



**EXAMENSARBETE - MASKINTEKNIK**

# **Torkning och pelletering av organiskt hushållsavfall – En konstruktionslösning**

**Dante Persson  
Simon Royzon**

Maskiningenjörprogram  
Högskolan i Halmstad

Handledare: Pär – Johan Löf

Examinator: Bengt-Göran Rosén

## Sammanfattning

Syftet med detta arbete är att skapa en ny produkt för hembruk. Målet med produkten är att kunna torka och omvandla organiskt hushållsavfall till pellets. Produkten riktar till användare som är miljömedvetna och vill bidra till en bättre miljö genom att minska den energi som förbrukas vid sorteringen av organiska matrester och övriga hushållsavfall hos stora avfallscentraler. Även energiförbruk från avfallshämtning kommer att minska. Idag finns det inga kommersiella produkter för hembruk som kan åstadkomma det vi vill med vår produkt, därmed kunde skapandet av produkten inte utgå från någon liknande produkt. Därför är både produktens design och mekaniska aspekt innovativa. Arbetets resultat är en maskin, anpassad för våra hem, som på ett enkelt och förmånlig sätt minskar biologiskt avfall som samlas in av det kommunala avfallstransportsystemet. Proceduren kan göras utan att reducera energi från avfallet och det kan fortfarande användas som kompost eller av storskaliga förbränningscentraler som använder avfallet till att skapa elektricitet. Den slutliga aspekten av att torka avfallet är att det stoppar bakterietillväxt, därmed blir det ingen lukt eller nedbrytning.

## Abstract

The research in this paper aims to producing a home version machine that can dry and make biological waste into compact pellets. This product is made primarily for those who want to improve the environment and reduce the energy consuming process of separating the biological leftovers from other waste in the large processing plants and save money due to reduced pickups of waste. Since there is no commercially available product that does what we want to achieve we had to start from the beginning with both the design and the mechanical aspects. The result is a machine, that fits in our homes, and in an easy and inexpensive way reduces the amount of biological waste that needs to be collected by the public waste transportation system. This is done without reducing any of the energy in the waste and it can still be used to compost or by large-scale plants that use the waste to make electricity. The last aspect of drying the waste is that it stops bacteria growth; hence there will be no smell or decomposing.

## Förord

Vi vill tacka alla personer som har deltagit i genomförandet av vårt arbete, alla som har motiverat oss och visat stöd och förståelse för vår vision. Speciellt vill vi tacka vår handledare för värdefull information om konstruktionsarbete och feedback på rapporten.

Halmstad 2012-05-10

.....

Simon Royzon

.....

Dante Persson

## Innehållsförteckning

<b>1. INLEDNING</b> .....	<b>7</b>
1.1 BAKGRUND .....	7
1.2 SYFTE .....	7
1.3 AVGRÄNSNING .....	8
<b>2. METOD</b> .....	<b>8</b>
2.1 UPPSATSENS UNDERSÖKNINGSMETOD .....	8
<b>3. UTFÖRANDE</b> .....	<b>9</b>
<b>4. KONSTRUKTIONSFÖRBEREDELSE</b> .....	<b>10</b>
4.1 FÖRSTUDIE .....	10
4.1.1 Torkning och bakterier i processat avfall .....	10
4.1.2 Avfall .....	12
4.1.3 Pelletering .....	13
4.1.4 Egna betraktelser och experiment .....	13
<b>5. PRINCIPKONSTRUKTION</b> .....	<b>15</b>
5.1 PRODUKTDEFINITION .....	15
5.1.1 Produkt .....	16
5.1.2 Process .....	16
5.1.3 Miljö .....	16
5.1.4 Människa .....	16
5.1.5 Ekonomi .....	16
5.2. PRODUKTUNDERSÖKNING OCH KRITERIEUPPSTÄLLNING .....	16
5.2.1 Kriterieuppställning .....	17
5.2.2 Utvärdering av kriterieuppställning .....	18
5.3 FRAMTAGNING AV PRODUKTFÖRSLAG .....	18
5.3.1 Delkomponenter .....	18
5.3.2 Produktens uppbyggnadssätt .....	19
5.3.3 Primära produktförslag .....	19
5.4 UTVÄRDERING AV PRODUKTFÖRSLAG .....	20
5.4.1 Malknivar .....	20
5.4.2 Slutförvaringsenhet .....	21
5.4.3 Frammatningsenhet .....	21
5.4.4 Inmatningsenhet .....	21
5.4.5 Blandningsblad .....	21
5.5 PRESENTATION AV VALT PRODUKTFÖRSLAG .....	22
<b>6. PRIMÄRKONSTRUKTION</b> .....	<b>22</b>
6.1 PRODUKTUTKAST .....	22
6.1.1 Komponentval .....	23
6.1.2 Konstruktionsdetaljer .....	24
6.2 STANDARDKOMPONENTER – KOMPONENTVAL .....	28
Rotationspackning .....	29
<b>7. DETALJKONSTRUKTION</b> .....	<b>29</b>
7.1 UTFORMNINGSTEKNIK .....	30
7.2 KRITERIER PÅ KOMPONENTER .....	30
7.3 MODIFIKATIONER FRÅN PRINCIPKONSTRUKTIONEN .....	31

7.4 MATERIALVAL .....	31
<b>8. PRODUKTSAMMANSTÄLLNING .....</b>	<b>32</b>
<b>9. RESULTAT .....</b>	<b>32</b>
<b>10. ANALYS .....</b>	<b>32</b>
<b>11. SLUTSATS .....</b>	<b>33</b>
<b>12. REKOMMENDATIONER .....</b>	<b>33</b>
<b>13. KRITISK GRANSKNING .....</b>	<b>34</b>
13.1 METODKRITIK .....	34
13.2 REFLEKTIONER ÖVER PROJEKTUTFÖRANDE .....	34
<b>14. REFERENSLISTA .....</b>	<b>35</b>
<b>15. BILAGSFÖRTECKNING .....</b>	<b>37</b>

# 1. Inledning

Idag finns ingen kommersiellt tillgänglig produkt för torkning och kompaktering av hushållsavfall. Allt sker i anläggningar och/eller i kommunala inrättningar såsom miljöstationer (sopor.nu). Dessa stationer tar mycket plats och är inte anpassade för ett bruk av enskilt hushåll. De tar heller inte hänsyn till någon direkt kompaktering av matavfallet.

Detta projekt innefattar ett konstruktionsarbete som bygger på processen framtaget av professor F. Olsson och är ursprungligen presenterat i hans avhandling *Systematisk Konstruktion* (Olsson, F. 1995). Denna process används primärt i LTH:s kurser inom inriktningen *Produktutveckling/Konstruktion*, men även i andra kurser på andra högskolor, bland dem Halmstad Högskola.

Startförutsättningarna för projektet baseras på behovet av att kunna minimera kostnader för hantering av organiskt avfall genom att komprimera avfallet till pellets. För att kunna mäta behovet framtas en slutprodukt för hembruk som hanterar organiskt avfall och omvandlar den till pellets. Projektet genomförs i egen regi, det vill säga utan hjälp eller för ett externt företag.

## 1.1 Bakgrund

Iden bakom projektets baseras på att kunna hitta en lösning för att underlätta hanteringen av hushållsavfall. Utifrån egen erfarenhet och egna observationer har vi hittat behovet av att minimera besvärligheterna från organiskt avfall. I samband med organisk nedbrytning tillkommer oönskade lukter. För att förebygga dessa lukter måste bortföring av avfall ske med jämna mellanrum. Detta är ett energikrävande arbete. Samtidig som en lämplig lösning i form av en produkt skapades kunde andra fördelar kopplas till iden. Målet med arbetet är att kunna ta fram en tre-dimensionell modell för denna produkt.

## 1.2 Syfte

Syftet med arbetet utgår ifrån tanken att minska volym och minimera lukt/vätska från matavfall från ett medelstort hushåll. Idén bakom produkten utgår ifrån flera miljömässiga punkter. Syftet med produkten är att kunna minimera kostnader för avfallshantering, minimera resursförbrukning vid avfallshämtning, minimera avfallsvolymer per

hushåll och även kunna minimera oönskade lukter från nedbrutet organiskt avfall.

### **1.3 Avgränsning**

Med avseende på arbetets magnitud, vilket innefattar framtagning av en ny produkt, avgränsar vi oss endast till utformning av produkten, dess konstruktion och till den bakomliggande studie som krävs för att förstå och upplysa produktens funktionalitet. Arbetet behandlar inte produktens styrsystem i detalj.

## **2. Metod**

Metoden som har använts för att bedriva projektet har involverat litteraturstudie för informationssamling av grundläggande kunskap, användning av CAD-programmet CATIA för konstruktion av produktmodell och genomförda tester för att kunna framställa en modell för produktens funktion.

Den använda metoden för projektets genomförande har baserats på Freddy Olssons konstruktionsprocess. Denna process beskrivs i *principkonstruktion* och *primärkonstruktion*.

