	8,22	8,62	408,70	Performance test
		20.07.2016	Wednesday	Start of the line: 06:00; First material in shredder: 06:09; Last material in shredder: 14:31; Cessation of the line: 14:35	8,00	8,58	408,10	Performance test
		21.07.2016	Thursday	Start of the line: 06:01; First material in shredder: 06:03; Last material in shredder: 15:25; Cessation of the line: 15:42	8,73	9,68	419,10	Performance test
		22.07.2016	Friday	Start of the line: 06:00; First material in shredder: 06:20; Last material in shredder: 17:55; Cessation of the line: 18:02	3,32	12,03	152,10	Performance test
		23.07.2016	Saturday		Not operated	/	/	/
	24.07.2016	Sunday		Not operated	/	/	/	
				SUMME	39,22	51,46	1906,60	

V osnovno preglednico dnevnega plana dela s predvidenimi časi obratovanja linij (primer preglednica 4 in preglednice B-3 do B-8 v prilogi B), sem dodal povprečja dejanskih časov obratovanja linij in povprečne količine predelanih odpadkov. Dobljeni rezultati so dejanski časi, potrebni za predelavo odpadkov. Prikazani pa so bili tudi izpadi zaradi nepredvidenih okvar in zastojev na opremljenih časih za odpravo napak. S tem je bilo prikazano kako vzdrževanje opreme vpliva na procese mehanske in biološke predelave.

4 OPTIMIZACIJA DELOVNIH POSTOPKOV PREDELAVE ODPADKOV

S pridobljenimi podatki o delovanju predelovalnih postopkov v obdelavi odpadkov sem poskusil optimizirati delovne procese v obratu.

Neprestano spremljanje delovanja in optimizacija linij za predelavo odpadkov je zmanjšalo število zastojev v delovanju opreme.

Grafični prikaz v preglednici dnevnega plana dela (preglednica 5 in preglednica C-1 v prilogi C) omogoča prikaz odvisnosti delovanja linij s čiščenjem in vzdrževanjem tehnološke opreme. Preglednica (preglednica 5) omogoča vključitev čiščenja in vzdrževanja v času delovanja linij. Prav tako dovoljuje v primeru večjega vzdrževanja prilagoditev postopkov predelave odpadkov. V nadaljevanju obratovanja RCERO je tako potrebno vključiti v dnevni plan delovanja linij še plan vzdrževanja opreme. Izdelan plan, ki upošteva delovanje in vzdrževanje, omogoča vodilnemu osebju v obratu razporejanje delavcev.

V preglednici z optimizacijo delovnih postopkov predelave odpadkov (preglednica 5) sem upošteval povprečne dobljene čase za obdobje enega tedna iz analize postopkov (preglednice B-3 do B-8 v prilogi B). Za določanje novih časov obratovanja sem namesto predvidenih projektiranih količin upošteval dejanske povprečne dosežene količine, zmanjšane za določen faktor varnosti. S faktorjem varnosti (v mojem primeru 0,85) sem upošteval nepredvidene zastoje med obratovanjem. Z novimi parametri sem sestavil raspored delovanja posameznih linij, ki je bližje dejansko že doseženim časom obratovanja. Razporejanje in prepletanje delovanja posameznih linij pokaže večjo možnost prilagoditve potekov predelave odpadkov. Iz preglednice 5 je razvidno, da je lažje vklopiti potrebno vzdrževanje opreme in čiščenje linij. Tako sestavljena preglednica bo omogočala tudi sprotno spremljanje delovanja linij. V sodelovanju z operaterji in izmenovodjami je omogočen hitrejša izmenjava informacij, ki v planiranje vnese dejanske izkušnje iz obrata. S tem se izognemo preveč optimističnemu ali zadržanemu planiranju in razporejanju obratovanja posameznih linij.

V drugi analizi delovanja linij sem upošteval daljše časovno obdobje (16.5. - 24.7.2016). Sestavljena preglednica (preglednica 6 in preglednica C-2 v prilogi C) se bistveno ne razlikuje od prve preglednice, ki je obsegala tedensko analizo, saj v izračunu povprečja bolj kot dobri rezultati znižajo povprečje slabi rezultati zaradi zastojev v predelavi.

5 ZAKLJUČEK

Današnja potrošniška družba, v kateri so materialne dobrine relativno lahko dostopne, vodi k temu, da generiramo vse več odpadkov; posledica tega je, da je odpadkov čedalje več.

V Sloveniji vsak prebivalec proizvede 433 kg komunalnih odpadkov na leto, od tega je 3,3 kg nevarnih odpadkov. Poleg tega vsak Slovenec zavrže še 72 kg hrane na leto [vir: Snaga]. Številke same po sebi ne povedo veliko. Vsak od nas bi se lahko zamislil o svojem ravnanju, če bi videl to količino odpadkov na enem mestu.

Do zdaj si teh vprašanj nismo postavili. Ravnanje z odpadki se je začelo v zabojniku na dvorišču in končalo na odlagališču. O vplivih na okolje odlagališč v preteklosti kaj dosti nismo razmišljali, kar pa se sčasoma vse bolj spreminja.

Z 155 milijonov evrov vredno investicijo se je Mestna občina Ljubljana in 36 drugih občin odločilo za izgradnjo centra za ravnanje z odpadki z namenom zmanjšati količino trajno odloženih odpadkov po deponijah v osrednjih in primorskih občinah v Sloveniji [vir: Snaga].

V tej diplomski nalogi sem predstavil, kaj vse je potrebno za doseganje tega. Opisal sem tehnološke postopke, ki so potrebni za tako predelavo, vse to s ciljem, da se zmanjša količina trajno odloženih odpadkov na 5 % vsega zavrženega.

RCERO je visokotehnološki obrat za predelavo odpadkov. Za nemoteno predelavo odpadkov je zato potrebno načrtovanje in spremljanje delovanja obrata. Opisani postopki predelave odpadkov si sledijo po vnaprej določenih korakih, ki jih moramo stalno kontrolirati in analizirati. Med obratovanjem obravnavanega centra se je pokazalo, da postavljena tehnološka oprema omogoča predvideno projektirano predelavo odpadkov. S spremljanjem dela v obratu sta se kot največja izziva pri optimizaciji postopkov pokazala nepredvidljivi zastoji zaradi izpada določene tehnološke opreme in človeški faktor zaradi napačnega opravljanje dela.

Pri vsem delu v optimizaciji postopkov predelave odpadkov je potrebno upoštevati, da je potrebno vsakodnevno prilagajanje na situacije v obratu. Odpadki kot surovina za predelavo se v sestavi in količini dnevno spreminjajo. Nanje vplivajo sezonske spremembe npr. nepredvidljivi dogodki, kot so neurja in sneg, predelava raznih objektov, dopusti in prazniki ali enostavno spomladanske akcije z zbiranjem kosovnega odpada po mestu.

