

# **Arbetsinstruktion för torkstationen**

Ab Stormossen Oy

Ossian Holmström

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för maskin- och produktionsteknik

Vasa 2022

## EXAMENSARBETE

Författare: Ossian Holmström  
Utbildning och ort: Maskin- och produktionsteknik, Vasa  
Inriktning: Drifts- och energiteknik  
Handledare: Thomas Kalander, Johanna Penttinen-Källroos, Ab Stormossen Oy  
Rolf Dahlin, Novia  
Titel: Arbetsinstruktion för torkstationen

---

Datum: 31.3.2022

Sidantal: 34

Bilagor: 1

---

### Abstrakt

Detta examensarbete har utförts på uppdrag av företaget Ab Stormossen Oy som är verksamt inom avfallshanteringsbranschen. Företaget tar hand om flera olika typer av avfall, däribland bioavfall från såväl privatpersoner som företag på ägarkommunernas områden. Av bioavfallet produceras biogas för både uppvärmning och som fordonsbränsle. Rötresten som blir kvar vidarebehandlas till trädgårdsjord.

Målet med examensarbetet var att sammanställa ett dokument för start och drift av torkstationen då ett sådant inte tidigare funnits att tillgå. Kunskapen om anläggningen har tidigare byggts upp bitvis genom föreläsningar och förklaringar av driftspersonalen samt genom att utföra uppgifterna där själv. Sammanställningen av arbetet gjordes genom att införskaffa information om funktionen hos maskinerna, deras sammankoppling och driften av hela anläggningen. Informationen har sitt ursprung i manualer, intervjuer med driftspersonal och eget arbete på anläggningen.

Resultatet är ett dokument uppbyggt enligt flödet genom anläggningen för att göra processen överskådlig på ett logiskt sätt. Processen delas upp i maskin- och processvis och behandlas från början till slut i respektive kapitel med en sammanfattande figur för arbetsmomenten. Dokumentet är tänkt att användas som stöd för det dagliga arbetet och för att underlätta inskolning av ny personal då mycket information nu finns lättillgängligt och samlat på ett ställe. Arbetets avgränsning ger rum för vidare påbyggnad med de system och maskiner som inte behandlades.

---

Språk: svenska

Nyckelord: bioavfall, driftsteknik, processteknik, instruktion

## OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Ossian Holmström  
Koulutus ja paikkakunta: Kone- ja tuotantotekniikka, Vaasa  
Suuntautumisvaihtoehto: Käyttö- ja energiatekniikka  
Ohjaaja(t): Thomas Kalander, Johanna Penttinen-Källroos, Ab Stormossen Oy  
Rolf Dahlin, Novia  
Nimike: Kuivausaseman käyttöohje

---

Päivämäärä: 31.3.2022

Sivumäärä: 34

Liitteet: 1

---

### Tiivistelmä

Tämä opinnäytetyö on tehty Ab Stormossen Oy:n toimeksiannosta. Yhtiön toimiala on jätehuolto ja se käsittelee erityyppisiä jätteitä mukaan laskien sekä yksityishenkilöiden että yhtiöiden tuottamat biojätteet yhtiön omistajakuntien alueelta. Biojätteestä tuotetaan biokaasua sekä lämmityskäyttöön että liikennekaasuksi. Mädätysjäämää jatkokäsitellään puutarhamullaksi.

Opinnäytetyön tarkoitus oli tuottaa kuivausaseman käynnistämiseen ja käyttöön tarkoitettu ohjekirja, koska sellainen ei ole aikaisemmin ollut olemassa. Tieto laitteistosta on aikaisemmin rakentunut esittelyistä, henkilökunnan henkilökohtaisesti antamista neuvoista sekä kuivausaseman hoitamisen käytännön työstä. Opinnäytetyössä hankittiin tietoa koneiden toiminnasta, niiden yhdistämisestä sekä koko laitteiston käytöstä. Tieto pohjautuu ohjekirjoihin, käyttäjähenkilökunnan haastatteluihin sekä omaan työhön laitoksessa.

Tuloksena on dokumentti, jossa kuvataan jätteen siirtymistä laitteiston läpi, ja siten saadaan loogisella tavalla yleiskuva laitteistossa tapahtuvista prosesseista. Kuivausaseman toiminta on työssä jaettu konekohtaisiin ja prosessikohtaisiin jaksoihin. Jokaisen jakson työvaiheesta löytyy perusteellinen kuvio ja yhteenveto. Ohjekirjaan on kerätty runsaasti helposti omaksuttavaa tietoa. Ohjekirja on tarkoitettu jokapäiväisen työn tueksi ja uuden henkilökunnan perehdyttämiseen. Opinnäytetyön aiheen rajausta antaa mahdollisuuden ohjekirjan jatkokehittämiseen, koska kaikkia laitteita tai prosesseja ei ole käsitelty tässä työssä.

---

Kieli: ruotsi

Avainsanat: biojäte, käyttöttekniikka, prosessitekniikka, ohje

## BACHELOR'S THESIS

Author: Ossian Holmström  
Degree Programme: Machine and production technology  
Specialisation: Operation and energy technology  
Supervisor(s): Thomas Kalander, Johanna Penttinen-Källroos, Ab Stormossen Oy  
Rolf Dahlin, Novia  
Title: Instructions for the dryingfacility

---

Date: 31.3.2022

Number of pages: 34 Appendices: 1

---

### Abstract

This Bachelor's thesis was made on behalf of the company Ab Stormossen Oy which operates in the waste disposal business. The company manages several different types of waste, among them biowaste from private persons as well as businesses operating in the owner municipalities areas. Production of biogas for heating as well as fuel for vehicles is produced from the biowaste. The remaining digestate is further processed into garden soil.

The aim of this bachelor's thesis was to compile a document for the start and operation of the dryingfacility as such a document has not been available before. Knowledge of the facility has previously been built up piece by piece through demonstration and explanations by the operators and by one's own work there. The compilation of the document was done by gathering information about the function of the machines, their interconnection and the operation of the facility. The information used was retrieved from manuals, interviews of the operators and through the work done at the facility.

The result is a document structured around the "flow" through the facility in order to make the process clear in a logical way. The process has been divided into machines and processes described in each corresponding chapter with a summarizing figure for the tasks. The document is intended to be used as support for the daily tasks and to aid the training of new staff as much information is now assembled in one source. The limiting of the scope of the thesis gives room for further work on the systems and machines not covered.

---

Language: Swedish

Key words: biowaste, operation technique, process technique, instruction

# Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Syfte.....	1
1.1.1	Mål.....	1
1.1.2	Bakgrund.....	1
1.1.3	Nulägesbeskrivning.....	2
1.1.4	Avgränsning.....	2
1.1.5	Om företaget.....	2
1.2	Disposition .....	3
2	Teori.....	4
2.1	Arbetsätt.....	4
2.1.1	Schemalagt underhåll .....	4
2.1.2	Tillståndsbaserat underhåll.....	4
2.1.3	Tillståndskontroller utförda av operatör.....	5
2.2	Säkerhet.....	6
2.3	Processbeskrivning.....	6
2.3.1	Processbeskrivning av bioavfallshanteringen.....	7
3	Metodik .....	9
4	Resultat .....	10
4.1	Bioreaktor.....	10
4.2	Påfyllning av mellantank .....	11
4.3	Mellantank och pump .....	13
4.4	Trumsikt.....	14
4.5	Skumdämpning.....	16
4.6	Polymersystem.....	18
4.6.1	Vattensystemet .....	19
4.7	Centrifug.....	20
4.8	Transportskruv .....	24
4.9	Avvattnad rötrest.....	25
4.10	Rejektvatten.....	26
4.10.1	Rejektvattenpump.....	27
4.11	Logik, övervakningsprogram och larm .....	28
4.11.1	Slutsats .....	29
4.11.2	Kritisk granskning.....	30
4.11.3	Förslag till vidare forskning.....	31
5	Diskussion.....	32
6	Källförteckning .....	34

## Bilageförteckning

Bilaga 1. Sammanställning av resultatkapitlens figurer

# **1 Inledning**

Arbetet behandlar driften och skötseln av avvattningsprocessen vid torkstationen, som är en del av bioavfallsbehandlingen vid Ab Stormossen Oy:s biogasanläggning. Arbetet är skrivet för att fungera som arbetsinstruktion och guide för det dagliga arbetet vid anläggningen, samt för att kunna fungera som inskolningsstöd för ny personal.

I detta kapitel beskrivs examensarbetets syfte och bakgrunden till sammanställandet av det. Vidare redogörs för arbetets mål, avgränsningar och företaget för vilket arbetet är skrivet presenteras.

## **1.1 Syfte**

Detta arbete utfördes på uppdrag avfallsbolaget Ab Stormossen Oy. Syftet var att skapa ett stöd för driftspersonal och anläggningsskötare vid drift av torkstationen vid Ab Stormossen Oy (i fortsättningen Stormossen). Dokumentet är tänkt att ligga som grund och hjälp för arbetet vid torkstationen och att arbetare självständigt ska kunna tillgodogöra sig tillräckligt med information för att kunna starta och driva processen under normala förhållanden.

### **1.1.1 Mål**

Examensarbetets mål var att skapa en instruktion och guide för arbetet vid torkstationen som personalen kan ha som stöd i det dagliga arbetet samt som bredvidläsning för ny personal. Instruktionen ska omfatta de centrala delarna i processen i logisk ordningsföljd med förklaringar för delmomenten och deras funktion i helheten. Fokus ska ligga på driften av anläggningen, både som helhet och uppdelad i de delsystem som processen är uppdelad i.

### **1.1.2 Bakgrund**

Idén till detta arbete växte fram under praktiken och sommarjobben vid torkstationen på Stormossen. Avsaknaden av ett dokument med information kring anläggningens uppbyggnad och funktion gav upphov till idén att skriva detta arbete. Idén fördes fram och utmynnade slutligen i detta examensarbete.

### **1.1.3 Nulägesbeskrivning**

I dagsläget finns ingen arbetsinstruktion eller bruksanvisning för torkstationen som helhet. Manualer för de maskiner som används i processen finns att tillgå men de är maskinspecifika och ger ingen information om deras del i helheten i processen vid torkstationen. Inskolning i drift och underhåll av anläggningen har hittills skett genom att personal med erfarenhet skolar in de nya arbetarna i driften av anläggningen med hjälp av sin egen erfarenhet och kunnande om anläggningen. Kunskapen om anläggningen och driften förs vidare från person till person. Detta system gör att grundläggande förståelse för processen riskerar bli lidande om alltför stort fokus läggs på den direkta driften av anläggningen.

### **1.1.4 Avgränsning**

Detta arbete har avgränsats till att endast behandla de centrala delarna för start, drift och stopp av processen vid torkstationen och produktionen av avvattnad rötrest. Anläggningens komplexitet har gjort en avgränsning och avskalning till att endast behandla huvuddelarna i processen nödvändig för att kunna ge en tillräckligt bred bild av processen. Arbetet omfattar bara linje två i produktionen av avvattnad rötrest och drift under normala förhållanden. De övriga linjerna, linje 1 och 3, har mycket gemensamt vad gäller processen, skillnaderna består främst av produktionslinjernas uppbyggnad och maskinbestånd.

### **1.1.5 Om företaget**

Ab Stormossen Oy är ett aktieföretag som ägs av sex kommuner i Österbotten och sköter ägarkommunernas avfallshantering. Verksamheten centrum utgörs av avfallscentralen i Kvevlax, Korsholm. Verksamheten utgör ett exempel på verklig cirkulär ekonomi. Vid Stormossen behandlas bioavfall och slam som efter behandling blir till kompostjord och fordonsbränslet biogas. Resultatet är ett klimatsmart kretslopp av näringsämnen och energi.

Stormossens verksamhet började som ett samarbete mellan Vasa stad och Korsholms kommun i slutet av 1984 då beslutade grunda bolaget. Den 28.3.1985 registrerades Ab Avfallsservice Stormossen Jätehuolto Oy. I dag är ägarkommunerna sex: Vasa, Korsholm, Korsnäs, Malax, Storkyro och Vörå. På verksamhetsområdet bor ca 107 000

invånare och Stormossen som arbetsgivare sysselsätter i medeltal 42 anställda. (stormossen.fi, 2022).