### **2.1 Uppsatsens undersökningsmetod**

För framtagning av en konstruktion som kan hantera olika former av organiskt hushållsavfall har det gjorts undersökningar på ett antal olika informationsprojekt som berör hantering av avfall (Wannholt, 1998.), tillverkning av pellets (Markarian, 2004.) och torkning av avfall (Raaholt et al., 2011.). Detta har kompletterats med information om hur bakterier tillväxer (ibid) och ett antal miljöstadgar (Miljöbalk (1998:808)).

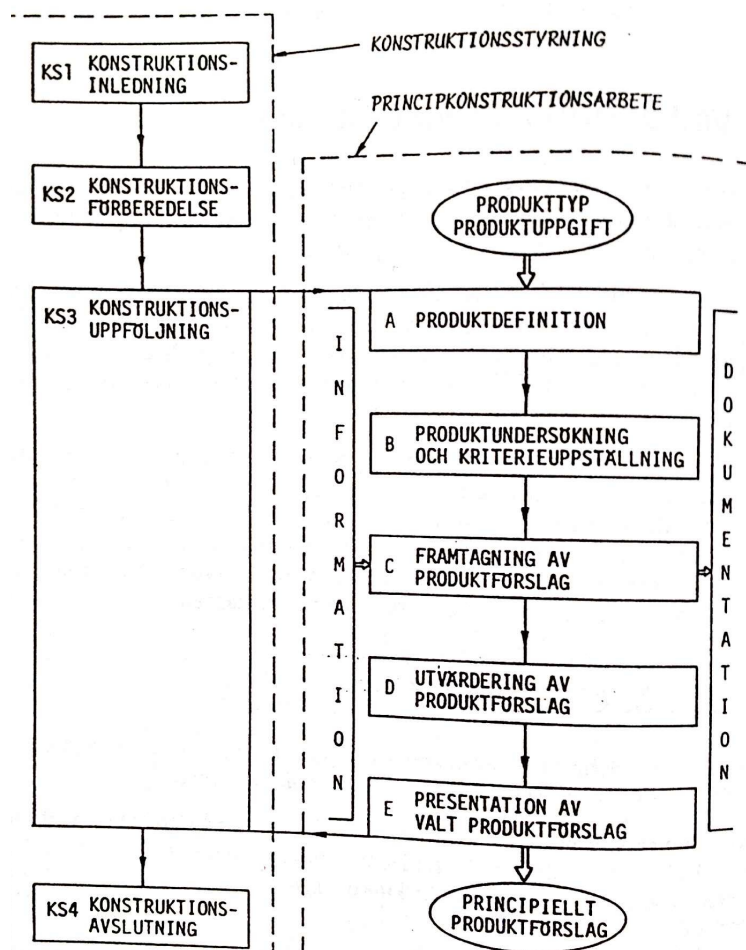
Genomförandet av projektet började med datainsamling för att kunna få en överblick av hur organiskt avfall beter sig och hur den behandlas idag (sopor.nu), bland annat i kommunala avfallsstationer. Förutom datainsamlingen genomfördes fysiska tester för att upplysa hur organiskt avfall beter sig vid olika torkningsmetoder (Raaholt et al., 2011.). Testerna gjordes på grund av bristande material som kan beskriva vilken är den bästa torkningsmetod för produkten samt att kunna specialutforma torkningsprocessen för just vår konstruktion. Testernas beskrivning och resultat beskrivs i avsnitt 4.1.4 *Egna betraktelser och experiment*.



Efter att ha analyserat data kunde vi fastställa en funktionsprocess för den tänkta produkten. Därefter påbörjas en framtagningsprocess; *primärkonstruktion* (Olsson, 1995.). Under framtagningsprocessen genereras flera komponenter för produkten, med hjälp av komponenterna utvecklas vidare produktmodeller (bilaga 2-3). Ett urval av de framtagna komponenter och produktförslag bearbetas vidare till den slutgiltiga produktmodellen.

### 3. Utförande

Figur 3.1 visar en beskrivning över arbetsgången för metoden principkonstruktion (Olsson, 1995.). Första etappen definieras i arbetsgången som konstruktionsuppföljning. Denna arbetsgång används som strukturram för arbetets genomförande.



Figur 3.1. Arbetsgång. Källa: Principkonstruktion (Olsson, F. 1995.)

## 4. Konstruktionsförberedelse

Konstruktionsförberedelse innefattar en grundläggande datainsamling och en testgenomföring. Detta moment är nödvändigt för arbetets utveckling eftersom all bearbetad information fungerar som grund för att kunna utveckla produktens funktionalitet. Informationen i förstudien ger även ett helhetsperspektiv på det övergripande ämnet.

### 4.1 Förstudie

Under moment förstudie ges en enkel beskrivning över pelletsproduktion i industriell tillverkning, torkning av avfall och bakterietillväxt samt lukt av torkat avfall. Produktens funktion för pelletering bygger på samma princip som för produkter för industriell tillverkning, skillnaden är systemet för malning av material. Istället fungerar produkten med hjälp av en frammatningsskruv som ersätter rollers funktion.

#### 4.1.1 Torkning och bakterier i processat avfall

Denna studie kommer till största del utgå ifrån Raaholt et al. (2011) *Bedömning av två tekniker för torkning av lätt nedbrytbart organiskt matavfall*.

I slutet kommer våra egna betraktelser tas upp då vi utfört torkexperiment.

I rapporten av Raaholt et al. (2011) har det tittats på lufttorkat matavfall, färskt matavfall samt mikrovågstorkat avfall. Alla dessa har utgått dels från enfamiljshushåll och dels från större anläggningar såsom restauranger. De har undersökt återvätning, mikrobiologisk analys, luktbedömning, renhetsgrad, biogaspotential, näringsämnesanalys, kompostering, systemanalys samt hygienisering. Deras slutsats från undersökningen är att variationer i materialet har stor inverkan på kvaliteten av det torkade avfallet. De har också genomfört försök i mindre omfattning för att kunna få ett bättre första underlag för att kunna bedöma mikrobiologisk reduktion men också för att kunna bedöma huruvida mikrovågor eller lufttorkning skall användas.

I försöken har de jämfört de två metoderna och kommit fram till att slutmaterialet skiljer sig grovt åt, både i textur, densitet och utseende. Det lufttorkade beskrivs som lätt och luftigt med inslag av grövre och större bitar. De liknar den mikrovågstorkade massan vid torv, som är tung och fet.

I nästa avsnitt diskuterar Raaholt et al. att oavsett värmningsteknik påverkar en höjd temperatur matavfallet, framför allt fetter. Detta ska enligt bedömningen vara vid temperaturer över 50°C. Det som händer är enligt *rapporten* att fett, hemicellulosa och lignin frigörs och på så vis möjliggör ett högre gasuttag. Det nämns också i samma stycke att detta kan i sin tur styras mot önskvärd egenskap hos slutmaterialet.

Det ska också nämnas att detta är utfört i relativt stora volymer, 48 liter där fyllnadsvolym är 30 liter. De har använt knivblad för finfördelning under hela torkprocessen. Denna stora volym ger också upphov till en del kondensvatten, vattenmängden uppgår till så mycket som 75 % i matavfall, vilket skulle innebära att på 30 liter är 22,5 av dessa vätskor.

De har utfört sina försök genom att använda 15 kg avfall, sedan avbrutit processen under olika tidpunkter för att kunna öppna och mäta i maskinen. Slutresultatet blev att de tittade på temperaturen på kondensvattnet och på så vis kunna få fram en viss fuktkvot på avfallet.

I stycke 3.4 i rapporten har Raaholt et al. skrivit om mikrobiologisk utvärdering på mikrovågstorkat avfall. Processen för torkning är den samma som ovan beskrivits men med krav på partikelstorlek och viss temperatur. Det de tittat efter är i princip endast jäst, mögel och aeroba bakterier men även pH har studerats. Försöken är genomförda vid olika luftfuktigheter och vid 20°C för mikrobiologisk analys efter ett antal månader. I detta fall efter tre, sex och nio månader.

Metoden är ganska omfattande och därmed avgränsar vi oss för att inte skriva ner alla observationer här, men kontentan är att efter ett antal ISO standarder är följda för både pH och bakterier samt jäst och mögel så bakterietillväxten så pass låg under nio månader att det är försumligt. Efter den tiden mättes det att bakterierna tillväxte kraftigt, något mer i det mikrovågstorkade materialet.

I det lufttorkade avfallet mätte man vid tre månader det största antalet jäst och mögelpartiklar, vid nio månader hade mögel och enterokocker tagit över tillväxten. Totalt sett var det som mest totalantal bakterier vid tre månader och som minst efter sex månader.

Till saken hör dock den att det är så pass små variationer att de som utförde lukttester inte kunde känna någon nämnbar skillnad. De som arbetade med avfall dagligen kände dock större skillnad mellan proverna än vad konsumenterna gjorde. Men även här var det relativt försumbart.

Kompostering går igenom och väldigt kortfattat nämns att torkningen visst påverkar komposteringen, men att det inte gavs tid nog för att närmre titta på precis vilka parametrar som inverkade. Men man kan säga att en viss återvätning behövs och olika grader av väta påverkar hur väl det komposteras.

