

CHALMERS



Utvecklad återvinning i produktion av livsmedel, för ökad sortering och resursanvändande

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet maskiningenjör

ANNA RÄNTFORS LOVISA STAAF

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
Göteborg, Sverige 2014

Utvecklad återvinning i produktion av livsmedel, för ökad sortering och resursanvändande

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet maskiningenjör

ANNA RÄNTFORS LOVISA STAAF

Institutionen för Produkt- och produktionsutveckling
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2014

Utvecklad återvinning i produktion av livsmedel, för ökad sortering och resursanvändande

Examensarbete inom högskoleingenjörsprogrammet maskiningenjör

ANNA RÄNTFORS LOVISA STAAF

© ANNA RÄNTFORS LOVISA STAAF, Sverige 2014

Institutionen för Produkt och produktionsutveckling

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: + 46 (0)31-772 1000

Tryckeri/Institutionen för Produkt och produktionsutveckling
Göteborg, Sverige 2014

FÖRORD

Följande rapport är resultatet av ett examensarbete vid maskiningenjörsprogrammet på Chalmers Tekniska Högskola i Göteborg. Arbetet har bedrivits i samarbete med konsultbolaget Sweco i Göteborg, i konceptet Sustainable Industry.

Vi vill börja med att tacka samtliga på Sweco, Göteborg för ett gott bemötande och goda råd i arbetet, ett speciellt tack till Monika Bubholz och Francesca Franulic för trevliga möten och mycket bra handledning. Utan ert engagemang hade inte detta examensarbete kunnat genomföras.

Vidare vill vi tacka alla inblandade på Estrella, framförallt miljöchef Mary Enwall som bidragit med värdefull information och gett oss möjligheten att genomföra projektet. Vi vill också tacka personal i fabriken för den tid som lagts ner på att hjälpa till att kartlägga processerna och besvara alla våra frågor.

Stort tack till de avfallsleverantörer och företag vi varit i kontakt med, ett extra tack till anläggningschef Jörgen Fredriksson på Ragn-Sells, platschef Peter Skruf på Renova och Magnus Thorsell på Franssons Recycling Machines.

Slutligen vill vi tacka Bertil Gustafsson på Chalmers för bra vägledning och stöttande genom hela projektet.

Göteborg, juni 2014

SAMMANFATTNING

Arbetet har utförts för Estrella AB, Göteborg på konsultbolaget Sweco AB, Göteborg, under konceptet Sustainable Industry. Estrella AB är en chipsproducent belägen i Angered, Göteborg. I produktionen av chips uppstår produktavfall som skulle kunna användas som en resurs för utvinning av biogas. För att kunna utvinna biogas ur chipsavfallet behöver andelen förpackningsmaterial i avfallet minskas. Detta har avsetts att göras tidigare varpå ett system för ändrad hantering implementerats. Detta system följs inte i dagsläget och förbättringspunkter finns.

För att säkerställa att produktavfallet sorteras och medger hög andel organiskt material har en teknisk lösning tagits fram för separering av chips och förpackningsmaterial. Genom att använda en destruktionskvarn där avfallet töms för att skapa mindre fragment av chips kan sedan sortering ske på en skaktransportör där chipsen faller igenom ett galler medan förpackningsmaterialet skakas framåt. Detta ger en låg andel förpackningsmaterial i den organiska fraktionen.

Rapporten omfattar konceptförslag på återvinningsmaskiner som kan användas för Estrellas produktion, CAD-visualisering av dessa, samt den mängd biogas som skulle kunna framställas ur avfallet. Vidare presenteras avfallsleverantörer för eventuell upphandling av tillvaratagandet av det organiska materialet.

SUMMARY

Estrella AB is a producer of snacks located in Angered, Gothenburg. In the production of chips, waste is created that could be used as a resource for the production of biogas instead of incinerate it. In order to extract biogas from chips, the packaging needs to be reduced from the total waste. There is no current system for handling this at the moment and is, at the side of a total waste handling by the packaging lines, in need of an improvement.

To ensure that the waste is sorted and allows a high proportion of organic material without any contamination a technical solution have been developed for the separation of chips and packaging. This has been accomplished by using a destruction mill where waste is dumped to generate smaller portions of the chips that later can be separated in a sifter the sorting problem could be solved and result in a low percentage of packaging material in the organics fraction.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	1
1.1	Företaget Estrella	1
1.2	Bakgrund	1
1.3	Syfte	1
1.4	Problemformulering	2
1.5	Mål	2
1.6	Avgränsningar	2
2	HÅLLBARHET INOM INDUSTRIEN	3
2.1	Hållbar utveckling	3
2.2	Hållbar materialhantering	4
2.3	Design for Environment (DFE)	5
2.4	Sustainable Industry som hållbarhetskoncept	6
2.5	Sociala aspekter	7
2.6	Incitament för en hållbar industri	7
2.7	Avfallshantering i livsmedelsindustrin	9
3	METOD OCH UNDERSÖKNINGSMETODIK	12
3.1	Vetenskaplig teori	12
3.2	Projektstrategi och överblick av metodiken	12
3.3	Informationsinsamling	13
3.4	Problembeskrivning	14
3.5	Förhållningsramar och sökning av lösningar	14
3.6	Konceptframtagning	14
3.7	Konceptutvärdering och konceptval	15
4	GENOMFÖRANDE	17
4.1	Projektintroduktion Estrella	17
4.2	Informationsinsamling	17
5	RESULTAT OCH ANALYS AV INFORMATIONSSINSAMLINGEN	21
5.1	Resultat och analys av observationer	21
5.2	Avfallsmätning	24
5.3	Enkätundersökningen	25

6	PROBLEMBESKRIVNING	27
7	KRITERIER FÖR BIOGASANLÄGGNINGAR	28
7.1	Leverantör 1 (Renova, Marieholm)	28
7.2	Leverantör 2 (Ragn-Sells, Heljestorp)	28
7.3	Leverantör 3 (Göteborgs Energi AB och Gryaab AB Ryaverket)	29
7.4	Leverantör 4 (Borås Energi och Miljö AB)	29
7.5	Sammanställning av avfallsleverantörer	30
8	UNDERSÖKNING AV NYTTAN FÖR BIOGASFRAMSTÄLLNING AV POTATISCHIPS	31
9	KONCEPTFRAMTAGNING	34
9.1	Informationsinhämtning	34
9.2	Konceptgenerering	35
10	KONCEPTFÖRSLAG	41
10.1	Avfallshantering	41
10.2	Teknisk separering	42
11	KONCEPTUTVÄRDERING	45
11.1	Avfallshantering	45
11.2	Teknisk Separering	46
12	RESULTAT	52
12.1	Separering av produkt- och förpackningsmaterial	52
12.2	Hantering av avfallet	57
12.3	Miljömässiga fördelar	58
12.4	Andra ställningstaganden	58
13	DISKUSSION	60
13.1	Att minska mängden brännbart avfall	60
13.2	Arbetsplatsens utformning	61
13.3	Avvägning mellan de tre hållbarhetsaspekterna	61
14	REFERENSER	62
	BILAGOR	65

BETECKNINGAR

Avfallsleverantör

Företag som hanterar och levererar avfallstjänster

Biogas

Ett bränsle i vätske- eller gasform som framställs av biomassa och har ett energiinnehåll baserat på främst metan (Biogasportalen, 2014)

Rötrest

Den restprodukt som bildas efter rötning. Rötresten består av vatten, icke nedbrytbart material, näringsämnen och mikroorganismer (Biogasportalen, 2014).

Biogödsel

Rötrest från rena avfall, användas som gödningsmedel. Rent avfall innebär gödsel, källsorterat matavfall, avfall från livsmedelsindustrin, lantbruksgrödor med mera (Biogasportalen, 2014).

Substrat

Råvara till biogasproduktion (Biogasportalen, 2014).

TS-halt

Torrsubstans, är det torra materialet som återstår efter fullständig torkning av substratet i biogasproduktion (Biogasportalen, 2014).

Uppgraderingsanläggning

Anläggning som avlägsnar koldioxid från biogasen för uppgradering till fordonsbränslekvalitet (Biogasportalen, 2014).

VS-halt

Glödförlust, anger halten organiskt material i exempelvis ett substrat (Biogasportalen, 2014).

Nm³ biogas

Fordonsgas säljs i normalkubikmeter. 1 Nm³ biogas väger cirka 0,75 kg (Miljöfordon, 2014).

CO₂ ekv

Koldioxidekvivalenter. Dessa är ett jämförelsemått som används till hur olika gaser har olika förmåga att bidra till negativ miljöpåverkan, gaserna jämförs i åttet hur mycket koldioxid som skulle behövas för att ge samma inverkan på klimatet (Koldioxidekvivalent, 2013)

Extruderad produkt

Avser ostbågar och jordnötsringar

1 INLEDNING

Detta arbete är ett projekt tillsammans med konsultbolaget Sweco. Sweco har med sitt koncept Sustainable Industry kunskap om hållbarhetsarbete på industrier och samarbetet skall ge förslag på hur avfallshanteringen kan förbättras på Estrellas fabrik i Göteborg.

1.1 Företaget Estrella

Estrella AB är en snacksproducent, ingående i en nordisk koncern, vilka producerar, utvecklar och säljer produkter inom området tilltugg på den nordiska marknaden. Den svenska fabriken är lokaliserad i Göteborg där tillverkning av popcorn, ostbågar och jordnötsringar men framförallt potatischips sker.

1.2 Bakgrund

För företag och verksamheter tycks det ha blivit allt mer viktigt att demonstrera miljöförbättrande åtgärder med anledning av det fokus som ligger på miljöproblemen i samhället. Med miljöförbättrande insatser finns förutom sociala fördelar också ekonomiska. Av dessa anledningar vill Estrella jobba med olika typer av förbättringar med fokus på avfallshanteringen i produktionen.

Estrella ställer höga krav på sina produkter, och för att dessa skall hålla en jämn och god kvalitet utsorteras och kasseras icke fullvärdiga produkter som produktavfall. Estrella vill angripa problemen som uppstår med detta produktavfall för att möjliggöra en förbättrad avfallshantering för sortering av potatischips- och förpackningsmaterial.

Proceduren för avfallsuppsamling sker idag manuellt där blandat avfall från packningslinjerna uppsamlas i sopkärl som sedan förflyttas till två containrar där chips- och förpackningsmaterial skall sorteras. Rutinen för sortering efterföljs inte i dagsläget utan allt avfall från produktionen går till förbränning. Genom åtskillnad av chips- och förpackningsmaterial har Estrella förhoppningar om att energin som finns i chips skall kunna återvinnas och tas tillvara genom att använda det organiska material som potatischips utgör som en resurs för biogasframställning, eventuellt som djurfoder.

1.3 Syfte

Syftet med projektet var att presentera förslag för att förbättra avfallshanteringen ur ergonomisk och ekologisk synvinkel och minska mängden brännbart avfall i chipsproduktionen på Estrellas fabrik i Göteborg. Detta i enighet med Swecos koncept för en hållbar industri – Sustainable Industry, med aspekterna ”produktionsprocess” och ”människa” i fokus.

1.4 Problemformulering

Estrella upplever att det inte finns någon smidig lösning för hantering och separering av produktavfall vid produktion av chips. Processen resulterar i stora mängder avfall vilket är ett problem då allt nu går till förbränning. Detta avfall skulle eventuellt kunna återvinnas på ett mer resurseffektivt sätt. Den manuella hanteringen av avfallet är inte heller optimal ur ergonomiskt och hygieniskt perspektiv.

1.5 Mål

Målet med projektet är att:

- ta fram ett konceptuellt lösningsförslag på hur man separerar organiskt material från förpackningsmaterial på ett säkert sätt, så att det organiska materialet kan återvinnas.
- ta fram förslag för underlättande av avfallshanteringen vid packstation
- undersöka möjligheterna för ett omhändertagande av det organiska produktavfallet för biogasframställning
- undersöka potatishipsens biogaspotential
-

1.6 Avgränsningar

Projektet har enbart hanterat det avfall som sker vid packningslinjerna i produktionen av potatiships.

Inga undersökningar har gjorts för att gå djupare in på grundproblemet om orsaken till varför restavfall produceras.

Eventuella upphandlingar av maskiner har inte hanterats. Dock har möjliga leverantörer tagits fram som förslag till samarbete.

Ekonomiska aspekter har inte utretts fullt ut, exempelvis har inga investeringskalkyler beräknats.

Projektets fokus har legat på separeringen av det organiska produktavfallet från övrigt material. Den manuella avfallshanteringen i övrigt har behandlats generellt, för enklare förbättringsförslag av ergonomisk karaktär.

2 HÅLLBARHET INOM INDUSTRIEN

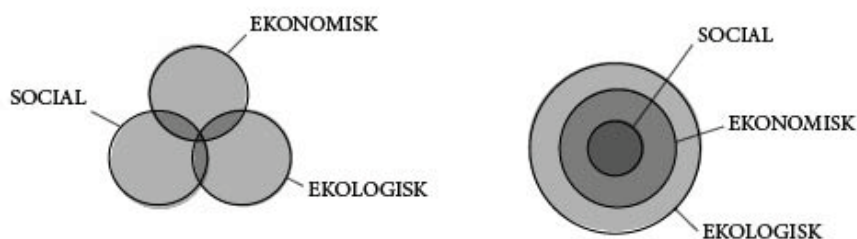
Utifrån samarbetet med Sweco med fokus på ”människa” och ”produktionsprocess” behandlas i teorin innebörden av hållbarhet och hur Sweco förhåller sig till detta utifrån deras koncept – Sustainable Industry, samt vad som kan vara av social betydelse vid utformande av system.

2.1 Hållbar utveckling

Definitionen för hållbar utveckling utarbetades av FN:s världskommission för miljö och utveckling i Brundtlandrapporten 1987 där det står att "En hållbar utveckling är en utveckling som tillfredsställer dagens behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillfredsställa sina behov". Miljömässig hållbar utveckling innebär ett bevarande av jordens resurser och dess innehav av olika ekosystem. Ekonomisk hållbar utveckling skall hushålla med mänskliga och materiella resurser. Social hållbar utveckling skall säkerställa grundläggande mänskliga behov (FN-förbundet, 2012).

En hållbar utveckling nås när villkoren i alla tre dimensioner uppfylls och där alla resurser värnas om och brukas på ett effektivt men varsamt sätt. De tre dimensionerna skall ge ett helhetsbegrepp om vad hållbar utveckling är, där den ena inte skall utvecklas på bekostnad av den andra. (Jagers, 2005)

Det finns olika synsätt på hållbar utveckling. I figur 2.1 nedan visas två av dessa synsätt. Under marknadsekonomins framväxt har ett synsätt rått som lagt jämn vikt vid ekonomiska, sociala och ekologiska aspekter vid beslutande processer för företagets produktion. I praktiken ligger fokus på de ekonomiska aspekterna och dessa är oftast helt avgörande för vilken plats de andra får (Gröndahl & Svanström, 2010). Det synsätt som blir alltmer aktuellt gällande hållbarhet är att se till de ekologiska förutsättningarna i första hand och de planetära begränsningarna avseende jordens ändliga resurser. I vilka sedan de ekonomiska och sociala aspekterna får inrymmas för att skapa en långsiktig hållbar produktion.



Figur 2.1 Två olika inställningar till hållbar utveckling. Till vänster: skapas hållbarhet så länge de ekologiska sociala samt ekonomiska effekterna är lika mycket tillgodosedda. Till höger definieras en hållbar utveckling utifrån val gjorda med ekonomiska och sociala aspekter tillgodosedda, förutsatt att de rör sig inom ett ekologiskt ramverk.

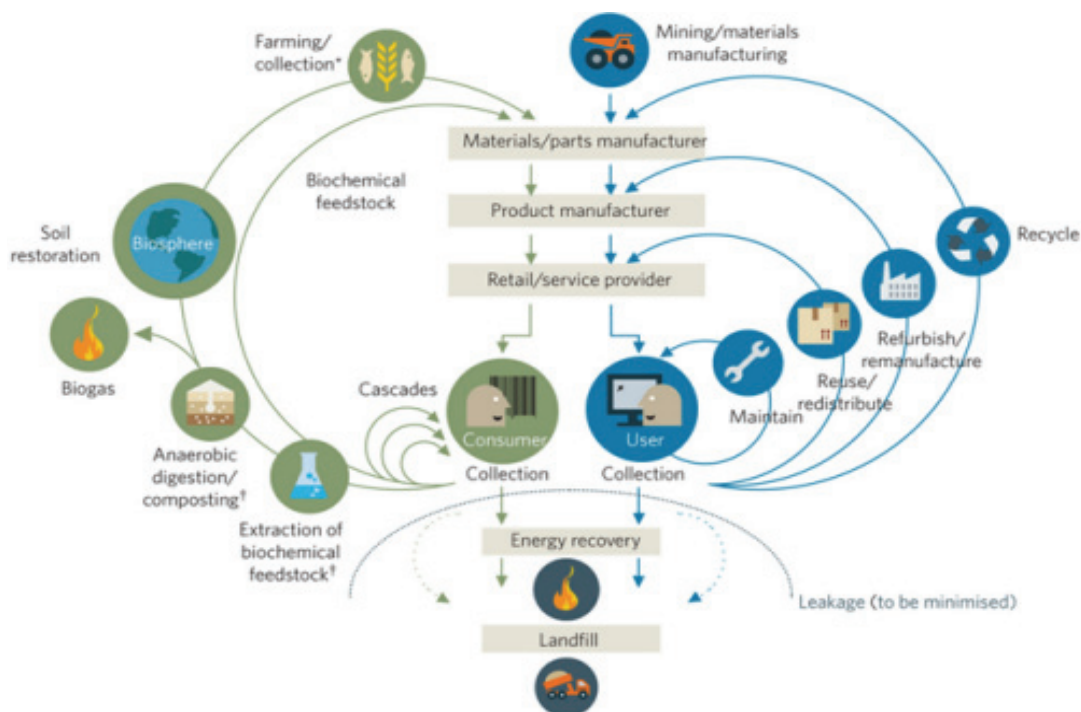
2.2 Hållbar materialhantering

Sinande råvaror gör att det utrymme som finns för utvinning av olika materialslag är krympande vilket starkt indikerar att det krävs ett mer effektivt resursutnyttjande för industriernas produktion och konsumenternas konsumtion. För en hållbar industri bör därför industrier och nationer jobba för att använda förnyelsebar energi, minska slöseri och använda material som kan återskapas eller återanvändas (Naturvårdsverket, 2014).

I den arbetsgrupp som Naturvårdsverket arbetar med i ett internationellt samarbete tillsammans med organisationen för ekonomiskt samarbete och utveckling (OECD) har en hållbar materialhantering utarbetats. I grunden handlar det om att främja innovation som är miljöpositiv samt arbeta efter ett livscykel tänkande i produktion och konsumtion. På Naturvårdsverkets hemsida beskrivs den hållbara materialhanteringen genom följande fyra grundprinciper:

- Att naturens resurser ska tas tillvara och hanteras långsiktigt
- Att ett livscykel tänkande genomsyrar all utveckling av nya produkter och processer
- Att man genom politiska styrmedel ska skapa incitament till hållbarhet
- Att integrera hållbarhetstänkandet i samhället i stort och skapa en diskurs där miljöaspekter ses som en självklarhet (Naturvårdsverket, 2014).

I en studie genomförd av stiftelsen Ellen McArthur Foundation & McKinsey (2012) med syfte att inspirera till att tänka cirkulärt, visade man på mycket stora ekonomiska fördelar med ett produktionssätt som bygger på cirkulära flöden.



Figur 2.2 Hur material kan flöda enligt ett livscykel tänkande (Ellen MacArthur Foundation, 2012).

Ett cirkulärt system innebär ett återinförande av material och komponenter i tekniska respektive biologiska kretslopp (se figur 2.2). Det handlar om att producera varor på ett sätt som minimerar restavfall, minskar antalet ingående komponenter och material samt återinför så mycket material som möjligt tillbaka till produktion. Designen bör också vara smart för att lätt kunna göra produktionskvalitetskontroller och på andra sätt optimera tillverkningsprocesserna. Maskiner, och de produkter som tillverkas i industrierna, bör ha komponenter som produceras och sätts ihop på ett sätt som gör dem enkla att demontera för att återanvändas. Det produktionsavfall som uppkommer ska omhändertas i ett nytt flöde och ses som resurser.

Fördelen med att konstruera för demonterbarhet är möjligheten att kunna återinföra komponenterna till ett tekniskt kretslopp, där komponenter eller material används igen. För produktionsavfall som är av organisk karaktär, bör detta återinföras till ett biologiskt kretslopp där avfallet ses som ”näring” tillbaka till jorden. För att åstadkomma detta krävs att det redan i initieringsfasen i konstruerandet av maskiner samt vid beställning från leverantörer ställs krav på att det finns möjlighet för användning i flera livscyklar. Att produktionssätt och materialval välj efter minsta möjliga socioekonomiska och miljömässiga påverkan, samt att ett system för återtagning och reparationer utvecklas (Belletire, St Pierre & White, 2005).

2.3 Design for Environment (DFE)

Design for environment (DFE) är en sammanfattning av flertalet stödmeter för en miljöanpassad konstruktion (Johannesson & Persson, 2004). För att säkerställa att de produkter och maskiner som konstrueras i industrin inte är negativt miljöpåverkande bör följande aspekter lyftas under utvecklingen:

- Konstruera resurssnålt, både process och material
- Se till hela maskinens livscykel
- Undersök alternativa processer och material i ett tidigt stadi
- Märk upp materialet i komponenterna för lättare återvinning (Ryding, 1995)

För ytterligare styrning finns det riktlinjer som kan användas, dessa är bland annat:

- Ändra tillverkningsprocesser för att minska produktionsspill
- Maximera användningen av återvunnet material
- Konstruera produkter med minimerat material
- Underlätta återanvändning av komponenter, produkter och maskiner
- Designa produkter för längre livslängd
- Gör en LCA analys för att ta reda på miljöpåverkan över hela livscykeln
- Tänk nytt! (Engineering.dartmouth, 2015)

2.4 Sustainable Industry som hållbarhetskoncept

Sweco har tagit fram ett koncept för hur industrin kan arbeta med hållbarhetsfrågor – Sustainable Industry. Sustainable Industry bryter ner hållbarhetsarbetet i konkreta mål och aktiviteter utifrån åtta aspekter som tillsammans täcker in alla delar av industrin. Aspekterna definieras nedan.

Verksamhet. Den hållbara industrin tar i sin övergripande strategiska planering hänsyn till etik, risk och flexibilitet. Fokus ligger på långsiktig lönsamhet och att produkten motsvarar marknadens krav. Verksamheten tar ett livscykelansvar för produkten.