## **1.2 Disposition**

I kapitel 1 beskrivs syftet, bakgrunden, målet och avgränsningarna. Företaget presenteras i korthet.

I kapitel 2 behandlas teorin i arbetet.

I kapitel 3 presenteras metodiken för arbetet

I kapitel 4 presenteras resultaten.

I kapitel 5 diskuteras arbetet och förslag på vidareutveckling,

## 2 Teori

I detta kapitel behandlas den teori som relaterar till innehållet och resultatet i examensarbetet. Maskinoperatörens dagliga arbete vid anläggningen bestående av tillsyn, övervakning och underhåll har fått ligga som grund för teoristycket.

### 2.1 Arbetssätt

Arbetet vid torkstationen bygger på övervakning och kontroller av utrustningen och delprocesserna under drift. Utöver schemalagt underhåll kontrolleras utrustningen flera gånger dagligen för att försäkra att processen fortlöper som det är tänkt och att resultatet blir det bästa möjliga utgående från de rådande omständigheterna och förutsättningarna. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

#### 2.1.1 Schemalagt underhåll

Schemalagt eller planerat underhåll är sådant underhåll som strävar till att hålla maskinerna i skick så att fel och driftsstörningar inte uppkommer. Med planerat och schemalagt underhåll utfört på rätt sätt kan fel hittas innan de orsakar haveri med följdskador som vidare komplikationer. Slitna delar byts ut innan de ger upphov till störningar och fel. (Möller & Steffens, 2006).

Som grund för det schemalagda underhållet av avvattningsanläggningen används ett för Stormossen tidigare skrivet examensarbete. Underhållsarbetet har i examensarbetet delats upp i dagliga kontroller, veckoservice och månadsservice av bland annat torkanläggningens maskinpark. (Willfors, 2017).

#### 2.1.2 Tillståndsbaserat underhåll

De dagliga kontrollerna av utrustningen kan jämföras med vad som kallas tillståndsbaserat underhåll. Vid tillståndsbaserat underhåll görs ingrepp först efter att skicket på den undersökta utrustningen bedömts. På detta sätt kan man bättre utnyttja utrustningens livslängd. Med detta förfaringssätt har man dessutom bättre möjlighet att planera ingreppen till en sådan tid då det inte stör driften och orsakar onödig stopptid. (Möller & Steffens, 2006).

Vidare definieras tillståndsbaserat underhåll enligt standard SFS-EN 13306 som något som kan vara schemalagt, kontinuerligt eller som görs vid behov. (Tapani, 2009).

Tillståndskontroller som utförs väl ger indikationer om vad som "är på gång" med anläggningen. Fel och begynnande fel kan fångas upp innan de har hunnit utvecklas till något som ger upphov till haverier. Fungerar tillståndskontrollerna bra kan detta arbete vara en stor användbar del av underhållsarbetet. (Möller & Steffens, 2006).

Till dessa tillståndskontroller hör övervakning av typvärdena för driften av processen, avvikelser i dessa kan genast ses och deras inverkan på processen kan bedömas. Här spelar operatörens erfarenhet in, en erfaren operatör kan snabbt känna igen specifika mönster för driften och vet med stor sannolikhet vad som kommer att ske utgående från den information som finns tillgänglig och tidigare erfarenheter. (Möller & Steffens, 2006).

### **2.1.3 Tillståndskontroller utförda av operatör**

Operatören som känner maskinerna har den bästa förutsättningen att hitta fel och är i vissa situationer den enda som kan upptäcka dessa. Därtill kommer dock risken för att operatören blir "hemmablind" för fel på grund av tiden som felen tar på sig att utvecklas, t.ex. stigande ljudnivå är något som man under en längre tid har svårt att notera då man hinner vänja sig vid det. (Möller & Steffens, 2006).

Risken med vad Jürgen och Möller kallar för att vara "hemmablind" måste vägas mot vad en erfaren operatör kan urskilja jämfört med en novis. En erfaren operatör vet vilka ljud som är normala och vilka som betyder att något är fel.

I praktiken betyder det för den praktiska driften av anläggningen att skicket för maskinerna bedöms före start, under drift och i händelse av fel. Om fel som uppstår inte har en direkt och klar orsak undersöks de för att klargöra vad som skett och i mån av möjlighet även händelseförloppet upp till det att felet upptäckts. I resultatdelen av arbetet ingår tillståndskontrollerna som bör göras, som en del i kapitlen om de beskrivna processerna. (Möller & Steffens, 2006).

## 2.2 Säkerhet

Säkerhet i arbetet är en viktig del av Stormossens verksamhet och det har därför utarbetats ett dokument för användningen av skyddsutrustning. För torkanläggningen gäller, som på resten av Stormossens område, ett allmänt påbud om användning av arbetskläder med varselfärger. Utöver detta förutsätts användning av den skyddsutrustning som skyltats om vid anläggningen. Detta innefattar skyddsglasögon, skyddsskor, hjälm, hörselskydd, andningsskydd och skyddshandskar. För erhållandet av skyddsutrustning kontaktas förmannen för aktuell avdelning. (Oy Stormossen Ab, internt dokument om säkerhet).

Orsaken till behovet av skyddsutrustningen är de inom industrin vanligen förekommande riskerna. Behovet av andningsskydd grundar sig på mätningar av luftkvaliteten i torkstationshallen.

*"I hallens luft har uppmätts höga endotoxinhalter, höjda koldioxidhalter samt irriterande orenheter i gasform"* (Vehkasalo, 2021).

Åtgärder för att förbättra luftkvaliteten i torkstationshallen är vid tidpunkten för skrivandet av detta arbete påbörjade. De består i huvudsak av inkapsling och avskärmning av centrifugerna från det övriga utrymmet i hallen.

Utöver den personliga skyddsutrustningen rekommenderas vaccination mot hepatit A och B samt stelkramp som en extra skyddsåtgärd för arbetstagaren. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

## 2.3 Processbeskrivning

I kapitlet presenteras funktionen hos bioavfalls behandlingen vid Stormossen för att ge en översiktsbild över hur processen fungerar. Processen har delats upp i de enskilda steg som kan urskiljas och de förklaras kort i ordningsföljd från början till slut. Denna uppdelning och översikt ligger till grund för förståelsen av anläggningens funktion och natur. Arbetets kärna utgörs av torkningsstationen som är en av de sista länkarna i processkedjan och i resultatdelen beskrivs de delmoment och processer som ingår mer i detalj. (Holm, 2021).

### 2.3.1 Processbeskrivning av bioavfallshanteringen

Här följer en kort beskrivning av behandlingen av det bioavfall som behandlas i biogasanläggningen vid Stormossen för att ge en överblick över processens delar och ordningsföljd.

Bioavfallet som anländer till Stormossen samlas vid normal drift i mottagningsilon för bioavfall, även kallad kippfickan, vid mekaniska behandlingen. Bioavfallet genomgår krossning och avskiljning från icke-biologiskt avfall. Bioavfallet tillsätts vatten för att göra det till en pumpbar massa. Därefter överförs massan till en mellantank före bioreaktorn och vidare till reaktorn vartefter behovet uppstår. Mellantanken fungerar som buffert för att kunna hålla nivån i bioreaktorn inom föreskrivna nivåer.

I bioreaktorn börjar den anaeroba rötningsprocessen samt biogasutvinning. Biogasen tas till vara för uppgradering. Rötningsprocessen tar ca två veckor och under tiden sjunker det inpumpade bioavfallet ner genom reaktorn till botten. Då bioavfallet genomgått rötningsprocessen i bioreaktorn kallas det för rötrest. Rötresten tappas ur botten på bioreaktorn för avvattning genom centrifugering. Avvattningsprocessen utförs i det som i dagligt tal kallas för torkstationen.

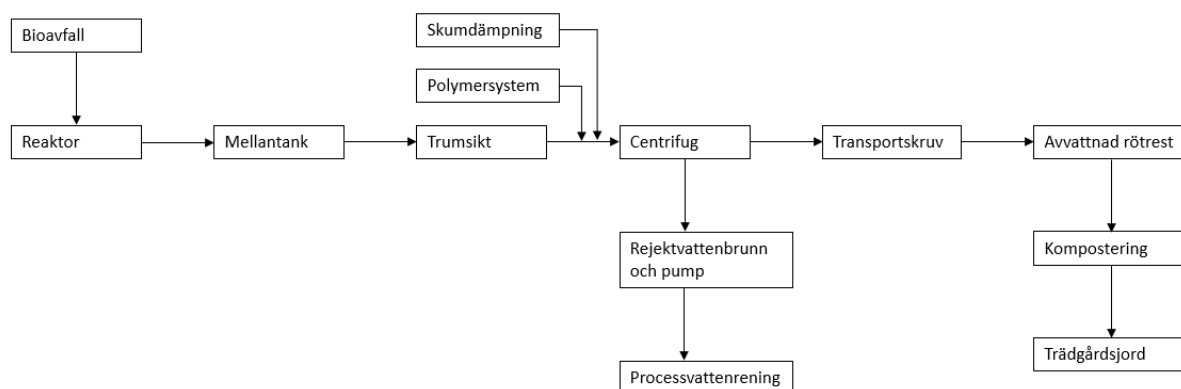
Behovet för driften av avvattningen baseras på nivån i reaktorn och inpumpningen av nytt bioavfall till toppen av bioreaktorn. Avvattningen börjar med avtappning av rötrest från botten av bioreaktorn. Rötresten tappas över i satsar till den så kallade mellantanken i torkstationshallen. Rötresten pumpas från mellantanken via ett trumsikt, för avskiljning av synlig plast, till centrifugen.

På vägen till centrifugen tillsätts skumdämpningsmedel och flockuleringslösning till rötresten. Flockuleringslösningen kallas även för polymer då det system som förbereder och tillsätter det är polymersystemet, den aktiva delen i lösningen är även ett polymer i ordets rätta bemärkelse.

Centrifugen skiljer med hjälp av flockuleringslösningen och centrifugering det fasta materialet från vattnet. Den avvattnade rötresten skruvas genom centrifugen till utloppet, i motsatt ända till inloppet, på centrifugen och vattnet leds bort genom avloppet i botten. Vattnet som avskilts samlas upp i avloppsbrunnar varpå det pumpas till processvattenreningsverket.

Den avvattnade rötresten transporteras bort från centrifugens utlopp med hjälp av en transportskruv till ett uppsamlingsfack på utsidan av torkstationen. Den avvattnade rötresten är i detta skede klar för kompostering och vidarebehandling till trädgårdsjord. (Holm, 2021).

I figur 1 nedan åskådliggörs processen från bioavfall till avvattnad rötrest och kompostering genom ett flödesschema, med den huvudsakliga funktionen av torkstationen som den centrala horisontella huvudgrenen samt de ovanför placerade lodräta ingående. De utgående lodräta grenarna, placerade under den centrala huvudgrenen, åskådliggör sådant som inte är en direkt del av den mekaniska funktionen i torkstationens process men som är direkta resultat av processen. Dessa lyder under andra verksamhetsområden men har av sin natur ändå starka länkar till och påverkas av verksamheten vid torkstationen. (Holm, 2021).



**Figur 1. Flödesschema för processen vid torkstationen. (Holm, 2021).**

### 3 Metodik

I detta kapitel beskrivs metoderna för utförandet av det arbete som utmynnat i examensarbetet. Tillsammans med handledare på Stormossen diskuterades det centrala innehållet fram, samt de avgränsningar som gjorts. Som förstudier till arbetet studerades tidigare skrivna arbeten för Stormossen och examensarbeten kring ämnena anvisningar och instruktioner.

Före arbetet gick maskinanläggningen igenom och maskinernas centrala funktion och egenskaper klargjordes. Manualer och instruktionsböcker för maskinerna studerades för att kunna ta fasta på viktig information och maskinspecifika egenskaper som ansågs grundläggande för instruktionen och skrivandet av denna. Till hjälp för klargörandet av maskinerna och anläggningens helhet fanns förmannens och anläggningsskötarens stora operatörerfarenhet och tysta kunskaper. Otaliga frågor om specifika funktioner och systems egenskaper har ställts till dem båda under tiden för sammanställandet av arbetet.