V takih primerih ni tako pomembna analiza postopkov predelave odpadkov, temveč sestava in količina odpadkov, ki so trenutno pripeljani. Glede na te parametre se sproti prilagaja delovanje tehnološke opreme, delo in število kadra, ki je za to potrebno.

VIRI

Viri podatkov:

Snaga. 2016.

<http://www.snaga.si/rcero> (Pridobljeno 12.07.2016.)

RCERO. 2016.

<http://www.rcero.si> (Pridobljeno 12.07.2016.)

Tehnična dokumentacija MBO-LJ, Št. Projekta 470.5650. (osebna komunikacija Stefan Krell, Olaf Klemm, Ralf Lützner)

Strabag Umwelttechnik GmbH, Dresden

<http://www.strabag-umwelttechnik.com/>

Viri slik in načrtov:

Strabag AG, Podružnica Ljubljana, Projekt RCERO

<http://www.strabag.com/>

lasten vir

Viri preglednic:

[4] Strabag AG, Podružnica Ljubljana, Projekt RCERO

<http://www.strabag.com/>

lasten vir

SEZNAM PRILOGE

Priloga A:

- A-1 Načrt: Situacija obrata MBT
- A-2 Načrt: Tloris obrata MBT

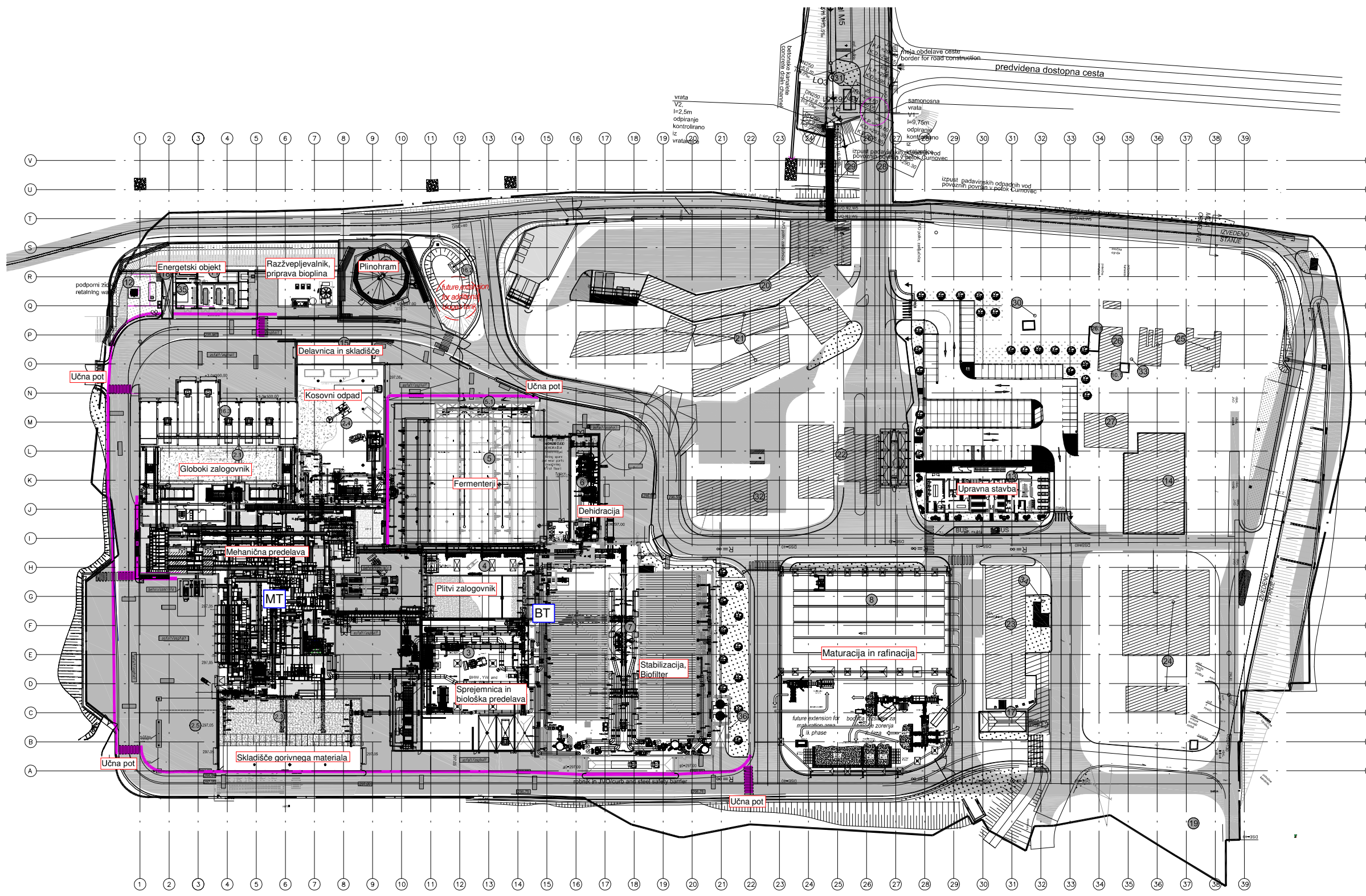
Priloga B:

- B-1: Preglednica: Dnevnik predelave RMHW, Petek 22.07.2016
- B-2: Preglednica: Pregled predelave RMWH, Koledarski teden 29
- B-3: Preglednica: Dnevni plan dela, Ponedeljek 18.07.2016
- B-4: Preglednica: Dnevni plan dela, Torek 19.07.2016
- B-5: Preglednica: Dnevni plan dela, Sreda 20.07.2016
- B-6: Preglednica: Dnevni plan dela, Četrtek 21.07.2016
- B-7: Preglednica: Dnevni plan dela, Petek 22.07.2016
- B-8: Preglednica: Dnevni plan dela, Koledarski teden 29

Priloga C:

- C-1: Preglednica: Analiza 1 - Dnevni plan dela
- C-2: Preglednica: Analiza 2 - Dnevni plan dela