Människa. Den hållbara industrin har medarbetare med kompetens att göra rätt val och som upplever självförverkligande i sitt arbete. God arbetsmiljö genomsyrar verksamheten.

Lokalisering. Den hållbara industrin är lokaliserad nära råvaror, kunder och medarbetare. Transporterna är korta och påverkar miljön så lite som möjligt.

Byggnad. Den hållbara industrin ryms i en byggnad som är flexibel för ändrad verksamhet. Ett livscykelperspektiv finns på användandet av byggnaden. Byggnaden har en utformning som ger en bra arbetsmiljö. Den uppförs på ett säkert och kostnadseffektivt sätt och står på säker grund.

Produktionsprocess. Effektiv användning av resurser kännetecknar en hållbar produktionsprocess. Logistiken är optimerad och produktionsutrustningen är vald utifrån ett livscykelperspektiv. Restprodukter och avfall omhändertas eller återanvänds i annan verksamhet.

Energi. En hållbar industrianläggning använder förnybara energikällor, har optimerad energianvändning och tillvaratar spillvärme från verksamheten.

Emissioner. Den hållbara industrin tar ansvar för att minimera utsläpp till luft och vatten. Buller eller andra störningar från verksamheten begränsas.

Omvärld. En hållbar industri tar ansvar för den påverkan som verksamheten ger upphov till hos leverantörer, kunder och övriga samhällsaktörer. Samarbeten med andra näraliggande verksamheter möjliggör optimalt utnyttjande av resurser.

(Sweco, 2014)

2.5 Sociala aspekter

För att ta hänsyn till människan och socialt hållbara förändringar i avfallshanteringssystemet på Estrella har teorier gällande ergonomiska och antropometriska faktorer varit stödjande i val av förbättringsförslag.

2.5.1 Antropometri

Vetenskapen som studerar människans proportioner kallas antropometri. Vid utformning och utveckling av produkter och arbetsplatser tänkta att interagera med människan bör hänsyn tas till människokroppens egenskaper och dess biologiska variationer beroende på kön, ålder och kondition. (Bohgard, 2005)

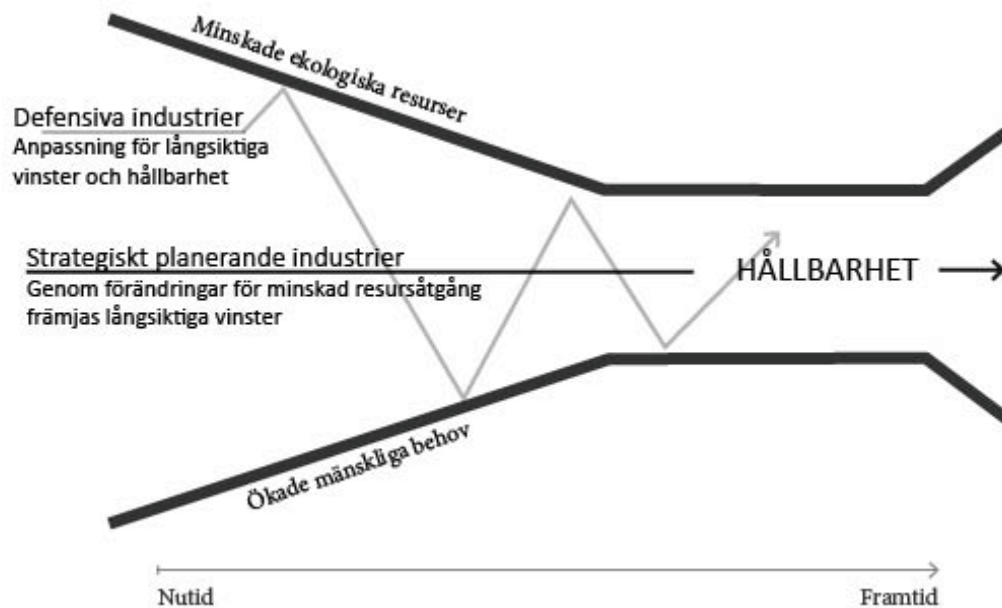
Antropometrisk data är ett stöd för utformning av produkter och arbetsmiljöer utefter människans anatomiska förutsättningar. Strukturella mått inom antropometri är definierade punkter på kroppen i standardiserade kroppsställningar, exempelvis kroppslängd, ögonhöjd och axelbredd. I samband med antropometrisk data används percentiler, för att ta reda på andelen utifrån en normalfördelning till vald urvalsgrupp. Extrema värden tas därför inte hänsyn till i antropometrisk data och det bör beaktas vid utformandet av produkter och arbetsmiljöer. Det innebär i praktiken att utformning bör konstrueras för att vara justerbar för att passa så många individer som möjligt. (Bohgard, 2005).

2.5.2 Interaktion

Färg, riktning, gestaltning och symboler är redskap som underlättar kommunikation mellan operatör och användargränssnitt. Visuella hjälpmedel skall minimera tiden och ansträngningen för att hitta information och bidra till ett mer effektivt arbete. Information som hör ihop bör placeras tillsammans och utformas så att det stödjer perceptionen, det vill säga tolkningen av sinnesuttryck. Displayer bör utformas med god läslighet, hög kontrast, rätt betraktningvinkel och god belysning, Man bör även utnyttja redundans, det vill säga att information ges från flera håll. Upprepas informationen är också chansen större att den tolkas korrekt, exempelvis att både text och bilder används. Man bör även undvika likheter mellan objekt för att inte orsaka förvirring och förväxling. Likheter kan bidra till felaktigheter och skapa onödigt arbete. (Bohgard, 2005).

2.6 Incitament för en hållbar industri

För att utveckla en industriverksamhet som ligger inom ramarna för långsiktig hållbarhet krävs ett innovativt tankesätt med tekniska lösningar som främjar människa, natur och ekonomi i framtiden (globalreporting.org, 2014). Det är inte bara positivt för ekonomin och konkurrenskraften att ligga i framkant när det gäller hållbar teknikutveckling. Det ger även möjlighet att kunna planera sin produktion under längre tid, då man genom ett proaktivt ställningstagande i att använda mindre resurser minskar risken för inskränkningar i handlingsutrymmet i framtiden (se figur 2.3) (Belletire, St Pierre & White, 2005).



Figur 2.3 Genom att tidigt välja en medvetet miljöpositiv strategi kan företag och industrier främjas i framtiden

Ett sätt att minska resursutnyttjandet är att återinföra restmaterial till produktionen, eller utnyttja detta material till annan produktion. Inom EU finns regleringar för hur avfall och industriutsläpp skall hanteras genom ramregelverk. I skrivelsen *Handlingsplanen för hållbar konsumtion och produktion samt en hållbar industripolitik* menar kommissionen att det är av stor vikt att främja ”resurssnåla och miljöinnovativa produktionsprocesser, minska beroendet av råvaror och uppmuntra till optimal resursanvändning och resursåtervinning” (EUR-Lex, 2008). Detta ska göras genom riktade insatser och incitament för att främja ett bättre konsumtionsmönster samt smartare produktutvecklande. Det fokuseras bland annat på ökad resurseffektivitet; ”att skapa mer värde med användning av mindre resurser” (EUR-Lex, 2008). Inom EU kommer det avsättas medel för styrning, främjande och övervakande av resurseffektivitet. Detta genom analysmöjligheter gällande materialval och ökat krav på ansvar över hela produktens livscykel (EUR-Lex, 2008).

Att aktivt arbeta för ett minskat resursanvändande och efter bästa möjliga förutsättningar visar på ett ställningstagande för ökad hållbarhet, vilket idag efterfrågas av både kunder och återförsäljare. Ett socialt hållbart agerande har idag blivit intressant då företag som arbetar efter att inneha ett socialt ansvar också förknippas med långsiktighet och stabil utveckling. (Tillväxtnalys, 2006)

2.7 Avfallshantering i livsmedelsindustrin

Kommande avsnitt förklarar vilka system som gör att ett miljöarbete är av ett ekonomiskt intresse för företag som i sin produktion ger uppkomst till restprodukter. Avsnittet redogör även över avfallshierarkins princip.

2.7.1 Ekonomi i avfallshantering

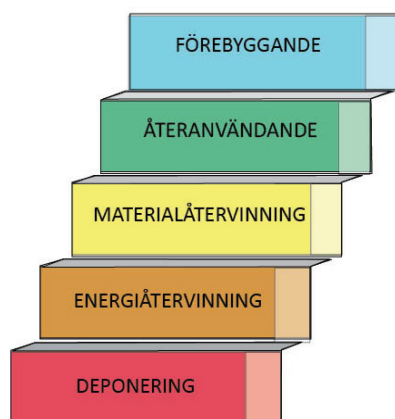
Sveriges miljölagstiftning bygger på Miljöbalken som trädde i kraft 1998. Denna balk, sammanhållen av lagar och förordningar skall främja och styra mot målet att nå en hållbar utveckling i samhället, lokalt och globalt. Som verktyg för att minska miljöpåverkan och bidra till ett högre resursutnyttjande används olika slags styrmedel. Styrmedlen kan vara informativa, administrativa och ekonomiska och skall med olika förfaranden göra det fördelaktigt att minska producerad avfallsmängd och ändra normer och beteende hos en aktörsgrupp. De ekonomiska styrmedlen är tvingande och består av skatter och avgifter, men även skattelättnader och subventioner. De ekonomiska styrmedlen som berör det här projektet är renhållningsavgifterna, dessa används för att styra avfallshanteringen i önskvärd riktning, mot ökad återvinning och utsortering av matavfall (Avfall Sverige, 2012).

Prissättningen hos avfallsanläggningarna beror av vilka olika tekniker som krävs för att behandla avfallet och vilka skatter som ligger på avfallet. Generellt är kostnaden högre för deponi och förbränning än omhändertagande för återvinning och återanvändande. Ju längre ner i avfallshierarkin ett företag hanterar avfallet, desto dyrare blir teknikerna som används för att försäkra en god hantering. För att styra företag att välja ett mer miljöriktigt alternativ läggs skattepålägg och avgifter för de val som föreligger vara mindre miljövänliga. (Marie Löfven, säljare Ragnsells, 27 april 2014)

2.7.2 Avfallshierarkin

Alla som alstrar eller hanterar avfall ska gör detta utifrån Miljöbalken, det styrmedel som finns för avfallshantering i Sverige samt EUs avfallsstrategi som är en prioriteringsordning för hur samhället bör förhålla sig till det avfall som produceras (Naturvårdsverket, 2013).

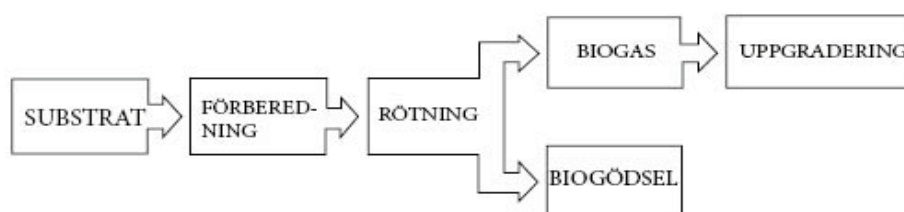
Med avfallshierarkin (se Figur 2.4) som strategi finns förhoppningar om begränsa det avfall som uppkommer och att det inte innehar skadliga egenskaper som en förebyggande insats. Om detta inte är möjligt bör avfallet tas tillvara genom sekundär användning utan att återigen behöva gå igenom tillverkningsprocessen. Nästa steg i avfallshierarkin är materialåtervinning, där produkten tas tillvara genom materialutnyttjande, exempelvis nedsmältning av plaster och metaller till nya produkter. För sådant avfall som inte har fördelen att kunna återanvändas eller materialåtervinnas kan detta istället tas om hand för utvinning av energi, exempelvis genom förbränning. Deponering är en sista utväg för material som inte kan tas om hand enligt ovan givna metoder. Är deponering sista utvägen skall bortskaffandet ske utan risk för människa, djur och miljö. Principen är att jobba så högt upp i avfallshierarkin som möjligt för minskad miljöpåverkan. (Prevent, 2008)



Figur 2.4 Avfallshierarkin med dess fem steg uppifrån och ner; begränsande, återanvändning, materialåtervinning, energiåtervinning, deponering.

2.7.3 Biogasframställning

Genom biogasframställning av organiska restprodukter kan avfall bli till resurser i form av fordonsgas samt gödslingsmedel (Biogasportalen, 2014).



Figur 2.5 Generellt förlopp över biogasframställningsprocessen med ingående beståndsdelar.

Biogas framställs genom att det organiska avfallet mals till 12 mikrometer stora partiklar. Dessa partiklar transporteras sedan genom skruvpress till blandnings- och hygieniseringsstankar (Ragn-Sells, 2013). I dessa tankar tillsätts vatten samt vattenånga som blandas runt med knivförsedda pumpar, detta för att processa den blandade organiska massan till en finfördelad slurry. Om temperaturen hålls över sjuttio grader under en tidsperiod på en timma, hygieniseras materialet och biomassan blir fullgod för gödsling till livsmedelsproduktion. Efter sextio minuters processande, tillsätts återvunnet processvatten och materialet förs vidare till rötningskammare (Jörgen Fredriksson, Anläggningschef Ragn-Sells Heljestorp, personlig kommunikation, 18 april, 2014). I rötningskammaren sker processen i tre steg: hydrolys, fermentation samt metanbildning. I hydrolysen sönderdelas enzymer och mikroorganismer till socker och aminosyror. I nästa fas sker en jäsningsprocess med bildning av fettsyror, alkoholer och vätgas som i slutfasen, metanbildningen, blir till biogas med hjälp av olika sorters mikroorganismer. Det material som blir kvar efter biogasframställningen kallas rötrest och innehåller vatten, mikroorganismer samt de icke nedbrytbara material som ingår i massan. Se figur 2.5 ovan för en systematisk bild över biogasprocessen. För att använda biogasen till biobränsle i fordon krävs ytterligare förfining genom uppgraderingsanläggningar (Biogasportalen, 2014).

I regelverket SPCR 120, certifieringsregler för rötning, finns det beskrivet att plastpartiklar större än 2mm enbart får förekomma i en utsträckning på 1 % av biomassan för att restslammet ska kunna användas i gödsel för matproduktion (Sveriges tekniska forskningsinstitut, 2013).

2.7.4 Vinster vid biogasframställning

Av de positiva effekter, både miljömässiga, sociala och ekonomiska, som ges av biogasframställning kan rötning av organiskt material till drivmedel nämnas som en viktig del. Genom att byta ut de fossila drivmedlen mot biogas minskas utsläpp av växthusgaser, hur stor denna minskning är varierar beroende på vilket drivmedel som utbytet sker med (se tabell 2.1). Enligt Naturvårdsverket ger 1 Nm³ biogas ett energitillskott på 9,77 kWh vilket motsvarar energin som ges av 1 liter diesel (se tabell 2.2). Därför kan varje mängd biogas som produceras ersätta samma mängd diesel i volym som måttenhet. (Naturvårdsverket, 2009)

Tabell 2.1: Mängden utsläpp av koldioxidekvivalenter per drivmedelstyp och enhet (Miljöfordon, 2014).

Drivmedelstyp	Utsläpp i koldioxidekvivalenter
Ren bensin	2,82 [kg CO ₂ ekv/liter]
Biogas	0,80 [kg CO ₂ ekv/Nm ³]
Naturgas	2,43 [kg CO ₂ ekv/Nm ³]
Fordonsgas	1,47 [kg CO ₂ ekv/Nm ³]
HVO (hydrogeniserad vegetabilisk olja)	0,44 [kg CO ₂ ekv/Nm ³]
El	0,083 [kg CO ₂ ekv/kWh]
Etanol i E85	0,63 [kg CO ₂ ekv/liter]
E85	1,04 [kg CO ₂ ekv/liter]
Diesel med 7,5 % fame	2,97 [kg CO ₂ ekv/liter]

Tabell 2.2 Energiinnehållet i bensin, diesel samt biogas (Miljöfordon, 2014)

Drivmedel	Energiinnehåll
Ren bensin	9,1 [kWh/lit]
Ren diesel	9,8 [kWh/lit]
Biogas	9,77 [kWh/Nm ³]

3 METOD OCH UNDERSÖKNINGSMETODIK

I kapitlet beskrivs de metoder och den vetenskapliga ansats som har använts i projektet.

3.1 Vetenskaplig teori

Projektet är ett utvecklingsarbete för Estrellas räkning. Ett utvecklingsarbete innebär ett uppstartande av processer i en viss riktning grundat på tidigare studiers resultat inom området, samt kompletterande genom egen datainsamling och inhämtande av existerande kunskap från experter (Davidsson & Patel, 2011). Genom att genomföra egna observationsstudier och mätningar har viktig specifik data genererats över aspekter som inte fallit under tidigare studier.

3.2 Projektstrategi och överblick av metodiken

Information inhämtades från flera olika källor, där mycket av kunskapen baserades på uppgifter från människor verksamma inom avfallshantering och biogasframställning. Arbetsgången har varit följande:

1. För att inhämta kunskap kring avfallshantering och hållbarhet inom industriverksamhet genomfördes en litteraturstudie.
2. Projektintroduktion och informationsinsamling. En grundläggande informationsinsamling genomfördes för insamling av data om produktionen på Estrella, personalens användning av befintliga hjälpmedel och tillvägagångssätt för hantering av produktavfall.
3. Informationen analyserades och sammanfattades i en problembeskrivning, för förtydligande av problemet med tyngdpunkt på miljö och ergonomi.
4. Jämförelse av möjliga avfallsleverantörer med biogasanläggningar och analys av deras olika villkor för omhändertagande av produktavfallet till biogasproduktion. I detta steg söktes också information om biogaspotentialen och bidrag till minskade växthusgaser i chips.
5. Konceptframtagning för separering av avfall. Som en del av konceptframtagningen söktes information om befintliga system på marknaden. Därefter gjordes konceptgenereringen med definiering av krav och önskemål på en principiell lösning för att separera organiskt produktavfall från förpackningsmaterial (chipspåsen).
6. Bearbetning och utvärdering av konceptförslag.
7. Test och utvärdering av slutlig principlösning. Utvärdering genom fysiska tester för evaluering av det slutgiltiga konceptet samt bedömning utifrån hållbarhetsprinciperna.

3.3 Informationsinsamling

För att erhålla kunskap om hanteringen av avfallet samt underlag för konceptframtagning genomfördes litteraturstudier, observationer, intervjuer samt enkätundersökning.

3.3.1 Observation

Observation som metod valdes med syfte att ge en uppfattning om arbetets tillvägagångssätt och kartlägga eventuella områden för förbättring. En observation är en kvalitativ metod att samla in data genom iakttagande av ett förlopp. En observation kan vara ostrukturerad, där observatören deltar i gruppen som studeras eller strukturerad där data erhålls genom ett ordnat observationsschema innehållande ett beskrivande av varje delmoment. Man skiljer också på en iakttagande observation, där deltagarna är medvetna om att bli observerade eller deltagande observation där observatören är en i gruppen som observeras. (Kylén, 2004)

Observationerna i projektet var avsedda att agera som underlag till lösningsförslag snarare än objektivt utredande. Både kvalitativ och kvantitativ data insamlades under observationerna för kartläggande av händelseförlopp och handlande.

3.3.2 Viktmätning produktavfall

Viktmätningar utfördes för att ta reda på vilka avfallsvolymer som hanterades. Mätningarna klassades som primärdata (Dahmström, 2011) och jämfördes sedan mot sekundärdata av tidigare mätningar. Mängden avfall var av intresse ur ekonomisk synpunkt och betydelsefull för kontakten med avfallsleverantörer.

3.3.3 Sekundär avfallsdata

Som sekundär data räknas data som redan existerar i form av genomförda tester, publikationer eller tillgänglig statistik från bland annat databaser (Dahmström, 2011).

För att underbygga inhämtad primärdata på uppmätt avfall jämfördes dessa med tidigare gjorda mätningar. De två datatyperna värderades för att få så tillförlitligt material som möjligt.

3.3.4 Enkät

Enkät som mätinstrument är en skriftlig förfrågan som görs tillgänglig för flera och med vilken man mäter människors beteende, åsikter och känslor. Enkäten kan göras skriftlig, på blankett, via ett webbaserat formulär eller per telefon och innehåller en till flera frågor som kan besvaras enskilt eller i grupp (Trost, 2012).

Enkät valdes för att få en uppfattning om personalens arbete och ta tillvara deras kännedom om förbättringsidéer inom sitt arbetsområde. Enkät istället för intervju valdes då tiden som resurs var begränsad för att föra ett samtal. En enkät skulle förhoppningsvis ge dem tid att svara utförligt på frågorna.

3.3.5 Intervjuer

En intervju är en kontakt där vi kan ställa frågor och följdfrågor för att precisera frågan och förstå svarande. Intervjuer kan vara strukturerade och ostrukturerade. En strukturerad intervju är planerad med ett antal formulerade frågor och fasta svarsalternativ medan en ostrukturerad intervju diskuteras fritt utifrån ett ämne. Semistrukturerade intervjuer är en mix mellan de två strukturerna där intervjun är delvis planerad. (Kylén, 2004)

Intervjuerna skulle ge vidare kunskap om den interna avfallshanteringen på Estrella, samt redogöra för vilka avfallssystem och tekniker som idag används på marknaden för utsortering och hantering av biologiskt nedbrytbart material, såväl på avfallsanläggningar som inom industrin. Intervjuer fördes med experter inom området för avfallshantering och utrustning för destruktion.

3.4 Problembeskrivning

Problembeskrivningen är den samlade informationen hämtad utifrån informationsinsamlingen. Beskrivningen preciserar huvudproblemet med avfallshanteringen och de olika problem som finns vid packstationen.

3.5 Förhållningsramar och sökning av lösningar

Sökning av biogasanläggningar och kontakt med strategiskt belägna avfallsleverantörer genomfördes för att veta vilka villkor som gällde för mottagande av avfall från Estrella. Avfallsleverantörerna hade också möjlighet att ta prover för analys och utvärdering av chips för biogasframställning.

3.5.1 Möjliga biogasanläggningar

En undersökning av avfallsleverantörer med biogasanläggningar gjordes för att veta vilka avfallsleverantörer som har möjlighet att ta emot det avfall som uppkommer i Estrellas produktion. Avfallsleverantörerna har olika tekniker för biogasframställning, vilka sätter kriterierna för andelen icke-organiskt material i avfallet och ger förutsättningar för hur väl sorterat produktavfallet behöver vara vid avhämtning. Det påverkade i sin tur vilka kriterier som gällde för kravspecifikationen under kommande konceptgenerering.