Egen arbetserfarenhet av anläggningen har kommit till användning för sammanställandet av arbetet. Utgående från den har arbetet formats med tanke på vad som är viktigt att veta för att kunna sköta och driva anläggningen med gott resultat. Instruktionen har förankrats med den underhållsteori och säkerhetsanvisningar som är relevanta för driften av anläggningen.

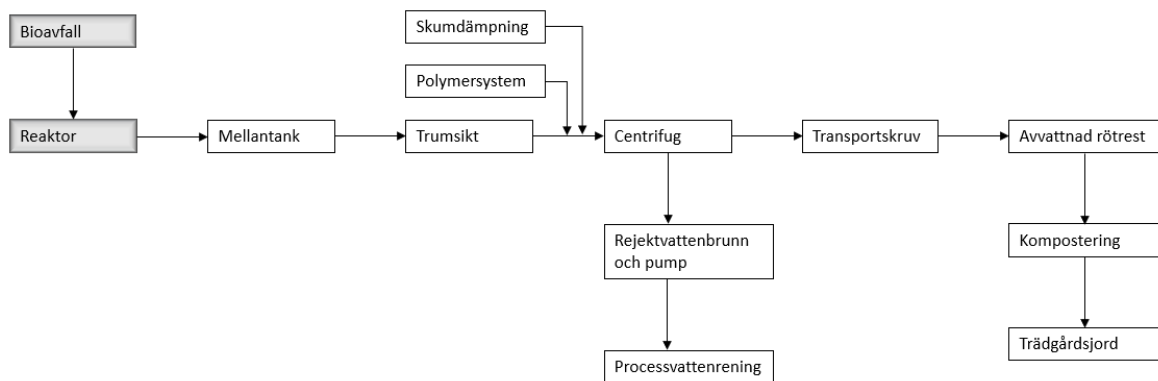
## 4 Resultat

Resultatet presenteras i detta kapitel uppdelat i vart och ett av de delmoment och processer som anläggningen består av. Delarna beskrivs och förklaras och arbetsmomenten för start, drift och stopp klargörs.

Resultaten som presenteras i detta kapitel har utarbetats från den operatörserfarenhet som anläggningsskötaren och förmannen för biologisk behandling och gasproduktion besitter. Kunskap om processerna och en viss grad av operatörserfarenhet har även förvärvats genom eget arbete på avvattningsstationen. Det arbete, de dagliga kontrollerna, som utförs dagligen vid anläggningen grundar sig likt resultaten här på de principer för underhållsarbete som beskrivits i teorikapitlet.

### 4.1 Bioreaktor

Bioreaktorn, även kallad reaktorn, består av ett schakt insprängt i berget med en höjd på ca 30 m och en volym på 1700 m<sup>3</sup> förseglat i botten och toppen. I figur 2 nedan visas bioreaktorns plats i processen.



Figur 2. Bioreaktorns plats i processen. (Holm, 2021).

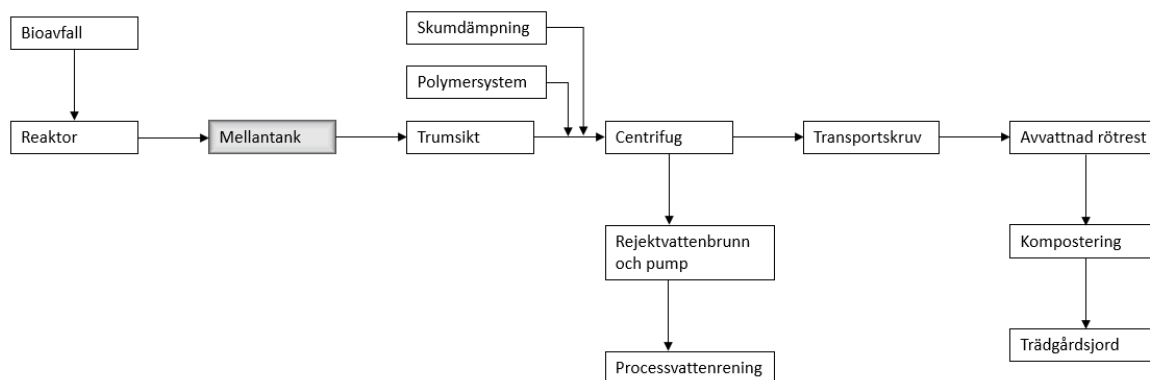
Bioreaktorns uppgift i processen är att genom en anaerobisk rötningsprocess röta det inpumpade bioavfallet samt utvinna biogasen som uppstår i rötningsprocessen. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022)

Vartefter bioavfallet genomgår rötningsprocessen, och nytt pumpas in ovanifrån, sjunker det rötade bioavfallet till botten av reaktorn och utloppet. Från inpumpning av

bioavfall till toppen av reaktorn till urtappning av rötat bioavfall ur botten tar det ca två veckor.

## 4.2 Påfyllning av mellantank

Urtappning av rötrest från reaktorns botten för påfyllning av mellantanken är processens nästa steg, se figur 3.



Figur 3. Mellantank. (Holm, 2021).

Påfyllning sker via ett rörsystem som går från botten av reaktorn till mellantanken i torkstationshallen. Rörsystemet består av syrafasta rör med en diameter på 300 mm. Urtappningen styrs med spjäll på rörledningen från reaktorbotten. Det första spjället, närmast reaktorbotten, är ett manuellt spjäll som vid behov kan stängas förhand. Under normala driftförhållanden förlitar man sig på det elektriskt styrda hydraulspjället monterat som följande i tur. Efter hydraulspjället kommer en förgrening i rörsystemet med var sitt pneumatiskt spjäll. Endast den ena grenen på rörsystemet leder till mellantaken i torkstationen.

Påfyllning av den så kallade mellantanken i torkstationen sker genom att öppna det pneumatiska spjället för rörledningen mellan reaktorn och mellantanken. Spjällets manöverorgan finns på en kontrollpanel i anslutning till spjället vid reaktorbotten.

Det pneumatiska spjället styrs med en brytare på kontrollpanelen, brytaren vrids om till läget för att öppna spjället varpå spjället öppnas med lufttryck från tryckluftssystemet. Spjället är synligt från kontrollpanelen och bör okulärt kontrolleras att det öppnat fullt innan reaktorns bottenspjäll öppnas.

Reaktorns bottenpjäll är av den elektriskt styrda hydrauliska typen och styrs från samma kontrollpanel som det pneumatiska. Det hydrauliska spjället har en egen pumpenhet monterat strax intill reaktorn. Vid öppnandet av reaktorns bottenpjäll vrids brytaren om till läget för att öppna, brytaren hålls i detta läge tills spjället har öppnats fullt varpå brytaren släpps och den återgår till normalläget, spjället förblir i det läge som det lämnades. Rötrest börjar flöda från reaktorn genom rörledningen till mellantanken med detsamma spjället öppnar.

På kontrollpanelen finns en display som visar mellantankens fyllningsgrad i procent, med hjälp av den avgörs det när det är dags att stänga bottenpjället. Brytaren för styrning av bottenpjället hålls i stängningsläge tills spjället stängt helt och hållet. Spjället är synligt från kontrollpanelen och kontrolleras okulärt att det stängt fullständigt. Därefter stängs det pneumatiska spjället genom att brytaren vrid tillbaka till ursprungsläget och spjället kontrolleras att det stängt fullständigt. Påfyllningen är i detta skede avklarad. I figur 4 klargörs arbetsgången för påfyllning av mellantanken.

Behovet av att fylla på mellantanken och starta anläggningen är beroende på nivån i reaktorn. I övervakningsprogrammet finns reaktornivån, den bör hållas mellan maxnivån 3.0m och miniminivån 2,3 m. En påfyllning av mellantanken sänker nivån i reaktorn med 0,15–0,2m vilket fyller mellantanken för ca en timmes drift av anläggningen. Inpumpning, som höjer nivån i reaktorn, sker dagligen och bör tas i beaktande vid bedömmandet av driftbehovet.

Förberedande	Drift
<ul style="list-style-type: none"><li>• Klargör behovet</li><li>• Kontrollera reaktornivå</li><li>• Kontrollera tankens fyllnadsgrad</li><li>• Ge akt på läckage vid spjällen, tryckluft respektive hydraulolja</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Öppna luftspjället och kontrollera att det öppnat fullt</li><li>• Öppna hydraulspjället</li><li>• Vänta på att mellantanken fylls, kontrollera nivåmätaren</li><li>• Stäng hydraulspjället</li><li>• Stäng luftspjället</li><li>• Kontrollera att båda spjällen stängt</li></ul>

**Figur 4. Arbetsmomenten för påfyllning av mellantank.**

### 4.3 Mellantank och pump

Mellantanken är den behållare som rymmer rötresten som pumpas till centrifugen via trumsiktet, figur 3. Mellantanken fungerar som buffert mellan reaktorn och centrifugen och fylls på i satser. En påfyllning ger ca en timme drifttid. Tanken rymmer maximalt ca 40 kubikmeter men i praktiken utnyttjas inte hela kapaciteten på grund av tankens form och överfyllnadsskydd samt den turbulens som uppstår vid påfyllning.

Tanken har ett cirkulärt tvärsnitt med koniskt avslut i topp och botten. Konformen i botten är längre med mindre vinkel än den i toppen och har anslutningar för rörledningar kopplade till spolvatten och utpumpning av rötrest belägna i den övre halvan av den koniska delen. Längst ner i botten av den koniska delen av tanken finns ett hydrauliskt styrt spjäll samt en transportskruv för uttömning av plast som separerat ur rötresten.

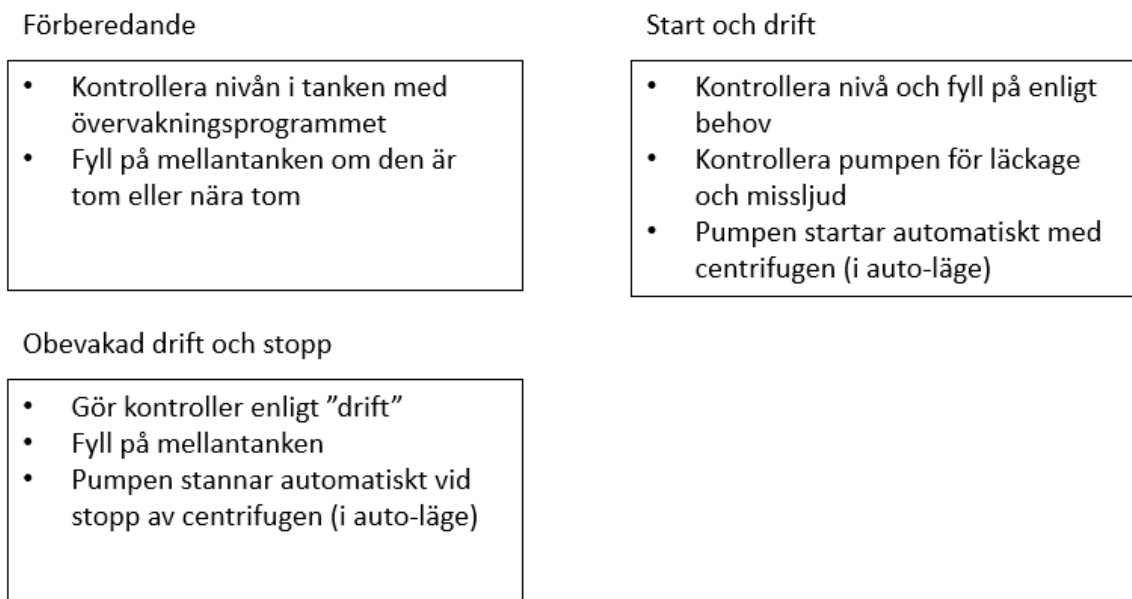
Vid påfyllning av tanken flödar rötrest in i tanken genom inloppet i sidan, detta ger upphov till turbulens inne i tanken som vid påfyllning av halv tank kan få rötresten att flöda ut genom överfyllningsskyddet.