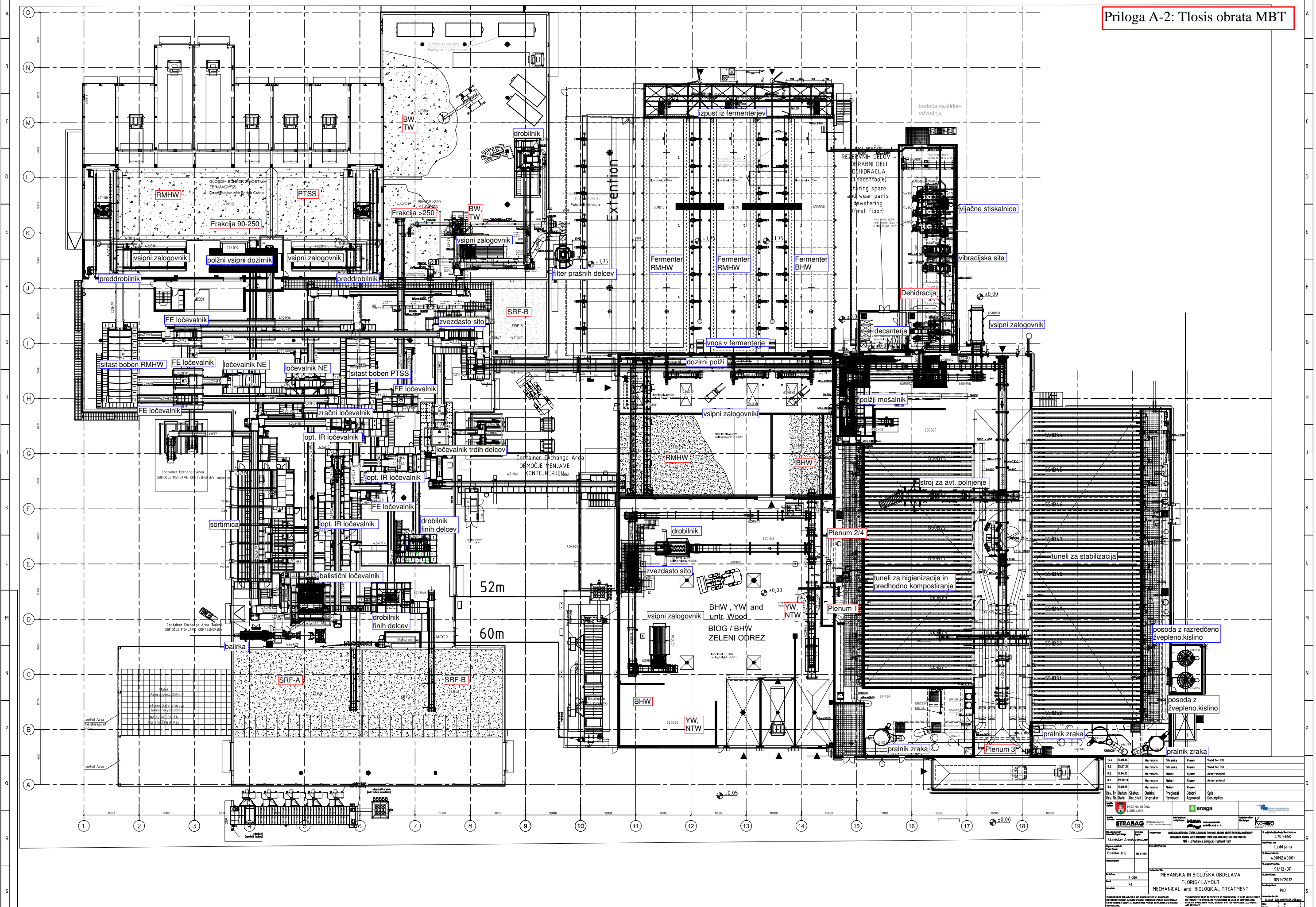
Priloga A



- LEGENDA:
- 1 Weight bridge/ Tehnica
 - 2 MHW treatment/ Proizvodna hala MBO-M (mehanska obdelava)
 - 2.1 Sprejem odpadkov za mehansko obdelavo MBO-M
 - 2.2 Mechanical treatment/ Mehanska obdelava MBO-M
 - 2.3 Storage/ Skladišče MBO-M
 - 3 BHW reception and treatment/ Sprejem biološke frakcije MBO-B
 - 4 MHW/BHW storage and charging/ Skladišče in dozirni sistem za anaerobno obdelavo
 - 5 Anaerobic digestion/ Anaerobna razgradnja MBO-B
 - 6 Dewatering/ Dehidracija MBO-B
 - 7 Stabilization and exhaust air treatment/ Kompostiranje, stabilizacija in biofilter MBO-B
 - 8 Refining and final treatment/ Zorenje in rafinacija komposta
 - 9 Gasholder/ Plinohram
 - 10 Biogas treatment/ Čiščenje bioplina
 - 10.1 Landfill gas siloxane removal/ Odstranjevanje siloksana iz deplinjskega plina
 - 11 Power station/ Energetski objekt
 - 12 Flare/ Bakla
 - 13 New administrative building/ Nova upravna stavba
 - 14 Car wash facility/ Avtopralnica
 - 15 Spar parts storage/ Skladišče rezervnih delov
 - 16 Fire fighting/ Območje s protipožarno opremo
 - 16.1 Area for fire engine/ Prostor za gasilsko vozilo
 - 16.2 Fire water lagoon/ Laguna požarne vode
 - 16.3 Fire water pool/ Bazen požarne vode
 - 17 Heavy mechanisation wash plateau/ Perišče delovnih strojev
 - 18 Tank/ Skladiščni rezervoar za kurilno olje (ELKO)
 - 20 Hazardous household waste storage/ Skladišče nevarnih gospodinskih odpadkov (NGO)
 - 21 Collection center of non-hazardous waste/ Zbirni center
 - 22 Administration building with scale/ Stara upravna stavba, s tehtnico
 - 23 Garage and vehicle mechanical workshop/ Graža in mehanična delavnica
 - 24 Waste water treatment plant/ Čistilna naprava za odpadne vode
 - 25 Gas motors/ Plinski agregati
 - 26 Transformation station/ Transformatorska postaja
 - 27 Landfill gas compressor station/ Črpalna postaja deponijskega plina
 - 28 Bridge over Curnovec/ Most čez Curnovec
 - 29 Footbridge over Curnovec/ Brv čez Curnovec
 - 30 Moved meteorological station/ Prestavljena okoljska merilna postaja (OMP)
 - 31 Lodge/ Vratarnica
 - 32 Car shelter/ Nadstrešnica za osebna vozila
 - 33 Extension of existing transformation station/ Širitev obstoječe trafo postaje
 - 34 Collection reservoir/ Zbirni bazen
 - 35 Fuel decanting area/ Pretakališče kurilnega olja
 - 36 Acid delivery area/ Pretakališče kemikalij