3.6 Konceptframtagning

Avsnittet beskriver de metoder som användes för konceptframtagningsprocessen. Dessa följer de principiella tillvägagångssätten för produktutveckling som används för konstruktion och konceptlösningar. Dessa metoder används för att fokusera arbetet på problemställningarna och generera lösningar utifrån intressentperspektiv men även ur ett omvärldsperspektiv. En strukturerad konceptutvecklingsprocess hjälper ingenjören att generera och kartlägga flertalet lösningsförslag och tydliggör beslutsprocesser och fungerar självdokumenterande (Johannesson & Persson, 2004)

3.6.1 Företagsbesök och marknadsanalys

Företagsbesök skulle ge en vägledning och understödja projektet med information och inspiration för hur hanteringen av organiskt avfall har implementerats på andra företag som också innehar ett maskinellt system för paketering av produkt.

3.6.2 Funktionsstruktur

Funktionsstrukturen beskriver huvudfunktionens olika delfunktioner och skall dela upp det komplexa totala konstruktionsproblemet i ett antal mindre delproblem. Resultatet av en funktionsstruktur är neutral i avseendet att den inte beskriver potentiella lösningar, utan behov hos den slutgiltiga produkten eller processen (Johannesson & Persson, 2004).

3.6.3 Kravspecifikation

I kravspecifikation fastläggs krav och önskemål som lösningen skall uträtta. Kravspecifikationen vidareutvecklas och modifieras sedan under projektets gång för att man skall komma fram till hur önskemålen och kraven skall upprättas. Specifikationen formuleras med fördel i mätbara mål för att enklare kontrollera uppfyllandegraden på lösningskoncepten (Johannesson & Persson, 2004).

Kravspecifikationen agerade som indata till en första modelleringsprocess där konceptförslag genererades. Den konstrueras för att bistå med värdefull information till konceptframtagningens processen men även för utvärderingsprocessen.

3.6.4 Brainstorming

Johannesson, H. Et al. framställer brainstorming som en strikt beskriven metod för att generera så många idéer som möjligt. Resultatet från brainstormingen skall ge en idékvantitet utan bedömd kvalitet i praktiken (Johannesson & Persson, 2004).

Brainstormingen användes som metod för att snabbt generera så många idéer som möjligt utefter beskrivna delproblem i funktionsstrukturen. Resultatet från brainstormingen gav en mängd formulerade idéer som gick att bygga vidare på och som listades i en morfologisk matris för att ges en struktur.

3.6.5 Morfologisk matris

En morfologisk matris användes för att lista delösningsalternativ erhållna ur brainstormingen på ett överskådligt och strukturerat sätt. Varje delösningsalternativ beskrev lösningen till en delfunktion. Delösningsalternativen kombinerades för att få fram olika sammansättningar av konceptförslag.

3.7 Konzeptutvärdering och konceptval

För att kunna utvärdera framtagna lösningar i konceptgenereringen genomfördes en eliminering genom viktning mot kravspecifikation, samt realiserbarhet i förslagen, för att på det sättet hitta det mest överensstämmande konceptet. I slutskedet testades koncepten för att detektera hur väl de fungerade i verkligheten.

3.7.1 Elimineringssmatris

Som ett första steg i utvärderingsprocessen viktades framtagna koncept mot varandra för att därefter elimineras utifrån allmänna kriterier om huruvida huvudproblemet löstes, uppfyllde kraven i kravspecifikationen, realiserbarhet och hur fördelaktig lösningen var ur miljö-, ergonomisk-, och ekonomisk synvinkel.

3.7.2 Relativ beslutsmatris enligt Pugh

I en Pugh-matris värderas konceptförslagen utefter givna kriterier och mot ett lösningsförslag som väljs som referens. Kriterierna är ofta givna från kraven i kravspecifikationen (Johannesson & Persson, 2004).

Pughs relativa beslutsmatris var ytterligare ett steg i att eliminera lösningsalternativ men som ändå var värda att gå vidare med från elimineringssmatrisen.

3.7.3 Tester

Tester som undersökningsmetod används för att undersöka hur en variabel reagerar på en annan variabels inverkan. Tester görs ofta för att pröva en teori och kan utföras på många olika vis beroende på undersökningsområde (Experiment, 2014)

De tester som gjordes prövade de framtagna konceptförslagen. Beroende på testernas utfall kunde sedan en bedömning av realiserbarhet göras.

4 GENOMFÖRANDE

I detta kapitel beskrivs genomförande av projektet. En viss mängd delresultat kommer att presenteras eftersom dessa ligger till grund för vidare vägval och genomförande. Projektet startade med en projektintroduktion som sedan åtföljdes av en grundläggande informationsinsamling. En generisk produktutvecklingsarbetsgång (se avsnitt 3.6) har därefter använts för att på ett systematiskt sätt finna lösningskoncept.

4.1 Projektintroduktion Estrella

Vid första mötet med Estrella gavs en introduktion till företaget, dess produkter och anläggningen i Angered, Göteborg. Mary Enwall, miljöchef på Estrella, redogjorde för det aktuella avfallshanteringssystemet samt om förhoppningen att kunna minska andelen brännbart och kunna ta tillvara det organiska materialet för återvinning istället för till energiutvinning genom förbränning.

En projektintroduktion genomfördes på Estrellas anläggning för genomgång av avfallshanteringen samt hur produktionen fungerar. Problemområden samt förbättringspunkter kunde övergripande identifieras. Dessa förbättringspunkter var att:

1. Förbättra den manuella hanteringen av produktavfallet från packningsstationerna.
2. Ta fram en teknisk lösning på separering av produktavfall och förpackningsmaterial.
3. Undersöka kriterier för biogasanläggningar för möjligheten att ta emot utsorterat organiskt produktavfall.

4.2 Informationsinsamling

Som ett andra steg i processen genomfördes en grundläggande studie för att identifiera problemområden och detektera förbättringsområden. Studien skulle ge god förståelse över rådande situation utifrån observationer, enkäter och intervjuer med personal i nära kontakt med problemområdet. Enkäter och intervjuer konstruerades utifrån observationerna med fokus på personalens upplevelser vid hantering av avfall medan mätningar utfördes för att bestämma volymerna av avfallet.

4.2.1 Avgränsning för observation- och enkätstudie

Undersökningen rörande observationerna och enkätstudien var begränsad att betrakta packstationerna där produktavfall från chipstillverkningen sker. Vidare har tre stycken olika huvudmoment definierats som sker vid hantering från packstation till tömning av produktavfall med den anledning att det är dessa delar som maskinoperatörerna berör vid ett maskinstopp. Huvudmomenten är definierade som följer:

1. Uppsamling av chips och förpackning vid maskinstopp
2. Hantering av soptunna
3. Tömning av kärlets innehåll i nuvarande container

4.2.2 Observation

De observationer som genomfördes var följande:

1. Kvalitativ passiv observation över det tekniska flödet.
2. Kvalitativ observation över agerande, inkluderande ostrukturerade intervjuer.

Den kvalitativt *passiva* observationen var enbart iakttagande och genomfördes för att få kunskap om vilka moment som utfördes kring packstationen. Dessa återupptogs sedan i den kvalitativa *deltagande* observationen där maskinoperatörerna ombads berätta om upplevelsen kring momenten, samt återskapa ergonomiskt påfrestande moment.

4.2.2.1 Kvalitativa passiva observation

För kunskap om maskinoperatörernas arbete genomfördes en kvalitativ passiv observation som enbart var iakttagande. Observationen skulle visa vilka händelser i produktionen som skapade produktavfall vid packningslinjerna samt hur detta produktavfall hanterades. Vidare iaktogs hanteringen av sopkärl samt vilka svårigheter eller kompensationer som hanteringen medförde med syfte att upptäcka eventuella ergonomiska brister. Observationsobjekten i denna studie var operatören som fysisk person, denne förflyttade sig runt mellan olika linor och utförde arbetsmoment som nedtecknades och beskrevs utförligt (se bilaga 1).

4.2.2.2 Kvalitativ deltagande observation

För att få bättre detaljinblick studerades arbetsmomenten mer ingående, följdfrågor ställdes och vissa moment ombads att upprepas där observatören kunde medverka för att förtydliga vilka svårigheter som kunde uppstå (se bilaga 2).

4.2.3 Avfallsmätning

För att få en uppfattning om mängden produktavfall från packningslinjerna genomfördes en viktmätning på allt avfall som lämnade chipslinorna under en vecka. Denna mätning räknas som primärdata då den inhämtades under projektets gång. Genom att mäta tyngden på varje container från packstationerna kunde ett approximerat värde på mängden avfall per vecka, månad och år beräknas. Dessa beräkningar var relevanta för dimensionering av slutgiltigt lösningsförslag och vid kontakten med avfallshanterare. Av sekretesskäl kan inte dessa mätningar redogöras för.

4.2.4 Sekundär avfallsdata

Som referensmaterial användes data från tidigare gjorda mätningar på Estrella. Dessa data visade andelen produkt tillsammans med förpackningsmaterial från totalt brännbart avfall. Mätningarna var gjorda under 2013 och registrerade månadsvis i ett separat dokument. Utifrån sekundära data kunde jämförelser göras med inhämtad primärdata. Dessa data kan inte redovisas närmare av sekretesskäl.

4.2.5 Enkät

Då syftet med enkäten var att ta reda på maskinoperatörernas upplevelser vid hantering av produktavfall konstruerades enkäten kvalitativt med merparten öppna frågor eller flervalfrågor. Öppna frågor valdes med anledning att öka svarsmöjligheten och inte styra svaren i en särskild riktning eller hindra kreativiteten hos de svarande. För studien var det också viktigt att ta reda på hur en eventuell lösning skulle kunna konstrueras på bästa ergonomiska vis. Genom en kvalitativ undersökning är chansen enligt (Trost, 2012) då också större att individuella upplysningar framkommer än vid användandet av en kvantitativ metod (Trost, 2012).

4.2.5.1 Enkätens struktur och placering för undersökningen

Enkäten (se bilaga 3) innehållande totalt elva frågor strukturerades efter följande tre huvudmoment:

1. Uppsamling av chips och förpackning vid maskinstopp.

Frågeställningarna rörde upplevelser, metoder, eventuella komplikationer, förbättringsförslag samt vad som skulle kunna få personalen att sortera chips och förpackning var för sig med fyra olika svarsalternativ.

2. Hantering av sopkärl.

Frågor angående vilken av tidigare samt nuvarande lösningar som ansågs vara den bästa för uppsamling av produktavfall samt hur nuvarande uppsamlingsmetod upplevs gällande tyngd, hanterbarhet, synlighet, renhållning och förflyttning.

3. Tömning av kärlets innehåll i nuvarande container.

Även här hanterades upplevelser, eventuella komplikationer, hjälpmedel och förbättringsförslag för hur man kan separera förpackning och chips var för sig.

Med mål att få in svar från så många som möjligt i urvalsgruppen delades totalt 70 enkäter ut i fabriken lunchrum under olika rasttillfällen. Detta gjordes för morgon- respektive eftermiddagsskiftet. Maskinoperatörerna gavs en muntlig och skriftlig introduktion av undersökningens syfte och uppmanades svara så utförligt som möjligt. För det tredje skiftet, nattsiftet, med arbetstider som sträckte sig mellan 23.30 och 06.30 lades enkäterna synliga för dem att ifyllas i mån av tid. Operatörerna hade möjlighet att svara under en veckas tid (fr.o.m. torsdag t.o.m. onsdag) för att sedan underrättas om en svarssammanställning fredagen därpå.

4.2.6 Intervju

Intervjuerna som fördes ingick som en del i informationsinsamlingen för att få uppgifter om uppfattningar. Dessa intervjuer var öppna och fördes med personer som arbetade inom Estrella, i nära kontakt med tillverkningen.

4.2.6.1 Öppna intervjuer med maskinoperatörerna

Intervjuerna som hölls med maskinoperatörerna var ostrukturerade i den bemärkelsen att det inte fanns någon plan för vilka frågor som skulle ställas. Intervjuerna skedde under observationsstudierna i fabrikslokalen under tiden arbetet fortgick. Frågorna berörde avfallshanteringen och ergonomiska aspekter. Det uppmuntrades att berätta om egna tankar på förbättringar samt uppfattningarna kring att sortera avfallet. Intervjupersonerna ledde vägen för vilka frågor som ställdes och fick fritt utrymme att diskutera.

5 RESULTAT OCH ANALYS AV INFORMATIONSSAMLINGEN

Detta kapitel utgör resultat och analys av genomförda metoder under informationsinsamlingen; observationer, avfallsmätning, enkätundersökning, intervjuer samt en beskrivning över avfallens fraktioner som behandlats.

5.1 Resultat och analys av observationer

De två observationerna, passiv och deltagande, gav information om hur arbetet runt packningslinjerna gick till, samt hur maskinoperatörerna upplevde avfallshanteringen.

5.1.1 Kvalitativ passiv observation

I den kvalitativt passiva observationsstudien framkom att det skedde produktionsstörning vid byte av förpackningsrulle (se figur 5.1). I monteringen kunde folien på rullen hamna fel och bidra till att perforeringen inte förslöts riktigt. Detta gav en linje längs förpackningsryggen där folien kunde urskiljas, varvid produkten kasserades. Vid byte av rulle kasserades standardmässigt de första fem påsarna. Detta för att säkerställa kvaliteten på produkten.



Figur 5.1 Förpackningsrulle monterad på packningsmaskin.

Ett antal förpackningar observerades fyllas utan att perforeras. Detta resulterade i öppna förpackningar med produkt som transporterades på linan och skapade produktavfall längs med hela packlinjen och främst under och intill packmaskinen (se figur 5.2).



Figur 5.2 Chipsrester på golvet under packningslinjen efter produktionsstopp

Även längor av tomma förpackningar matades ut ur maskinen under bytet av förpackningsrulle, dessa kunde i vissa fall bli till långa lufttuteslutna rondeller med perforerade kanter där ett vasst tillhygge var nödvändigt för att medge komprimering.

Anledningen till de långa lufttuteslutna rondellerna var att produktrester hamnat på svetsytan och därmed minskade den förslutande kontaktytan. I detta läge kunde stora mängder produktrester hamna på golvet vid packstationen och maskinen fortsatte då mata ut produkter tills en maskinoperatör stoppade linjen. Stora potatisskivor kunde också ge upphov till att förpackningen inte tillslöts.

I själva hanteringen av produktavfallet kunde följande mönster iaktas: Produktrester som samlats under linan samlades ihop genom tryckluftsutblås, dock ej de produktrester som samlats intill packmaskinen. Detta produktavfall skrapades ihop med en vinklinsbar plastskrapa som fanns tillgänglig vid varje packmaskin. Efter hopsamling användes sop och sopskyffel för att tömma i sopkärl (se figur 5.3). Chipsavfallet placerades i allra flesta fall i samma sopkärl som övrigt produktionsavfall trots att detta avfall var fritt från plastdelar och därmed rent i organisk mening.



Figur 5.3 Uppsopning av chips vid packstation

Vid samtliga linor observerades att ingen manuell separering skedde av förpackningsmaterial och organiskt material, detta trots möjligheten att lägga avfallet i två separata sopkärl. Allt avfall tippades i avsedda containrar belägna i fabrikslokalen.

Vid tippning av sopkärl till container användes en sopkärlslyft. Kärlden styrdes in mot sopkärlslyften och tömdes mekaniskt genom knapptryck. I detta uppfällda moment (se figur 5.4) fastnade produktrester och förpackningsmaterial i kärlet, vilket avhjälpes genom att använda en längre stålkrok och skrapa ur det sista ur kärlen.



Figur 5.4 Kärltömmare under tömning.

För att packa avfallet så smidigt som möjligt använde vissa av operatörerna en plastpåse i sopkärnen. När dessa skulle tippas tenderade påsen stanna i kärlet. För att få in luft under påsen och förenkla påsens möjlighet att falla ur, hade det gjorts hål i vissa av tunnorna. Detta resulterade i att chipsrester föll igenom om inte påse användes.

5.1.2 Kvalitativt deltagande observation

I den kvalitativt passiva observationsstudien framkom genom intervjuer och samtal att vissa av maskinoperatörerna ansåg att det nuvarande systemet innehade vissa obekväma rörelsemoment. Personalstyrkan ville återgå till ett hjälpmedel som fanns innan, en typ av plastpåse som förlängs i samband med att avfallet trycks ner. Dessa ansågs av maskinoperatörerna vara mer lätthanterliga och hygieniska än det sopkärlssystem som för tillfället användes. Även arbetsledare och gårdspersonal ville se ett sådant återtagande.

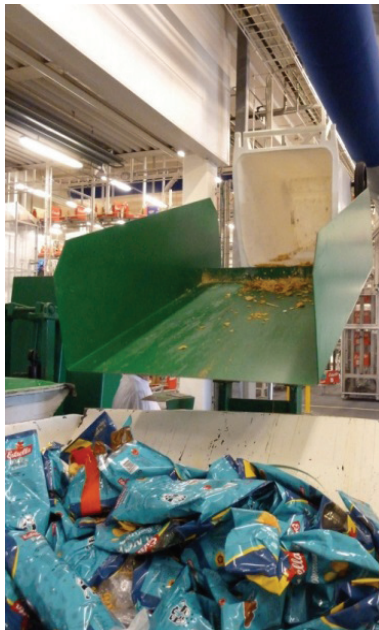
Det nuvarande systemet med sopkärl hade enligt maskinoperatörerna vissa ergonomiska brister. Sopkärnen var svåra att rengöra eftersom produktrester tenderade att fastna i botten av tunnorna. Även tömningen av tunnorna innebar viss ansträngning. Det hjälpmedel som användes för att avlägsna produktavfall var både tungt och otympligt. Detta var från början en provisorisk lösning som sedan blivit kvar. I övrigt ansåg flera av de operatörer som tillfrågats att de hål som borrats i tunnorna utgjorde en negativ påverkan på arbetsmiljön kring kärltömmaren.

5.2 Avfallsmätning

I de båda avfallsmätningarna (primärdata som inhämtades under projektiden och sekundärdata som gavs utifrån tidigare mätningar gjorda av Estrella) framgick inte hur stor andel produktionsavfall som utgjordes av extruderade produkter, dock är även dessa förpackningar och produkter av sådan art att de omfattas av möjligheten att rötas om förpackningen avskiljs liksom för chipsproduktionen innan avfallet hämtas. Det essentiella i mätningen var att ta reda på den ungefärliga andelen som uppkom från packningslinjerna och som idag förbrändes.

5.2.1 Avfallets två fraktioner

De material som beräknades och som i huvudsak utgjorde det brännbara avfallet från packningslinjerna var hela chipspåsar, tomt förpackningsmaterial samt organiskt avfall i form av chips (se figur 5.5). Det brännbara avfallet var, enligt dokument från Estrella, förutom det våta avfallet från förprocesseringen av potatisen, den största fraktionen avfall som omhändertogs av avfallsleverantör.



Figur 5.5 Bild på avfallet i container.

5.2.1.1 Produkt

Det produktavfall som behandlades i projektet var chips framställt av potatis, friterad i olja och smaksatt med kryddor och-/eller salt. Chips är organiskt material med ett högt energiinnehåll och därför ett intressant material för framställande av biogas (Jarvis & Schnürer, 2009).

5.2.1.2 Förpackning

Förpackningen består av (bi)orienterad polypropylen som lamineras ihop med en metalliserad (bi)orienterad polypropylen. Metallen är ett tunt skikt aluminium, som påförts plastfilmen genom ånga. Anledningen att aluminium används är de livsmedelsbestämmelser angående möjligheten att skydda produkten mot ljus, fukt och syre samtidigt som den skall fungera att användas i maskinerna friktionsmässigt och svetsmässigt samtidigt som den inte ska belasta miljön mer än nödvändigt. Förpackningen används också i kommunikation med konsumenten, därför är det viktigt att kunna trycka på materialet som används. (Kristin Niklasson, förpackningsansvarig Estrella, personlig kommunikation, 3 april 2014)

5.2.2 Jämförelse primär- och sekundär avfallsdata

Gällande sekundärdata genomfördes mätningarna under en längre period och förmånen att kunna registrera säsongsvariationer blev därmed högre än reliabilitet på primärdata som beräknades efter enbart en veckas avfallsmängd. Däremot var det utifrån sekundärdata svårare att avgöra hur ihållande mätningarna gjordes med tanke på den höga variationsmängden från månad till månad, exempelvis juni-juli och september-oktober-november. Med anledning att sekundärdata gav ett högre värde än primärdata går att anta att primärdata inte är för högt beräknat och att en dal kan ha infallit under gjorda mätningar.

Avfallsmätningarna genomfördes för att veta hur stor andel som kunde tas tillvara och återvinnas som biogas av det totala avfallet, samt för att få ett mängdvärde för underlag i samtal med avfallsleverantörer. Av sekretesskäl från producenten kan inga uppgifter på avfallsmängden redogöras.

5.3 Enkätundersökningen

Sammanfattningsvis visade enkätundersökningen att merparten av operatörerna någon gång hade fått ont av en rörelse som utförts vid uppsamlandet av produktavfall vid packningslinjen, detta rörde i de flesta fall axlar och handleder. På frågan om vad som skulle bidra till att sortering av chips och förpackningsmaterial skulle ske önskade tolv operatörer ett tekniskt hjälpmedel för underlättande av sortering medan sju stycken tänkte sig en annan utformning av sopkärl. För fyra stycken var mer tid viktigt. Idéer som framkom för sortering var att använda Longo-Pac, en typ av förlängningsbar uppsamlingsmjukplastrondell. En annan idé var att använda två kärl, varav en innefattade en inneslutande plastpåse för förenklad tömning av förpackningsmaterialet. Idéer om lägre tunnor framkom också då flera ansåg tunnan vara hög för ihopsamlade av produktavfall.

Två moment som ansågs vara överhängande svåra att genomföra var tömningen och renhållningen av sopkärlen. En fullständig redovisning av resultaten från enkätundersökningen återfinns i bilaga 4.