Överfyllningsskyddet består av ett rör från tankens topp ut till taket på byggnaden. Vid överfyllning flödar slam ut på taket på byggnaden och ut på gården. Detta undviks bäst genom att följa med nivån i tanken via övervakningsprogrammet samt driftstiden sedan senaste påfyllning. Turbulens och störningar gör att nivån i tanken inte alltid stämmer överens med det som övervakningsprogrammet visar. Vid tom tank tenderar nivån att fluktuera i övervakningsprogrammet.

Utpumpning av rötrest till nästa steg i processen sker genom att rötrest flödar genom tankens utloppsrör i sidan på den koniska delen av tanken ner till pumpen belägen under bottenivå på mellantanken. Utloppet från tanken är beläget i den koniska delen ca halvvägs upp från botten för att få volymen under utloppet att fungera som sump för det plastavfall separerar ur rötresten.

Pumpning av rötresten sker med en pump av skruvtyp som styrs av processlogiken via en frekvensomvandlare. Vid behov kan pumpen köras manuellt via frekvensomvandlarens kontrollpanel. Manuel styrning av pumpen görs vid stockning av pumpen eller rörledningen mellan pumpen och tanken.

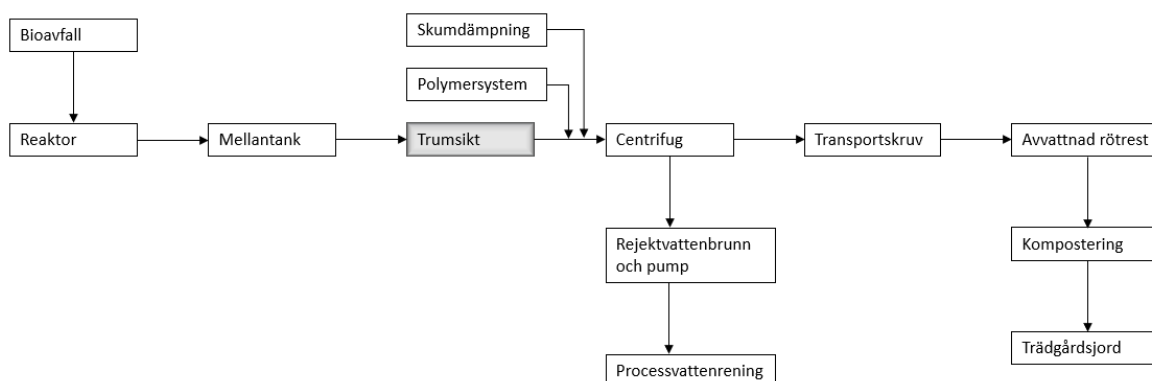
I figur 5 nedan visas arbetsmomenten för mellantanken och pumpen som en enhet vid drift av centrifugen. Bristande övervakning och tillståndskontroll leder i första hand till stopp av avvattningsprocessen då rötrest för avvattning ej finns att tillgå varpå centrifugens logik inleder stoppsekvensen.



Figur 5. Arbetsmoment för mellantank och pump vid drift av centrifug.

#### 4.4 Trumsikt

Trumsiktet är följande steg från mellantanken och pumpen, trumsiktets placering i flödet ses i figur 6 nedan.



Figur 6. Trumsikt. (Holm, 2021).

Trumsiktets uppgift är att avlägsna så mycket som möjligt av det synliga plastavfallet i rötresten som möjligt innan avvattning genom centrifugering. Avlägsnandet av plasten från rötresten ger en renare slutprodukt samt färre driftsstörningar längre fram i

processen. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

Trumsiktet består av en transportskruv kombinerad med en trumsiktstrumma lutade några grader över horisontalplanet, uppför från inloppet. Rötresten pumpas in i inloppet på trumsiktet och fördelas av en flödesriktande plåt varpå det rinner ner i början på trumsiktstrumman. Trummans hål är åtta millimeter och låter rötresten passera utan att släppa igenom plastbitarna som finns medblandade i rötresten. Trummans rotation och den invändiga transportskruven förflyttar rötrest/plastblandningen längs trummans längd på ca två meter varpå rötresten har runnit igenom trumsiktet till uppsamlingsbehållaren under trumsiktet och plasten matas ut av trummas transportskruv till ett nedkast i änden på trumsiktet.

Den avskilda plasten faller ner i nedkastet till en transportskruvsränna där det skruvas ut till ett uppsamlingskärl. Den avskilda plasten transporteras bort till förbränning då tillräckligt stor mängd samlats ihop.

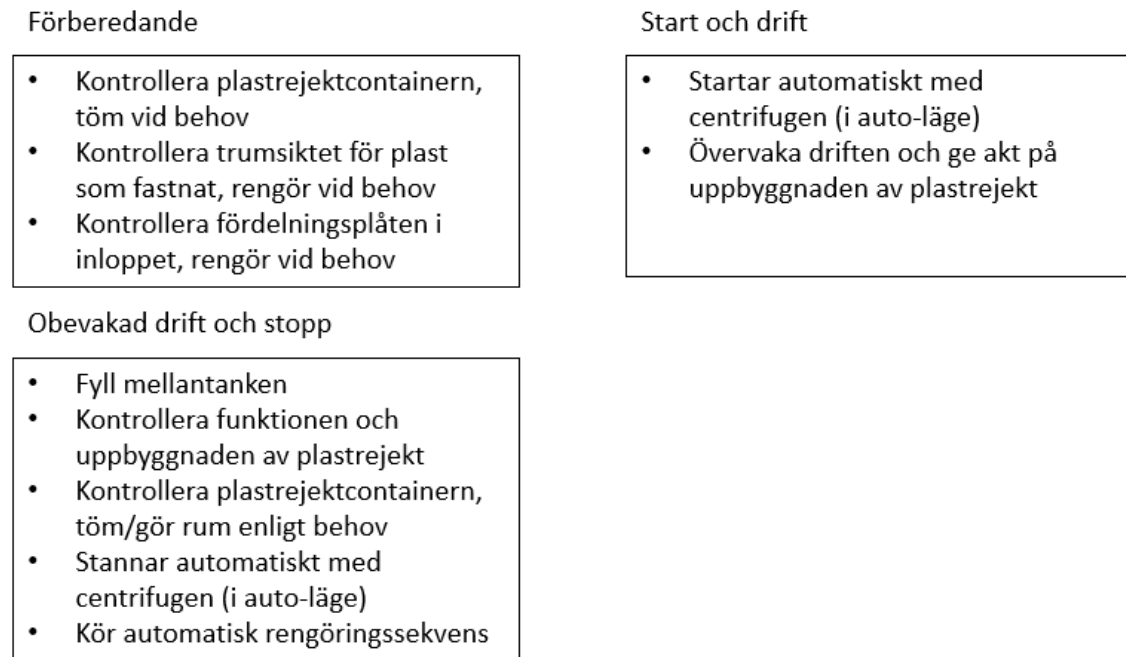
Under trumsiktstrumman finns en behållare för uppsamling av den plastfria rötresten. Från behållaren pumpas rötresten vidare mot centrifugen med hjälp av en skruvpump. Volymerna som kommer in respektive går ut från trumsiktet är injusterade så att de ska hålla jämna steg med varandra. Trumsiktets slambehållare är utrustad med sensorer som stoppar processen om nivån i behållaren blir för hög på grund av obalans mellan pumparna. Trumsiktet har även en kontrollpanel för manuell styrning vid behov.

Trumsiktet har en inbyggd spolanordning för renspolning av trumman som startar efter varje start och spolar enligt förprogrammerad tid, samt varannan timme under drift. Dock måste inloppet spolas manuellt då det efterhand byggs upp en propp av plast på fördelningsplåten i inloppet på trumman. Samtidigt bör plastutkastet spolas rent då plasten fastnar på kanterna av utkastet och inte faller ner till transportskruven.

Rötrestbehållaren under trumsiktet bör spolas ren med jämna mellanrum då rötresten innehåller en viss mängd sand som sedimenterar i kanterna på behållaren och minskar den effektiva volymen. Spolning sker med vattenslang genom inspektionsluckan i sidan

på behållaren. Spolning görs enklast då processen stannat på grund av att rötresten i mellantanken är slut och trumsiktets behållare är tom.

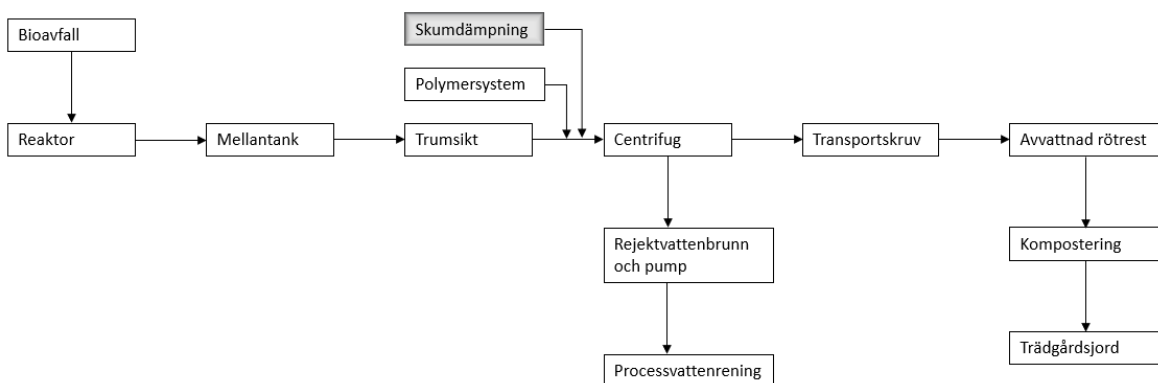
I figur 7 nedan beskrivs arbetsmomenten för trumsiktet.



Figur 7. Arbetsmoment för trumsiktet.

## 4.5 Skumdämpning

Skumdämpning är till för att minska skumbildningen i centrifugeringsprocessen och tillsätts, som visas i figur 8 nedan, innan rötresten når centrifugen.



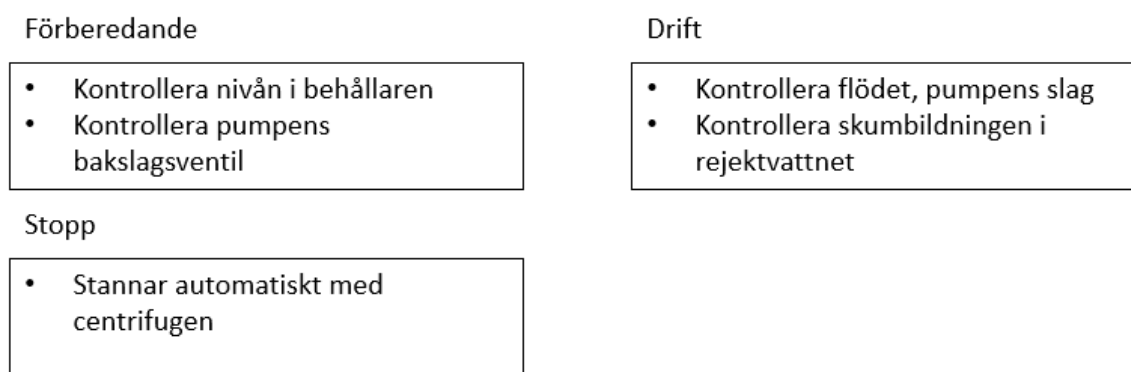
Figur 8. Skumdämpning. (Holm, 2021).

Skumdämpningsmedel, vanligen Antispumin WC5006 från Solenis, tillsätts till rötresten som pumpas från trumsiktet till centrifugen med en doseringspump styrd av processlogiken. Doseringspumpen startar och stannar automatiskt med pumpning av rötrest till centrifugen. Tillsatsmängden är 0,3 l per timme.

Doseringspumpen ger inte ett konstant flöde utan pumpar i slag. Från doseringspumpen går en slang ner i skumdämpningsbehållaren med en bakslagsventil längst ner och trycksidan är ansluten till ingående rörledning till centrifugen. Bakslagsventilen bör kontrolleras och vid behov rengöras för att säkerställa driften. Rötrestens benägenhet att skumma varierar och doseringen kan behöva justeras, tumregeln är att använda minsta möjliga mängd. Utgångsläget är ca 15 slag per minut.