Rev. No	Date	Doc. Stat.	Original	Revised	Approved	Description
5.0	05.08.16		Herrmann	Stranke	Lützer	Valid for PID
4.0	02.07.15		Herrmann	Stranke	Lützer	Valid for PID
3.1	06.06.15		Herrmann	Nobst	Kiem	Arbeitsstand
3.0	07.02.15		Herrmann	Kiem	Lützer	designation, future extension areas
2.0	01.01.15		Mudinec	Koren	Koren	Notifikacija
Rev. No	Date	Doc. Stat.	Original	Revised	Approved	Description
Rev. 01	04.06.14	01	Original	Revised	Approved	Opis projekta
Rev. 02	06.06.15	02	Original	Revised	Approved	Opis projekta

Projekat: MESTNA OBČINA LJUBLJANA Projekt: OBNOVA IN RAZŠIRITVE STAVB ZA MEHANSKO OBDELAVO Podprojekti: OBNOVA IN RAZŠIRITVE STAVB ZA MEHANSKO OBDELAVO VET - 1: Mechanical Biological Treatment Plant	Izvajalec: Ljubljana Projekt: 000MZA0001 Datum: 9/12-2012 Datum: 10/99/2012 Datum: November 2012
HEAVY MECHANISATION WASH PLATEAU PERIŠČE TEŽKE MEHANIZACIJE	
SITUACIJA OVERALL PLANT LAYOUT	
PID	



Rev. št.	Datum	Status	Obdelal	Prejeto	Opis
01	15.06.16	Herrmann	Stranek	Klemen	Valid for PID
02	23.07.16	Herrmann	Stranek	Klemen	Valid for PID
03	16.05.17	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
04	29.08.17	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
05	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
06	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
07	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
08	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
09	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
10	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
11	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
12	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
13	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
14	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
15	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
16	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
17	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
18	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
19	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
20	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
21	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
22	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
23	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland
24	19.04.18	Herrmann	Neboj	Klemen	Arbeitsland

MEHANSKA IN BIOLOŠKA OBDELAVA TLORIS / LAYOUT MECHANICAL and BIOLOGICAL TREATMENT	470 5650 Ljubljana 400MZA0001 93/12-DP 1099/2012 PID
---	---

Priloga B

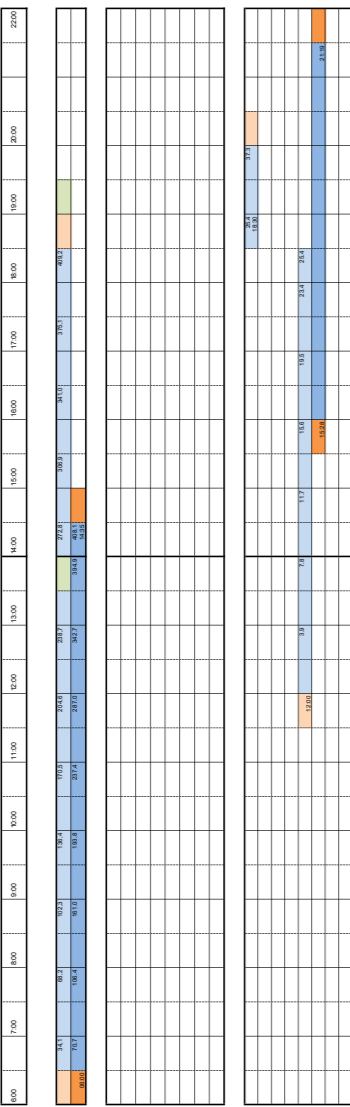
**Priloga B-2: Pregled predelave RMHW
Koledarski teden 29**

Line: RMHW								
Week	Date	Day	Work Progress, Observations, Adjustments Made	Operating time NETTO (h)	Operating time BRUTTO (h)	Treated mass (t)	Remarks:	
29	18.07.2016	Monday	Start of the line: 06:02 ; First material in shredder: 06:08 ; Last material in shredder: 18:04 ; Cessation of the line: 18:02	10,95	12,55	518,60	<i>Performance test</i>	
	19.07.2016	Tuesday	Start of the line: 06:07 ; First material in shredder: 06:09 ; Last material in shredder: 14:37 ; Cessation of the line: 14:44	8,22	8,62	408,70	<i>Performance test</i>	
	20.07.2016	Wednesday	Start of the line: 06:00 ; First material in shredder: 06:09 ; Last material in shredder: 14:31 ; Cessation of the line: 14:35	8,00	8,58	408,10	<i>Performance test</i>	
	21.07.2016	Thursday	Start of the line: 06:01 ; First material in shredder: 06:03 ; Last material in shredder: 15:25 ; Cessation of the line: 15:42	8,73	9,68	419,10	<i>Performance test</i>	
	22.07.2016	Friday	Start of the line: 06:00 ; First material in shredder: 06:20 ; Last material in shredder: 17:55 ; Cessation of the line: 18:02	3,32	12,03	152,10	<i>Performance test</i>	
	23.07.2016	Saturday	Not operated	/	/	/		
	24.07.2016	Sunday	Not operated	/	/	/		
	SUMME				39,22	51,46	1906,60	

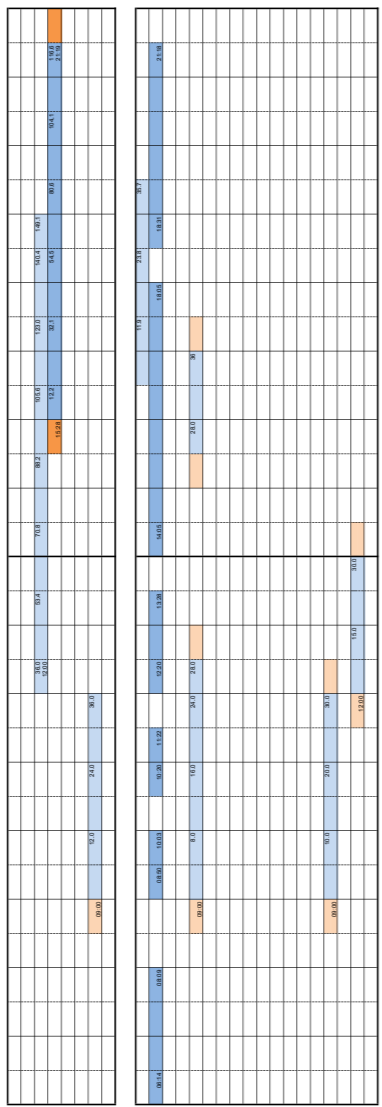
Dnevni plan dela

Datum: sreda, 20. julij 2016

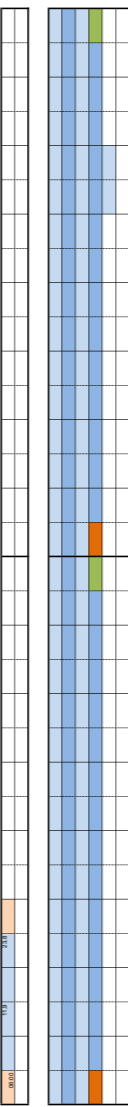
Table with 6 columns: Id, Ura, Ura, Ura, Ura, Ura



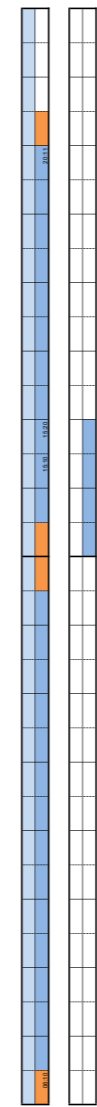
Summary table for PTSS section with columns for project and actual values.