5.3.1 Enkätundersökningens reliabilitet och validitet

Enkätundersökningens frågor formulerades i syfte att ta reda på operatörernas upplevelser, metoder och idéer om hur de olika momenten kring packstationen kunde förbättras. Enkätundersökningens validitet uppskattades vara hög då den erhållna informationen var den som söktes. För undersökningens resultatreliabilitet hade dock ett högre deltagande varit önskvärt, då endast 18 av 60 (30 %) besvarade enkäten. Detta kan bero på att inte alla i skiften hade packningsmaskinen som arbetsområde då enkäten i huvudsak vände sig till dessa. En sammanställning av enkätsvaren presenterades i pappersform och muntligt under tiden som operatörerna gick på och av sina skift. Svaren var lika till vad som också observerats, vilket i sin tur gav en ökad reliabilitet. Tillsammans med genomförda observationer har en god uppfattning över situationen vid de olika arbetsmomenten givits trots att svarsprocenten var förhållandevis låg.

6 PROBLEMBESKRIVNING

Problembeskrivningen är ett resultat av informationsinsamlingen, där det grundläggande problemet låg i en avsaknad av smidiga lösningar för manuell hantering och sortering av organiskt och icke-organiskt material av avfall som uppstod vid packningslinjerna. Detta resulterade i kostnader för att skicka avfallet till förbränning samtidigt som ingen återvinning av det organiska materialet skedde och som vid separering annars hade varit möjlig.

Den manuella hanteringen av avfallet var inte heller optimal ur ergonomiskt och hygieniskt perspektiv där följande problempunkter kunde identifieras:

- Ergonomiskt ansträngande rörelser vid rengöring av maskin och uppsopning av chips från golv.
- I de sopkärl som användes fastnade chipsrester i botten vilket skapade en massa som var svår att avlägsna.
- Svårigheter vid tömning av sopkärl till container, hjälpmedel i form av en lång pinne med krok användes för att få ut material som fastnat.
- Ett undertryck uppstod i sopkärlen då inneslutande plastpåse användes, detta försökte man avhjälpa med borrhål i botten av sopkärlen.
- Rester av chips spreds under tippning av sopkärl till container i de hål som skapats för att förhindra undertryck.
- Plastförpackningarna expanderade i sopkärlen vilket försvårade tömning av sopkärl. Plastpåse lades därför i de sopkärl där chipspåsarna slängdes.
- Plastpåsarerna var inte kompatibla med sopkärlen.
- För komprimering av produktavfallet tippades containerinnehållet i komprimator på gården, vid tippning flög plasten iväg och gav upphov till nedskräpning.

7 KRITERIER FÖR BIOGASANLÄGGNINGAR

För att utreda vilken biogasanläggning som skulle vara lämplig att skicka det organiska avfallet till, kontaktades samtliga anläggningar i Göteborgs omnejd. Anläggningarna var totalt fyra stycken och presenteras nedan, se tabell 7.1 för sammanställning. Principen för rötning och biogasutvinning (se avsnitt 2.7.3) var gemensam för samtliga avfallsleverantörer. Därför avgjordes potentialen att ta emot avfall av rötgasanläggningarnas individuella system. Systemen bestämde således ramarna för hur produktavfallet behövde vara sammansatt gällande produktens torrsubstanshalt (TS-halt), andel förpackningsmaterial och även vilka kostnader som fanns för att ta emot avfallet.

7.1 Leverantör 1 (Renova, Marieholm)

Under samtal med Peter Skruf, platschef på Marieholm, framgick att Renovas anläggning på Marieholm i Göteborg är en så kallad uppgraderingsanläggning där utsorterat matavfall från Göteborgsregionens organiska avfall från hushåll, tillverkning och butiker tas emot för förbehandling för att sedan förädlas till biogas. Vid förbehandlingen sönderdelas organiskt avfall och blandas till en pumpbar organisk massa, en så kallad slurry. Denna trögflytande massa transporteras sedan vidare till biogasanläggningar i Falkenberg, Laholm eller Helsingborg för rötning.

Vid möte med Peter Skruf diskuterades avfallet från packningslinjerna, det vill säga potatischips och förpackningsmaterial. Peter Skruf ansåg att förpackningsmaterialet utgjorde en för stor del för att köras i deras anläggning. Förpackningsmaterial fick max utgöra 10 % av det totala avfallet. (Peter Skruf, biogaschef, personlig kommunikation, 29 april 2014)

Resonemang fördes om möjligheterna att underlätta hanteringen genom att göra chipsmaterialet pumpbart. För detta fanns möjligheten att blanda ihop chipsrester med processvatten, stärkelse och skalsrester som annars samlas upp i avrinningstankar inne i anläggningen. Denna tjockflytande massa testades för kontroll av duglighet (se bilaga 12) för framställning av biogas och gav positivt resultat vilket gör att avfallet från förprocesseringen av potatisen även kan användas till biogas. Ingen beräkning på mängden biogas på fraktionen har gjorts då detta ligger utanför projektets avgränsningar.

7.2 Leverantör 2 (Ragn-Sells, Heljestorp)

Vid besök på Ragn-Sells anläggning för sortering och rötning på Heljestorp i Trollhättan redogjorde Jörgen Fredriksson, platschef för biogas- och påsorteringsanläggningen på Heljestorp, över Ragn-Sells system för sortering och separering av påsar med biologiskt nedbrytbart material från påsar innehållande övrigt brännbart material. Den första sorteringen sker i hushållen som sorterar sitt avfall i påsar med färgkodning. Biologiskt nedbrytbart avfall slängs i de gröna påsarna och övrigt brännbart slängs i de röda. Därefter hämtas och transporteras dessa till Heljestorp och töms i mottagningsfickan för optisk sortering. Avfall från tillverknings- och butiksled med garanterat innehållande organiskt material behövde inte sorteras utan avstjälptes direkt i separat mottagningsficka för organiskt avfall (Jörgen Fredriksson, personlig kommunikation, 8 april 2014).

En förseparering av produkt och förpackningsmaterial skulle inte vara nödvändig för hantering i denna anläggning. Systemet hade möjlighet att avskilja organiskt från icke-organiskt ner till 0 %. Då anläggningen ligger ca 90 kilometer från Estrellas fabrik skulle kostnaden för att ta emot Estrellas avfall vara ca 500 kronor per ton plus transport till Heljestorp 1400 kronor per tillfälle om Estrella innehar en produktion av avfall på ca 300 ton per år.

7.3 Leverantör 3 (Göteborgs Energi AB och Gryaab AB Ryaverket)

Under samtal med Anders Larsson, säljare på Göteborg Energi, framgick att Gryaabs biogasanläggning behandlar förtjockat slam från reningen av avloppsvatten vid Ryaverket i Göteborg. Utöver slam från reningsverken rötas även matavfall från restauranger och skolor i Göteborgsregionen. Gryaab har ett slutet system för mottagning av material för rötning. Det innebär att materialet pumpas in i anläggningen och direkt in i rötkamrarna utan att blandas med övrigt material. Materialet rötas och biogasen transporteras sedan till Göteborg Energis uppgraderingsanläggning för förädling till fordonsbränsle. (Anders Larsson, personlig kommunikation, 11 april 2014)

Gryaab tar emot material i form av slam, renat från förpackningsmaterial och plaster. För att kunna ta emot avfall från Estrellas chipsproduktion behövde detta vara en våt pumpbar slurry med max 2 % förpackningsmaterial. (Anders Larsson, personlig kommunikation, 11 april 2014)

7.4 Leverantör 4 (Borås Energi och Miljö AB)

Vid Borås Energi & Miljö AB framställdes biogas utifrån samma princip som på Heljestorp, se avsnitt 7.2.

Borås Energi & Miljö tog emot avfallet till en kostnad av ca 400 kronor/ton. För kostnad av transporter till anläggningen, Sobacken, finns inga uppgifter. (Rakel Gustavsson, personlig kommunikation, 5 maj 2014)

7.5 Sammanställning av avfallsleverantörer

I tabell 7.1 nedan ses en sammanställning av den information som gavs av respektive avfallsleverantör utifrån anläggningstyp, andel förpackningsmaterial, mottagningskostnad, transportkostnad och andel torrs substans. Slutsatsen var att ingen av avfallsleverantörerna hade möjlighet att ta emot Estrellas produktavfall om inte andelen förpackningsmaterial minskades i den organiska fraktionen. Leverantör 4 hade inte uppgett några uppgifter. Detta medförde att ett avlägsnande av förpackningsmaterial var nödvändigt. Max 10 % förpackningsmaterial sattes som riktvärde i kravspecifikationen för hur mycket kontaminering det organiska avfallet fick innehålla.

<i>Anläggning</i>	<i>Leverantör 1</i>	<i>Leverantör 2</i>	<i>Leverantör 3</i>	<i>Leverantör 4</i>
<i>Anläggningstyp</i>	Biogasanläggning, våtrötning	Biogasanläggning, våtrötning	Rötning, våtrötning med uppgraderingsanläggning.	Biogasanläggning, våtrötning
<i>Andel förpackningsm.</i>	<10 %	<10 %	<2 %	Inga uppgifter
<i>Mottagningskostnad</i>	Inga uppgifter	Ca 500 kr/ton	Tar ej emot	Ca 400 kr/ton
<i>Transportkostnad</i>	Inga uppgifter	1400 kr/tillfälle	Tar ej emot	Inga uppgifter
<i>Övriga krav</i>	Tar emot torrt och vått material	Tar emot torrt material	Tar emot vått material, slurry	Tar emot torrt och vått m.

Tabell 7.1 Sammanställning av leverantör 1-4, över anläggningstyp, andel förpackningsmaterial, mottagningskostnad och transportkostnad.

8 **UNDERSÖKNING AV NYTTAN FÖR BIOGASFRAMSTÄLLNING AV POTATISCHIPS**

För att ta reda på hur stora de positiva miljöeffekterna med att utvinna biogas av potatiships som material var togs kontakt med Anna Schnürer, professor på SLU, Sveriges lantbruksuniversitet och biogasgruppen på Institutet för jordbruks- och miljöteknik, för hjälp att finna mätvärden för chipsets biogaspotential. Schnürer har i en rapport tagit fram riktvärden för beräkning av biogaspotential på olika avfallstyper beroende på sammansättningen av proteiner, fett samt kolhydrater. (se tabell 8.1) Genom rapporten ”*Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar*” (Jarvis & Schnürer, 2009) kunde ett teoretiskt approximerat värde beräknas utifrån potatishipssets näringsvärde för den mängd biogas som kan utvinnas ur varje ton chipsavfall (se tabell 8.2).

Tabell 8.1 Teoretiska mängd biogas som kan framställas ur fett, kolhydrater respektive protein. VS (volatile solids) anger halten organiskt material i ett substrat. (Jarvis & Schnürer, 2009)

<i>Bildad biogas (m³/kg VS)</i>		<i>Biogasens sammansättning (%); metan (CH₄), koldioxid (CO₂)</i>
Kolhydrater	0,38	50 % CH ₄ , 50 % CO ₂
Fett	1	70 % CH ₄ , 30 % CO ₂
Protein	0,53	60 % CH ₄ , 40 % CO ₂

Tabell 8.2 T.v. parametrar på chipsets innehåll. T.h. beräknat värde av mängden biogas som har möjlighet att utvinnas ur 1 ton chips.

<i>Parametrar för chips:</i>	<i>Chipsets biogaspotential (m³ biogas/ton avfall):</i>	
Våtvikt 1000 kg	Fett	292,5
TS: 100 % av våtvikt (Peter Skruf, personlig kommunikation, 30 maj 2014)	Protein	28,62
VS 90 % av TS	Kolhydrat	172,71
Fett 32,5% av VS	<i>Summa:</i>	<i>493,83 Nm³biogas / ton avfall</i>
Protein 6 % av VS		
Kolhydrat 50,5% av VS		

Beräkningar (se tabell 8.2) utifrån Berglund och Börjessons riktvärden (se tabell 8.1), givna av Schnürer visade att det, ur ett ton chips, bildas en uppskattad biogasmängd på ca 494 Nm³ biogas per avfallston. Genom att sätta detta värde i relation till hur mycket drivmedel som skulle kunna bytas ut, vilket indirekt skulle minska utsläppet av växthusgaser från fossila bränslen, kunde ett riktmärke ges för andelen koldioxidekvivalenter (CO²-ekv) som ersätts. Hur mycket utsläppen minskar beror på vilket drivmedel som exkluderas. För jämförelse med dieselfordon skulle 494 Nm³ biogas ersätta ca 490 liter diesel (Miljöfordon, 2014). I Sverige står dieselmotorer för ca 60 % av nybilsförsäljningen och är idag den största drivmedelskällan Trafikverket (2014), varav anledningen till detta drivmedel användes som referens i beräkningarna (se tabell 8.3).

Tabell 8.3 Jämförelse av utsläpp vid biobränsle som ersättning istället för diesel.

<i>Drivmedelstyp</i>	<i>Energiinnehåll</i>	<i>Utsläpp (kg)</i>	<i>Enhet</i>
Biogas	9,77 kWh/Nm ³	0,8	CO ₂ ekv./Nm ³
Ren diesel	9,8 kWh/lit	2,97	CO ₂ ekv./liter
<i>Minskat utsläpp:</i>	<i>-0,03 kWh/Nm³</i>	<i>2,17</i>	<i>CO₂ ekv./Nm³</i>

Biogas skulle enligt dessa beräkningar minska utsläppen av växthusgaser med 2,17 kg CO₂ ekv./Nm³, vid byte från diesel. För varje avfallston av chipsrester som levereras från Estrellas fabrik i Göteborg skulle en teoretisk mängd på 494 Nm³ biogas kunna utvinnas ur avfallet. Detta skulle innebära en positiv miljöpåverkan med minskade utsläpp på 2,17x493,83 = 1 072 kg CO₂ ekv./ton chips (se bilaga 5 för uträkningar).

Tabell 8.4 Mängd biogas som kan bildas från Estrellas packlinje på ett år samt den minskade mängden CO₂ ekv. i utsläpp per

Uträknat värde
<p>Uträkning för biogasmängd/år:</p> <p>Biogaspotentialen/ton chips (493,83m³) x Årligt organiskt produktavfall</p>
<p>Uträkning för minskade utsläpp/år:</p> <p>Minskat utsläpp av 1 ton chipsavfall (1 071,6)x Årligt organiskt produktavfall från packlinorna</p>

Ytterligare jämförelser gjordes med det utsläpp av växthusgaser som orsakas vid förbränning av avfallet. utifrån en rapport som Avfall Sverige gav ut 2003 "Förbränning av avfall. Utsläpp av växthusgaser jämfört med andra avfallsbehandling och energiproduktion". Där ett schablonbelopp för emissioner av koldioxid från avfallsförbränning ligger på 1,3 % -2,6 % av avfallsmängden, det vill säga 13-26kg CO₂ ekv/avfallston (Avfall Sverige, 2003). Det är dock viktigt att ta med att detta inte är hela bilden då förbränning av avfall även ger en energiproduktion som annars hade gett växthusgasemissioner vid annan energiutvinning (avfallsverige.se, 2003).

9 KONCEPTFRAMTAGNING

I den inledande delen av konceptframtagningsprocessen undersöktes vilka system som existerade för separering och sortering av material när kunskap om vilka biogasanläggningar som kunde ta emot avfallet var redovisat, därefter gjordes en konceptgenerering utifrån uppsatt kravspecifikation med efterföljande lösningsförslag. Detta kapitel svarar mot steg 5 och 6 i projektstrategin (se avsnitt 3.2).

9.1 Informationsinhämtning

Nästa steg efter problembeskrivning och undersökning av avfallsleverantörer innehavande en biogasanläggning som kunde tänkas ta emot producerat avfall gjordes olika företagsbesök. Målet var att inhämta information över redan befintliga lösningar och få exempel på hur dessa har implementerats.

9.1.1 Expertrådgivning inom avfallshantering, Sebastian Tamm Recycla.se

För att få en helhetsbild av den svenska återvinningsmarknaden gjordes ett besök på Recycla.se's huvudkontor i Göteborg för ett möte med företagets VD och grundare, Sebastian Tamm. Recycla.se arbetar med individuella avfallslösningar och finner aktörer på avfallsmarknaden som passar företagets behov. Under mötet gavs information om vilka tillverkare av avfallsutrustning som hade helhetslösningar för sortering av avfall, så kallade MRF-maskiner (material recycling facilities).

9.1.2 Företagsbesök Swedish Match

I syfte att få en jämförelse på hur avfallshanteringen ser ut inom en liknande verksamhet med automatiserad produktion (förpackning inneslutande produkt) gjordes ett besök på snusföretaget Swedish Match AB. Besöket gjordes på fabriken i Kungälv där Andreas Kjellsson, processutvecklare, intervjuades och visade avfallshanteringssystemet. Under 2012 genomfördes förändringar som bidrog till en effektiviserad avfallshantering, minskade kostnader och ökad sortering. Som förändring handlade det om förenklande, genom att ge soptunnor färgkodning för olika material och ta fram tydliga dekaleringar, vidare att öka densiteten på avfallet genom användande av komprimatorer och en destruktionskvarn. Som ett viktigt steg underlättades sortering och separering av prillor och dosor direkt vid packningslinjerna för att återvinna plasten och få en nollkostnad för prillorna som då kan gå till vägfyllnadsmaterial. (Andreas Kjellsson, Swedish Match, 3 april 2014).

Av de förändringar som Swedish Match genomfört anses några vara implementerbara för Estrellas produktion. Bland annat skulle enhetliga dekaleringar och färgkodning för förtydligande av vilket avfall som ska läggas i vilken behållare, med både förklarande text och bild, vara en bra lösning. En annan viktig aspekt var underlättandet av plastavfallshanteringen, som för Estrellas del skulle vara förpackningsmaterial, genom att samla upp denna i sopsäckar istället för hård soptunna samt komprimera plasten till balar för enkel transport och möjlig återvinning.

9.2 Konceptgenerering

I den inledande studien framkom två olika fokusområden för den kommande lösningsframtagningen. Därför skedde konceptframtagningen med två parallella ingångar. Lösningar behövdes för:

1. Den generella avfallshanteringen.
2. Separering av chips och förpackningsmaterial.

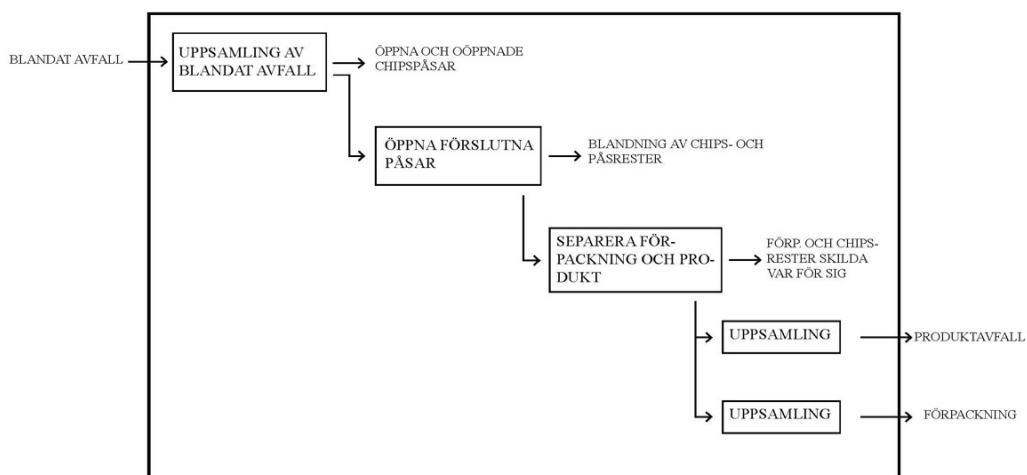
Utifrån kriterier för tillverkning av biogas (se kapitel 7) framkom att andelen förpackningsmaterial behövde minskas av det totala avfallet för att kunna införas i produktion av biogas. Konceptframtagning skedde genom upprättande av kravspecifikation, specificerande av funktion för vidare brainstorming över dellösningar och hopkoppling av dessa i olika koncept.

För att underlätta konceptframtagningen och få en öppen men klar målbild, utan inlåsningar, valdes arbetssättet att arbeta utefter en iterativ behov- och funktionsfokuserad produktutvecklingsprocess (Johannesson & Persson, 2004).

9.2.1 Funktionsstruktur

För att skapa en konkretisering av vilka funktioner som krävdes för att separera det organiska materialet från förpackningsmaterialet, upprättades en funktionsstruktur där problemet bröts ned till delproblem. Då det slutgiltiga lösningskonceptet skulle utmytna i en principiell lösning valdes en funktionsstruktur snarare än en fysisk struktur med ingående komponenter. Delproblem tagna ur funktionsstrukturen skulle tjäna som utgångspunkt i brainstormingen då steget blev att finna olika lösningsförslag för uppfyllande av varje delfunktion för separering av produkt och förpackningsmaterial.

Flödet kunde beskrivas genom följande illustration (se figur 9.1) där systemgränsen sattes till att, i ett linjärt flöde, inbegripa uppsamling av avfall till och med uppsamling av det separerade avfallsmaterialet. De funktioner som vill uppnås är uppsamling av blandat avfall, öppnande av förslutna påsar, separering av produktavfall och förpackningsmaterial samt uppsamling av de båda fraktionerna för återvinning och energiutvinning.



Figur 9.1 Funktionsstruktur för teknisk separering

9.2.2 Livscykel

För en hållbar utveckling i enighet med Swecos Sustainable Industry behövde krav sättas på att lösningen skulle vara långsiktigt försvarbar genom hela konceptets livscykel. Genom att i kravspecifikationen säkerställa att miljö, människa, ekonomi och process fanns representerade i konceptets faser, kunde en högre tillförlitlighet skapas i att helhetskonceptet ur hållbarhetsmått skulle bli positivt. För att inte missa någon punkt strukturerades detta upp i en matris, som underlag för kravspecifikationerna (se tabell 9.1).

Tabell 9.1

<i>Livscykel</i> fas	<i>Miljö</i>	<i>Människa</i>	<i>Ekonomi</i>	<i>Process</i>
<i>Framställning</i>	1.1	1.2	1.3	1.4
<i>Logistik/Installation</i>	2.1	2.2	2.3	2.4
<i>Användning</i>	3.1	3.2	3.3	3.4
<i>Sluthantering</i>	4.1	4.2	4.3	4.4

9.2.3 Kravspecifikation

Genom att ta in alstrad information under den tidiga informationsinsamlingen, samt genom att väga önskemål från ledning och maskinoperatörer kunde en övergripande kravspecifikation sättas samman för avfallshanteringen och den tekniska separeringen, se tabell 9.2 och 9.3 nedan för kravspecifikationer samt bilaga 6 och 7 för förklaringar.

AVFALLSHANTERING

Huvudfunktionen för den generella avfallshanteringen var att hantera avfallet, både i avseende att hålla avfallet liksom bortförsling. Därefter fanns ett antal krav-funktioner uppsatta, såsom att medge sortering av produktavfall, vara intuitiv i vilken avfallssort som skall hanteras, motverka tunga lyft, vara återvinningsbar, etc.