I resultatanalysen skriver Raaholt et al. om torkningsprocesserna, där de gör bedömningen att beroende på vilket resultat man vill ha bör det ena eller det andra väljas. De nämner dock att med mikrovågor kan systemet lättare optimeras utifrån mikrobiologiska krav men att lufttorkning dels är energieffektivare och dels är det lättare att behålla energin i avfallet genom denna metod (Raaholt et al., 2011.).

Om finfördelning och torkning av avfallet kan ske redan i hemmet bör stora samhällsekonomiska resurser kunna sparas. Dels genom att det ska avskiljas från andra restprodukter i sluthanteringen men också för att med torkat material har stora och energikrävande resurser spridits ut.

I relation till vårt projekt är detta av väldigt stor nytta då det riktar sig till samma typ av användning. Vårt system är dock väldigt mycket mindre och vi kan borste från vissa saker såsom stora mängder kondensvatten och metangasbildning. Vad vi tar med oss från denna studie är att lufttorkning lämpar sig bäst för hushåll då det sparar energi och att avfallet kan lagras relativt länge i rumstemperatur.

#### **4.1.2 Avfall**

Enligt miljöbalken är avfall varje föremål eller ämne som innehavaren gör sig av med eller är skyldig att göra sig av med. Med hushållsavfall avses vara det avfall som kommer från hushåll. Enligt § 5 a i kapitel 15 är den personen som innehar avfallet skyldigt att hantera avfallet på ett hälso- och miljömässigt godtagbart sätt. På samma sätt nämns i kapitel 15 föreskrift 18. Att när avfallet ska transporteras genom kommunen eller en producents försorg, så får avfallet komposteras eller på annat sätt återvinnas eller bortskaffas av fastighetsinnehavaren eller nyttjanderättshavaren, så länge avfallet kan tas hand om på fastigheten utan risk för olägenheter för människors hälsa och miljö (Miljöbalken kap. 15).

Det finns två sätt för nedbrytning av organiskt avfall, aerob nedbrytning (kompostering) och anaerob nedbrytning (rötning). Anaerob nedbrytning sker i frånvaro av syre och därmed utesluts, eftersom produktens funktion inte behandlar denna form av behandling.

Aerob nedbrytning eller kompostering sker då mikroorganismer bryter ner materialet i kontakt med syre. Materialet frigör energi i form av vatten och koldioxid men även i form av värme. Efter nedbrytningen bevaras alla näringsämnen från materialet. Därmed kan det nedbrutna materialet eller komposten återföras till jord i som en form av näringsmedel (Wannholt, 1998.).

Då det inte finns några föreliggande om vad som får göras med avfallet, i vårt fall torkning och pelletering kan vi gå vidare som tänkt med konstruktionen.

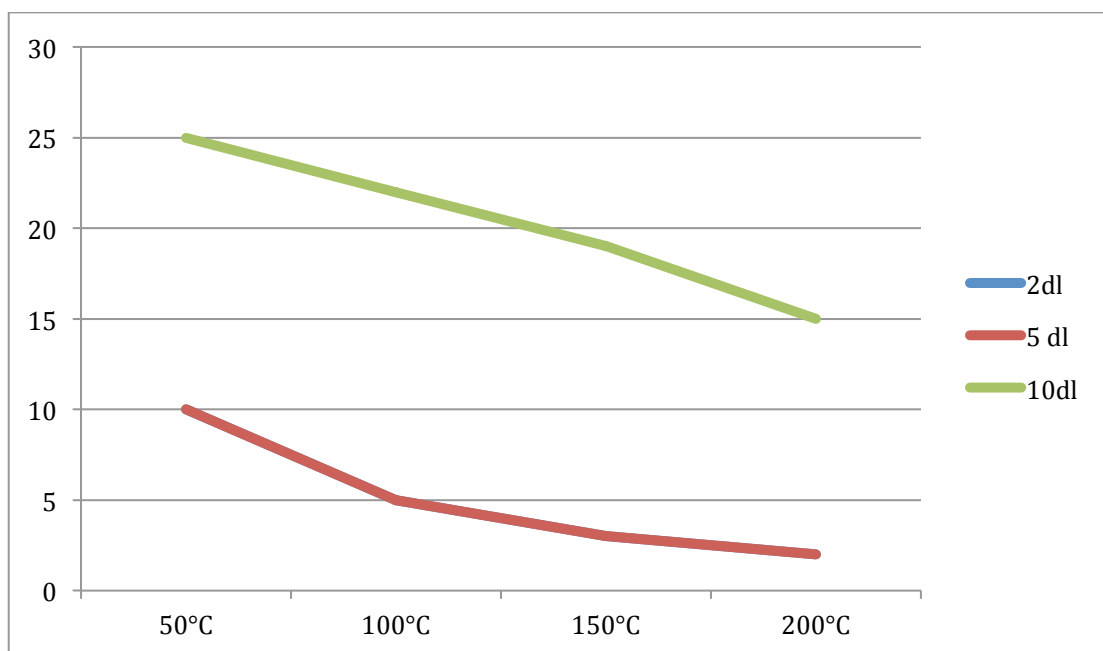
### 4.1.3 Pelletering

Det finns flera metoder för industriell tillverkning av exempelvis plastpellets. De vanligaste är *strand pelletizers* och *die-face pelletizers*. Båda metoder går ut på att en blandning av råmaterial pressas ihop och formas genom formsprutning. Det råa materialet pressas genom en extruder där den matas ut genom ett munstycke i form av en hållskiva, där fasta cylindriska strängar formas av materialet. Därefter finns det två sätt att skära i strängarna så att pellets bildas. Ett sätt fungerar med hjälp av vatten, vattenflöde förflyttar strängarna till olika skär där pelletsen skärs blöt. Man kan också skär pelletsen torrt utan hjälp av vatten för överföring till skären. Torr skärning gör för hygroskopiska material (Makarian, 2004.). Ett vanligaste material för biobränsle i form av pellets är idag trä. Pelletering sker genom att materialet krossas till en lämplig storlek. Malningsmetod sker med avseende på materialet i frågan. Exempelvis sker malning av trä i *hammer mills*, medan andra, mjukare material som till exempel löv, kan malas ner i *cutting mills*. Därefter behandlas material med vatten eller en annan typ av bindningsmedel, detta görs för att förstärka bindningen av pelletsen. För pelletering av biomaterial används två typer av hållprofiler, så kallade *ring die* och *flat die*. Man använder också en *Roller*, rollerns syfte är att pressa materialet genom hållprofilerna så att pellets bildas (Stegelmeier et al., 2011.).

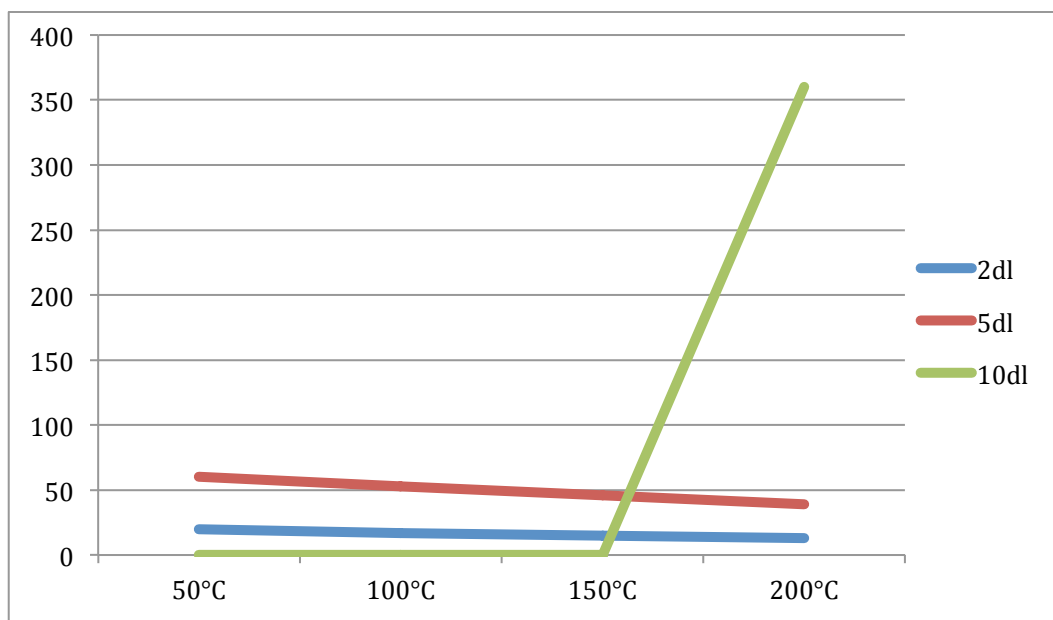
### 4.1.4 Egna betraktelser och experiment

Våra egna försök har gått ut på att försöka få reda på det mest optimala sättet att torka avfall, dels genom att mäta temperatur och dels genom att mäta volymen på avfallet. Försöken är uppdelade i två omgångar, det första där avfallet har blivit direktstrålat av värme från ugn, och den andra där avfallet blivit uppvärmt genom varmluft. Dessa båda har skett vid olika temperaturer. Vid varmluft gav 2 och 5 deciliter nästan samma utslag och

den blå kurvan ligger på den gröna, medan det vid 5 och 10 deciliter skiljde lite mer.