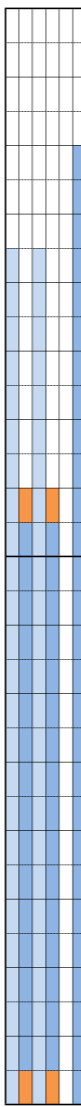
Summary table for > 250 section with columns for project and actual values.



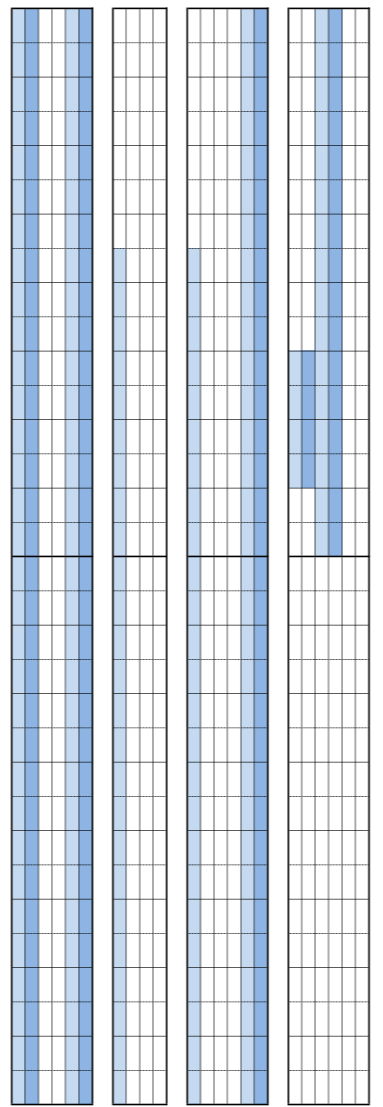
Summary table for BW section with columns for project and actual values.



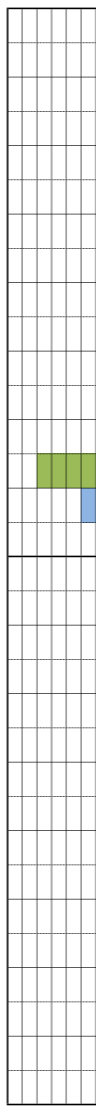
Summary table for SRF, baliranje section with columns for project and actual values.



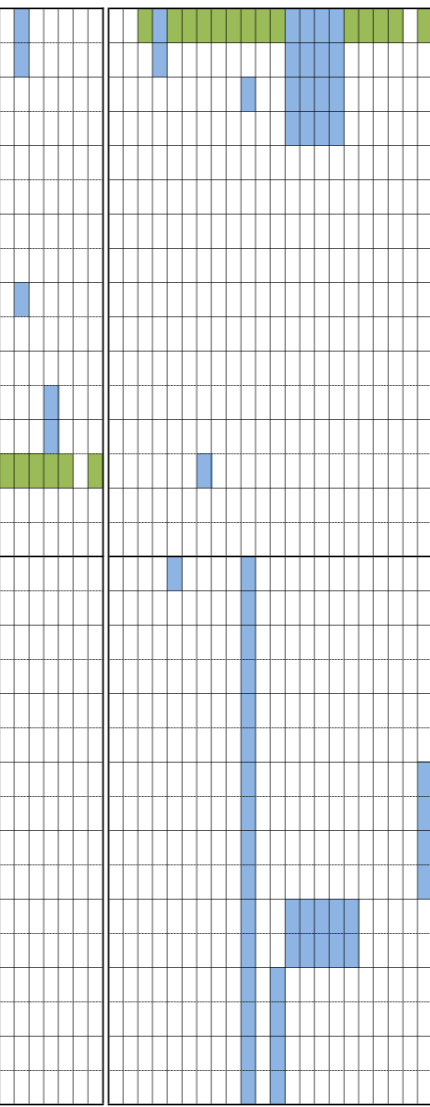
Summary table for Biološka prečiščevalna odpadkov (BT) section with columns for project and actual values.



Summary table for RSHW In BHW section with columns for project and actual values.



Summary table for Polnjenje fermentorjev section with columns for project and actual values.



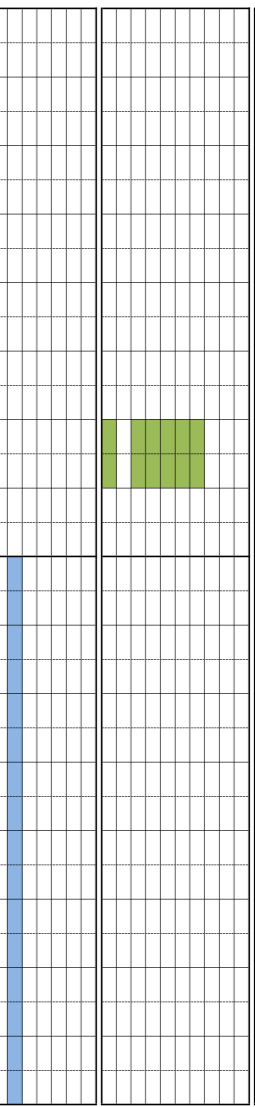
Summary table for Dehidracija section with columns for project and actual values.



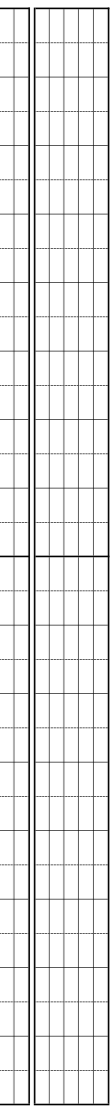
Summary table for Stabilizacija section with columns for project and actual values.



Summary table for Maturacija, rafinacija section with columns for project and actual values.



Summary table for Polnjenje section with columns for project and actual values.



Summary table for Fermentacija, preznjenje section with columns for project and actual values.