Tabell 9.2 Kravspecifikation över avfallshanteringen med ingående kriterium och krav respektive önskemål, funktion och begränsning.

AVFALLSHANTERING				
<i>Kriterium nr</i>	<i>Cell</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Krav = K</i> <i>Önskemål = Ö</i>	<i>Funkt. = F</i> <i>Begräns. = B</i>
1	HF	Hålla avfall	K	F
2	3.2	Vara lättrenörlig	K	F

3	3.2	Motverka tunga lyft	K	F
4	3.2	Minimera obekväma rörelser	K	F
5	3.2	Minimera buller	Ö	F
6	3.1	Medge sortering	K	F
7	3.2	Vara lätthanterlig	Ö	F
8	1.1	Maximera andelen återvunnet material	K	F
9	4.1	Vara 100 % återvinningsbar	K	B
10	3.2	Vara flyttbar	Ö	F
11	3.4	Medge tömning	K	F
12	3.2	Tydliggöra funktion	K	F
13	3.4	Minimera underhåll	K	F
14	3.2	Minimera olyckor	K	F

TEKNISK SEPARERING

För den tekniska separeringen konstruerades en kravspecifikation med underlag från den tidiga informationsinsamlingen, utifrån DFE verktygen (se avsnitt 2.3) samt de kriterier som gällde ergonomiska aspekter och de premisser avfallsleverantörerna krävde för att ta hand om avfallet. Huvudfunktionen var att separera produkt från förpackningsmaterial. Detta med minsta möjliga påverkan på individ, miljö samt reglerbarhet för flexibelt användande, se tabell 9.3.

Tabell 9.3 Kravspecifikation över den tekniska separeringen med ingående kriterium och krav respektive önskemål, funktion och begränsning.

TEKNISK SEPARERING				
<i>Kriterium nr</i>	<i>Cell</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Krav = K</i> <i>Önskemål = Ö</i>	<i>Funkt. = F</i> <i>Begräns. = B</i>
1	HF	Separera produkt och förpackning	K	F
2	1.1	Maximera andelen återvunnet material	K	F
3	1.3	Resurssnål tillverkning	Ö	F
4	3.4	Medge reglering	Ö	F

5	3.1	Vara reparerbar	K	F
6	3.2	Minimera vibrationer	Ö	F
7	3.2	Bullernivå < 80dB	K	B
8	3.4	Medge separerad uppsamling	K	F
9	3.4	Andel plast < 10 %	K	B
10	4.1, 2.1	Flexibel konstruktion	K	F
11	4.1	Vara 100 % återvinningsbar	K	B
12	3.4	Inneha uppsamlingsficka >1kbm	K	F
13	3.2	Minimera olyckor	K	F
14	3.3	Minimera underhåll	K	F
15	4.2	Maximera andelen uppsamlat organiskt material	K	F

9.2.4 Brainstorming

Med funktionsstrukturen och kravspecifikationerna som underlag genomfördes en brainstorming för att alstra så många förslag och tankar som möjligt för varje funktion. Medverkande vid brainstormingen var elever från Chalmers med koppling till produktutveckling och utfördes under ett tillfälle. Under brainstormingen diskuterades lösningar både för den generella avfallshanteringen av produktavfallet liksom för den tekniska separeringen, detta för att eventuellt finna en helhetslösning för problemet. Brainstormingen genomfördes genom muntliga idéer samt beskrivande text och skisser där alla tankar och idéer fick utrymme att lyftas. Dessa sammanställdes och utvärderades i en första gallring gällande genomförbarhet. I figur 9.2 nedan presenteras några av de förbättringsförslag som togs fram under brainstormingen:

AVFALLSHANTERING

- Färgkodade sopkärl och tydliga dekaleringar.
- Centralsug för upptag direkt vid packstation och nedsläpp i separeringsmaskin.
- Avfallskvarn i sopkärl.
- Löstagbar botten för enkel rengöring.
- Lågt kärl som placeras under packningslinjen.
- Låg tunna för chipset, fortfarande kompatibel med tippanordningen.
- Fettavstötande beläggning på insidan av tunnan.

- En fjädrande tyngd i botten på sopkärlet som ger ett tryck nedåt vid tippning, skruvas fast i mittenpartiet, soppåse krävs.
- Soppåsehållare för förpackningsmaterialet istället för tunna, helst ställbar och expansiv för reducerande av antal tömningar.
- Komprimator för det expansiva materialet (förpackningsmaterialet).
- Uppmärkta containrar för wellpapp, plast, papper etcetera för möjligheten att sortera ytterligare fler material.



Figur 9.2 Övre bilden fr.v. Löstagbar botten för enkel rengöring, lågt kärl som placeras under packningslinjen, fettavstötande beläggning på insidan av tunnan.

TEKNISK SEPARERING

Nedan beskrivna förslag, samt flera andra, kom upp under den första brainstormingen:

- En maskinell separerare, med valsar som krossade chipsen och sedan skakade dessa framåt för separering
- Vattenseparering genom sammanblandning med processvattnet och pressning i skruvpress
- Upprivande av påsar och separering genom luftsug
- Destruktionskvarn samt separering genom skakgaller

Lösningförslag placerades i en morfologisk matris uppspaltade efter delfunktion och dellösningalternativ för att kombineras med varandra.

9.2.5 Morfologisk matris för separering av chips från förpackning

Idéer som genererades under brainstormingen som berörde separering av chips och förpackning samlades i en morfologisk matris (se bilaga 8). Där beskrevs delfunktionerna och fortsatt idégenerering skedde utefter funktionerna som skulle lösas (se figur 10.1). Med hjälp av den morfologiska matrisen kunde olika dellösningar kombineras med varandra och totalförslag valdes sedan ut som konceptförslag. Resultatet av den morfologiska matrisen gav följande kombinationer:

- Koncept 1 uppsamlingsficka – valsar – kvarnar – transportband - skaktransportör med sikt - uppsamlingskärl.
- Koncept 2 uppsamlingsficka – trumma med nätstruktur och enaxlig skruv – transportband – uppsamlingskärl.
- Koncept 3 uppsamlingsficka – skärverktyg – transportband – sugmunstycke – uppsamlingskärl.
- Koncept 4 uppsamlingsficka – mixer – separeringstank.
- Koncept 5 uppsamlingsficka – valsar – transportband – skaktransportör med sikt – uppsamlingskärl.

10 KONCEPTFÖRSLAG

De idéer som uppkom under konceptgenereringen för den generella avfallshanteringen och som bedömdes vara lämpliga ur ett ergonomiskt perspektiv och utifrån kunskap som alstrats under den tidiga informationsinsamlingen samt ansågs vara möjliga att implementera i produktionen togs vidare som förslag på förbättringar. För en teknisk separering av chips och produktavfall genererades fem olika konceptförslag som förfinades och beskrivs i detta kapitel

10.1 Avfallshantering

Från enkätsvar, brainstorming, företagsbesök samt en sökning av befintliga produkter på marknaden valdes lösningar som bedömdes vara ergonomiska ur ett interaktionsperspektiv. Dessa var att

1. Skapa färgkombinationer och tydliga bilder som skall interagera och tydliggöra funktion för vilket avfall som ska hanteras.
2. Använda ett sopkärl kompatibelt med kärltömmare för produktavfallet som är jämt blandat med förpackning och en sopsäckshållare på länkhjul med kompatibel sopsäck för de förpackningar där andelen chips är låg. Sopsäcken skall kunna slängas direkt i uppsamlingskärl/container för förpackningsmaterial.
3. Montera en fjädrande tyngd i botten för att innehållet i sopkärlen lättare ska falla ut vid tippning.
4. Införa ett centralt sugsystem. Sugsystemet skall underlätta hanteringen så att endast hopsopning av avfallet behöver göras. Sugsystemet ska bidra till en renare miljö då produktavfallet kan föras detta underlättar hanteringen avsevärt samt bidrar till en renare miljö då produktavfallet direkt kan transporteras till separering.

Hanteringen på gården efter den tekniska separeringen skulle motverka att förpackningsmaterial och chips flög iväg vid tömning i container eller kompressor på gården. För detta problem skulle en container med lock kunna användas.

10.1.1 Implementerbara lösningar för den manuella hanteringen

Efter sökningar över produkter inom segmentet returavfallsleverantörer hittades produkter som skulle kunna implementeras för att åstadkomma en ökad sortering och förenklad avfallshantering. Dessa var bland annat att använda färgkodade sopkärl vilket ger ett intuitivt användande och synliggör skillnader (Abrahamsson et al., 2008). Både sopkärl och container kan därför väljas med distinktion mellan färgerna på sopkärl för olika sorters avfall, organiskt avfall respektive förpackningsmaterialet.

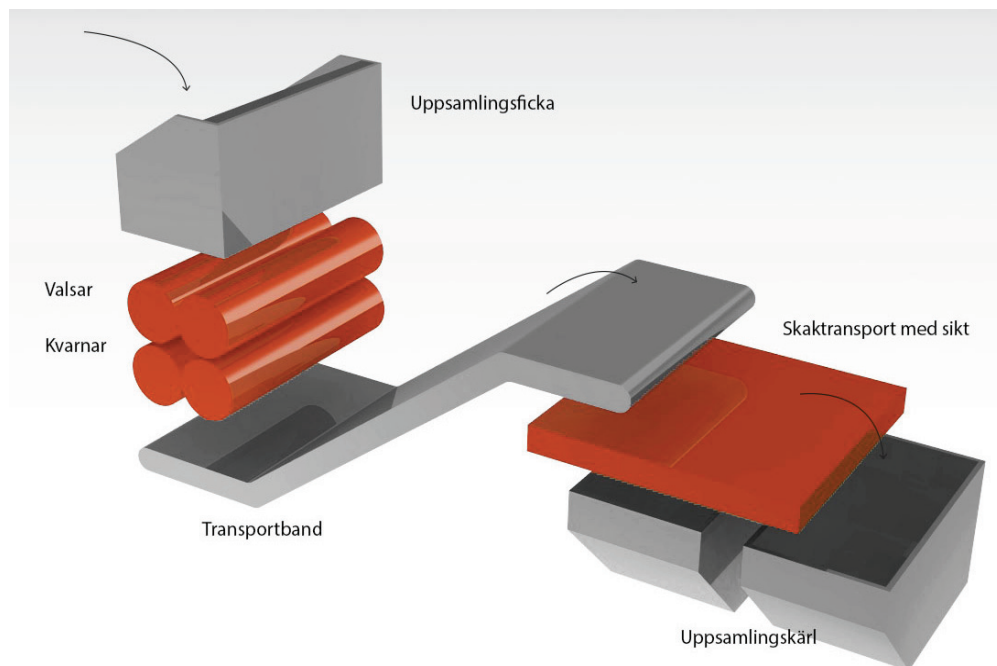
För att veta vilken avfallsgrupp som ska relateras till vilken färg kan även tydliga dekaler införas, för detta fanns även här färdiga produkter i A4- och A3-storlekar med möjlighet till tryck som passar avfallsgruppen.

Alternativ för att förhindra att förpackningsmaterialet sprids är att använda ett lock till containers eller lägga avfallet i plastpåse istället för tunna vid packstationerna. Används soppåse hållaren medge en enkel hantering och enkelt kunna trädas på och bytas för effektiv och ergonomisk hantering.

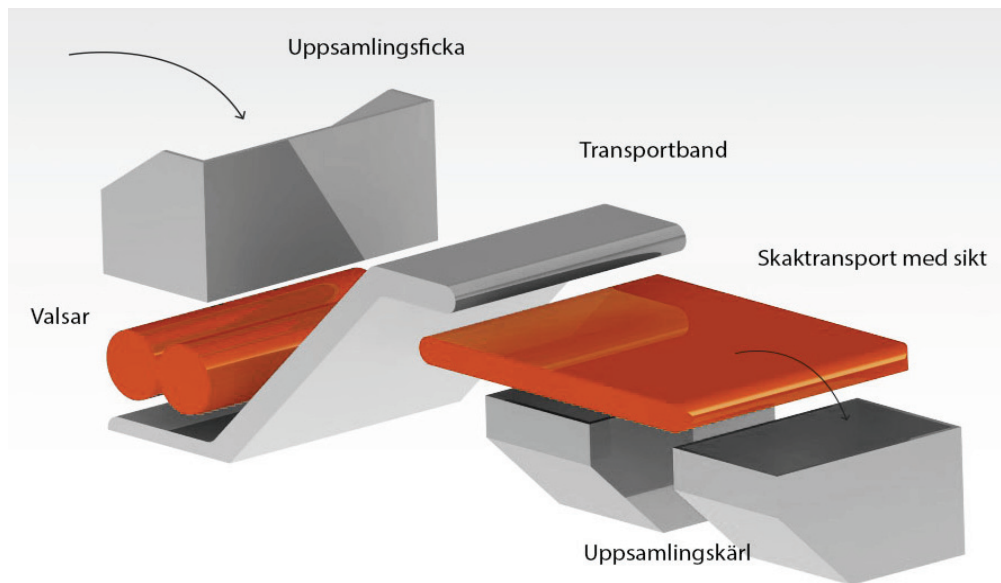
10.2 Teknisk separering

Konceptförslagen komna ur brainstormingen och den morfologiska matrisen fokuserade på hur separeringen av produkt och förpackningsmaterial skulle kunna separeras. Alla koncept utrustades med en uppsamlingsficka, därefter skiljde de sig åt i teorin om hur åtskillnad av de två fraktionerna kunde ske.

Koncept 1 och 5 (se figur 10.1 och 10.2) togs fram utifrån teorin om separering genom storleksskillnader i de olika materialen. Då chips i regel är sprött förväntades detta bli till smulor under valsning medan förpackningsmaterial revs sönder i en kvarn. Skillnaden mellan koncept 1 och 5 är att chipsmaterialet förväntas skakas ur sin förpackning trots att ingen upprivning sker, utan öppnas genom att valsarna pressar de förslutna påsarna till att öppnas upp genom tryck istället för att rivas. Separeringen sker i båda fallen genom en inbyggd sikt i skaktransportören där chipsmulor kan falla genom och ner i uppsamlingskärlet för organiskt material. Förpackningsmaterialet skakas vidare framåt mot uppsamlingskärlet för förbränning.

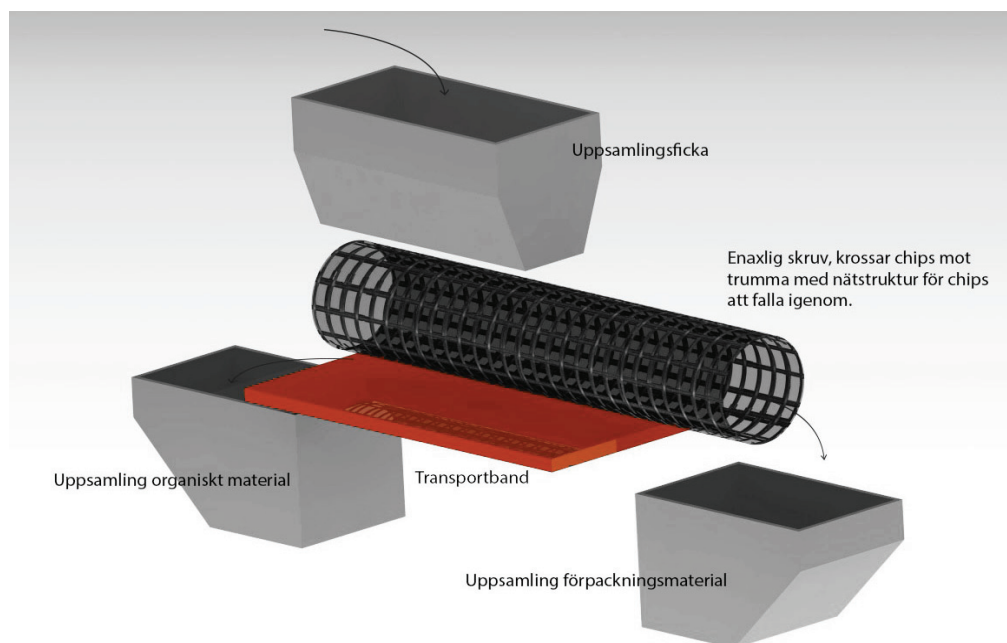


Figur 10.1 Koncept 1, teorin om separering genom storleksskillnad i de ingående materialen och skakseparering.



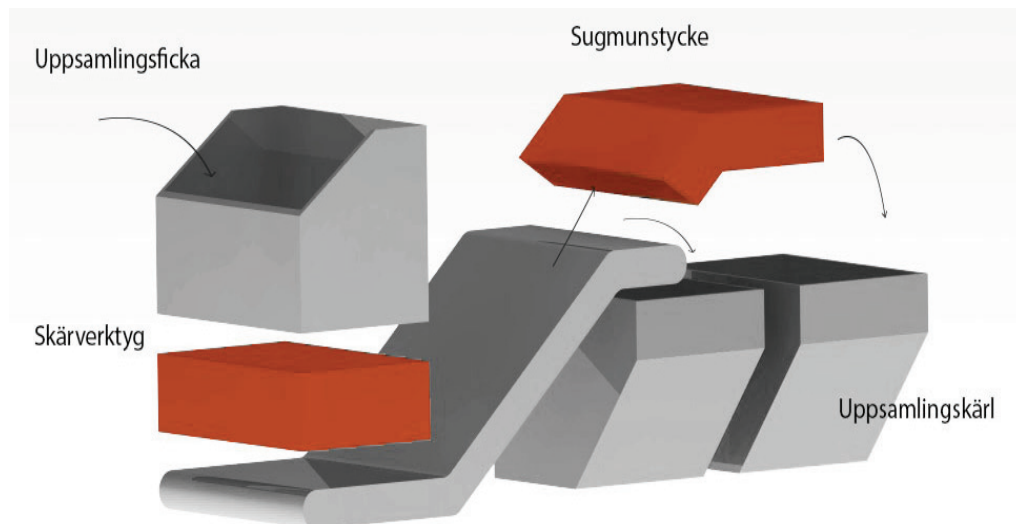
Figur 10.2 Koncept 5, separering genom storleksskillnad, öppning av förslutna påsar genom tryck.

Koncept 2 (se figur 10.3) bygger liksom koncept 1 och 5 på teorin om separering genom storleksskillnader i materialen. Här sker separeringen däremot med en enaxlig skruv som krossar chips och förpackning mot en trumma med ”nät-struktur”. Chipset smulas och faller ner på ett transportband under trumman medan förpackning fortsätter ut ur trumman. De två fraktionerna samlas upp i två separata uppsamlingskärl.

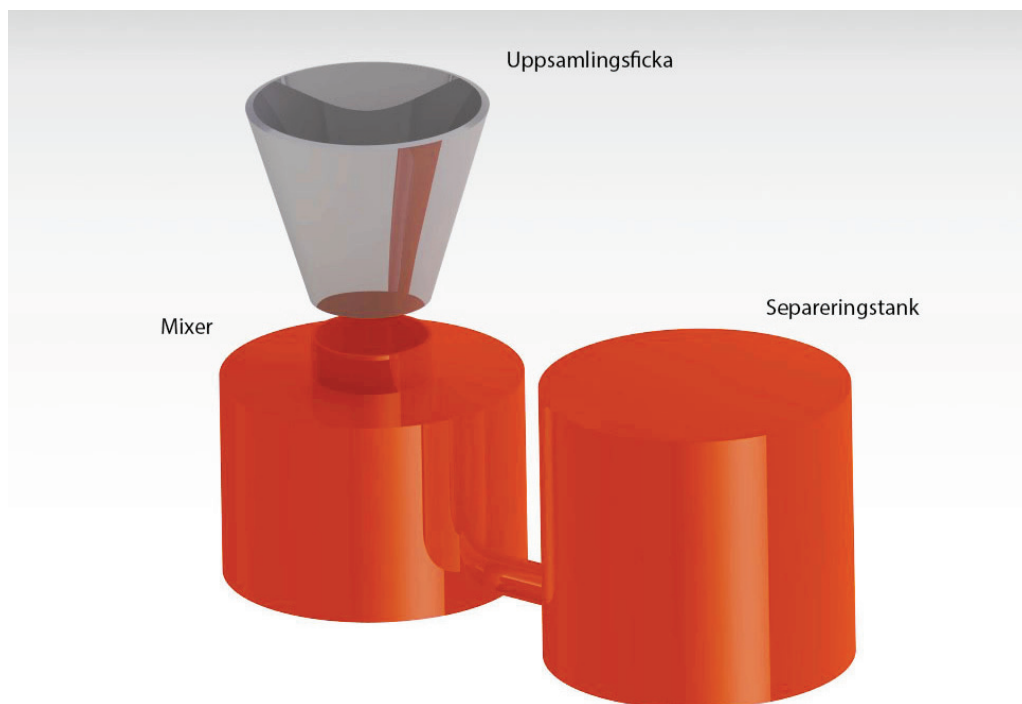


Figur 10.3 Koncept 2, separering genom storleksskillnad med chips som krossas mot trumma med roterande skruv.

Vid framtagning av koncept 3 och 4 (se figur 10.4 och 10.5) fanns en teori om separering genom densitetsskillnader i materialen. I koncept 3 sker detta genom uppsugning av den lättare fraktionen medan det i koncept 4 sker beroende på vilken av fraktionerna som flyter vid tillsats av vatten. Separeringen av förpackningsmaterial skulle i koncept 4 åstadkommas med kontinuerlig breddning och sorteras ut som rejekt. Chipset blir i sin tur en våt slurry som skulle kunna blandas med potatisskal från produktionen.



Figur 10.4 Koncept 3, separering genom uppsugning av den lättare av de två fraktionerna.



Figur 10.5 Separering genom densitetsskillnader i materialen. Mixning och tillsats av processvatten som kontinuerligt breddas.

11 KONCEPTUTVÄRDERING

Koncepten för avfallshanteringen och den tekniska separeringen utvärderades utifrån krav och önskemål i respektive kravspecifikation. Alla förslag värderades utifrån kunskap insamlad om hållbarhetsaspekterna, gällande arbetsmiljö, ergonomi, hållbarhetskrav på maskin och logistik.

11.1 Avfallshantering

De förslag till förändringar som utarbetats för hanteringen av avfallet kan med fördel användas som sammantagna lösningsförslag. Generellt bör färgsymbolik och dekalering införas, som interagerar med människan och uttrycker funktionen hos systemet för att inte förvirring och förväxling skall ske.