Problem med skumdämpningen visar sig snabbt som skum som stiger ur avloppsbrunnen under centrifugen, men bör kontrolleras samtidigt som rejektivattnet från centrifugen synas. Tenderar rejektivattnet att skumma är det skäl att öka på tillsatsen av skumdämpningsmedel. Figur 9 klagör kontrollerna för driften av skumdämpningssystemet. Vid problem med skumdämpningssystemet bör man försäkra sig om att skumdämpningsmedel finns och att ledningarna till och från pumpen ej är blockerade samt att logiken under drift kopplar på uttaget till viken pumpens elkabel är ansluten. Pumpenheten består av en förseglad enhet som byts ut vid haveri. Genom tillståndskontroller under drift klagörs pumpens skick.

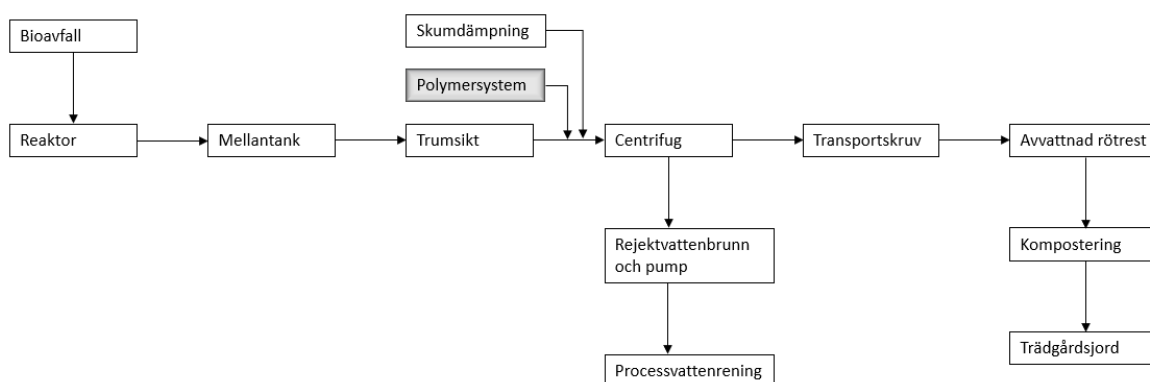
Konsekvenser av eftersatta kontroller och eventuella underhållsåtgärder på skumdämpningssystemet är i bästa fall skum som stiger ur rejektivattenbrunnarna och i värsta fall haveri av utrustningen. Skummets kraft skall ej underskattas. Något skyddande system som avbryter avvattningsprocessen finns inte. Tillståndskontroller och underhåll är de åtgärder som ska hålla systemet i skick.



**Figur 9. Arbetsmoment för skumdämpningssystemet.**

## 4.6 Polymersystem

För att underlätta avvattningen av rötresten i centrifugen tillsätts ett flockuleringsmedel som får det fasta materialet i rötresten att bilda klumpar. Flockuleringsmedlet, allmänt kallat polymer, tillsätts rötresten i utspädd form innan blandningen når centrifugen. Polymeret, vanligen XD5300 från Kemira, möjliggör ett bättre resultat av torkningen av rötresten. Polymersystemet består i huvudsak av: polymerblandare, vattensystem, mognadstank, driftstank, polymerpump och rörledningar. Polymersystemet kan ses som ett fristående system som från processflödessynvinkeln kommer in i bild innan centrifugen, så som det visas i figur 10 nedan.



Figur 10. Polymersystem. (Holm, 2021).

Polymeren tillsätts rötresten upplöst i vatten, ca 0,1 procent, men levereras som torr polymer i kubiksäckar och överförs till polymerblandaren genom uppsugning. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

Polymerblandaren har en behållare med kapacitet för ca 8 timmars drift. Behållaren fylls på manuellt genom att polymeren sugs upp från säcken till behållaren med blandarens sug. Genom ett siktglass på polymerblandarens behållare kontrolleras nivån och behållaren fylls till maxnivå. Efter påfyllning sker resten av processen automatiskt, styrd av logiken, under förutsättning av centrifugen är i drift.

Polymerblandaren doserar en förutbestämd mängd torr polymer ner i en trätt där det löses upp av vatten insprutat från kanterna på tratten. Turbulensen i tratten får polymeren att lösas upp och från tratten rinner lösningen ner genom rörsystemet tills det möter en förgrening där mer vatten under tryck dels späder ut lösningen mer och transporterar den vidare till mognadstanken.

Vattentrycket i systemet är tillräckligt för att forsla lösningen till mognadstanken, en cirkulär tank av plast belägen ca två meter ovanför golvnivå. Blandaren går enligt förprogrammerad tid, medan vattnet som förflyttar lösningen och späder ut den fortsätter till dess att mognadstanken är full, ca 1,5 m<sup>3</sup> (samtal med Magnus Söderberg, anläggningsskötare, 2022). Polymerlösningen har nu späts ut till förbrukningsklar styrka.

I mognadstanken rörs polymerlösningen om av omrörare styrda av logiken och får mogna i minst 30 minuter innan lösningen är klar att användas. Under mognadstanken finns driftstanken, som innehåller föregående sats polymer. Från mognadstanken strömmar polymerlösningen ner till driftstanken då nivån i driftstanken blir låg och logiken öppnar luftventilen som separerar den övre från den undre tanken. Från driftstanken pumpas Polymeret av polymerpumpen till centrifugen där det innan tillsats till rötresten kyler smörjoljan till centrifugens huvudlager i värmeväxlare.

Flödet till centrifugen kan avläsas i realtid från centrifugens kontrollpanel. Volymen polymerlösning som tillsätts är normalt 1,1–1,2m<sup>3</sup>/h. Större mängd kan vid behov tillsättas processen genom att öka varvtalet på polymerpumpen belägen vid tankarna.

Polymersystemet består av två identiska men separata uppsättningar maskiner och tankar. Den andra uppsättningen har en annan polymer för driftslinje ett, men fungerar enligt samma principer. I nödsituation kan denna linje användas för bioavfallslinjen men med ett icke optimalt resultat.

#### **4.6.1 Vattensystemet**

Vattensystemet som förser polymerblandaren med vatten består av en grundvattenbrunn, vattenpump och behållare samt rörledningar med filter och bakslagsventiler. Under normala förhållanden körs systemet på grundvatten från området som innehåller en viss mängd plast och andra föroreningar som fastnar vattensystemets filter. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

Vid polymerblandning startar vattenpumpen och höjer trycket i vattensystemet, polymerblandaren bör ha ett vattentryck på minst fyra bar under drift för att systemet ska fungera felfritt. Vid lägre tryck bör filtren demonteras och rengöras eller bytas. Vattenflödet i polymerblandarens blandningstratt bör kontrolleras under drift, problemfri drift bygger på optimalt vattenflöde och upplösning av polymeret.

I figuren nedan har kontrollpunkterna för polymer- och vattensystemet delats upp i områden för driften av systemet. Kontrollerna för drift bör göras under den tid då polymerblandaren blandar en ny sats polymer då vissa funktioner ej går att kontrollera vid annan tidpunkt. Figur 11 beskriver de kontroller och arbetsmoment som är förknippade med polymer- och vattensystemet.



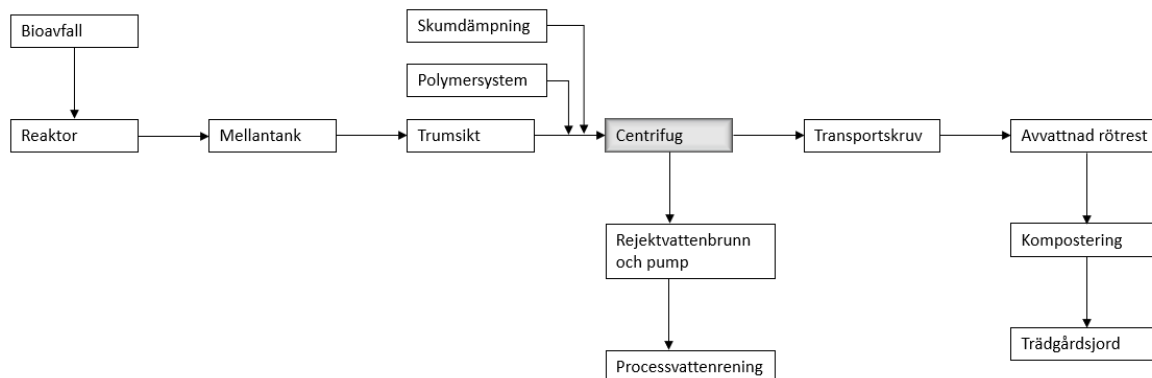
**Figur 11. Arbetsmoment för polymersystemet och vattensystemet.**

Brister i underhåll och dagliga tillståndskontroller kan yttra sig på flera olika vis. Det vanligaste är dåligt avvattnad rötrest som en följd av för svag blandning på polymeret. Detta sker om polymer i polymerblandaren ej fylls på med regelbundna mellanrum eller om det uppstår ett problem i blandningsprocessen så som stockning eller lågt vattentryck.

## 4.7 Centrifug

Maskinen som gör den egentliga avvattningen är en dekantercentrifug, i fortsättningen centrifug, och kallas i dagligt tal för centrifug. Centrifugen avskiljer det fasta materialet i rötresten från vattnet. Detta görs genom centrifugering med tillsats av flockuleringsmedel tillsatt av polymersystemet som får partiklarna i rötresten att bindas till varandra och skapa klumpar. Det avskilda vattnet rinner ner genom rejektutloppet i botten av centrifugen för uppsamling och bortpumpning till reningsverket på området. Centrifugen är den viktigaste delen i avvattningsprocessen,

de övriga systemen stöder och möjliggör funktionen. Centrifugens plats i förhållande till de övriga systemen ses i figur 12.



Figur 12. Centrifug. (Holm, 2021).

Centrifugen består av två separata komponenter, den yttre trumman och den inre skruven. Trumman och skruven roterar oberoende av varandra, beroende på modell upp till 3600 varv per minut. Vätskan som avvattnas pumpas in till blandningskammaren i skruven och blandas med tillsatt polymer. Klumparna som bildas skruvas fram och slungas ut från trumman i utloppet varpå de transporteras bort av en transportskruv. Rejektvattnet pressas bakåt till rejektvattenavloppet. (Noxon.se, 2022).

Noxons styrsystem reglerar, registrerar och övervakar automatiskt centrifugen och processen kan pågå dygnet runt utan behov av driftspersonal. Om något oförutsett inträffar larmar styrsystemet och centrifugen spolas ren. (Noxon.se, 2022).

Centrifugeringsprocessen kan drivas oövervakad och obemannad, i praktiken är dock denna tid begränsad till ca två timmar på grund av att tillförseln av rötrest för avvattning är begränsad av mellantankens storlek.

Processen stannar automatiskt då rötrest inte längre kan pumpas till centrifugen. Detta ger upphov till larm som i sin tur startar centrifugens stoppsekvens. Larmet visas på styrsystemets kontrollpanel och i övervakningsprogrammet för hela torkstationen. Via sensorer övervakar styrsystemet centrifugeringsprocessen och ger larm om något får de verkliga värdena för den pågående driften att avvika från de förprogrammerade gränsvärdena. Gränsvärdena har programmerats och provats ut för att passa just den tilltänkta driften. Larm och påföljande stopp av processen ges inte

direkt något av gränsvärdena över eller underskrids, en viss tidsfördröjning finns för att ge systemet tillräcklig flexibilitet för de naturligt förekommande variationerna i de uppmätta värdena.

Det som orsakar larm och stopp av processen visas på kontrollpanelen på centrifugens styrsystem. Larmen är enkelt men uttömmande beskrivna, det överlag vanligaste larmet är "lågt slamflöde". Orsaken till detta larm är oftast tom mellantank, men kan ha andra orsaker som t.ex. en stockad pump. Vid åtgärdandet av felet gäller det som vid all felsökning att vara metodisk samt att göra det enklaste först, i detta fall fylla på mellantanken, starta centrifugen på nytt och avvakta.

Under drift kontrolleras den information som finns att tillgå på kontrollpanelen och jämförs med typvärden för det som anses vara normal drift. Övriga kontroller som bör göras är granskningar för läckage runt någon av anslutningarna och att lysna efter missljud.