Figur 4.1. Tid(min)/Värme(°C) diagram för torkning i strömmande varmluft.  
Källa: Simon Royzon



Figur 4.2. Tid(min)/Värme(°C) diagram för torkning i ugn. Källa: Simon Royzon

För ugn skiljer det aningen mer, det tog väldigt lång tid och vid väldigt låga temperaturer gick det knappt att mäta då det troligen tagit flera dagar. Vi valde att inte göra detta då det inte är relevant för vårt arbete att veta precis hur lång tid det tar, men vi behöver en uppfattning, med ovanstående data tror vi oss ha ungefärliga temperaturer tillsammans med förstudien av rapporten *Bedömning av två tekniker för torkning av lätt nedbrytbart organiskt matavfall*. Där resonerar de som sådan att över 70 grader behövs för att vissa skadliga bakterier skall dö, och därefter bara ett plus om det går fortare att torka. Då torkning i ugn tar väldigt lång tid kommer vi välja att ha varmluft och en viss omrörning av biomassan med hjälp av malkniven.

Vi räknar med att 5 liter avfall, ca 4 kilo kommer ta 3-4 timmar att torka till 15 % fuktighet. Detta med 100°C varmluft.

Våra undersökningar under rubrikerna förstudie och egna experiment tar oss vidare i utvecklingen av produkten. För att uppnå temperaturer har vi tittat på olika system för värma luft, en lösning är ett värmeelement som sprider värm luft, uppvärmning på detta sätt är dock relativt långsamt och gör sig inte riktigt i vår produkt. En annan är en s.k. kupévärmare för bilar. Den har ett värmesystem som bygger på att en metallplatta med flänsar hettas upp och en fläkt sprider värmen i luften. På gammeldags spisar sitter det en snarlik lösning och vi kommer titta närmre på detta i ett senare skede.

Gällande utformningen av produkten har dessa undersökningar gjort att vi kunnat utforma torkningsenheten. Vi vet i detta stadium att vi måste ha en glatt yta, t.ex. av teflon för att avfallet inte ska fastna så lätt. Vi vet också att insidan av den samma måste kläs med ett nät så att inget avfall kommer ur rörsystemet vi tänkt bygga upp för att transportera avfallet från torkningsenheten till matningsskruven.

## **5. Principkonstruktion**

Principkonstruktionen åsyftar till att åstadkomma en principiell teknisk produktlösning. I detta moment kommer produktidéer genereras, även ingående komponenter kommer tas med här i sitt första stadie.

### **5.1 Produktdefinition**

Nedan ger en överblick av produktdefinitionen som ger en förenklad beskrivning av produkten. Här definieras produktens funktion, miljön den är avsedd för och hur användare påverkas. Produktdefinitionen behandlar även de ekonomiska aspekterna för framtagningen av produkten.

### **5.1.1 Produkt**

Produkten, avsedd för att förenkla hanteringen av organiskt hushållsavfall. Produktens ingående delar beskrivs utförligt i kapitel 6-7.

### **5.1.2 Process**

Huvuduppgiften är att behandla matavfall genom att komprimera det. Syftet är av förhindra nedbrytning av hushållsavfall och därmed minska oönskade dofter. Genom komprimering, vilket sker genom att omvandla avfall till pellets minskar även avfallshantering och förenklar avfallssortering. Bearbetningen är därför endast avsedd för organiskt avfall.

### **5.1.3 Miljö**

Produkten är avsedd för användning i kök. Men kan placeras på annan önskad plats. Produkten ska klara av inomhusmiljön och samtidig inte påverka denna med lukt eller buller.

### **5.1.4 Människa**

Produkten har ingen specifik användare. Det ska dock vara lätt att använda. Produkten ska ha hög säkerhet vid användning då produkten inte ska kunna öppnas under funktion. Öppning av luckor medför direkt funktionsavbrytning. Funktioner hanteras via en panel.

### **5.1.5 Ekonomi**

Produkten är avsedd för storskalig produktion. Produktens funktion innefattar friktion, nötning, uppvärmning samt vätskehantering. Därmed bör produktens komponenter vara av ett högkvalitativt material. För framtagning av produkten ska de flesta komponenter köpas av underleverantörer men stora delar av produkten måste tillverkas. Detta innebär att produkten kan bli relativt dyr ur tillverkningssynpunkt. Vi förutser att den kommer ligga i klass med en diskmaskin.

## **5.2. Produktundersökning och kriterieuppställning**

Eftersom inga av de befintliga produkter som finns ute på marknaden är lämpade för hushåll skiljer sig vår produkt från dessa. Framtagning av kriterieuppställning sker med avseende på de krav som produkten ska uppfylla utifrån önskade egenskaper. Vidare är det viktigt att införa kriterier som uppfyller kraven för en CE-märkt produkt. Syftet med



kriterieuppställning är att ha en klar bild av de problem som måste lösas och de moment som måste bearbetas. För att upplysa kriterierna användes POME-metoden där kriterierna uppdelas i Process, Omgivning, Människa och Ekonomi. Nedan kategoriseras dessa krav och önskemål.

### **5.2.1 Kriterieuppställning**

Datablad över kriterieuppställning vilken återfinns i bilaga 1.

#### Process

- a. Klara av minst 5 liter matavfall
- b. Avsedd endast för bearbetning av organiskt material
- c. Produkten ska kunna placeras och fungera i ett kök
- d. Produkten ska kunna bearbeta all form av organiskt matavfall
- e. Minimalt buller under produktens funktion
- f. Obefintliga vibrationer under produktens funktion
- g. Minimera lukt från avfall
- h. Minska organisk matavfalls volym
- i. Minimalt underhåll
- j. Möjlighet att genomföra komponentbyte

#### Omgivning

- k. Vattentålig
- l. Stöttålig
- m. miljövänlig

#### Människa

- n. Funktion och användarvänlighet
- o. Säkerhet

#### Ekonomi

- p. Cirka 10,000 kr i inköp
- q. Driftkostnad runt 50 kr/månad
- r. Underhåll under 1000 kr vart 5:e år

## 5.2.2 Utvärdering av kriterieuppställning

En utvärderingsmatris (bilaga 1) visar de valda kriterierna. Kriteriernas rangordning i matrisen har bestämts utifrån våra värderingar. Matrisens resultat bidrar till vidare utveckling för egenskaper för produkten i primärkonstruktionen.

Val av produktförslag sker med avseende på produktens förmåga att utföra ett effektivt arbete. Eftersom båda produktförslagens utformning (bilaga 4) instämmer på våra kriterier kan båda förslag sägas klara utförandet av arbetet.

## 5.3 Framtagning av produktförslag

I detta avsnitt belyses produkts tänkta uppbyggnadsätt. Vi visar ett antal möjliga delar och ett schematiskt uppbyggnadsätt, samt utformning. I slutet av detta avsnitt visas två primära produktförslag.

### 5.3.1 Delkomponenter

Alla komponenter som ingår har mekaniska egenskaper. Nedan följer en beskrivning. Komponenterna kan betraktas i *bilaga 2* och *bilaga 3*.

Inmatningsstycket är principiellt och enkelt utformat för att underlätta inmatning av avfall, se *bilaga 2*, fig. B1-B3.

Torkning sker genom tre principer.

- Torkningen genom varmluft eller värmeslingor i en statisk trumma samt omblandning.
- Torkning genom luft och omblandning genom att trumman sakta roterar.
- Torkning sker i en primär separation av vatten och massa genom centrifugalprincipen.

Avfallet mals i först i *princip ett och två*. I principen *centrifugal* sker malningen, å andra sidan, i samband med rotation av trumman.

Principlösning av knivarna ses i *bilaga 3*, fig. D1-D4.

I samtliga fall är det industristandard på knivarna och de är tänkta att hålla för väldigt hårda material och endast mala till en viss spånstorlek. Den planerade lösningen för blandaren visas i *bilaga 2*, Fig. A1-F.

*Bilaga 2, Fig. C-C3* visar förslag till frammatningsenheten, i dessa fall en skruv som dels verkar som nämnd matningsenhet och dels genom att packa material. Frammatningsenheten kan även ändvändas som lösning för slutlig avfuktning av avfallet.

*Bilaga 3, Fig. E1-E4* visar den tänkta principen på förvaring och där processen når sitt slut. Lådan fungerar också som delen där man tömmer pelleten från produkten.

### **5.3.2 Produktens uppbyggnadssätt**

Detta stycke beskriver antal komponenter som produkten innehåller och hur dessa är placerade. Vi visar tre olika uppbyggnadssätt med våra komponentförslag. Dessa kan betraktas i *bilaga 4*.

Komponenterna visas i figurerna i form av symboler. Benämning på dessa är följande:

- A – Torkningstrumman
- B – Inmatningsenheten
- C – Frammatningsenheten
- D – Malkniv
- E – Slutförvaringsenhet
- F – Blandningsenhet
- M – Drivmotor

Variationen i uppbyggnadssättet leder fram till olika slutprodukter.