Att använda en sopsäckshållare tillsammans med sopkärl, för delning av blandat produktavfall och rent förpackningsmaterial skulle minska påfrestningen i den tekniska separeringen samt minska antalet tömningar då förpackningsmaterialet kan tryckas ihop i sopsäcken. Tömningen bedömdes också bli lättare när inte förpackningen kan expandera lika mycket och därav läggs mindre tid på avfallshanteringen då mycket tid går åt till att transportera och tömma sopkärlen. Dock förändras inte förmågan att rengöra kärlet samt att det tillkommer ett extra moment då sopsäck måste monteras på sopsäckshållaren.

Mycket av det som kan avhjälpas för underlättande av den manuella hanteringen finns på marknaden, därför kommer ingen ytterligare konceptframtagning att ske för detta område. Dock kommer förslag på förbättringspunkter att presenteras i resultatet.

Ett annat förslag för förenklad hantering var att införa ett centralt sugsystem. Sugsystemet skulle underlätta hanteringen så att endast hopsamling av avfallet skulle behöva göras. Sugsystemet skulle bidra till en renare miljö då produktavfallet kan föras direkt till destruktionskvarnen för separering, detta underlättar hanteringen avsevärt samt skulle bidra till en renare miljö. Detta diskuterades med Mary Enwall, miljöchef på Estrella som berättade att diskussioner förts angående detta men inte var relevant.

11.1.1 Andreas Johansson, Logistikkonsult, Sweco

För att utvärdera ett centralt sugsystem konsulterades Andreas Johansson på Sweco. Han delgavs uppgifter i området och kunde utifrån de aspekter han arbetar med, analysera att det ur arbetsmiljö-, hygien- och miljöperspektiv kunde vara en rättfärdigad investering. Detta med förutsättningen att systemet låg vilande till de tidpunkter produktavfallet skulle samlas upp. Om de arbetsmiljömässiga vinsterna var största fokus skulle även investeringsläget kunna vara gynnsamt, avräknat byggåtgärderna (Andreas Johansson, logistikkonsult Sweco, 12 maj 2014)

Eftersom Estrella undersökt denna del tidigare gjordes ingen ytterligare efterforskning inom centralsugsystem.

11.2 Teknisk Separering

De olika möjligheterna för separering av produkt och förpackningsmaterial jämfördes mot varandra med hjälp av en elimineringsmatris och Pughs relativa beslutsmatris. De koncept med högst grad av genomförbarhet utvärderades sedan tillsammans med tester.

11.2.1 Elimineringsmatris

Som ett första steg i utvärderingen av koncepten framtagna för att separera chips från förpackning sattes en elimineringsmatris upp (se bilaga 9). De olika principlösningarna viktades mot följande kriterier för hur väl konceptet

- löser huvudproblemet
- uppfyller krav i kravspecifikationen
- är realiserbar
- ekonomisk genomförbar (bör tas hänsyn till trots projektets avgränsning)
- minimerad miljöpåverkan
- säker och ergonomisk
- passar andra fraktioner
- innehar tillräcklig information för genomförande

Kriterierna diskuterades efter principlösning och gavs ett plus eller minus för om förslaget uppfyllde kriteriet eller inte. Ett frågetecken för tveksamhet och där mer information krävdes. Resultatet utifrån de olika kriterierna summerades för varje principlösning. Därefter gjordes en bedömning över vilka lösningar som var värda att behålla och utvärderas i Pughs relativa beslutsmatris. Resultatet var att koncept 1, 2, 3 och 5 motsvarade kriterierna bäst utifrån elimineringsmatrisen.

11.2.2 Relativ Beslutsmatris, Pugh

Pugh användes som ytterligare utvärdering (se figur 11.1 och bilaga 10). Genom att definiera ett av koncepten för separering som referens kunde en jämförelse göras i kraven gentemot de andra koncepten.

Koncept 1 sattes som referens för att se om de andra alternativen motsvarade kraven från kravspecifikationen bättre eller sämre. Där kraven motsvarades jämbördigt från referenskonceptet, sattes 0. Fyllde konceptet en högre kravuppfyllelse relativt referensmaterialet sattes ett plustecken (+) och där det motsvarade kraven sämre sattes ett minustecken (-).

Figur 11.1: Pughs relativa beslutsmatris för separering av chips- och förpackningsmaterial.

Fyller det aktuella kriteriet bättre än (+), lika bra (0) eller sämre än (-) referensalternativet.

KRITERIUM	ALTERNATIV			
	1 (ref)	2	3	5
Separera produkt o förp.		-	-	-
Maximera andelen återvunnet material		0	0	0
Vara reparerbar		-	0	0
Bullernivå < 80 dB		-	-	0
Medge separerad upps.		0	0	0
Maximera uppsamlat organiskt material		-	-	-
Andel plast < 10 %		0	-	+
Flexibel konstruktion		0	-	0
Vara 100 % återvinningsbar		0	0	0
Inneha uppsamlingsficka > 1kbn		0	0	0
Minimera olyckor		0	0	0
Minimera underhåll		-	-	+
Nettovärde		-5	-6	0
Rangordning	1	3	4	1
Vidareutveckling	ja	nej	nej	ja

De krav som jämfördes i grad av uppfyllande var bland annat separering av produkt och förpackning, maximera uppsamlat organiskt material, vara 100 % återvinningsbar samt tillåta max 10 % plast i det organiska materialet. Från den relativa beslutsmatrisen sågs koncept 1 och koncept 5 som högst uppfyllande av kraven och gick därför vidare till test.

11.2.3 Teknisk rådgivning

Kjell Melkersson arbetar inom konstruktion på Chalmers. Melkersson rådfrågades med syfte att bedöma realiserbarheten i de två olika konceptförslagen som framarbetats. Information som ansågs relevant delgavs och skisser över konceptfunktionerna visades. Melkersson lade tyngd på att det inte skulle vara möjligt att på så kort tid kunna konstruera färdiga konstruktionsritningar, utan istället fokusera på den funktion som eftersträvas hos slutkonceptet samt kontakta företag som skulle kunna leverera produkter motsvarande de krav som har satts upp (muntlig kommunikation, Kjell Melkersson, Chalmers, 2014-04-17). Dessa företag skulle sedan genom deras konstruktörer kunna ta fram exakta mått anpassat för Estrellas produktionsavfall.

11.2.4 Tester

För att insamla information om utformning och funktion för att separera chips och förpackningsmaterial gjordes olika tester. Dessa genomfördes både för verifiering av hur väl principerna skulle fungera samt för vidareutveckling av idéerna.

11.2.4.1 Skakseparering, Chalmers Rock Processing Laboratory

Med Johannes Quist, doktorand inom simulering och fördelningsmetoder inom sandbrytning, utfördes skaktester på Chalmers avdelning för produktutveckling. Syftet med testerna var att detektera separeringsmöjligheten på det destruerade produktavfallet och påvisa vilken gallerstorlek som krävdes för att mindre än 10 % av förpackningsmaterialet skulle passera de olika gallerstorlekarna. Testerna genomfördes med tre fördelningsalternativ:

Batch 1: förpackningsdelar i storleksordning 5-12 cm och krossat chips

Batch 2: förpackningsdelar i storleken 10-50 cm samt finkrossat chips

Batch 3: öppnad förpackning och krossat chips, förpackningen var ej sönderstrimlad

Testerna utfördes i en skaksikt med 7 stycken moduler placerade vertikalt ovanpå varandra (se figur 11.2) med rasterstorlekar i fallande ordning från 22,4 mm till 1 mm med det mest finmaskiga nätet underst. Skakningarna åstadkoms av en drivande motor och skakade fragmenten genom gallren för att slutligen fördelas på nivåer där genomträngning inte möjliggjordes. Varje test genomfördes under 30 sek och med ca 100 gram chips.



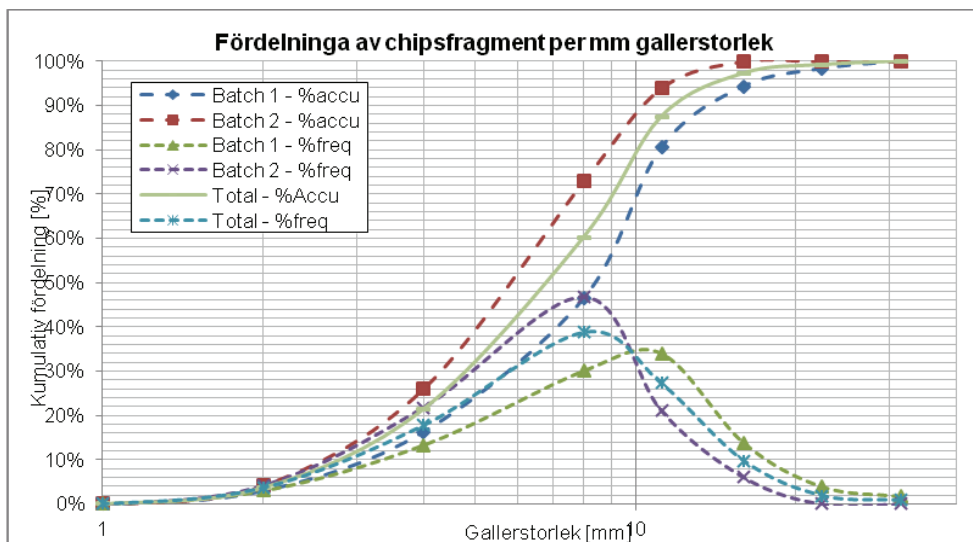
Figur 11.2 Bild 1: sikt med olika gallerstorlekar från 1-22,4 mm. Bild 2: Chips och förpackningsmaterial som fastnat i siktens galler.

I grafen nedan (se tabell 11.1 och tabell 11.2) visas ”batch 1” och ”batch 2” med en kumulativ fördelning och frekvenskurva i andel chipsfragment per storleksnivå (se även bilaga 11).

Tabell 11.1 värden för graf (tabell 12.2), mängd chips (g) per gallernivå (mm).

Galler (mm)	Batch 1			Batch 2			Totalt		
	varje (g)	%-Ack	%frekv.	varje (g)	%-Ack	%frekv.	varje (g)	%-Ack	%frekv.
22,4	1,6	100,0%	1,7 %	0	100,0%	0,0 %	1,6	100,0%	0,8 %
16	3,7	98,3%	4,0 %	0	100,0%	0,0 %	3,7	99,2%	1,9 %
11,2	12,9	94,3%	13,8%	6,2	100,0%	6,1 %	19,1	97,3%	9,8 %
8	31,8	80,5%	34,1%	21,6	93,9%	21,1%	53,4	87,5%	27,3%
4	28,1	46,4%	30,1%	47,9	72,8%	46,8%	76	60,2%	38,9%
2	12,4	16,3%	13,3%	22,3	26,0%	21,8%	34,7	21,4%	17,7%
1	2,8	3,0 %	3,0 %	4,3	4,2 %	4,2 %	7,1	3,6 %	3,6 %

Tabell 11.2 Fördelning av chipsfragment per mm gallerstorlek.



Efter testet vägdes chips och förpackningsmaterial på de nivåer där förpackningsmaterial fastnat för att undersöka vilken gallerstorlek som höll mindre än 10 % förpackningsmaterial.

Slutsatsen av skaktest och vägning gav att ingen av de olika rasterstorlekarna under 22.4 mm uppvisade en nivå av förpackningsmaterial över 10 %. Följaktligen är en gallerstorlek på 22.4 mm tillräckligt finmaskig för chipsfragment att falla igenom och förpackningsmaterial skall på gallret, detta oavsett förpackningsstorleken 10-50 mm eller >50mm.

11.2.4.2 Destruktionstest Franssons Recycling Machines AB

För test av fraktionsstorlek och separering i destruktionskvarn skickades produktavfall till Franssons Recycling Machines AB som körde sammantaget 4 olika tester inställda på olika storlekar i en enaxlig destruktionskvarn. Destruktionskvarnen var främst avsedd för flis. Produktavfallet tömdes i en uppsamlingsficka rymmande en roterande axel där en påskjutande mekanism bestämde storleken på utgående material (se figur 11.3).



Figur 11.3 Produktavfall i uppsamlingsficka i destruktionskvarn, avfallet trycks mot den roterande (blå) axeln.

För jämförande mätning, med möjligheten till luftutsugande separering, gjordes även ett sådant test med materialet från destruktionsstestet. Syntesen från test visade att både förpackningsmaterial och chipsmaterial sögs upp under högre luftintensitet, vid lägre intensitet sögs ingenting upp. Följaktligen skulle inte en lösning med luftsug fungera för separering av chips och förpackningsmaterial.

11.2.4.3 Separeringstest Franssons Recycling Machines AB

För att ytterligare säkerställa teorin om separering genom skaktransportör testades de olika fraktionerna komma ur destruktionsstestet på ett skaktransportband med inbyggd sikt. Sikten var utrustad med ett nät med diameterstorlek på 5mm och 12,5 mm (se figur 11.4).

Skaktransporttesterna med chips och förpackningsmaterial från avfallskvarnen visade att det åtminstone krävdes en diameterstorlek på 12,5 mm för att chips skulle falla igenom. Dock hade chipsfragmenten en tendens att stanna ovanpå förpackningsmaterialet och därmed inte falla genom. Detta skulle eventuellt kunna avhjälpas med ett bredare transportband eller annan frekvens på skakningarna.



Figur 11.4 Skaktransportör med galler.

11.2.4.4 Vattenseparering

Med syfte att detektera funktionsdugligheten i separering med hjälp av vattenbad eller slurry genomfördes ett vattensepareringstest. Chipset nedsänktes i ett vattenbad tillsammans med förpackningsmaterialet för att utvisa om ett material sjönk till en annan nivå än respektive förpackningsmaterial. Testet utfördes under ett dygn, och visade att chipset inte sjönk förrän efter ett antal timmar. Genom detta test utslöts lösningar gällande separering genom vatten. Testet hade eventuellt gett ett annat utslag om något tillsatsmedel eller jämna omrörningar skett under testperioden. Därefter kan reliabiliteten i testet ifrågasättas och ytterligare undersökningar bör göras.

12 RESULTAT

De resultat som presenteras i detta kapitel är principiella lösningar för separeringen och den generella hanteringen av avfall vid packningslinorna. De skall ses som förbättringsförslag och behöver ytterligare specificering för att passa Estrellas produktion. De lösningar som presenteras är konstruktioner som finns tillgängliga på marknaden, kontakt har upprättats med vissa leverantörer för kostnadsuppgifter samt konstruktionsförslag men kommer inte presenteras i rapporten.

12.1 Separering av produkt- och förpackningsmaterial

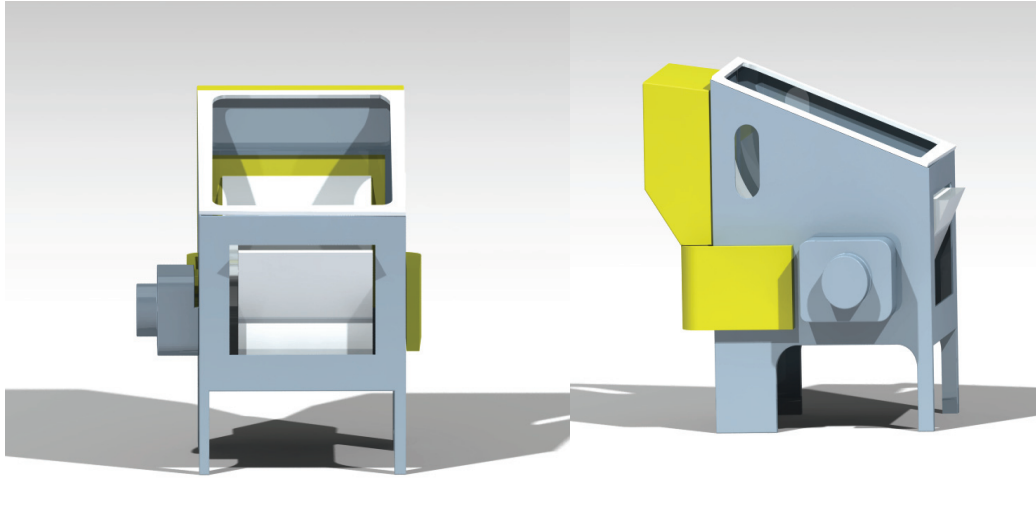
För att separera potatischips och förpackningsmaterial konstruerades en principlösning sammansatt av en enaxlig destruktionskvarn försedd med anslutande skruvtransportör och skaktransportör. Destruktionskvarnens funktion testades för att se om det gav en tillfredsställande krossning av chips samt upprivande av förpackningsmaterial. Eftersom testerna gav positivt resultat kan troligtvis en sådan kvarn möjliggöra separering och beskrivs mer ingående nedan. Som transportmedel för det destruerade materialet valdes en skruvtransportör, dessa finns i flertalet olika utföranden från olika leverantörer. För att sortera ut chipset från förpackningen rekommenderas en skaktransportör med sikt. Sikten transporterar förpackningsmaterialet i framåtgående riktning samtidigt som chipsen faller genom igenom. Vissa riktmärken för hålens storlek togs fram genom tester, dock kommer ytterligare tester och finjustering behövas.

12.1.1 Destruktionskvarn för sönderdelning av produkt- och förpackningsmaterial

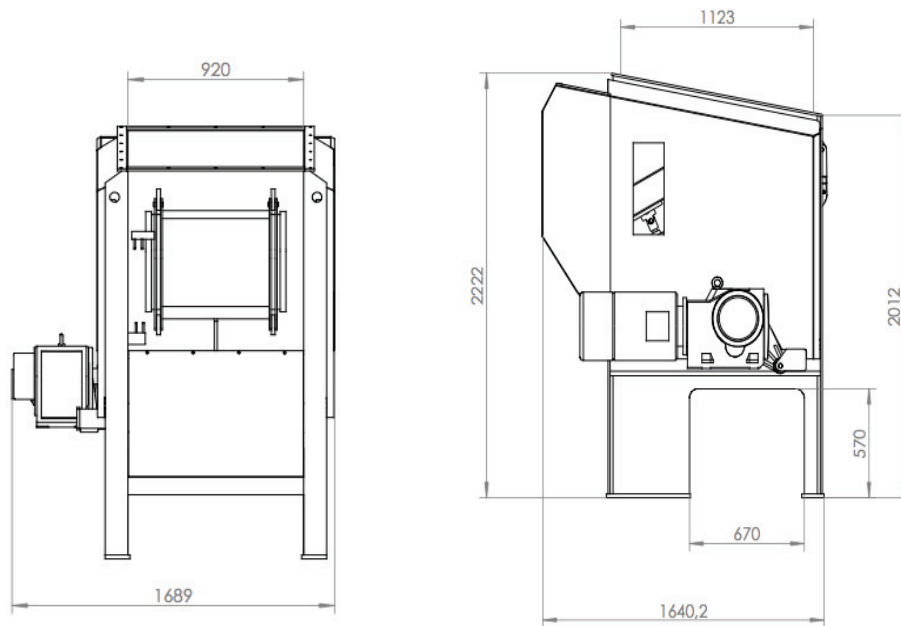
En destruktionskvarn möjliggör sönderdelning av material (se figur 12.1 och 12.2). I detta fall skapar kvarnen fördelaktig skillnad i storlek på chipsen och förpackningspåsarna, detta är positivt eftersom de mindre chipsdelarna lättare kan falla igenom rastret på skaksikten. En sort av destruktionskvarnar innehåller en enaxlig konstruktion för destruktionskvarn och det är en sådan modell som detta koncept bygger på. Från leverantören av destruktionskvarnen som användes vid de tidigare utförda testerna har följande information inhämtats: Rotorn för sönderdelande av material är utrustad med 50 stycken trapetsformade tänder och ett justerbart såll som skjuts in på gejdrar för att möjliggöra olika storlekar på avfallet. Maskinens styrning övervakar huvudmotorns effektförbrukning och justerar kraften i den hydrauliska påskjutaren.

Kvarnen är utrustad med en 970 mm x 920 mm bred insamlingsficka och med en volym på 1 m³. Destruktionskvarnen har en kapacitet på cirka 0,5 -1 ton per timme beroende på såll och material. Konstruktionen är gjord i väl tilltagen stålplåt för att minimera ljudnivå och buller.

Produktion sker på beställning och vissa justeringar kan göras för att passa ämnet som skall destrueras. Vilket gör denna leverantör till en möjlig kontakt för eventuell upphandling.



Figur 12.1 Destruktionskvarn med enaxlig destruering samt påskjutare. Figuren är enbart en visualisering, ej den riktiga konstruktionen.

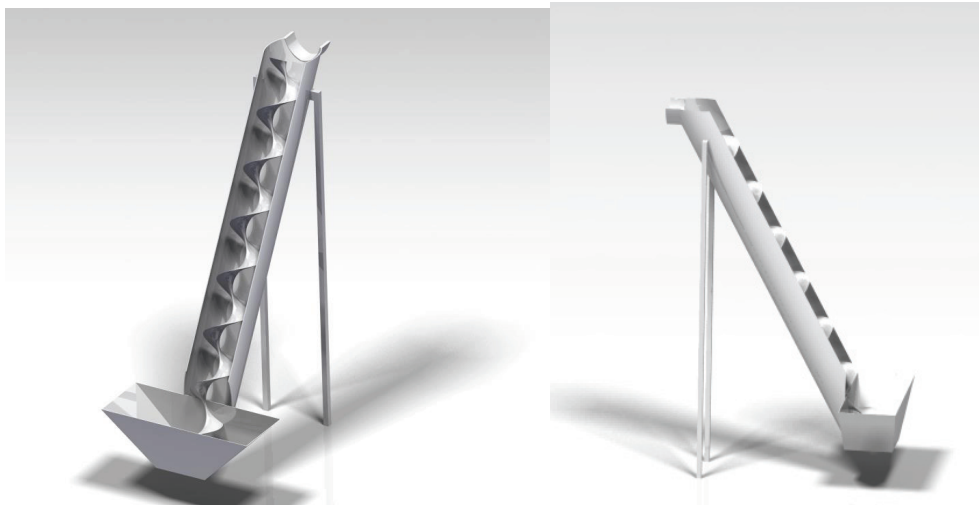


Figur 12.2 Mått på destruktionskvarn Hämtad 2014-04-28, från leverantör.