Typvärdena för normal drift är  $15\text{m}^3/\text{h}$  inpumpad rötrest till centrifugen och en tillsats på  $1,1\text{--}1,2\text{m}^3/\text{h}$  polymer. Arbetstrycket för avvattningsprocessen i centrifugen bör vara ca 80 bar. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

Rengöring av centrifugen invändigt sköts av startsekvensen och det förprogrammerade tvättprogrammet. Samma tvättprogram körs vid stopp av centrifugen. Under tvätt programmet spolas centrifugen ur invändigt med vatten samtidigt som trumman och skruven roterar.

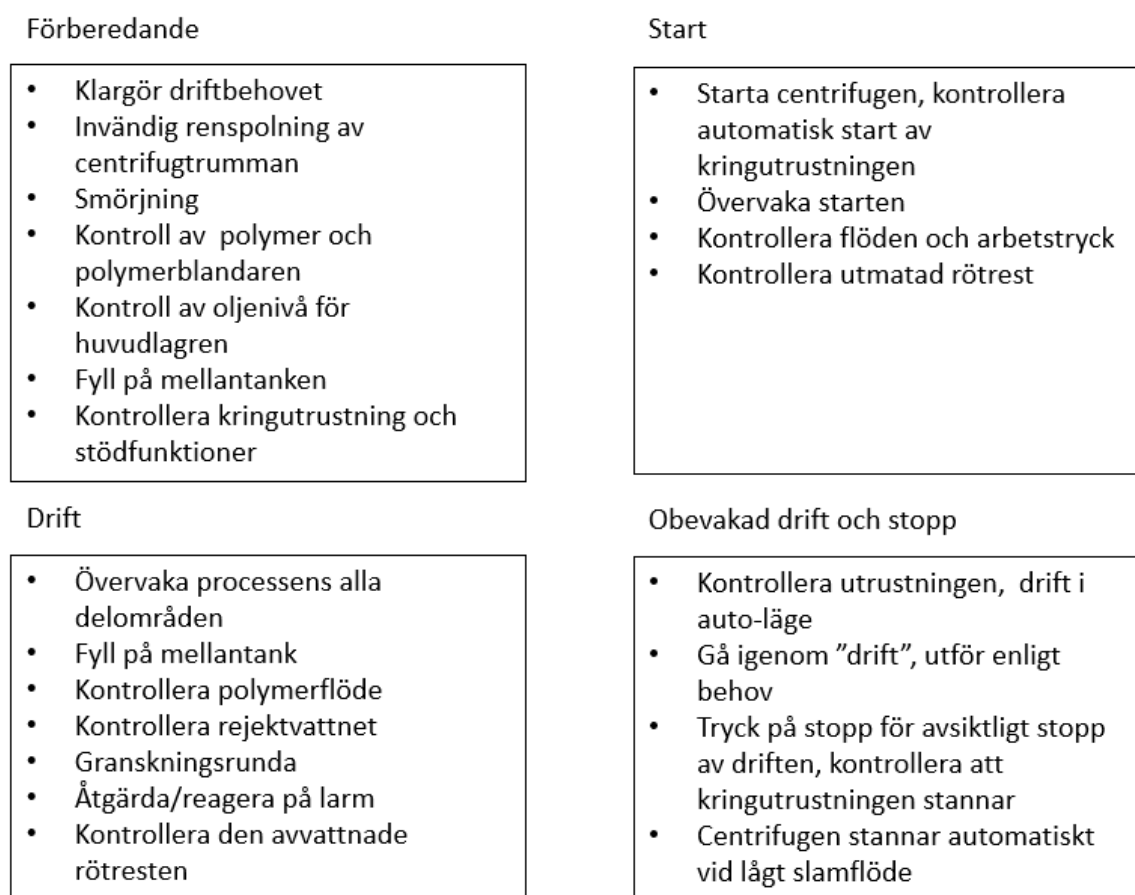
Detta program är dock inte heltäckande och centrifugen behöver därför spolas ur manuellt med högtryckstvätt med jämna mellanrum. Beroende på rötresten som pumpas in och hur väl driften fungerar bör detta ske med ett intervall på ca 16 driftstimmar för att processen ska fungera så felfritt som möjligt. I praktiken betyder detta att centrifugen spolas ur tre gånger i veckan, måndag, onsdag och fredag vid normal drift. Vid problem med avvattningen är det skäl att renskola centrifugen invändigt som en första åtgärd.

Vid rengöring öppnas centrifugens yttre kåpa och en nivåplatta i gaveln lossas för att ge åtkomst till de invändiga rejektkanalerna i skruven. Rejektkanalerna körs fram en i gången för att linjera med öppningen i gaveln på trumman och spolas därefter ur med

högtryckstvätt tills de de är rena. Därefter återmonteras nivåplattan på sin ursprungliga plats med hjälp av en höjdtolk som finns att tillgå för att försäkra att den monteras tillbaka på rätt höjd. Avslutningsvis spolats utloppet från centrifugtrumman och området kring rent innan den yttre kåpan stängs.

Smörjning av centrifugens huvudlager sköts med trycksatt olja från oljepumpsenheterna i var ända på centrifugen. Oljenivå kontrolleras dagligen och att oljan flödar normal under drift. Det senare görs genom att observera en flödesmätare där en kula "flyter" i oljeströmmen vid normal drift. Utöver de oljesmorda huvudlagren finns ett antal smörjpunkter som bör smörjas i samband med schemalagd rengöring och underhåll av centrifugen.

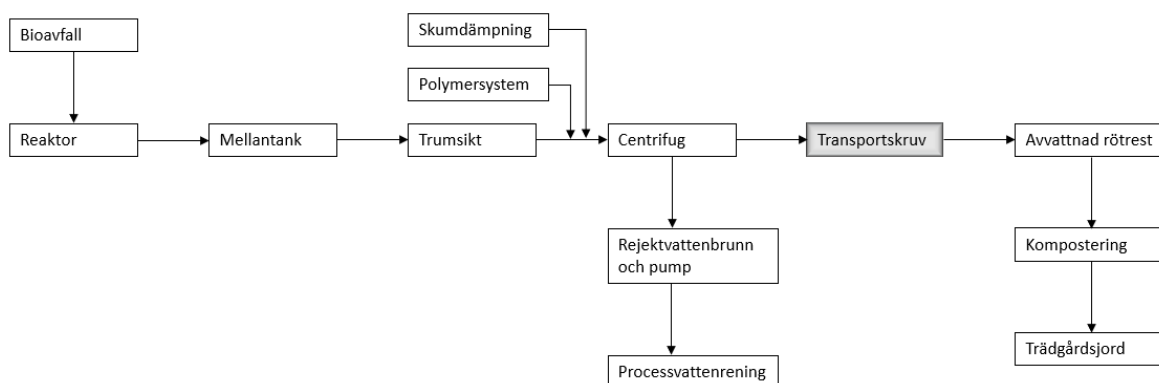
Kontrollerna som bör göras för driften av centrifugen finns beskrivna i figur 13.



**Figur 13. Arbetsmoment och kontroller för centrifug.**

## 4.8 Transportskruv

Monterad under utloppsänden från centrifugen finns transportskruven vars uppgift är att transportera bort den avvattnade rötresten från centrifugen. Transportskruven har utloppet ute på gården i ett uppsamlingsfack för rötresten. Transportskruven utgör det sista steget avvattningsstationens behandling av rötresten, figur 14.



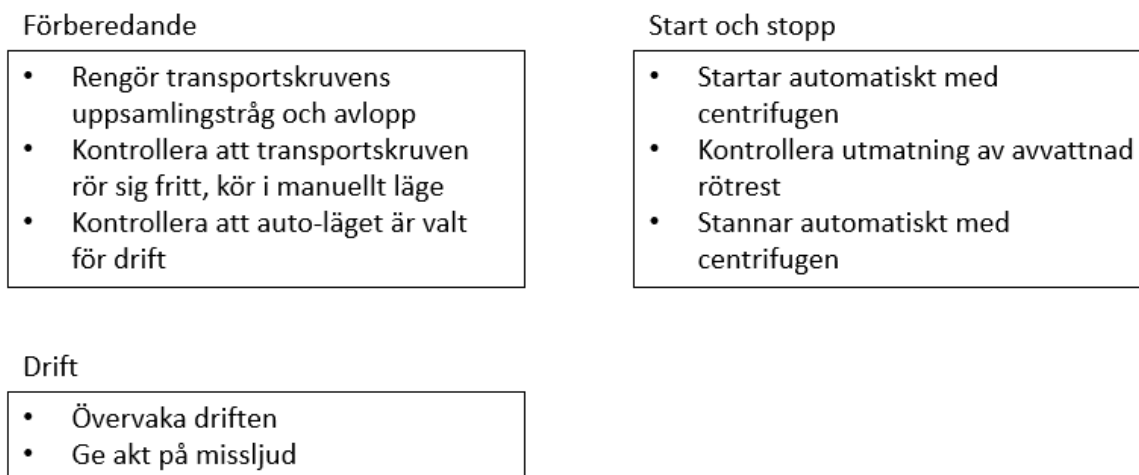
**Figur 14. Transportskruv. (Holm, 2021).**

Transportskruven består av en ränna som omsluter den rörliga skruven bestående av en spiral. Mellan spiralskruven och rännan finns ett nötningsskydd av plast. Motor med reduktionsväxellåda som driver är monterade i utloppsänden på transportskruven ute på gården ovanför uppsamlingsfacket.

Transportskruven styrs via logiken och startar automatiskt strax efter att centrifugen startats. Vid normal drift krävs endast övervakning. Vid rengöring av centrifugen är det skäl att kontrollera att spiralskruven är hel och roterar som den ska genom att manuellt köra skruven, samt att utloppet för vatten i uppsamlingstråget nedersta del inte är tilltäppt. Stockning i utloppet på uppsamlingstråget visar sig oftast som alltför blöt rötrest i uppsamlingsfacket. Felet åtgärdas genom renspolning.

Nedan i figur 15 finns kontrollerna och arbetsmomenten som görs för transportskruven. Tillståndskontroll av skyddsplasten som separerar skruven från rännan är den viktigaste punkten i kontrollen av transportskruven och något som bör göras vid varje möjligt tillfälle. Därtill bör skyddsplåtarna på rännan demonteras för samma granskning högre upp längs skruven, lämpligen vid årsservice av centrifugen

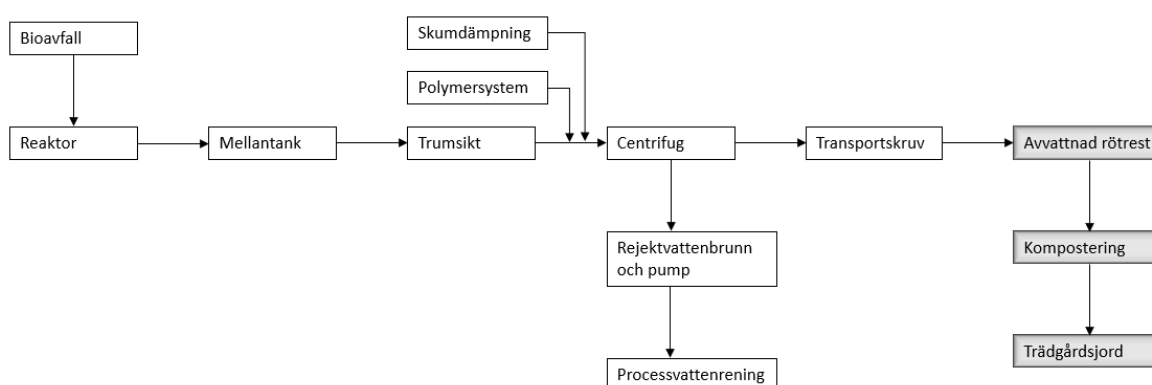
eller då den första längden skyddsplast under utloppet från centrifugtrumman nöts ner och byts ut.



Figur 15. Arbetsmoment för transportskruven.

## 4.9 Avvattnad rötrest

Materialet som centrifugerats och avvattnats i torkstationen kallas för avvattnad rötrest då den har behandlats färdigt i torkstationen. Den avvattnade rötresten vidarebehandlas genom kompostering och blir slutligen trädgårdsjord, se figur 16.