### **5.3.3 Primära produktförslag**

Detta moment visar produktförslagen och det allmänna verkningssättet samt det schematiska uppbyggnadssättet. Utifrån de komponentvalen har två slutgiltiga produktförslag framtagits. Ett av förslagen kommer sedan att utvecklas vidare i en primärkonstruktion.

#### **Förslag 1**

Genom produktens inmatningsenhet (1) införs det organiska avfallet, som vidare passerar malkniven(2). Här finfördelas och krossas materialet för att sedan genom rotation och varmluft/direktstrålning värme i en trumma(4) torkas till lämplig fuktighetshalt. Därefter går det torkade materialet till frammatningsenheten(5). Här pressas materialet och genom mekaniskt arbete skapas friktion och värme för slutlig torkning. Materialet passerar en

hålskiva varvid pelleten bildas varvid dessa hamnar i slutförvaringsenheten(6). Drivningen av processen sker med hjälp av en elektrisk motor(3) (bilaga 5.).

## **Förslag 2**

Genom produktens inmatningsenhet(1) införs det organiska materialet, som går direkt till torkningstrumman(3). Här finns två blad(2) som blandar det organiska materialet till en mer jämfördelad torkning. I botten på trumman finns malkniven(4) för att krossa och finfördela materialet. Efter torkning öppnas en bländare som tillåter materialet att genom frammatningsenheten(6) bilda pelleten. Slutförvaringen sker därefter i slutförvaringsenheten(7). Driften sker genom en elektrisk motor(5) (bilaga 5.).

## **Styrsystem till produktförslagen**

Arbetsprocessen för alla produktförslagen bygger på samma principer. Oavsett kopplingen mellan komponenterna och antal driftmotorer som används är styrfunktionen den samma hos samtliga förslagen. Systemet är sammankopplat och fungerar på samma sätt hos alla produkter. En startknapp startar arbetsprocessen och produkten signalerar när processen är avslutad. Vi fördjupar oss inte nämnvärt i detta utan har bara en ungefärlig bild över hur vi vill ha det i åtanke när vi konstruerar produkten.

### **5.4 Utvärdering av produktförslag**

Här utvärderas samtliga produktförslag för att välja en av dessa som kommer att vidareutvecklas i nästa projektdel. Utvärderingar sker utifrån tidigare erfarenhet och undersökningar.

#### **5.4.1 Malknivar**

Malknivarna står som vårt primära urvalsområde. I bilaga 3 kan man observera principlösningarna.

Resonemangen bakom val av kniv är att kniv D1 är robust och dess utformning erbjuder förutom malning även omblandning i malprocessen. Vi anser att den är även någorlunda billig att tillverka, detta på grund av dess uppbyggnad och materielmängd. Utifrån våra kriterier är det en effektiv lösning.

Kniv D2 uppfyller samma funktion och krav som D1, men ger ett bättre och mer stabilt arbete eftersom den har dubbla verkan. Den är dyrast, utifrån arbete och materielmängd sett, men uppfyller våra kriterier bäst.

D3 och D4 utesluts eftersom dem är för tunna och ger inte tillräcklig verkan. Då vi till viss del bestämt oss för att kunna mala lite hårdare avfall, fungerar inte dessa även om de till materielmängd sett är billigast.

#### **5.4.2 Slutförvaringsenhet**

Slutförvaringsenheten ska vara så pass rymlig att 10 liter pellets ryms och bör vara enkel att hantera. I bilaga 3 avsnitt E ser vi de 4 förslagen. E1 är den billigaste på grund av dess enkla utformning, den även möjliggör också att man kan komma åt innandömet av maskinen, vilket är till nackdel med avseende på risker. E2 fungerar enligt principen att man vid drag vippar fram lådan. E3 har också en vippfunktion där lådan sluter till helt E4 är av samma princip, men tillåter inte avfallet att trilla ut. Problemet med E3 och E4 är att de blir svårhanterliga och kräver att maskinen står på en kant, flyttar man däremot gängen mot mitten kan det vara ett bättre alternativ. Vi väljer att arbeta vidare på samtliga förslag utom E2. Då denna del är relativt liten och går enkelt att lösa i efterhand när helheten börjar klarna.

#### **5.4.3 Frammatningsenhet**

Som frammatningsskruv har Komponenten C3 i bilaga 2 valts som mest lämplig. Anledningen är att komponent C3 är en kombination av en cylindrisk skruv, C2, och en konisk skruv, C. Därmed har C3 egenskaper från både cylindrisk och konisk modell. Den koniska delen baseras på att skruvens gängdjup minskar succesivt, detta gör att materialet utsätts för högre tryck och därmed högre värme på grund av friktionen. Högre tryck och värme vid hålskivans anslutning bidrar till bättre bindning i materialet inför pellets bildning.

#### **5.4.4 Inmatningsenhet**

Inmatningsenheten bör vara rymlig. Organiskt material med olika former och volymer ska kunna gå vidare till nästa del av processen utan svårigheter. Figur B1 och B2 i bilaga 1 är rymliga enheter men lutningen hos dessa kan vara en nackdel. Avfall med slemmiga egenskaper och av trögflytande konsistens kan fastna vid inmatningsenhetens kanter och kräva vidare manuellt arbete för att ta sig till nästa del av processen. Därmed är den valda komponenten figur B3. Denna matningsenhet har ett rymlig och brant munstycke, detta underlättar inmatningsarbetet.

#### **5.4.5 Blandningsblad**

Vi utesluter blandning genom denna princip, dels för att minska på antal komponenter och dels för att det blir komplicerat att få blandningsbladen att

snurra i annan takt än malkniven. Lösningen kan dock tillämpas på malkniven i stället då man kan välja att låta denna rotera i mellanått under torkningsprocessen. De tänka bladen som nu är uteslutna finns att beskåda i bilaga 2 komponent A1-F

## **5.5 Presentation av valt produktförslag**

Den största skillnaden mellan produktförslagen är placering och utformning av trumman. Utifrån förnuftiga observationer är produktförslag 2, det vill säga produkten med en vertikal placerad trumma, det bästa valet för utförande av processen. Utformningen utnyttjar gravitationskraften för att det organiska materialet ska ta sig från en del av processen till nästa. En annan fördel med detta förslag är att både malkniv och trumman kan kopplas i samma axel som är kopplade till motorn, den axeln kan även kopplas till frammatningsenheten. Detta, till skillnad från produktförslag 2 gör att hela arbetet kan utföras med hjälp av en motor.

## **6. Primärkonstruktion**

Primärkonstruktion är en specifik beskrivning av konstruktionen, där exakta beräkningar, detaljer och mått på konstruktionen framställs. Syftet med arbetet är att åstadkomma en primär, preliminärt användningsriktig produkt (Olsson, 1995).

Vi utför här också en sista utvärdering och beskrivning av de slutgiltiga detaljerna i produkten. Detta återfinns i avsnitt 6.1.1 Komponentval.

### **6.1 Produktutkast**

Här ges en detaljerad visuell beskrivning av produktens komponenter. Detta innebär också en beskrivning av hur komponenterna är arrangerade i produkten.

De komponenterna som visas i den visuella presentationen av primärlösningen är de valda komponenter under produktens uppbyggnadssätt. Av dessa komponenter är inmatningsenheten, blandningsenhet, torkningstrumma och slutförvaringsenhet unika komponenter.

### 6.1.1 Komponentval

Här görs en detaljerad beskrivning av hur komponenterna ska sammankopplas. Tolv av produktens komponenter unika, därmed dimensioneras dessa så att sammankoppling med standardiserade komponenter är möjlig.

#### ***Komponentlista***

Unika detaljer:

- Inmatningsenhet
- Trumma
- Slutförvaringsenheten
- Följdmatning från trumma
- Skruvchassi
- Slutförvaringsenhet
- Genomsläpp (irislinns)
- Chassi
- Axlar
- Matningsskruv
- Malkniv

Standardkomponenter:

- Matningsskruv
- Värmeelement
- Fläktar
- Motor
- Skruvar
- Bultar
- Gummipackningar
- Rotationspackning
- Ringar
- Muttrar
- Kugghjul
- Kullager
- Axlar
- Fuktgivare

- Trigger till slutaren
- Styrsystem

### **6.1.2 Konstruktionsdetaljer**

Följande produktdelar är unika komponenter som bör tillverkas för produktens totala sammansättning.

#### **Inmatningsenheten**

Inmatningsenheten är den första komponentdetaljen i produktens inre struktur. Inmatningsenhetens ansvarar för inmatning av det råa organiska materialet som sedan ska omvandlas till pellets. Ett krav som denna produkt del ska uppfylla är att tillåta övergång av det organiska materialet problemfritt. Därmed är önskemål på inmatningsenheten att dess inre yta skapar minimalt friktion med det inmatade materialet. För minimal friktion är en ytbehandling ett alternativt.

Det inmatade materialet kan förekomma i varierad mängd och storlek. Därför bör öppningar i detaljen ha en rimlig storlek i förhållande till produkten i helhet och det inmatade materialet i frågan.