Legenda:

Main task list table with columns for task name, start time, end time, and duration.

Dnevni plan dela

Datum: četrtek, 21. juli 2016

Mehanska predelava odpadkov (MT)

RMHW	Samostojna
------	------------

PTSS	Samostojna
------	------------

> 250	Samostojna, preko 423B20 v 424F1B vzporedno s PTSS, preko 423B20 vzporedno z 90-250, preko 423B20 vzporedno z BW, preko 423B20
-------	---

90 - 250	Samostojna, preko 424B10 vzporedno z >250 vzporedno s PTSS vzporedno z BW
----------	--

BW	drobljenje BW sortiranje BW z grabčarjem sortiranje BW z grabčarjem, preko 423B20 v 42ZF30 drobljenje BW, nato odvoz samostojna BW, preko 423B20 v 42ZF30
----	---

Samostojna BW, preko 423210 v 42ZF30 vzporedno s PTSS, preko 423B20 vzporedno z 90-250, preko 423B20 drobljenje >250

TW	drobljenje TW, nato odvoz
----	---------------------------

SRF, baliranje	manipulacija z materialom SRF (obvozi) baliranje SRF baliranje reklažnega materiala
----------------	---

BHW	Samostojna, preko 620F1B
-----	--------------------------

YW	Samostojna, preko 620F22
----	--------------------------

Predelava RMHW in BHW	skladščenje E, MT RMHW (40-90mm) na pošta mešanik (650H05) skladščenje z BT
-----------------------	--

Pojiljenje fermentorjev	pojljenje RMHW, 531B10 pojljenje RMHW, 531B20 pojljenje BHW, 630B30
-------------------------	---

Dehidracija	dehidracija RMHW dehidracija BHW
-------------	-------------------------------------

Stabilizacija	pojljenje turelov RMHW pojljenje turelov BHW Manipulacija z materialom (obvozi)
---------------	---

Maturacija, rafinacija	pojljenje, obratovanje zasipnic Obdelava komposta Odvoz komposta
------------------------	--

Vzdrževalne in čiščenje oprane MBT

RMHW	Zerjav 412H10 Zerjav 412H11 422F00 422Z20 422F30 422F41 422F48 424F40 424F44 424F47 424F48 424Z16 424Z17 424Z20 424F35 424F52 424F54 424F56 424F58 424F59 424F61 424F62 424F63 424F64 424F65 424F66 424F67 424F68 424B10
------	--

PTSS, >250, 90-250	Zerjav 412H10 Zerjav 412H11 422F00 422Z20 422F30 422F41 422F48 424F40 424F44 424F47 424F48 424Z16 424Z17 424Z20 424F35 424F52 424F54 424F56 424F58 424F59 424F61 424F62 424F63 424F64 424F65 424F66 424F67 424F68 424B10
--------------------	--

BW, TW	drobljak 423Z10 drobljak 423B20 tehničar 423B20 transportni trakovi 424A29
--------	---

SRF, baliranje	balirka 424A29
----------------	----------------

BW, YW	veslji zabogovnik 620B10 zvezdasto silo 620F22 magnetni bobevnik 620F1B drobljak 620Z32 transportni trakovi
--------	---

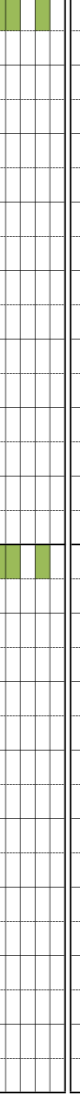
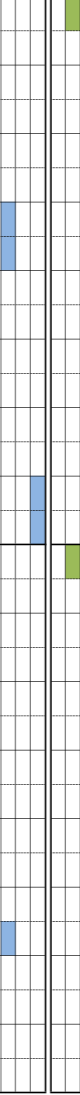
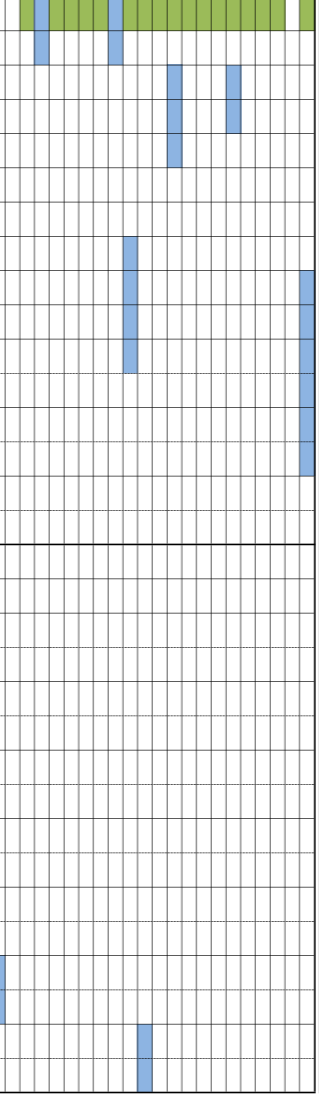
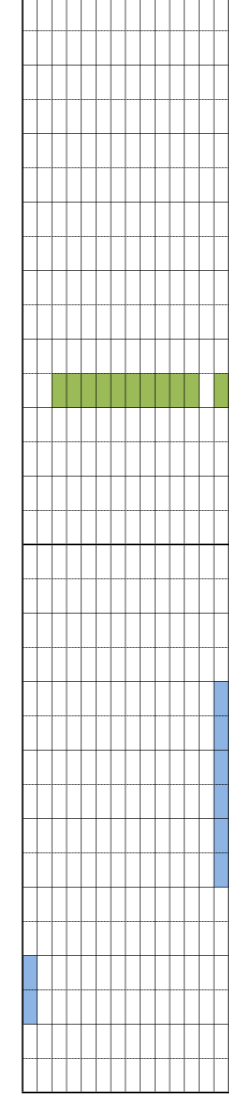
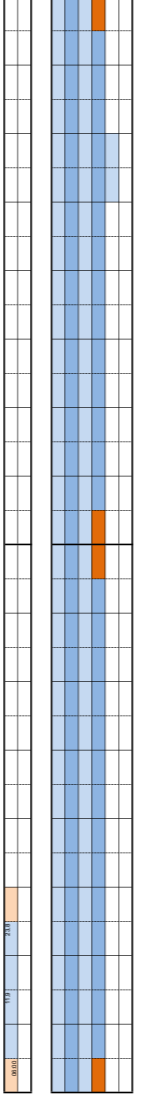
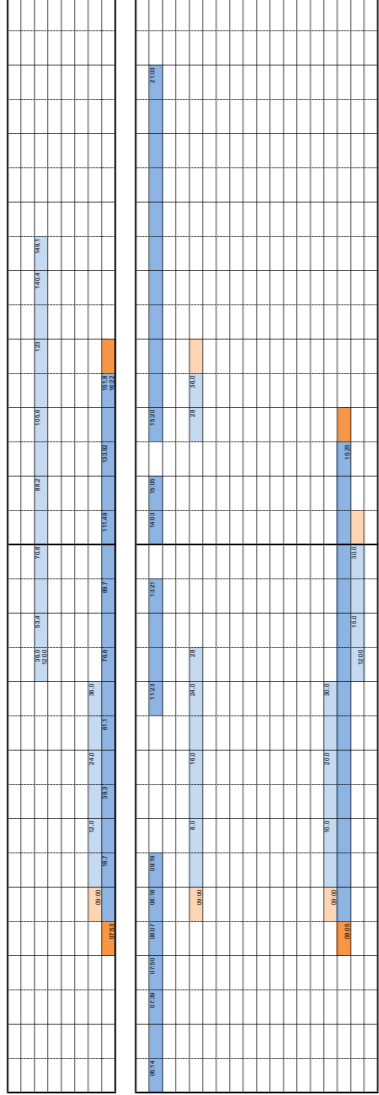
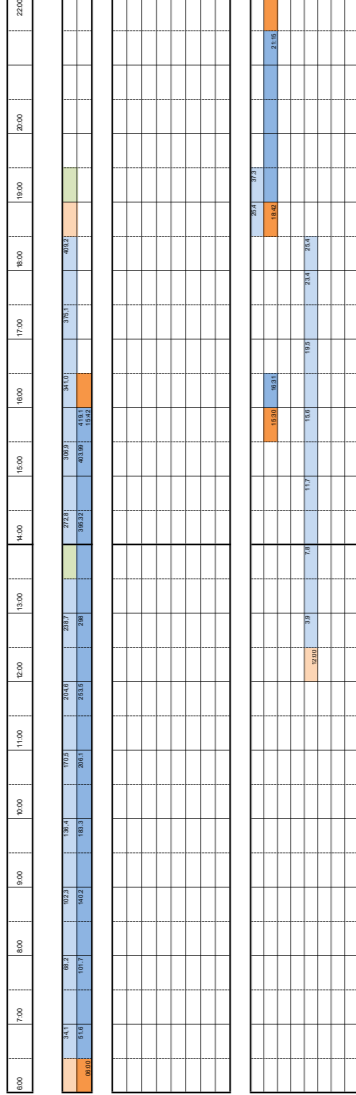
Pojiljenje	Zerjav 528B01 veslji zabogovnik 528B20 veslji zabogovnik 625B50 veslji zabogovnik 625B50 dozirni poš 528X20 dozirni poš 528X40 dozirni poš 625B60 prematalski ventil transportni trakovi
------------	--