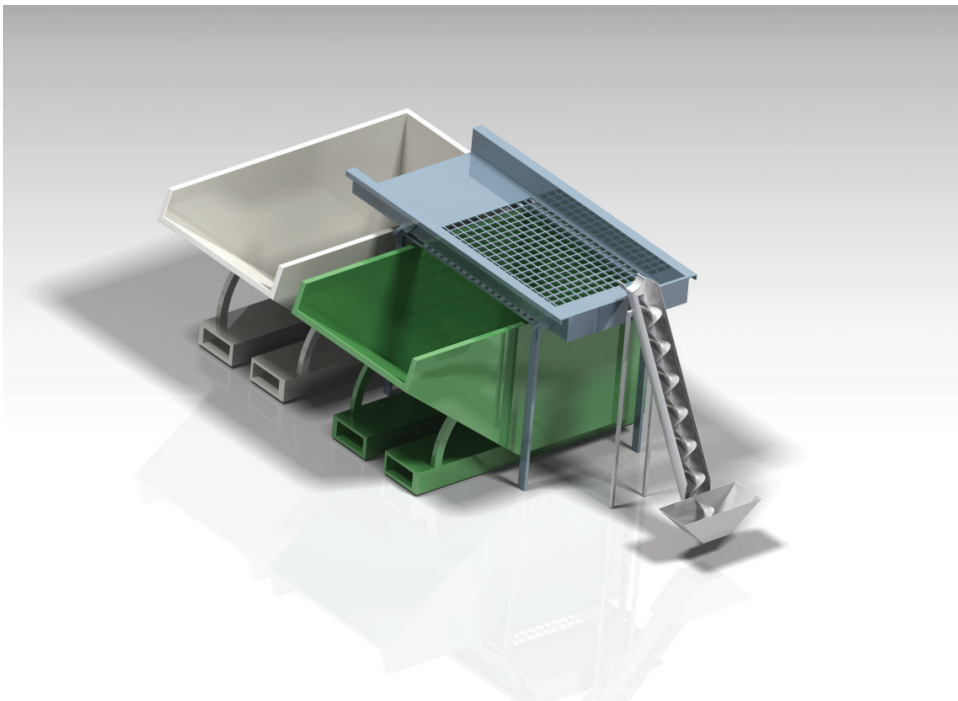
12.1.2 Skruvtransportör

Eftersom destruktionskvarnen matar ut det fördelade materialet i låg höjd, krävs en transportanordning som kan föra materialet till önskad höjd. En skruvtransportör medger en skarp vertikal lutning utan att material riskerar falla utanför transportfåran (se figur 12.3). Skruvtransportörer finns av varierande storlek och för både våta och torra material. I denna konstruktion bör skruvtransportören anpassas utefter det utrymme i längd som finns att tillgå i Estrellas lokaler avsedda för avfallshantering. Skruvtransportören sammankopplas med destruktionskvarnen och skall med en enaxlig skruv transportera det utgående produkt- och förpackningsmaterialet från inloppet genom träget med en roterande rörelse. Chipsen trycks uppåt mot utloppet

och faller ner på en skakskikt belägen ovanför uppsamlingskärl, för chipset att falla ned i (se figur 12.4).



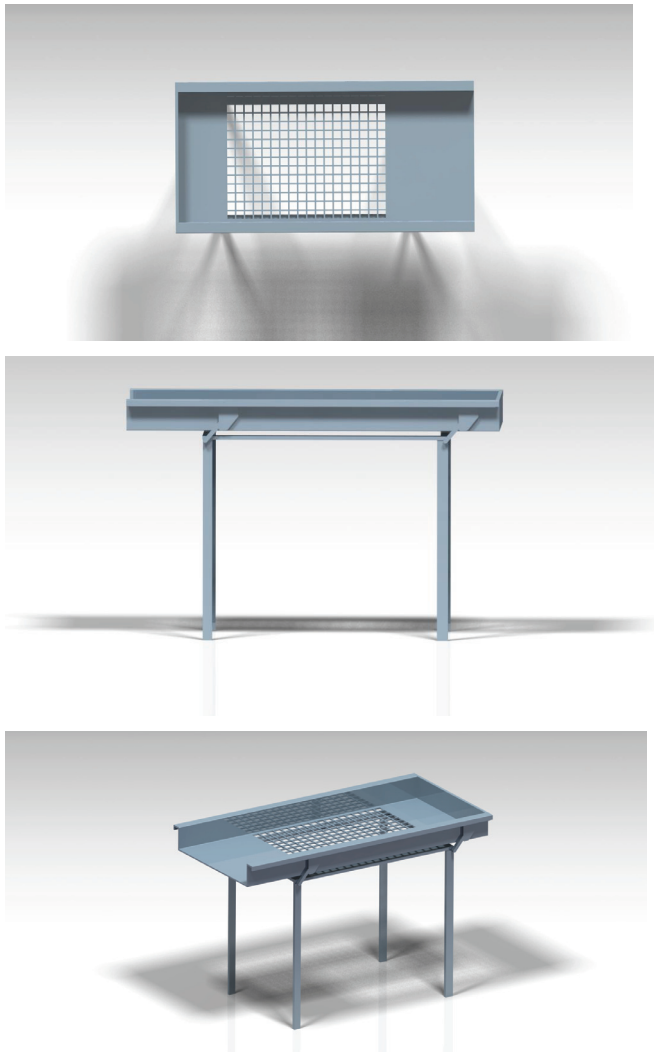
Figur 12.3 Konceptuell bild på skruvtransportör. En skruvtransportör kan anpassas i höjd, längd samt lutning för att passa för montering mellan destruktionskvarn och skaktransportör. Skruvtransportörer tar upp material från inlopp och transporterar till utlopp genom roterande rörelse.



Figur 12.4: Sammankopplad skruvtransportör med skaktransportör, samt container för uppsamling

12.1.3 Skaktransportör med sikt

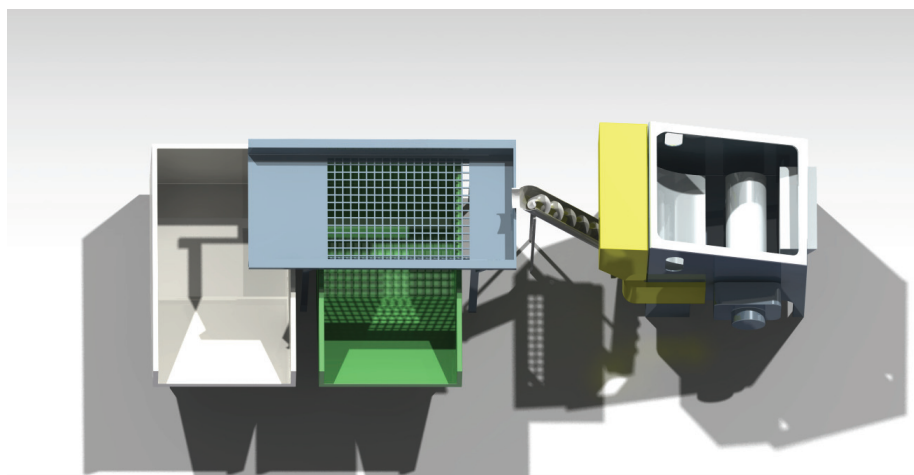
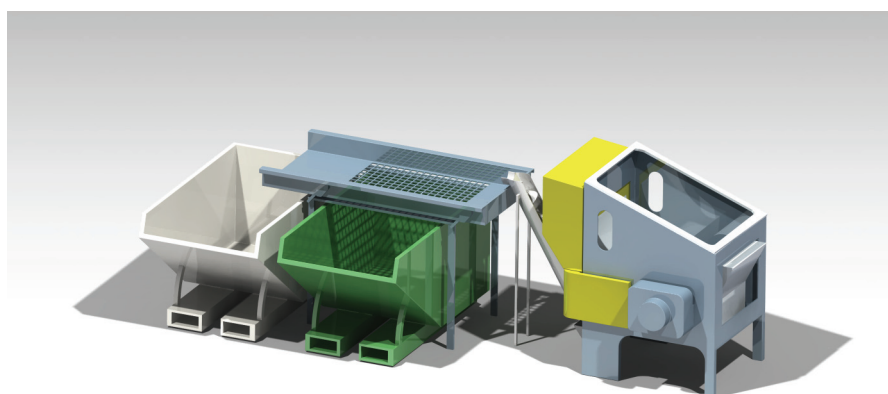
För att transportera material och samtidigt sortera olika fraktioner kan en skaktransportör med inbyggd sikt användas (se figur 12.5). Skaktransportörer transporterar material genom skakningar uppkomna från en motor placerad på transportrännan. Genom att stansa hål i transportrännan eller använda en ränna med nätmönster kan separering möjliggöras genom siktning. För Estrella passar det att sätta skaktransportören på en höjd som medger utrymme för container under sikten. Då kommer de fragmenterade chipsen falla ned direkt i uppsamlingskärl utan mellanhantering. Förpackningsmaterialet skakas samtidigt framåt och kan fångas upp i ett separat kärl.



Figur 12.5 Skaktransportör, vy uppifrån och från sidan och perspektiv.

12.1.4 Totallösning

Genom att kombinera dessa konstruktioner skulle ett resultat av separerat chips och produkt kunna möjliggöras. Konstruktionen är tänkt att vara kompatibel med de befintliga kärltömmare som är vanligt förekommande i industrin. Produktavfall kan då tömmas utan mellantransport i uppsamlingsfickan på destruktionskvarnen. I destruktionskvarnen sönderdelas chipsavfall till mindre fraktioner medan förpackning rivs i större fraktioner. Det destruerade avfallet transporteras uppåt genom skruvtransportören för att hamna på skaktransportören med inbyggd sikt. På skaktransportören siktas den mindre fraktionen (potatischips) för att slutligen hamna i containern för organiskt avfall. Förpackningsavfallet skakas vidare mot containern för brännbart avfall (se figur 12.6).



Figur 12.6 Totallösning – destruktionskvarn, skruvtransportör, skaktransportör samt uppsamling i containers.

Produktavfall från packningslinjen av potatischips skulle genom detta koncept mest troligt kunna separeras i organiskt respektive oorganiskt material. Det organiska materialet kommer vid rätt utformning på skaktransportören att få en tillräckligt låg andel förpackningsmaterial sammanblandat, mindre än 10 %, vilket möjliggör vidare användning av det organiska materialet att kunna användas som substrat i biogasutvinning. Att materialet kan återvinnas är ett sätt för att uppnå en högre grad av energiutnyttjande.

12.2 Hantering av avfallet

För att få en mer effektiv hantering i arbetet med produktavfallet som bildas vid packstationerna på Estrella ges följande förslag.

*Skapa tydliga dekal*er. Detta skulle vara av vikt då visuella hjälpmedel skapar ökad effektivitet och ett mer aktivt deltagande i att lägga rätt material i rätt kärl. Det finns dekaler att inhandla via återvinningsleverantörer.

*Använd färgade tunn*or. Färgsättningen bör vara genomgående för ett och samma materialslag. Det tydliggör vilket material som borde hanteras och med hjälp av dekaler kan den första intuitiva reaktionen förtydligas ytterligare med text och bild.

Involvera personalen. Genom att lyfta personalens egna tankar kring avfallshanteringen skapas en långsiktig och förankrad förändring med större självuppfyllande i genomförandet. Även införandet av ett feedbacksystem som ger återkoppling på mängden sorterat avfall som samlats in kan vara positivt, för att åskådliggöra resultatet av personalens arbete och arbeta mot ett gemensamt mål för sortering.

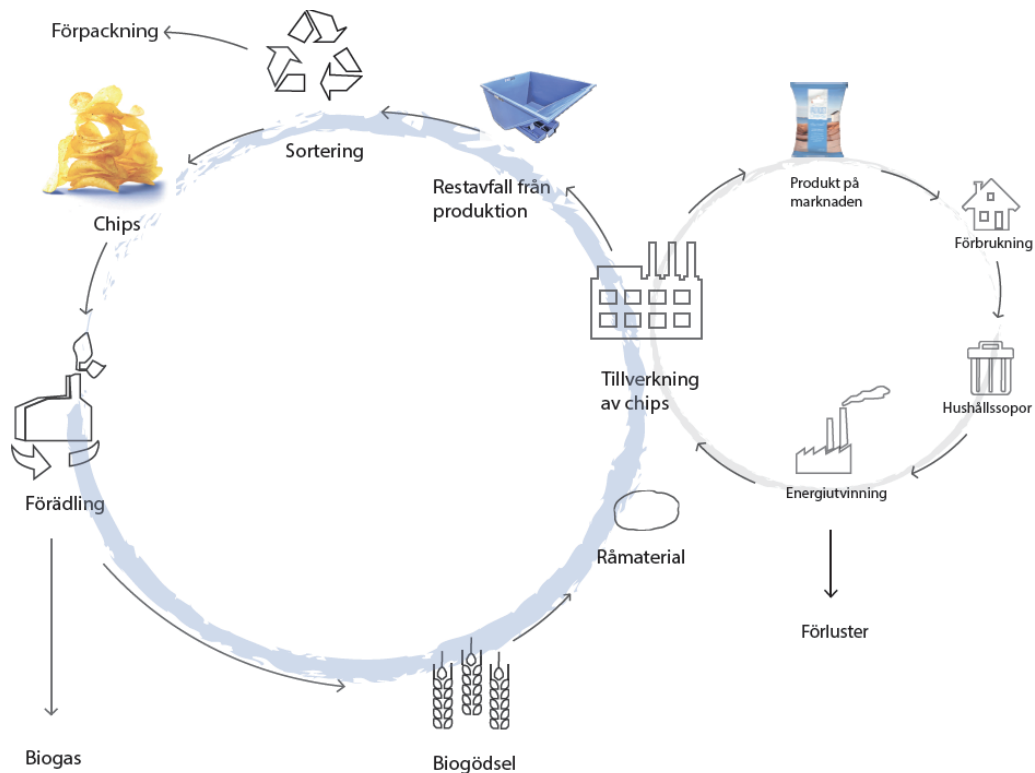
Förenklad hantering. Att använda sopkärl för det produktmaterial som innehåller både chips samt förpackning för tippning i destruktionskvarn men plastsäck för det lättviktiga förpackningsmaterialet som är luftigt och expanderar, kan detta minska andel plastrester i chipset samt komprimera förpackningsmaterialet för enklare hantering.

12.2.1 Chips som material för biogasutvinning

Potatischips är med dess höga andel fett ett utmärkt material för biogasframställning. Ju högre energiinnehåll ett organiskt material innehar desto mer biogas kan produceras. I Estrellas fall innebär ett omhändertagande av chipsavfallet från packningslinorna en minskning av utsläppen av växthusgaser med en betydande mängd, detta utifrån beräkningar av biogaspotentialen för chips.

Den miljöförbättring som minskad förbränning ger är även en positiv effekt. Dock bör hänsyn tas till att man vid förbränning får ut värmeenergi som vid annan energiutvinning också hade gett växthusgasemissioner.

Genom biogasutvinning produceras också biogödsel. Gödseln blir en möjlighet för återinförandet av mineraler tillbaka till jorden och som åter kan användas i produktionen av raps och potatis, som sedan används som råmaterial i chipsproduktionen (se figur.12.7). I detta cirkulära system skulle dock vissa brister finnas, exempelvis att förpackningsmaterialet inte skulle kunna användas ytterligare eller återvinnas.



Figur 12.7 Cirkulärt system för avfallet från chipsproduktionen.

12.3 Miljömässiga fördelar

Genom att i livsmedelsindustrin, samt andra industrier där organisk råvara förekommer, låta sortera det organiska avfallet för återvinning som biogas bidrar det till att minska dagens användning av fossila drivmedel, och kan även vara en bidragande faktor till att fasa ut dessa drivmedel. Med biogödsel som blir kvar som restprodukt vid utvinning av biogas kan mineraler och framförallt fosfor som är en ändlig råvara, ha chans att återinföras i kretsloppet.

12.4 Andra ställningstaganden

För att införandet av ett nytt system skall ske friktionsfritt och med hållbarhetsfokus bör vissa överväganden göras. Dessa överväganden speglar slutresultatet och eliminerar negativ återkoppling, de aspekter som kan vara bra att ta i beaktan beskrivs nedan.

12.4.1 Hållbarhetskrav på leverantörer och maskin

Leverantörer bör väljas, certifierade enligt något miljöledningssystem och produktcertifiering för uppvisande av hållbar produktion och konstruktion av maskiner för ständiga förbättringar. Att material väljs efter minsta möjliga påverkan på människa och miljö. På detta vis kan maskiner och andra inköpta produkter säkerställas vara producerade på om möjligt bästa sätt.

12.4.2 Delaktighet

Vid införande av ett nytt system är det av vikt att personal känner delaktighet i de nya förändringarna för att det nya systemet skall fungera och införandet skall gå lättare. Med ett komplext system finns också risken för att göra fel, vilket också kan åstadkomma en negativ upplevelse för en förändring, även om syftet med det nya systemet skall underlätta för sortering och minska det arbete som annars skulle ske manuellt.

12.4.3 Utbildning

Har personalen rätt kompetens och förstå ansvar i sitt arbete med sortering av avfallsprodukter minskar riskerna för en negativ upplevelse och även chanserna att göra fel i det nya systemet. Vid en implementering bör tydlig information framgå om varför en förändring görs, syfte och fördelar med denna samt vikten av personalens inblandning för att genomförandet skall fungera.

12.4.4 Ständiga förbättringar och medbestämmande

Fortsatt arbete för ständiga förbättringar engagerar personal och bör ingå som en daglig del av arbetet. Alltså se till att systemet fungerar, att det används på rätt sätt och att felaktigheter och risker rapporteras samt att återkoppling sker för åtgärdande och förbättring.

12.4.5 Lika villkor genom hela verksamheten

Klara mönster om sortering bör genomföras i hela verksamheten för gott exempel och för kvaliteten att upprätthållas. Exempelvis avfallssorteringsstationer i kontorsutrymmen, kök, sanitetsutrymmen och konferenslokaler där avfall produceras.

12.4.6 Logistik och transport

Genom samarbete med en avfallsleverantör och biogasproducent i nära anslutning till Estrellas verksamhet blir även transportsträckan kortare för minskade utsläpp. Genom att köra avfallet genom destruktionskvarnen minskar volymen och risken att förpackningsmaterialet expanderar i uppsamlingscontainern. Vilket därmed också minskar transporter och arbete mellan sorteringsutrymme och komprimator. Möjligheten att blanda den organiska torra fraktionen med potatisslammet från förprocesseringen av potatishipsen innebär en större mängd substrat som kan användas till biogasframställning. Samtal har inletts med närliggande leverantör för möjlig upphandling.

13 DISKUSSION

13.1 Att minska mängden brännbart avfall

Separering av organiskt och icke organiskt avfall

Genom utsorteringen av organiskt material från produktavfall inom livsmedelsproduktion kan mängden avfall som skickas till förbränning reduceras, då den organiska fraktionen kan ses som en resurs i biogasframställning. Den lösning som växt fram utifrån våra undersökningar, går ut på att det skulle gå att separera organiskt material respektive oorganiskt material genom en automatiserad separering. Då allt avfall kan passera samma uppsamlingsficka och ändå separeras tror vi att detta ger en större tillförlitlighet i att inget oönskat material kommer fel och det organiska materialet blir då möjligt att leverera som biogassubstrat. Utifrån de tester som utförts tycks konceptet fullt möjligt att genomföra. Med andra ord kan man lämna potatishipsen till biogasframställning och endast förpackningen till förbränning. Därmed torde ett av delmålen i problemformuleringen vara uppfyllt, nämligen att minska mängden brännbart avfall. Om företaget väljer att gå vidare med denna lösning bör ytterligare leverantörer konsulteras för att få en optimal lösning tekniskt, ekologiskt och ekonomiskt.

Organiskt avfall till biogasframställning

Våra beräkningar på det organiska avfallet visade att chips är ett värdefullt material för biogasframställning med anledning av dess höga energiinnehåll (fett och kolhydrater). Däremot har inte chipsen analyserats vidare för mätning av VS halt, vilket det istället gjordes en uppskattning på. Även andelen chips från den totala avfallsmängden uppskattades till 50%, vilket kan vara en låg siffra med tanke på chipsets vikt i förhållande till förpackningsmaterialet. För att få fram ett mer exakt värde skulle produktavfallet kunnat sorteras på plats och vägas. En sådan studie initierades men avslutades samma dag då det skapade extraarbete för personalen. Detta hade troligtvis varit möjligt att göra på annat sätt och hade gett mer reliabilitet i studien.

En förutsättning för att avfallsleverantörerna vill ta emot det organiska avfallet var att det inte skulle innehålla mer än 10 % föroreningar av förpackningsmaterial. De tester som gjordes med en skaktransportör hos leverantören av återvinningsmaskiner hade behövt vara än mer omfattande för att kunna fastställa mängden föroreningar i det organiska avfallet. Vid testet kunde det dock inte urskönjas att det hamnade oorganiskt material i det avskilda organiska avfallet. Problemet tycktes snarare vara det omvända, att chipsen ville lägga sig på förpackningsmaterialet så att separeringen inte blev fullständig. Vi tror att detta kan avhjälpas om skaktransportören dimensioneras bredare än vid testet så att materialet kan röra sig mer i sidled. Att blanda chipsen med potatisslam eller inte, är även något som inte har kontrollerats tillräckligt. En sammanblandning skulle troligtvis underlätta logistiken med en fraktion mindre att frakta men frågan är om det är bättre ur ett helhetsperspektiv. Idag

används potatisslammet till framställning av grismat och kanske är det också mer miljöeffektivt att fortsätta med det. Ytterligare utredningar behövs för fastställande.

13.2 Arbetsplatsens utformning

Under projektet hade mer fokus kunnat ligga på hanteringen av avfallet och möjliga ergonomiska förbättringar för maskinoperatörernas arbete. Det genomfördes ingen fullständig konceptgenerering över detta och som hade kunnat vidareutvecklas. De arbetsmiljömässiga delarna var en av de saker som vid projektets uppstart uttrycktes vara viktigt för Estrella och det är även dessa delar observationsstudierna och enkäten fokuserat kring.

13.3 Avvägning mellan de tre hållbarhetsaspekterna

För en investering i mekanisk separering är vilka vinster en sådan investering skulle ge ur sociala, miljömässiga och ekonomiska aspekter. Socialt, för att personalen ska uppleva arbetet som praktiskt hygieniskt och tillfredställande. Ekonomiskt behöver investeringskostnader ställas i relation till de minskade utgifter som kan erhållas i form av minskade kostnader för avfallsförbränning. Även intäkter i form av goodwill och konkurrensfördelar medföljande de ansträngningar företaget kan uppvisa för ett ökat resursutnyttjande i ett globalt hållbarhetsperspektiv. Men den främsta anledningen till att minska andelen avfall som förbränns är den miljönytta som åstadkoms och ett ställningstagande som signalerar ett ansvarstagande för det globalt problem i och med minskade naturresurser, utsläpp av miljöfarliga ämnen samt ökad mängd växthusgaser i atmosfären. Detta kan främja Estrellas varumärke som ett miljömedvetet och ansvarsfullt företag.