Figur 16. Avvattnad rötrest och kompostering till trädgårdsjord. (Holm, 2021).

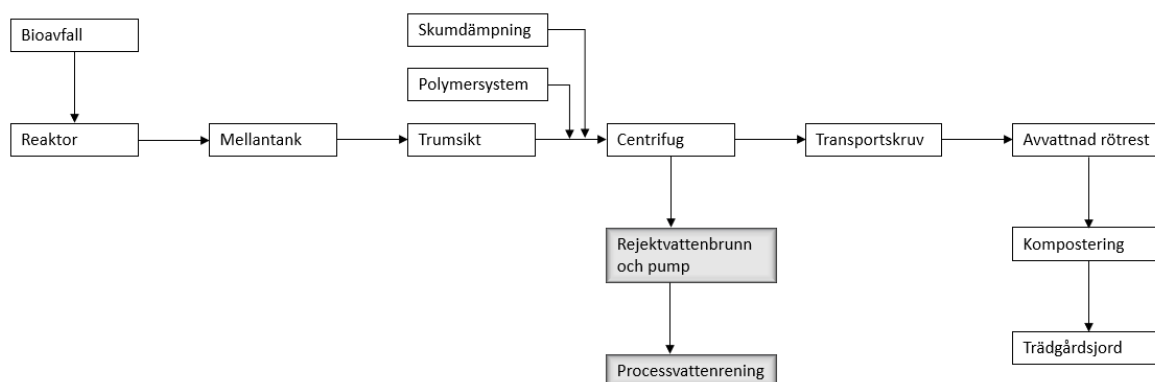
För att komposteringen ska fungera optimalt är rötrestens fuktighet avgörande, för våt rötrest är svår att kompostera och den lösa konsistensen gör att rötresten är svår att få att hållas i kompoststrängarna. Rötresten kan däremot inte vara för torr, det ger inga problem vid komposteringen.

Den avvattnade rötresten blandas med krossade ris och kvistar, så kallat riskross och komposteras i strängar på kompostplattan. Komposteringsprocessen får rötrest-riskross blandningen att stiga i temperatur, denna temperatur övervakas och jämförs med de av livsmedelsverket ställda kraven på kompostering av rötrest, som sedan vidarebehandlas för att slutligen bli till trädgårdsjord. Komposteringen av den avvattnade rötresten lyder under annan avdelning.

Några egentliga kontrollpunkter för den avvattnade rötresten finns inte som sådana utöver att syna konsistensen då den skruvas ut till uppsamlingsfacket och agera enligt vad som behövs. Problem med rötresten betyder med stor sannolikhet problem med någon av processdelarna, centrifug, polymersystem eller trumsikt. Felet bör undersökas om det ej ändrar inom rimlig tid utan ingrepp. Centrifugens driftsvärden kontrolleras först och jämförs med typvärden, åtgärder baseras på denna information. Stopp av centrifugen med granskning och rengöring är den åtgärd som ofta hjälper vid problem med rötrestens konsistens.

#### 4.10 Rejektvatten

Rejektvattnet kallas det vatten som avskiljs från rötresten i centrifugeringsprocessen. Rejektvattnet pumpas till ett processvattenreningsverk beläget på området, där det genomgår rening innan det leds bort som vanligt avloppsvatten till kommunens reningsverk. Rejektvattnet kommer direkt från centrifugen vilket framgår i figur 17 nedan.



Figur 17. Behandling av Rejektvatten. (Holm, 2021).

Rejektvattnet från centrifugen bör kontrolleras under driften, detta görs genom avtappningskranen vid rejektvattenutloppet. Mängden fast material i vattnet berättar

om hur väl processen fungerar. En stor mängd partiklar eller fast material betyder att processen inte fungerar optimalt och att rejektvattnet kommer att belasta reningsverket mer än nödvändigt. Orsaken skall kontrolleras och åtgärdas så fort det är möjligt. (samtal med Thomas Kalander, förman; biologisk behandling och gasproduktion. 2022).

Problem avhjälpas oftast genom att först fastställa att polymerflödet är normalt och att centrifugen ej är stockad eller smutsig invändigt, därefter kan tillsatsen av polymerlösning ökas genom att pumphastigheten ökas på polymerpumpen. Detta gäller förutsatt att polymersystemet fungerat felfritt och orsaken inte är felaktig förberedning av polymerlösning. Rejektvattnet bör kontrolleras kontinuerligt då ingrepp görs på polymerflödet, i figur 18 redogörs för de kontroller som bör göras för rejektvattensystemet.

#### 4.10.1 Rejektvattenpump

Rejektvattnet leds genom centrifugens avlopp ner till brunnar belägna under golvet i torkstationen och därifrån vidare till en uppsamlingsbrunn ute på gården. Från uppsamlingsbrunnen pumpas rejektvattnet till processvattenreningsverket med hjälp av en pump av sänkpumpsmodell som styrs av nivån i rejektvattenbrunnen. Pumpen startar och stannar enligt nivån i brunnen och styrs inte av processlogiken som den övriga utrustningen. Flödet från pumpen kontrolleras i övervakningsprogrammet, flödet och att ge akt på missljud från pumpen är de ända kontrollerna som i praktiken kan utföras under drift.

##### Drift

- Kontrollera mängden fast material i rejektvattnet
- Kontrollera flödet från pumpen i rejektvattenbrunnen

Figur 18. Kontroller av rejektvattensystemet.

## 4.11 Logik, övervakningsprogram och larm

Torkanläggningen använder logik framtagen av Protacon för övervakning av de olika delsystemen i anläggningen. Programmet ger en överblick av anläggningen utgående från de sensorer som finns för de olika delområdena så som flöden till centrifugen och blandningstiden för polymerblandaren. Vid driftsstörningar ger övervakningsprogrammet larm för den felande delen i driftskedjan. Övervakningssystemet för torkstationens drift bygger på centrifugens driftlogik och speglar de larm som driftsstörningar ger upphov till.

Då ett fel uppstår larmar logiken för centrifugen och kör stoppsekvensen för stopp av centrifugen, övervakningsprogrammet i kontrollrummet speglar detta fel och ger larm om att ett fel uppstått men inte direkt vad felet är. De flesta felen måste avläsas och kvitteras från centrifugens kontrollpanel. Centrifugens logik ger korta men tydliga svar på orsaken till larmet och åtgärder utförs i enlighet med vad situationen kräver. De flesta larm leder till att centrifugeringsprocessen avbryts och stoppsekvensen inleds.

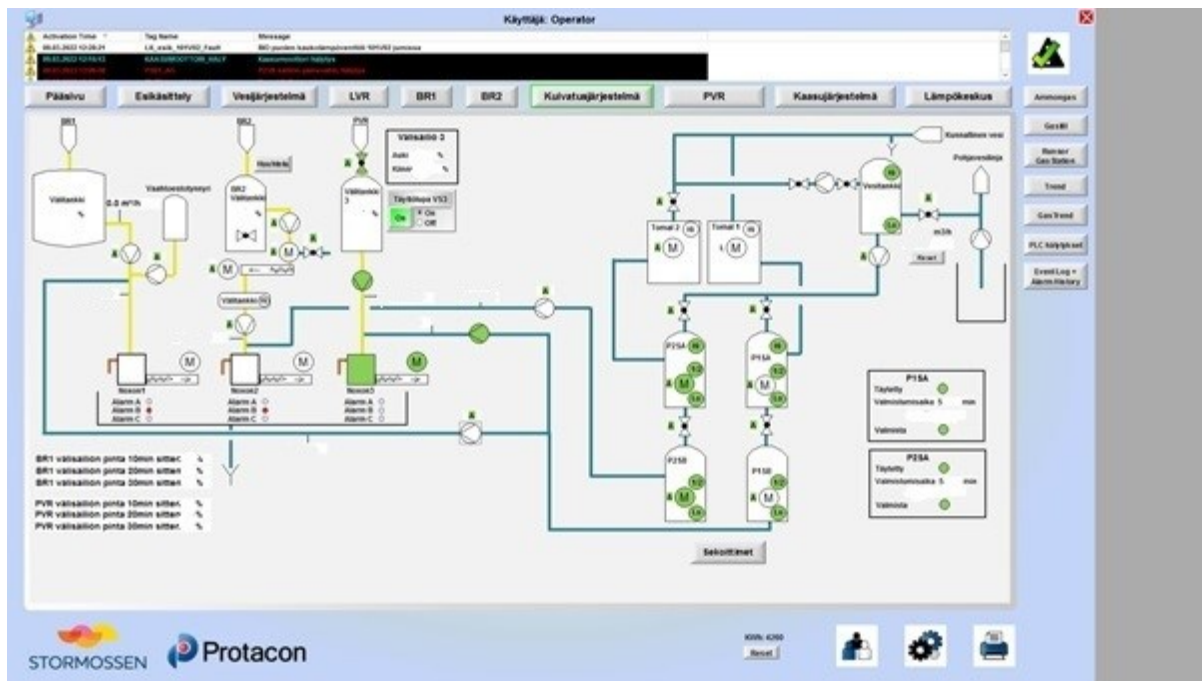
En ofta förekommande orsak till larm och stopp av processen som bra kan användas som exempel är *lågt slamflöde* och betyder att rötresten har tagit slut i mellantanken. Då detta inträffas stannar processen, centrifugen körs i stoppsekvens och larmet visas på centrifugens kontrollpanel samt i övervakningsprogrammet, i det senare bara som ett ospecifikt larm för centrifugen. Orsaken avläses från centrifugens kontrollpanel och mellantanken fylls på för fortsatt drift.

Centrifugens stoppsekvens tar ca 10 minuter att genomföra och slutar med att centrifugens trumma stannat. Vid ovan nämnda situation kan stoppsekvensen avbrytas med kvittering av larmet och uppstart av processen igen som vid normal start och processen fortsätter som normalt, under förutsättning att orsaken till larmet är åtgärdat.

I figur 19 ses en bild av övervakningsprogrammet för processen vid torkstationen. I bilden syns förutom den behandlade bioavfallslinjen, linje två, även linje ett och tre samt den andra halvan av polymerblandningssystemet.

Systemen övervakas med övervakningsprogrammet som förutom torkstationen även ger behövlig information om bioreaktorn. Larm genererade av centrifugens styrande

logik ges som röda signaler i programmet. Felen avläses och kvitteras på kontrollpanelen för centrifugen.



Figur 19. Skärmbild av övervakningsprogrammet gällande torkstationens utrustning.

#### 4.11.1 Slutsats

Arbetet har utmynnat i en beskrivning av de olika delarna och deras sammankoppling samt en instruktion för hur de olika delarna bör skötas och kontrolleras i den dagliga driften av anläggningen. Grundtanken är att normala förhållanden råder och därför har inga omständigheter utanför detta tagits med så som felsituationer som kan uppstå för vart och ett av de olika delområdena. Strävan har varit att hålla instruktionerna korta och tydliga, med den behövliga informationen som huvudbudskap. Instruktionerna för åtgärder, kontroller och skötsel har sammanfattats i figurerna i kapitlen för att öka tydligheten för budskapet i varje kapitel. Tydliga instruktioner och beskrivningar utan överflödiga detaljer var något som önskades av detta arbete. I bilaga 1 till detta arbete har de förklarande figurerna från respektive kapitel sammanställts. Bilaga 1 är tänkt att fungera som stöd då information för något delmoment i processen söks. Från bilaga kan man då gå tillbaka till det ursprungliga kapitlet för vidare läsning.

#### 4.11.2 Kritisk granskning

Arbetet har skrivits med tanke på att det skall fungera som en arbetsinstruktion för arbetet vid torkstationen samt att man skall kunna tillgodogöra sig information om processen på egen hand. Denna tanke har format arbetets uppbyggnad, hur processen beskrivs baserar sig på det som är det mest logiska, genom att följa flödet genom processen. En logisk beskrivning av processen och hur den är uppbyggd ligger till grund för att öka förståelsen. Arbetets styrka ligger i denna logiska uppbyggnad samt i detaljnivån i beskrivningarna av processen. Önskan var att hålla arbetets detaljnivå lagom så att arbetet inte blir för tungläst med många detaljer som skulle höja tröskeln för att läsa det. En alltför detaljrik och tung instruktion riskerar bli liggande och oläst.