#### **Torktrumman**

Trumman är enheten där det råa materialet delvis krossas till mindre delar och delvis torkas. Syftet med trumman är att fungera som ett utrymme där materialet krossas ner med hjälp av en kniv samtidigt som det blandas för en jämn och snabbare torkning. Torkning sker i trumman med hjälp av varmt luftflöde. Krav på trumman är att den måste ge rum för all inmatade materialet. Ytterligare krav är att trumman måste tillåta flöde av varmluften för torkning. För att tillåta luftflödet är trumman försedd med ett antal mindre öppningar på dess yta. För att förhindra att materialet faller ur trumman genom dess öppningar bör trumman vara försedd med ett metalliskt nät på dess inre yta. Trummans Inmatningsöppning ha samma storlek som dess koppling med inmatningsenheten. Trummans utmatningsöppning bör ha utrymme för axeln där kniven sitter. Utmatningsöppningen bör även ha samma storlek som kopplingen mellan trumman och skruvchassin.

#### **Slutförvaringsenhet**

Slutförvaringsenhetens uppgift är att förse produkten med tillräckligt utrymme för förvaring av pelletsen. Ett krav på denna detalj är att dess storlek måste kunna förvara en mängd pellets som är ekvivalent med ett



flera av produktens processomgångar. Ytterligare krav är att enheten måste fungera som en utmatningsenhet för pelletsen, därmed måste slutförvaringsenheten fungera som en öppning i produktens chassi. Önskemål på funktionen är att detaljen ska fungera som en funktionsvänlig förvaringslåda. Slutförvaringsenheten är fastskruvad till produktens chassi och dess öppning fungerar genom en momentrörelse som välter över pelletsen och därmed underlättar uttagning av pelletsen.

### ***Följmatning från torktrumman***

Kopplingens uppgift är att koppla ihop trumman med skruvchassit. Ett krav på kopplingen är att den måste låta det krossade materialet falla över till matningsskruven. Ytterligare krav är att kopplingen måste ha en öppning för knivaxeln som ska gå genom till trumman. Syftet med detaljen är att skapa utrymme för knivaxeln och att underlätta övergången för det organiska materialet från trumman till skruvchassit. Därmed är ett önskemål på detaljen att dess längd tar hänsyn till både växeln mellan motoraxeln, knivaxeln och matningsskruven samt till produktens storlek i helhet. Ett sista krav är att kopplingen har en lutning som ger plats åt knivaxeln samtidigt som den tillåter övergången av det organiska materialet.

### **Skruvchassi**

Uppgiften för skruvchassit är att ge utrymme för övergående material från trumman till matningsskruven. Skruvchassit ansvarar för placeringen av matningsskruven och därmed för tillverkning av pelletsen.

Krav på detaljen är att den måste ge utrymme för kopplingen från motoraxeln till skruvaxeln. Detaljen inre utformning måste ge tillräckligt utrymme för att friktion ska och tryck ska uppstå mellan det organiska materialet och matningsskruven. Öppningen för ingående material bör en storlek som tillåter koppling mellan skruvchassit och kopplingen trumman/skrubchassit. Ytterligare krav är att skruvchassits öppning för utgående material bör ha utrymme för placering av en hålskiva samt utformning som tillåter låsning av hålskivan med hjälp av ett skruvlock. Skruvchassits utformning och funktion kan jämföras med de hos en köttkvarn.

Önskemål på skruvchassit är att den ska kunna fästas på botten av produktens chassi.

### **Genomsläpp – Iris**

Denna komponent är i mångt och mycket hämtad ifrån en systemkameran förmåga att släppa igenom ljus från objektivet. På samma sätt kommer den

fungera här, men genomsläppet är här det torkade avfallet. Vi funderade på många lösningar som skulle vara billigare, men denna möjliggör för så lite spill som är möjligt. Dessutom sluter den tätt kring axeln som möjliggör för kniven att rotera. Uppbyggnaden av genomsläppet är fyra blad kopplade till två ringar där den övre håller dem på plats och den undre är rörlig genom en liten hydraulikkolv som skjuter på ringen och gör att bladen sår på sig. För att den ska kunna gå tillbaka till stängt läge finns en liten gummikoppling (alternativt fjäder) som fjädrar tillbaka ringen när hydraulikkolven går tillbaka.

### **Enhetschassi**

Chassits uppgift är att fungera som förvaring och placeringsutrymme åt produktens alla delkomponenter. Eventuellt är chassits syfte att fungera som produktens yttre utformning. Kraven på chassit är att dess utformning måste erbjuda tillräckligt utrymme för placering av alla komponenter samtidigt som den tar hänsyn till produktens placering. Produktens inmatningsenhet, motor, skruvchassi och förvaringsenheten måste kunna fästas i chassit samtidig som den erbjuder stabilitet åt dess ingående komponenter. Önskemål på chassits utformning är att minska risken för skador. Utformningen på chassit kan jämföras med utformningen på produkter som exempelvis tvättmaskiner.

### **Frammatningsskruv**

Här har en ändring gjorts från tidigare skrivet. Vi har efter mer forskning i *Plastnets databas om bearbetning för plast* (Edshammar, 2005) kommit fram till att en kombination av olika längder och storlekar på skruvar endast är till fördel vid större längder och väljer därför den raka skruven. Dels för att den blir något billigare då den existerar som standardkomponent och dels för att det inte finns någon anledning för oss med dessa små avstånd att använda någon av de andra lösningarna.

Om man tänkt sig en större maskin för exempelvis, anläggningar hade detta varit mycket till hjälp, men i vårt fall är det inte till hjälp eftersom vi inte kan utnyttja skruvens längd till att förångning.

### **Värmesystem**

Värmesystemet har till uppgift att värma upp luften inne i enhetschassit. En fläkt blåser hetluften över det hackade avfallet och genom långsam rotation av kniven blandas avfallet runt och varmluft kommer åt över hela ytan. Värmesystemet är uppbyggt på så sätt att en fläkt sitter monterad till chassit och blåser luft över ett upphettat värmeelement, värmeelementet är ett sådant som sitter på lite äldre spisar där plattan är direktuppvärmd, eller i

bastuaggregat. Det finns också glödspiraler till pelletsspannor som kan användas. Härifrån fördelas luften något över en platta med avlånga hål och därefter blåses luften över torkningsenheten som innehåller avfallet. En fläkt på andra sidan enhetschassit drar ut lite av den heta luften för att på så sätt reglera temperaturen något.

### **Axlar och stöd**

Dessa detaljer kommer att konstrueras, och hämtas in från externa källor helt i CATIA V5R20. Det finns därför ingen som helst principlösning för detta utom i de två system där motorn visas tillsammans med övriga komponenter. Anledningen till detta är för att en principkonstruktion är alltför tidsödande och inte är någon unik lösning.

### **Axelsystem**

De mekaniska rörelser som driver malkniven och matningsskruven skapas av en elektrisk motor. Den elektriska motorn är kopplad till en axel som överför momentet vidare. Motoraxeln är kopplad till matarskruven med hjälp av en koppling. I motoraxeln sitter ett kugghjul som överför effekten vidare till ett mindre kugghjul (bilaga 6). Syftet med kugghjulen är att kunna överföra momenten från motorn till den vinkelräta axel där malkniven sitter. Genom att använda ett större kugghjul på motoraxeln och ett mindre på knivaxeln åstadkommer man en snabbare effekt på knivaxeln. Kravet på axelsystemet är att den ska kunna överföra effekten från den elektriska motorn vidare till matningsskruven och till kniven. Ytterligare krav är att systemet överför en högre hastighet till kniven än till matningsskruven.

Momentöverföring från ena kugghjulet till den andra sker med hjälp kuggarna på hjulet (Olsson, 2006.). De kugghjulen som används för momentöverföring är standardiserade komponenter, kugghjulsnummer modell (Mekanex).

Momentöverföringen eller utväxlingen för koniska kugghjul kan skrivas på följande sätt (Olsson, 2006, s. 347).

$$u = \frac{\Omega_1}{\Omega_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

där,

$u$  = utväxlingen

$\Omega_1$  = ingående rotationshastighet

$z_1$  = antal kuggar för ingående kugghjul

$\Omega_2$  = utgående rotationshastighet  
 $z_2$  = antal kuggar för utgående kugghjul

Formeln kan omformuleras och skrivas på följande sätt.

$$\Omega_2 = \frac{z_1}{z_2} \Omega_1$$

Omformuleringen på formeln säger att den utgående rotationshastigheten är lika med antal kuggar för ingående kugghjul genom antal kuggar för utgående kugghjul gånger rotationshastigheten för ingående rotationshastigheten. Med andra ord är den utgående rotationshastigheten beroende av antal kuggar på hjulen. Kugghjulet som sitter på motoraxeln består av 60 kuggar och kugghjulet som sitter på den vinkelräta axeln består av 15 kuggar. Om rotations för motoraxel sätts till 1. Får vi enligt formeln att för varje varv motoraxel roterar, så kommer den vinkelräta axeln att rotera 4 varv.