Fermentacija, prezijenje	mesila 531B10 mesila 531B20 mesila 530F70 vektumska črpalke 502V60 kompresor 502V60 varnostni ventil prematalski ventil
--------------------------	---

Dehidracija	41S11 vijačna stiskačica 541S21 vijačna stiskačica 640S31 varcijsko silo 541F41 varcijsko silo 541S45 dekantir 640S46
-------------	--

Stabilizacija	prematalski ventil 551H01 transportni trak 650X50 sloj za avt. Pojljenje transportni trakovi
---------------	--

Maturacija, rafinacija	660X10 660F30 660F60 660F90 660F42 660F44 660F46
------------------------	--



Dnevni plan dela

Datum: petek, 22. julij 2016

Mehanska predelava odpadkov (MT)

Projekcija samostojna

Projekcija samostojna

Projekcija vzorečno z >50
projekcija vzorečno z 90-250
projekcija vzorečno z BW

Projekcija samostojna, preko 423B20 v 424F1B
projekcija vzorečno s PTSS, preko 423B20
projekcija vzorečno z 90-250, preko 423B20
projekcija vzorečno z BW, preko 423B20

Projekcija samostojna, preko 424B10
projekcija vzorečno z >50
projekcija vzorečno s PTSS
projekcija vzorečno z BW

Projekcija drobiljenje BW
projekcija sortiranje BW z grablježem
projekcija sortiranje BW z grablježem, preko 423B20 v 42ZF30
projekcija drobiljenje BW, nato odvoz
projekcija samostojna BW, preko 423B20 v 42ZF30
projekcija samostojna BW, preko 423F30
projekcija vzorečno s PTSS, preko 423B20
projekcija vzorečno z 90-250, preko 423B20
projekcija drobiljenje >50

Projekcija drobiljenje TW, nato odvoz

Projekcija manipulacija z materiali SRF (obvozi)

Projekcija baliranje SRF
projekcija baliranje reklažnega materiala

Bloška predelava odpadkov (BT)

Projekcija samostojna, preko 620F1B

Projekcija samostojna, preko 620F22

Projekcija skladiščenje E, MT
projekcija RMHW (40-90mm)
projekcija na pošti mešanik (650H05)
projekcija skladiščenje z BT

Projekcija polnjenje RMHW, 531B10
projekcija polnjenje RMHW, 531B20
projekcija polnjenje BHW, 630B30

Projekcija dehidracija RMHW

Projekcija dehidracija BHW

Projekcija polnjenje tunelov RMHW

Projekcija polnjenje tunelov BHW

Projekcija Manipulacija z materialom (obvozi)

Projekcija polnjenje, obratovanje zasilnic

Projekcija Obdelava komposta

Projekcija Ovoz komposta

Vzdrževalne in skrbne opravila (MBT)

Projekcija Zbirjav 412H10
projekcija Zbirjav 412H11
projekcija vsipni zabogovnik 421B10
projekcija predobnik 421Z20
projekcija sejalni boben 421F30
projekcija magnetni bobevnik 421F40
projekcija magnetni bobevnik 421F50
projekcija magnetni zvezdasto silo 421H45
projekcija bobevnik trdnih delcev 421F55
projekcija bobevnik neželčnih kovin 421F75
projekcija bobevnik neželčnih kovin 421F85
projekcija transportni trakovi

Projekcija Zbirjav 412H10
projekcija Zbirjav 412H11
projekcija vsipni zabogovnik 421B10
projekcija vsipni zabogovnik 422Z20
projekcija sejalni boben 422F30
projekcija magnetni bobevnik 422F41
projekcija magnetni bobevnik 421F88
projekcija magnetni bobevnik 424F40
projekcija bobevnik neželčnih kovin 422F47
projekcija bobevnik neželčnih kovin 424Z40
projekcija bobevnik frnih delcev 424Z70
projekcija optični IR bobevnik 424F35
projekcija optični IR bobevnik 424F52
projekcija optični IR bobevnik 424F54
projekcija optični IR bobevnik 424F56
projekcija optični IR bobevnik 424F58
projekcija filter zračnega bobevnika 424F31
projekcija požni vsipni dozrniki 424B10
projekcija tehnična