Inga specialsituationer har tagits med i arbetet då dessa skulle bli svåra att beskriva och ge råd om. Balansgången mellan vad som behövs och vad som är bra att veta är inte vad den kunde vara med tanke på dessa. Arbetet är rätt ensidigt fokuserat på beskrivningar av processerna under ideala förhållanden och drift under dessa. Informationen som står till förfogande i arbetet förutsätter fortfarande genomgång av anläggningen med driftspersonal, man kan inte tillgodogöra sig allt om driften av anläggningen endast genom detta arbete.

En svag punkt i arbetet har varit att genom text ordentligt och uttömmande beskriva det underhållsarbeten som behöver utföras för de olika maskinerna och delar i processen. Det samma gäller de olika arbetsmomenten, fokus har lagts på att hålla förklaringarna enkla men samtidigt tillräckliga för att vara till nytta, en svår balansgång. Arbetet kunde innehålla mer detaljer i vissa områden och redogörelser för följderna av att inte följa föreskrivna instruktioner. Att uttömmande beskriva alla delområdets detaljer inom ramarna för ett examensarbete är detta dock svårt.

Källorna kunde med fördel vara fler, mycket av kunskapen om anläggningen är så kallad tyst kunskap. Motsvarande genomgång och redogörelse för anläggningen finns ej sedan tidigare. Teorikapitlen stöder rätt bra de resultat som tagits fram, mycket av det som beskrivs i resultaten bygger på underhållsteorin.

Förståelsen för processen är av stor vikt i detta arbete, anläggningen är sammansatt av standard komponenter till en sådan helhet som motsvarar de krav som finns, och en exakt likadan anläggning existerar inte som sådan. En viss repetition av processbeskrivningen förekommer dock, detta har gjorts för att göra det lätt att ta till sig informationen som behövs för att ha nytta av arbetet som är tänkt som en arbetsinstruktion och guide för anläggningen.

### 4.11.3 Förslag till vidare forskning

Detta arbete har bara skrapat på ytan vad gäller allt som har med driften av torkstationen, de huvudsakliga och viktigaste delarna i processen har behandlats, men det finns ännu saker som kunde behandlas eller nämnas.

Till dessa hör bland annat de resterande maskiner och processer som hör till torkanläggningsskötarens arbetsuppgifter och ansvarsområden. Ett arbete kunde skrivas om linje ett och tre med tillhörande utrustning samt sandavskiljningsmaskinen.

Utöver avvattningsanläggningen kunde motsvarande arbeten skrivas för de övriga anläggningsdelarna.

En sammanställning över de vanligaste felen som uppkommer under drift och hur de avhjälpas, genom underhållsåtgärder eller som direkta åtgärder kunde med fördel skrivas för att bredda den tillgängliga informationen om anläggningen. Arbetet kunde fungera som direkt stöd för det dagliga arbetet.

Vidare kunde hela Stormossens anläggning(ar) kartläggas och undersökas med tanke på förekomsten av samma typer av komponenter i olika processer. Ett register över de olika komponenterna och var de förekommer i samma utförande på anläggningen kunde upprättas som ett steg mot att bygga upp en anläggning med färre versioner av samma komponenter. Detta skulle i längden öppna upp möjligheten för att komponenter byts ut i stället för att repareras på plats och att kostnaden kan hållas lägre genom att undvika onödiga specialversioner. Stopptiden för anläggningen kunde även hållas lägre med detta arbetssätt.

## 5 Diskussion

Arbetet har gjorts med tanken att det skall vara till användarens nytta, det har därför byggts upp i den ordningen som är logisk med tanke på flödet genom processen. Figurerna har gjorts till att vara så klara och lättlästa och ge direkta svar på vad som ska göras. Hur väl detta har lyckats i praktiken återstår att se då och ifall arbetets innehåll kommer att vara till stöd för någon som ska sköta processen med liten bakgrundskunskap om just denna del av anläggningen.

Arbetets uppbyggnad till att följa processflödet har gjort att viss information och beskrivningar av förlopp tagits upp i de kapitel de hör till även om de är av stor vikt för det som beskrivs i de övriga kapitlen. För att undvika onödig repetition har denna information ansetts behandlade i och med det kapitel de tagits upp och förklarats i.

En tanke som ständigt funnits i bakgrunden men som av avgränsningsskäl lämnats bort ur detta examensarbete är de knep som jag lärt mig av ordinarie anläggningsskötare och de som jag lärt mig själv under min tid på anläggningen. Dessa är inte att förakta då man genom arbetet med något snabbt lär sig hur saker och ting kommer att gå genom att känna igen händelseförlopp och mönster såväl som ljud. Hur detta skulle kunna anpassas till ett examensarbete har jag mycket svårt att se, men som ett användarkomplement till detta arbete är det inte omöjligt. Hur det skulle göras och beskrivas är då igen ganska så svårt att greppa.

Egen kunskap om anläggningen som förvärvats genom praktik och sommarjobb på torkstationen har fungerat som grund för detta arbete. Det som jag saknade i form av information under min tid vid Stormossen var ett dokument för arbetet vid torkstationen. En guide som förklarar hur processen är uppbyggd och hur den fungerar samt det grundläggande om driften av den. Jag fick under praktiken och sommarjobben lära mig genom att följa med vad anläggningsskötaren gjorde och fråga frågor om tillvägagångssätten och processerna samt genom att utföra uppgifterna under guidning. Detta arbete är tänkt att göra inlärningsprocessen för nästa person att ta sig an jobbet lättare och snabbare. De knep och trick för att få bästa möjliga ur givna omständigheter förblir något som var och en måste lära sig själv då dessa inte går att beskriva tillräckligt noggrant och entydigt genom skrift även om de skulle ha varit bra att få med. Teoretiska beskrivningar och anvisningar är till stor nytta för att öka

förståelsen för hur något fungerar och/eller är uppbyggt och det är kring denna tanke som detta arbete har skrivits.

Till sist vill jag tacka all de som bidragit till att göra detta arbete möjligt. Ett stort tack riktas till företaget Stormossen för att jag fick möjligheten att skriva mitt examensarbete för ert företag. Lika stora tack riktar jag till förmannen för biologisk behandling, Thomas Kalander och anläggningsskötare Magnus Söderberg för att de tålmodigt svarat på de otaliga frågor som ställts. Därtill vill jag också tacka miljö- och kvalitetschef Johanna Penttinen-Källroos och Rolf Dahlin, Novia, för god handledning under arbetes gång. Sist men inte minst vill jag tacka mina studiekamrater och övriga personer som drivit på och eller bidragit på sätt eller annat.

## 6 Källförteckning

- Holm, E. (2021). *Optimerad kompostering med hjälp av online temperaturövervakning*. Kvevlax: Ab Stormossen Oy.
- Möller, P., & Steffens, J. (2006). *Underhållsteknik*. Stockholm: Liber AB.
- Noxon.se. (den 9 3 2022). Hämtat från Noxon.se:  
<https://noxon.se/produkter/dekantercentrifuger/>
- stormossen.fi. (den 27 2 2022). Hämtat från stormossen.fi:  
[www.stormossen.fi/sv/om-stormossen/](http://www.stormossen.fi/sv/om-stormossen/)
- Tapani, A. (2009). *Koneenasennus ja kunnossapito*. Helsingfors: WSOYpro Oy.
- Vehkasalo, M. (den 26 5 2021). Arbetsinstruktion för användningen av skyddsutrustning på Stormossens område. *Arbetsinstruktion för användningen av skyddsutrustning på Stormossens område*. Ab Stormossen Oy internt dokument.
- Willfors, L. (2017). Uppdatering av underhållsprogram. *Examensarbete för ingenjörsexamen, Maskin- och produktionsteknik*. Vasa: Yrkehögskolan Novia.

## Bilaga 1. Sammanställning av resultatkapitlens figurer

### Kap 5.2 Påfyllning av mellantank

#### Förberedande

- Klargör behovet
- Kontrollera reaktornivå
- Kontrollera tankens fyllnadsgrad
- Ge akt på läckage vid spjällen, tryckluft respektive hydraulolja

#### Drift

- Öppna luftspjället och kontrollera att det öppnat fullt
- Öppna hydraulspjället
- Vänta på att mellantanken fylls, kontrollera nivåmätaren
- Stäng hydraulspjället
- Stäng luftspjället
- Kontrollera att båda spjällen stängt

### Kap 5.3 Mellantank och pump

#### Förberedande

- Kontrollera nivån i tanken med övervakningsprogrammet
- Fyll på mellantanken om den är tom eller nära tom

#### Start och drift

- Kontrollera nivå och fyll på enligt behov
- Kontrollera pumpen för läckage och missljud
- Pumpen startar automatiskt med centrifugen (i auto-läge)

#### Obevakad drift och stopp

- Gör kontroller enligt "drift"
- Fyll på mellantanken
- Pumpen stannar automatiskt vid stopp av centrifugen (i auto-läge)

## Kap 5.4 Trumsikt

### Förberedande

- Kontrollera plastrejektcontainern, töm vid behov
- Kontrollera trumsiktet för plast som fastnat, rengör vid behov
- Kontrollera fördelningsplåten i inloppet, rengör vid behov

### Start och drift

- Startar automatiskt med centrifugen (i auto-läge)
- Övervaka driften och ge akt på uppbyggnaden av plastrejekt

### Obevakad drift och stopp

- Fyll mellantanken
- Kontrollera funktionen och uppbyggnaden av plastrejekt
- Kontrollera plastrejektcontainern, töm/gör rum enligt behov
- Stannar automatiskt med centrifugen (i auto-läge)
- Kör automatisk rengöringssekvens

## Kap 5.5 Skumdämpning

### Förberedande

- Kontrollera nivån i behållaren
- Kontrollera pumpens bakslagsventil

### Drift

- Kontrollera flödet, pumpens slag
- Kontrollera skumbildningen i rejektivattnet

### Stopp

- Stannar automatiskt med centrifugen

## Kap 5.6 Polymersystem och Kap 5.6.1 Vattensystemet

### Förberedande

- Kontrollera nivån och fyll vid behov på polymer i blandaren
- Kontrollera blandartratten, avlägsna eventuella klumpar

### Drift

- Kontrollera utmatningen av polymer
- Kontrollera vattentrycket
- Kontrollera läckage
- Kontrollera omrörning i tankarna
- Kontrollera flödet till centrifugen

### Obevakad drift

- Kontroll av polymernivå i blandaren
- Gör kontrollrunda enligt "drift"
- Stannar automatiskt med centrifugen

## Kap 5.7 Centrifug

### Förberedande

- Klargör driftbehovet
- Invändig renspolning av centrifugtrumman
- Smörjning
- Kontroll av polymer och polymerblandaren
- Kontroll av oljenivå för huvudlagren
- Fyll på mellantanken
- Kontrollera kringutrustning och stödfunktioner

### Start

- Starta centrifugen, kontrollera automatisk start av kringutrustningen
- Övervaka starten
- Kontrollera flöden och arbetstryck
- Kontrollera utmatad rötrest

### Drift

- Övervaka processens alla delområden
- Fyll på mellantank
- Kontrollera polymerflöde
- Kontrollera rejektvattnet
- Granskningsrunda
- Åtgärda/reagera på larm
- Kontrollera den avvattnade rötresten

### Obevakad drift och stopp

- Kontrollera utrustningen, drift i auto-läge
- Gå igenom "drift", utför enligt behov
- Tryck på stopp för avsiktligt stopp av driften, kontrollera att kringutrustningen stannar
- Centrifugen stannar automatiskt vid lågt slamflöde

## Kap 5.8 Transportskruv

### Förberedande

- Rengör transportskruvens uppsamlingstråg och avlopp
- Kontrollera att transportskruven rör sig fritt, kör i manuellt läge
- Kontrollera att auto-läget är valt för drift

### Start och stopp

- Startar automatiskt med centrifugen
- Kontrollera utmatning av avvattnad rötrest
- Stannar automatiskt med centrifugen

### Drift

- Övervaka driften
- Ge akt på missljud

## Kap 5.10 Rejektvatten

### Drift

- Kontrollera mängden fast material i rejecktattnet
- Kontrollera flödet från pumpen i rejecktattenbrunnen