Detta system har använts för att åstadkomma en hög utväxling mellan axlarna. Ett krav på systemet är att knivaxeln måste ha ett högre varvtal i jämförelse till skruvaxeln eftersom malkniven måste rotera snabbt för att krossa avfallet.

### **Koppling trumman/skruvchassi**

Kopplingens uppgift är att koppla ihop trumman med skruvchassit. Ett krav på kopplingen är att den måste låta det krossade materialet falla över till matningsskruven. Ytterligare krav är att kopplingen måste ha en öppning för knivaxeln som ska gå genom till trumman. Syftet med detaljen är att skapa utrymme för knivaxeln och att underlätta övergången för det organiska materialet från trumman till skruvchassit. Därmed är ett önskemål på detaljen att dess längd tar hänsyn till både växeln mellan motoraxeln, knivaxeln och matningsskruven samt till produktens storlek i helhet. Ett annat önskemål är att kopplingen har en lutning som ger plats åt knivskruvensamtidig som den underlättar övergången av det organiska materialet.

## **6.2 Standardkomponenter – Komponentval**

Under denna rubrik sker ett urval av de standardkomponenter som finns listade. Urval sker på grundval utav tillgänglighet, lämplighet och pris. Urvalet har skett kontinuerligt under arbetets gång. Materialdata och datablad finns i bilaga 9-10.

### **Kullager**

Kullager är hämtade från SKF-kullager och de har alla upptänkliga storlekar. SKF:s kullager håller sig inom våra krav som är att tåla minst ett varv per sekund.

Det minsta lagret har diametrar på D16d8 och de två stora D47d20.

Pris är ca 30 kr per kullager.

### **Kugghjul**

Kugghjulen som har använts för produkten är standardkomponenter från Mekanex (Mekanex). Dessa uppfyller kravet på utväxlingen. Priset är okänt.

### **Rotationspackning**

Denna finns hos ett företag som heter Trelleborg Sealing Solutions. Pris är okänt då offert inte anlät vid rapportens inlämning.

### **Motor**

Det finns en stor variation på elektriska motorer som kan användas i produkten. Och även en stor variation på leverantörer. De viktigaste punkterna är att motorn ska vara eldriven och ha en rotationshastighet på minst ett varv per sekund. Ytterligare krav är att rotationshastigheten ska vara reglerbar. Priset för en motor som uppfyller dessa krav skiljer sig en del, men ett medelpris är cirka 2000 kr.

### **Fläkt**

Det finns datorfläktar som är inom vår kravspec på 140mm i diameter, men industrifläktar i metall är bättre. Vi kan dock inte hitta någon återförsäljare av sådana. Priset ligger runt 100 kr.

### **Värmeelement**

Det finns så kallade värmeelement eller på engelska; coil tubular heater. Vi har hittat ett kinesiskt företag som säljer sådana. Priser är något oklart, men ett värmeelement till en bastuaggregator kostar runt 300 kr.

### **Matningsskruv**

Finns att köpa som standard från ett antal återförsäljare i de flesta storlekar. Dels tillverkas de till konsumentprodukter i form av köttkvarnar och dels till pelletsbrännare. Kostnad runt 500 kr.

## **7. Detaljkonstruktion**

Syftet med detaljkonstruktion är att finna och bestämma de unika komponenters uppbyggnadssätt, utformning och material. Produktens

detaljkonstruktion ger en överblick på de detaljer som senare ska tillverkas eller utsättas för funktionsprövning.

## 7.1 Utformningsteknik

Det vi utgått från när vi utformat produkten och dess ingående delar är dels hur mycket total plats den får ta och dels är den utformad så att det ska vara så korta transporteringslängder som möjligt. Chassits utformning är i dess slutgiltiga version utformad mer med tanke på montering och den plats dess ingående komponenter har än dess estetiska utformning. Motorn har varit väldigt styrande för storleken i bredd och djup. Torkningsenheten har varit styrande för dess höjd. Axlar har varit väldigt styrande för mellankopplingens utformning och denna har konstruerats på detta sätt mer på grund av nödvändighet än funktion. Våra val i utformningen är i mångt och mycket styrt av nödvändigheter runt andra komponenter än vad vi kanske egentligen hade velat. Baskonceptet från principkonstruktionen har följt med, men vissa ändringar har fått göras för att det ska vara möjligt att tillverka och montera komponenterna. Torkningsenhetens två delar är exempel på detta där vi fått dela övre och undre till två komponenter. Tanken från början var att gånga dem i över och nederkant för att sedan ha en skruvring, men vi ansåg det enklare ur både montering- och tillverknings synpunkt att använda flänsar i stället.

## 7.2 Kriterier på komponenter

### *Axelsystem*

De mekaniska rörelser som driver malkniven och matningsskruven skapas av en elektrisk motor. Den elektriska motorn är kopplad till en axel som överför moment till ett kugghjul. Kugghjulet fungerar som en växellåda där moment för vidare till ytterligare två axlar. Axlarna är kopplade till matningsskruven och till malkniven. Syftet är att åstadkomma en snabbare hastighet i vad som annars skulle vara pinjongen. Detta görs eftersom kugghjulet som ersätter pinjongen är kopplad till kniven genom en axel och det är nödvändigt att denna har en högre hastighet än den andra axeln. Kravet på axelsystemet är att den ska kunna överföra effekten från den elektriska motorn vidare till matningsskruven och även till kniven. Ytterligare krav är att systemet överför en högre effekt till kniven än till matningsskruven och att den ska kunna ge stöd och monteringsmöjlighet till chassit.

## **Värmeisolering**

Chassit ska isoleras med ett värmebeständigt material så att användaren inte bränner sig på produkten. Vårt valda material till detta är standardisolering och klarar för den mest värmebeständiga isolering upp till 200°C.

Materialet heter Paroc Hvac Lamella Mat AluCoat och återfinns hos Lindab (Lindab). Denna isolering är också beständig mot kondens och detta är väldigt behjälpligt i vår konstruktion.

## **Motor**

Motorn är drivenheten i produkten då axlarnas rotationshastighet beror på motorns effekt. Med avseende på produktens dimensioner måste motor vara relativt liten, därmed är en elektrisk motor avsedd för användning i produkten. Det är viktigt att motorn är av hög kvalitet. Eftersom buller och vibrationer som motorn producerar måste vara minimala. Den valda motorn för produkten är en elektrisk motor med modellbetäckning K21R 63 K6 (Bilaga 10).

## **7.3 Modifikationer från principkonstruktionen**

### **Slutförvaringsenhet**

Slutförvaringsenheten kommer nu mera att ingå i själva chassit, det vill säga kommer den inte vara en egen enhet utan snarare, för användare, en lucka som öppnas i nedre högra kanten på chassit. Vi har valt att göra denna ändring dels för att få ner antalet lösa komponenter och dels för att underlätta för användaren, genom säkerhet och användarvänlighet.

## **7.4 Materialval**

Produkten ska behandla olika former av organiska avfall. Nedbrytning av detta organiska material sker ständigt och under nedbrytningsfasen frigörs energi. I samband med frigörelse av energin frigörs även koldioxid och vatten (Wannholt, 1998.).

Under pelletering utsätts produkten för höga tryck, där höga temperaturer bildas. För att motverka korrosion samt det höga trycket är det valda materialet för produkten rostfritt stål eller aluminium då båda har hög beständighet mot fukt och väta (Ullman, 2003.). Aluminium är också något lättare att bearbeta på det sätt som krävs i vår produkt, det är också enklare att göra beläggningar och det är en fördel ur viktsynpunkt. Vårt materialval faller på aluminium då det finns ett flertal svenska firmor som håller på med detta. Beläggning av insidan av rörsystemet ska vara teflon för att

förhindra att avfall fastnar eller bränner fast från torkprocessen. Skruvchassit som måste gjutas tillverkas i gjutjärn.

## **8. Produktsammanställning**

Sammanställningsritningar och konstruktionsritningar återfinns i bilaga 6. Bildrenderingar kan skådas i bilaga 7 – 8.

På sammanställningsritningarna återfinns på unika delar och delar som är standardkomponenter. Exempel på detta är rotationspackning, packningar, kullager och kugghjul. Dessa finns inte representerade som konstruktionsritningar.

## **9. Resultat**

Resultatet från arbetet framförs i form av en konstruktionsmodell. Konstruktionen är utvecklingen av utvalt produktförslag vilket har skapats med hjälp av, framtagna kriterier och med hänsyn till bearbetad datainsamling, i CATIA V5R20. Arbetet med detta uppgår till ca 250 timmar, inkluderat konstruktionsritningar. Det vi uppnått är en konstruktionsfärdig produkt, men vi inser självklart att utprovning och modifieringar måste ske innan produkten är redo för marknaden. Rendering av produkten finns i bilaga 7.