Projekcija drobilnik 423Z10
projekcija vsipni zabogovnik 423B20
projekcija tehnična

Projekcija balnika 424A29

Projekcija vsipni zabogovnik 620B10
projekcija zvezdasto silo 620F22
projekcija magnetni bobevnik 620F18
projekcija drobilnik 620Z32
projekcija transportni trakovi

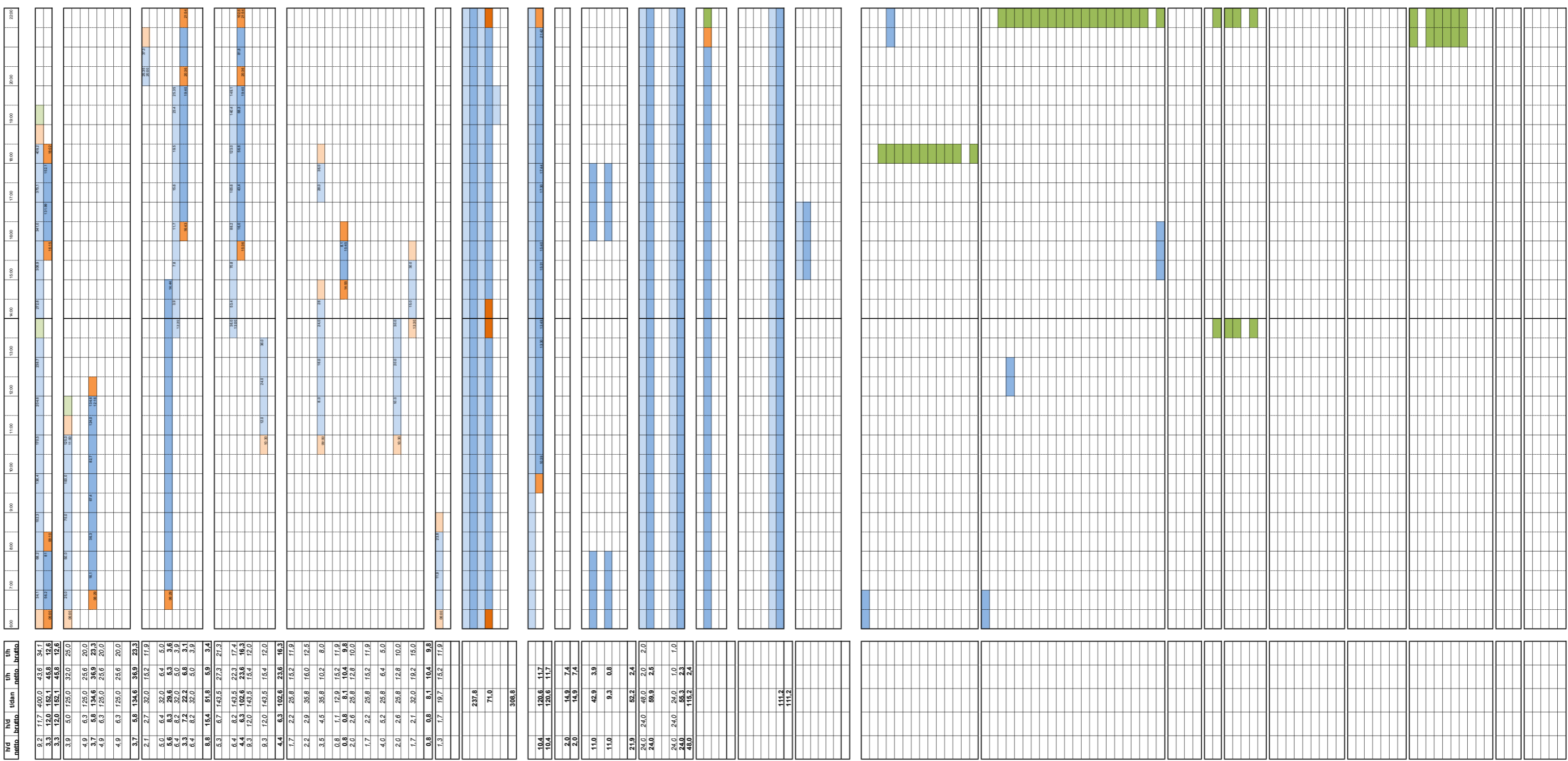
Projekcija Zbirjav 526B01
projekcija vsipni zabogovnik 526B20
projekcija vsipni zabogovnik 625B50
projekcija dozorni poš 526X20
projekcija dozorni poš 526X40
projekcija dozorni poš 625X60
projekcija pnevmatski ventil
projekcija transportni trakovi

Projekcija meliška 531B10
projekcija meliška 531B20
projekcija vektumska črpalka 503F70
projekcija kompresor 502V60
projekcija varnostni ventil
projekcija pnevmatski ventil

Projekcija vijčna stiskačica 541S11
projekcija vijčna stiskačica 541S21
projekcija vijčna stiskačica 640S31
projekcija varovalsko silo 541F41
projekcija varovalsko silo 541S45
projekcija dekanter 640S46
projekcija črpalke

Projekcija pnevmatski ventil 551H01
projekcija transportni trak 650X50
projekcija storj za avt. Polnjenje 650X50

Projekcija obročnik komposta 660X10
projekcija sejalni boben 660F30
projekcija zračni bobevnik 660F60
projekcija bobevnik trdnih delcev 660X42
projekcija aspirnik 660X46



Legenda:

Priloga C

Dnevni plan dela

PO ANALIZI

(16.3.-24.7.2018)

Datum:

Mehanska predelava odpadkov (MT)

Table with 2 columns: Description (RMHW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (PTSS) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (> 250) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (90 - 250) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (BW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (SRF, baliranje) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (BHW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (TW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Predelava RMHW in BHW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Polnjenje fermentorjev) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Dehidracija) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Stabilizacija) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Maturacija, refinacija) and status (samostojna)

Vzdrževanje in čiščenje oprane MBT

Table with 2 columns: Description (RMHW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (PTSS, >250, 90-250) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (BW, TW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (SRF, baliranje) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (BW, YW) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Polnjenje) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Fermentacija, preznjenje) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Dehidracija) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Stabilizacija) and status (samostojna)

Table with 2 columns: Description (Maturacija, refinacija) and status (samostojna)

Timeline header with columns for hours from 6:00 to 20:00.