## **10. Analys**

Produkten som helhet är konstruerad med hemanvändning i åtanke, därför lämpar den sig till småskaligt brukande. Detta är helt klart en nackdel i många sammanhang där önskvärt skulle vara att den kunde göra aning mer storskalig processing av biologiskt avfall. Produkten kommer bli relativt dyr, vi har tidigare i rapporten pratat om att den kommer bli i samma klass som en tvätt eller diskmaskin. Det ska dock också nämnas att detta är en relativt liten summa i sammanhanget då den kommer kunna spara pengar på sophämtningen. Energiförbrukningen är väldigt låg, även om det spår på elräkningen så tror vi ändå att den kommer kunna spara köparen pengar. Det är det lilla perspektivet. I det stora kommer den spara på miljön i det långa loppet då hämtning av sopor kostar en del i utsläpp, man kan ha ett mindre antal anställda som åker och hämtar soporna, samt att det sparar en del resurser i anläggningar som tar hand om avfallet. Dels genom att det inte behöver avskiljas från övrigt restavfall som är fallet i flertalet kommuner idag och dels genom att avvätning redan skett av användaren.



Det hela kommer ner till att ta tillvara på resurser och ge var och en ansvaret för sin egen konsumtion. Vi tror att många idag är villiga till en sådan utveckling där mer och mer ska skötas av konsumenten. Vi har dels miljöstationer där man ska sortera sitt avfall efter materialtyp och vi har dels vanliga soprum där det blir allt vanligare med sortering. Vi känner att denna produkt ligger helt rätt i tiden, men det är en liten lucka där den har en chans att komma ut på marknaden. Detta för allt fler kommuner idag hittar andra lösningar att ta till vara på avfall av denna typ. Det vi verkligen vill trycka på är att användaren har ansvaret, dels för det de producerar i form av avfall och dels på att man själv ska kunna ta till vara på avfallet. Att användaren sedan kan spara pengar i processen är bara en bonus och ett försäljningsargument.

## **11. Slutsats**

Som slutsats kan fastställas att en konstruktionslösning till behovet har skapats. Även om lösningen är en produktmodell, är modellens utformning fullständigt tillverkningsmöjlig. Med hjälp av den insamlade data över organiskt avfall och tidigare kunskap inom konstruktion och CATIA kunde vi strukturera och utforma det som vi anser mest lämpliga och enkla lösningar för en produkt som ska omvandla organiskt hushållsavfall till pellets.

## **12. Rekommendationer**

Här ges rekommendationer till fortsatt utvecklingsarbete på produkten.

### **Rengöringssystem**

I samband med produktens funktion tillkommer olika former av organiskt avfall att lämna spår i produkten. Delar av avfallet som inte följer hela processen kan fastna och kvarstå i produkten. Underhåll av produktkomponenterna är viktigt för att behålla en hög prestanda och en lång livslängd på produkten. Därför är det viktigt med ett rengöringssystem inne i produkten. Förslag för vidare utveckling av produkten kan vara att införa ett rengöringssystem som kan fungera i form av ett spolningssystem som är vattentillgång i hushållet, jämförande modell är en diskmaskin där slangar kopplas på genom det vanliga vattenburna systemet.

## **13. Kritisk granskning**

### **13.1 Metodkritik**

Den insamlade data för förståelse av organiskt avfall har inte gett någon specifik information om vad som menas med organiskt avfall. Samtidigt kan organiskt avfall vara olika beroende på hushåll. Variationen på avfall och allomfattande data kan skapa skepticism mot produktens funktionalitet. Därför blev tester delvis nödvändiga för att kunna bekräfta att produktens funktion är framkomlig. Men metodens reliabilitet varierar. Även om organiskt avfall betraktas som en huvudgrupp tillkommer undergrupper. För undergrupper kan nämnas exempelvis avfall från frukt, kött och grönsaker. Torkningstid för varierar och inte endast beroende på deras struktur utan även på avfallens volym. De genomförda testen kan därmed anses vara övergripande.

Men de genomförda test har likväl bidraget med en bild över hur organiskt avfall kan bete sig vid olika former av torkning. Observationer från detta har fungerat som riktlinjer för uppsättning av toleransgränser för torkningstid och torkningstemperatur.

För konstruktionen av produktmodellen är metodens validitet och reliabilitet stabila. Den valda konstruktionsprocessen är en standardiserad metodik för genomförandet av konstruktionsprocesser. De resultat som har uppnåtts genom Primärkonstruktion och Principkonstruktion är en dimensionerad och potentiell funktionell konstruktionsmodell på produkten.

### **13.2 Reflektioner över projektutförande**

Under genomförandet av produktmodellen saknades tidigare ramar eller utgångsmodeller för produkten eftersom produkten är egen i sin klass. Därför blev det svårt att kunna hitta rätta dimensioner för utformningen av produkten. De bestämda måtten har valt utifrån observationer på olika köksmiljöer. En djupare undersökning kunde ha genomförts för att kunna bestämma de mest optimala dimensioner för produkten. Men köksmiljöer kan variera mycket från hushåll till hushåll, därför försökte vi förhålla oss till en relativt liten dimensionering för produkten. Ett krav som skulle uppfyllas dock var att oavsett dimensioneringen måste produkten kunna behandla 5 liter avfall.

## 14. Referenslista

### Litteratur

Olsson, F. (1995). *Principkonstruktion*. Institution för maskinkonstruktion, Lunds Tekniska Högskola.

Olsson, F. (1995). *Primärkonstruktion*. Institution för maskinkonstruktion, Lunds Tekniska Högskola.

Olsson, K-O. (2006). *Maskinelement*. Stockholm; Liber AB.

Ullman, E. (2003). *Materiallära, fjortonde utgåvan*. Stockholm; Liber AB.

Wannholt, L. (1998). *Biologisk behandling av hushållsavfall i slutna anläggningar i Europa – huvudrapport*. RVF Rapport 98:7

### Internetkällor

Birgitta Raaholt, Birgitta Bergström, Agneta Broberg, Emma Holtz, Ulf Nordberg, Maria Del Pilar Castillo, Andras Baky. (2011). *Bedömning av två tekniker för torkning av lätt nedbrytbart organiskt matavfall*. Waste refinery (pdf-fil).

[http://wasterefinery.se/SiteCollectionDocuments/Publikationer/Rapporter/SI utrapport\\_Bedömning%20av%20två%20tekniker%20för%20torkning%20av%20lätt%20nedbrytbart%20organiskt%20matavfall.pdf](http://wasterefinery.se/SiteCollectionDocuments/Publikationer/Rapporter/SI utrapport_Bedömning%20av%20två%20tekniker%20för%20torkning%20av%20lätt%20nedbrytbart%20organiskt%20matavfall.pdf)

Hämtningsdatum 2011-11-05.

Lindab

<http://www.lindab.com/se/pro/products/Pages/Paroc-Hvac-Lamella-Mat-AluCoat.aspx>

Hämtningsdatum: 2012-03-20

Mekanex.

[http://www.mekanex.se/pdf/pdfkat/126\\_135.pdf](http://www.mekanex.se/pdf/pdfkat/126_135.pdf)

Hämtningsdatum: 2012-05-15

Miljöbalk (1998:808). Miljödepartamentet. Kap 15.

<https://lagen.nu/1998:808>

Hämtningsdatum: 2012-03-14

Trelleborg Sealing Solutions.

www.tss.trelleborg.com  
Hämtningsdatum: 2012-05-13

Sopor.nu  
[http://sopor.nu/mataavfall\\_tradgardsavfall.aspx](http://sopor.nu/mataavfall_tradgardsavfall.aspx)  
Hämtningsdatum: 2012-02-08

VEM motors Sweden AB.  
[http://www.vemsweden.se/images/pdf/K21\\_broschyr.pdf](http://www.vemsweden.se/images/pdf/K21_broschyr.pdf)  
Hämtningsdatum: 2012-03-17

### **Artiklar**

Markarian, J. (2004). *Pelletizing: choosing an appropriate method*. Plastic additives & compounding, vol 6, s 22 – 26 (pdf-fil).

Stegelmeier, M. Schmitt, V. Kaltschmitt, M. (2011). *Pelletizing of autumn leaves – possibilities and limits*. Biomass Conversion and Biorefinery, vol 1, s 173 – 187 (pdf-fil).

Lars-Erik Edshammar. (2005). Plastforum nr 9. Bearbetning från A till Ö. Teknik för profiler, s 53-60 (pdf-fil).  
[http://www.plastnet.se/iuware\\_files/user/plastnet.se/pdf/bearbetning\\_a-o/05-09\\_52\\_61.pdf](http://www.plastnet.se/iuware_files/user/plastnet.se/pdf/bearbetning_a-o/05-09_52_61.pdf)  
Hämtningsdatum 2012-02-10

## **15. Bilagsförteckning**

Bilaga 1 – Värdetabell för kriterieuppställning.

Bilaga 2 – Visuella förslag för framtagna delkomponenter.

Bilaga 3 – Visuella förslag för framtagna delkomponenter.

Bilaga 4 – Visuella modeller för produktens uppbyggnadssätt och utformning.

Bilaga 5 – Visuella modeller för produktförslagen.

Bilaga 6 – Riningar.

Bilaga 7 – 3-dimensionell modell för slutgiltig produkt.

Bilaga 8 – Datablad över standardkomponenter.

Bilaga 9 – Datablad över standardkomponenter.

Bilaga 10 – Datablad över standardkomponenter.