Slutligen bör en livscykelanalys ur ett ekonomiskt och ekologiskt perspektiv göras både på produktionen i stort samt på de eventuella maskininvesteringarna. Med avseende på maskinens produktionskostnad, förväntad livslängd, förväntat reparationsbehov under maskinens livslängd ställt i relation till den nuvarande lösningen att förbränna avfallet.

14 REFERENSER

Avfall Sverige. (2012). *Ekonomiska styrmedel*. Hämtad 2014-04-20, från <http://www.avfallsverige.se/avfallshantering/ekonomi-och-styrmedel/>

Avfall Sverige (2003). *Förbränning av avfall utsläpp av växthusgaser jämfört med andra avfallsbehandling och energiproduktion*. Hämtad 2014-05-25, från <http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/Utveckling/Rapporter%20003/U2003-12.pdf>

Belletire, S., St Pierre, L., White, P. (2005, 1 mars) Okala-learning ecological design. *IDSa*. Hämtad från: http://www.idsa.org/images/pdfs/eco/IDSa_okala_guide_web.pdf

Biogasportalen (2014). *Ord och begrepp*. Hämtad 2014-05-25, från <http://www.biogasportalen.se/FranRavaraTillAnvandning/VadArBiogas/OrdBegrepp>

Biogasportalen. (2014). *Produktion. Från råvara till användning*. Hämtad 2014-05-20, från <http://www.biogasportalen.se/FranRavaraTillAnvandning/Produktion>

Bohgard, M. (Red.) 2005. *Arbete-människa-teknik*. Stockholm. Prentent

Dahmström, K. (2011) *Från datainsamling till rapport: att göra en statistisk undersökning*. Lund. Studentlitteratur AB

Davidsson, B., Patel, R. (2011). *Forskningsmetodikens grunder*. Lund. Studentlitteratur.

Ellen MacArthur Foundation (2012). *Towards The Circular Economy 1 & 2. Efficiency vs effectiveness*. Hämtad 2014-03-05, från <http://www.ellenmacarthurfoundation.org/business/toolkit/toolkit-efficiency-vs-effectiveness>

Engineering.dartmouth.edu. (2009) *Design for the Environment. What is it and how to do it*. Hämtad 2014-05-25, från <http://engineering.dartmouth.edu/~d30345d/courses/engs171/dfe.pdf>

Estrella. (2014). *Produkter*. Hämtad 2014-05-16, från <http://www.estrella.se/produkter>

EUR-Lex. (2008) *Meddelande från kommissionen till europaparlamentet , rådet, europeiska ekonomiska och sociala kommittén och regionkommittén om handlingsplanen för hållbar konsumtion och produktion samt en hållbar industripolitik*. Bryssel. Europeiska gemenskapernas kommission. Tillgänglig: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52008DC0397>

Experiment. (2014, 3 februari). *I Wikipedia*. Hämtad 2014-04-01, från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Experiment>

FN-förbundet. (2012) *FN och hållbar utveckling, Rio+20*. Hämtad 2015-04-20, från <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling/hallbar-utveckling/>

Global Reporting Initiative. (2006). *Riktlinjer för hållbarhetsredovisning*. Hämtad 2014-05-25, från <https://www.globalreporting.org/resource/library/Swedish-G3-Reporting-Guidelines.pdf>

Gröndahl, F., Svanström, M. (2010). *Hållbar Utveckling - en introduktion för ingenjörer och andra problemlösare*. Zrinski, Kroatien. Liber AB

Jagers, S C. (2005). *Hållbar utveckling som politik - Om miljöpolitikens grundproblem*. Stockholm. Liber.

Jarvis, Å., Schnürer, A. (2009). *Mikrobiologisk handbok för biogasanläggningar. Rapport SGC 20*. Malmö. Svenskt Gastekniskt Center AB

Johannesson, H., Persson, J-G. (2004) *Produktutveckling: effektiva metoder för konstruktion och design*. Stockholm. Liber

Jordbruksverket. (2009). *Tillämpningsområde för förordning (EG) nr 1069/2009 och information om den s.k. "slutpunkten"* Hämtad 2014-05-24, från <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/djur/produkterfrandjur/animaliskabiprodukter.4.67e843d911ff9f551db80002182.html>

Koldioxidekvivalent. (2013, 10 oktober) I *Wikipedia*. Hämtad 2014-06-12, från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Koldioxidekvivalent>

Kylén, J-A. (2004). *Att få svar: intervju, enkät, observation*. Stockholm. Sanoma Utbildning

Larsen, A K. (2009). *Metod helt enkelt: en introduktion till samhällsvetenskaplig metod*. Malmö. Gleerup

Linné, M., Ekstrandh, A., Engeleson, R., Persson, E., Björnsson, L., Lantz, M. (2008). *Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter*. LUND. BioMil AB, Envirem AB

Miljöfordon (2014). *Så räknar vi miljöpåverkan*. Hämtad 2014-05-24, från <http://www.miljofordon.se/fordon/miljopaverkan/sa-raknar-vi-miljopaverkan>

Naturvårdsverket. (2014) *Hållbar konsumtion och produktion, i och utanför Sverige*. Hämtad 2014-05-24, från <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhället/EU-och-internationellt/sverige-i-varlden/Hallbar-konsumtion-och-produktion/>

Naturvårdsverket. (2009). *Index över nya bilars klimatpåverkan 2008 i riket, länen och kommunerna*. Stockholm: Naturvårdsverket.

Naturvårdsverket. (2013). *Miljöbalken*. Hämtad 2014-04-20, från <http://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Rattsinformation/Miljobalken/>

Prevent. (2008) *Miljö i ett företagsperspektiv*. Stockholm. Prevent

Ragn-Sells. (2013). *Ragn-Sells Heljestorp. A sorting and digestion plant producing both biogas and biofertilizer*. Hämtad 2014-04-16, från <http://www.biogasvast.se/upload/Regionkanslierna/Milj%C3%B6sekretariatet/TRANSPORTER/Biogas%20V%C3%A4st/Dokumentation/2013-11-12/Pres.%20Heljestorp,%20Ragnsells%20Waste%20Treatment%20Plant.pdf>

Ryding, S-O. (1995). *Miljöanpassad produktutveckling*. Stockholm, Förlags AB Industrilitteratur

Statens energimyndighet. (2012). *Produktion och användning av biogas år 2012*. Hämtad 2014-05-20, från <http://www.energimyndigheten.se/Global/Produktion%20och%20anv%C3%A4ndning%20av%20biogas%202012.pdf>

Sveriges tekniska forskningsinstitut. (2013) *SPCR20 Certificeringsregler för biogödsel*. Hämtad 2014-05-20, från <http://www.sp.se/sv/units/certification/product/Documents/SPCR/SPCR120.pdf>

Sweco. (2014). *Hållbar Samhällsutveckling*. Hämtad 2014-05-20, från <http://www.sweco.se/Web/Core/Pages/Page.aspx?id=400&epslanguage=sv&q=avfall+som+resurs&uaid=4E9B74E77DE96E0896AEF0B22162C1C7%3a3132392E31362E3134342E313434%3a5247052930160215520>

Trafikverket (2014). *Koldioxidutsläppen från nybilsförsäljningen fortsätter att minska*. Hämtad 2014-05-24, från <http://www.trafikverket.se/Privat/Miljo-och-halsa/Dina-val-gor-skillnad/Att-valja-bil/Koldioxidutslappen-fran-nybilsforsaljningen-fortsatter-att-minska/>

Trost, J. (2012). *Enkätboken*. Lund. Studentlitteratur. AB.

Tillväxtanalys. (2006) *Basindustrins internationella position ur ett hållbarhetsperspektiv*. Hämtad 2014-06-18, från <http://www.tillvaxtanalys.se/download/18.56ef093c139bf3ef89027f5/1349863478074/basindustrins-internationella-position-ur-ett-hallbarhetsperspektiv-06.pdf>

Örebro kommun (2010) *Koldioxidjakten*. Hämtad 2014-05-20, från <http://www.orebro.se/download/18.2e96e73312b3224f4fd80004412/Koldioxidjakten.pdf>

BILAGOR

- 1 Kvalitativ passiv observation**
- 2 Kvalitativ deltagande observation**
- 3 Enkät**
- 4 Enkätssammanställning**
- 5 Underlag och beräkningar, biogaspotential i potatisschips**
- 6 Kravspecifikation avfallshantering**
- 7 Kravspecifikation teknisk separering**
- 8 Morfologisk matris**
- 9 Elimineringsmatris**
- 10 Pughs relativa beslutsmatris**
- 11 Test i sikt**
- 12 Analysvärden av potatisslam**

KVALITATIV PASSIV OBSERVATION

Observationsobjekt: Maskin 8

Beskriv följande ageranden:	
1	Kontroll av maskin
2	Åtgärdande av fel
3	Ihopsamlande av produkt och förpackning kring maskinen
4	Förflyttning av spillet från golv till sopkärl
5	Hantering av sopkärl mellan stoppen
6	Förflyttning av sopkärl från packningslinje till container
7	Tömning av sopkärl i container
8	Tömning av container
9	Rengöring av sopkärl

<p>1 Flerfärgad (grön, gul röd) lampa indikerar maskinstatus. Om maskin inte automatiskt stannar när förpackningar är slut eller fel uppstår trycks nödstopp ned. Påsen kan hamna snett när det är lite kvar på rullen, då perforeras inte kanten (lödas ihop) och då stannar maskinen inte av sig själv. Anm.: Påse byts ca 2ggr /dag/maskin.</p>
<p>2 Stannar maskin - avlägsnar ofärdiga produkter och längder av förpackningsmaterial som inte lösts ihop. Detta slängs direkt i sopkärl direkt. Anm: Felorsaken är övervägande att det är för stora chips som fastnar mellan två påsar eller att det är för lite på material på folierullen. Chipspåsar som åkt ut på bandet plockades ihop för hand och slängdes. De påsar som inte var trasiga packades i låda för hand. Chipsrester avlägsnades från maskin och folierulle justerades. Om de trasiga chipspåsarna hunnit packeteras i kartong , kasseras kartongen och de trasiga chipsen slängs i en till tunna som står vid kartongpackningslinjen. Anm.: Kvalitetskontroller görs 1ggr i timmen (täthet och vikt)</p>
<p>3 Mindre chipsrester på golv ihopsamlas med tryckluft.. Om det var stora chipsrestsamlingar användes istället en skrapa med ledat skaft (skrapytan ca 70cm).</p>
<p>4 Högarna av chips sopades upp på vanlig sopskyffel och höjdes i 90cm höjd för att tömmas i sopkärl. Sopkärlet fick flyttas ett par gånger för att inte stå i vägen vid sopningen.</p>
<p>5 Cirka två stycken sopkärl finns placerade vid varje station.</p>
<p>6 I snitt 2 gånger/ dag rullades varje sopkärl manuellt från packning till container.</p>
<p>7 Sopkärlet töms en mha kärltömmare. Sopkärlet lyfts upp och avfall kan falla ut (ca 60 graders vinkel). En spak används för att styra detta moment upp och ner tillsammans med en knapp som ger ett kort ryck i tunnan. Misslyckas det avfallet med att falla ur används en pinne med krok som drar ut det sista.</p>
<p>8 Containern hämtas med gaffeltruck och töms i komprimator. Upplevt problem är här att aluminiumrester flyger omkring när det blåser ute.</p>
<p>9 Tunnorna rengjordes inte vid observationstillfället.</p>

KVALITATIV DELTAGANDE OBSERVATION

Observationsobjekt: Maskinoperatör

Beskriv följande ageranden:	
1	Arbetsställningar
2	Arbetsmoment
3	Förflyttningar
4	Moment där kompensation sker för brister i utrustning

1	Mycket tid som går åt till att gå. Lyft vid hämtning av ny folierulle - rullen puttas över till en rullvagn staplad på pall, därefter lyft av rulle till maskin.
2	<p>Provtagning genom okulärbesiktning 1 gång per timme per maskin (vikt, volym, täthet).</p> <p>Hämtning av rulle med en rullvagn.</p> <p>Byte av rulle, ca 2ggr per dag och maskin.</p> <p>Kassering av 5 påsar vid varje maskinstopp.</p> <p>Kartongpackning vid fel om locket satts snett eller om påsar gått sönder.</p>
3	
4	<p>I kartongpackningen används en pinne för att peta ner kartonger från rullbandet 2 m ovanför. Det finns inget annat sätt att få tag på en kartong.</p> <p>När chipspåsarna läckt eller gått sönder packas de om för hand, personalen står på knä på golvet och har kartongerna på sidan. En stol finns också om man hellre vill använda den.</p> <p>I tömningen av tunnan till container kompenseras fastnar förpackningar. En krok, ca 2,5 m lång som används för att dra ut det som fastnat.</p>

ENKÄT

Förbättrad avfallshantering

Hej!

Med de här frågorna vill vi ta reda på hur Du tänker och upplever hanteringen av produktavfallet vid maskinstopp.

Undersökningen är anonym och svaren kommer att sammanställas och användas som underlag i utvecklingen av en förbättrad avfallshantering, främst vid packstationen. Just därför behöver vi Dina synpunkter för att veta vad du anser skulle underlätta ditt arbete!

Vi bedömer att det tar ca 5-10 minuter att svara. Lägg din enkät i avsedd behållare märkt: "FÖRBÄTTRAD AVFALLSHANTERING".

Tack för din tid!

Studenter vid Chalmers i samarbete med Sweco, Sustainable Industry
Anna Röntfors & Lovisa Staaf

Uppsamling av chips och förpackning vid maskinstopp

Fråga 1. Hur upplever du arbetet vid maskinstopp vid packningsstationen?

Bedöm på skala från "Inte alls" till "I mycket hög grad" hur situationen upplevs vid uppsamlande av chips och förpackning.

	Inte alls	I låg grad	I hög grad	I mycket hög grad
Stressande	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Har obekväma rörelser	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Fråga 2. Hur brukar du samla upp produktavfall som ramlar av linan?

Svar:

Fråga 3. Har du fått ont av en rörelse som utförs vid detta moment?

Ja

Nej

Om Ja, var?

Fråga 4. Har du något förslag på hur arbetet att samla upp chipsrester kan förenklas?

Svar:

Fråga 5. Vad skulle få dig att sortera chips och förpackning var för sig?

Mer tid att utföra sprättning av förpackning

Tekniskt hjälpmedel som underlättar sortering

Annan utformning av sopkärl

Annat: _____

Hantering av soptunna

Fråga 6. Vad anser du vara den bästa lösningen för uppsamling av avfall?

- a. soptunna *utan* plastpåse
- b. soptunna *med* plastpåse
- c. Longo Pac (plasttub med valfri längd)
- d. endast plastpåse
- e. annan lösning: _____

Fråga 7. Hur upplever du soptunnan som används i dagsläget avseende:

Tyngd:

Hanterbarhet: _____

Synlighet: _____

Renhållning: _____

Förflyttning: _____

Tömning av kärlets innehåll i nuvarande container

Fråga 8. Hur upplever du tömningen av soptunnan i containern?

Väldigt lätt

Lätt

Svårt

Väldigt svårt

Vad gör att du anser det vara lätt eller svårt: _____

Fråga 9. Har du fått ont av en rörelse som utförs vid detta moment?

Ja

Nej

Om Ja, var?

Fråga 10. Använder du något/några hjälpmedel för att tömma soptunnan?

Ja

Nej

Om Ja, vad och hur?

Fråga 11. Har du någon idé om hur man kan separera förpackning och chips?

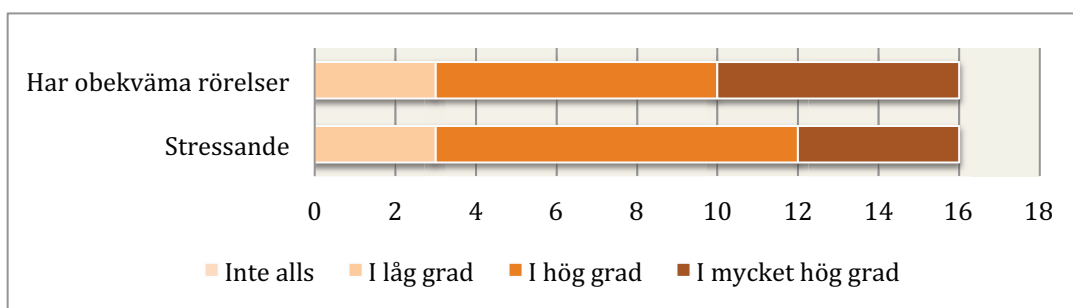
Idé: _____

Tack för ditt svar, dina synpunkter är viktiga!

SAMMANSTÄLLNING AV SVAR FRÅN ENKÄT OM EN FÖRBÄTTRAD AVFALLSHANTERING

Fråga 1 Hur upplever du arbetet vid maskinstopp vid packstationen?

	Inte alls	I låg grad	I hög grad	I mycket hög grad
Stressande	0	3	9	4
Har obekväma rörelser	0	3	7	6



Fråga 2 Hur brukar du samla upp produktavfall som ramlar av linan?

På frågan svarade merparten att de brukar använda skyffel, sopborste och skrapa för att samla det i vita sopkärl.

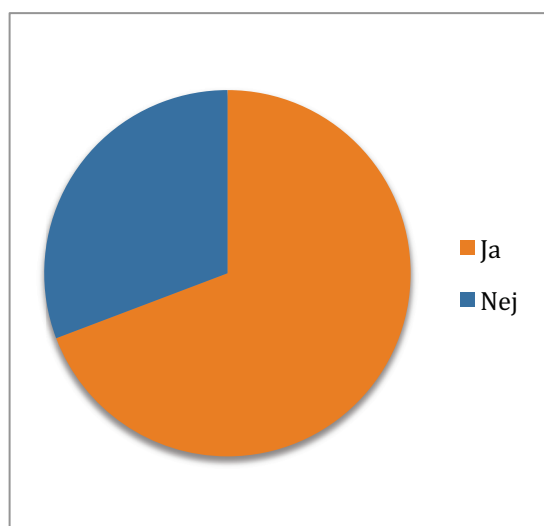
Fråga 3 Har du fått ont av en rörelse som utförs momentet av uppsamlande.

Ja	Nej
9	4

Kommentar:

9 av 13 respondenter beskriver att de någon gång har fått ont av en rörelse som utförs vid momentet vid uppsamlande av produktavfall

Axlar	5
Handleder och axlar	2
händer, fingrar, axlar	1
Rygg, knä	1
Ingenstans	4



Fråga 4 Har du något förslag på hur arbetet att samla upp chipsrester kan förenklas?

Följande förslag lades fram vid frågan om personalen har några egna idéer på hur man kan samla upp chipsrester:

"Någon slags centraldammsugare, som man bara sopar in i (marknivå) så försvinner" det direkt till en behållare... kanske på gården..."

"Direkt uppsugning"

"Försök minska spillet"

"Central dammsugare"

"Underhålla maskinerna, så att dessa går bra för att minimera spillet"

Fråga 5 Vad skulle få dig att sortera chips och förpackning var för sig?

Mer tid att utföra sprättning av förpackning	4
Tekniskt hjälpmedel som underlättar sortering	12
Annan utformning av sopkärl	7

Annat:

"Longo-Pac och enkla korgar till Longo Pac"

"2 kärl. Ett utan påse till chips och en med påse till påsar"

Fråga 6 Vad anser du vara den bästa lösningen för uppsamling av avfall?

soptunna utan plastpåse	0
soptunna med plastpåse	3
Plast-tub med valfri längd	15
endast plastpåse	2

Annan lösning:

"tunna utan påse till produkt och Longo Pac eller påse till tompåsar"

"Ska vara lägre för att skyffla i chipsen, påfrestande för axlar"

"Longo-Pac fast med lägre hållare"

Fråga 7 Hur upplever du soptunnan som används i dagsläget avseende:

a) Tyngd

6 av 16 respondenter ansåg att soptunnan som används i dagsläget var tung, speciellt när man har fyllt den. 10 av 16 respondenter ansåg tyngden vara "ok"

b) Hanterbarhet

8 av 13 respondenter ansåg tunnan vara otymplig och vara hög vid i-skyfflandet av avfall. 4 av 13 fann soptunnan lätthanterlig.

a) Synlighet

Alla respondenter ansåg att tunnan var lätt att upptäcka. Förslag fanns också om att ge dem en starkare färg.

b) Renhållning

Renhållningen av soptunnorna ansågs av alla vara svår. Spolningen upplevdes som ett tungt moment.

c) Förflyttning

Förflyttningen ansågs vara relativt lätt och att soptunnorna rullar bra men kan vara svårvända. Soptunnorna uppges inte heller få plats i passagen mellan ett par maskiner (specifikt maskin 10).

Fråga 8 Hur upplever du tömningen av soptunnan i containern?

väldigt lätt	0
lätt	3
svårt	5
väldigt svårt	9

Fråga 9 Har du fått ont av en rörelse som utförs vid detta moment?

Ja	12
Nej	5

6 av respondenterna hade fått ont i axlarna, 5 stycken i handlederna och 1 hade fått ont i fingrarna.

Fråga 10 Använder du något/några hjälpmedel för att tömma soptunnan?

Ja	12
Nej	4

Samtliga respondenter sade sig använda pinne/borste för att få ut rester från produktavfall ur soptunnan.

Fråga 11 Har du någon idé om hur man kan separera förpackning och chips?

"Det skulle kunna vara bra om man kunde ha nått som drar, exempel luftlucka som suger allt lätt"

"En ökad användning av soptunnor med plastpåsar, eller använda olika soptunnor för förpackning/chips"

"Påsar separeras med produkt för sig som tom påse och skräp för sig eller Longo Pac"

"För chips lägre tunna för tom påsar "plast tub"

"direkt soprör till sopavfall"

UNDERLAG OCH BERÄKNINGAR FÖR BIOGASPOTENTIAL I CHIPS*Parametrar för chips som substrat i biogasframställning:*

Våtvikt	1000 kg
TS av våtvikt	100%
VS av TS	0,9
Fett av VS	32,5%
Protein av VS	6%
Kolhydrat av VS	50,5%

Information om fett, kolhydrat och protein är hämtat genom näringsinnehållet på chips (Estrella, 2014)

Teoretisk mängd och sammansättning av biogas bildad från kolhydrat, fett och protein (Jarvis & Schnürer, 2012):

<i>Teoretisk mängd bildad gas (m³/kg VS)</i>	<i>Biogasens sammansättn.: CH₄:CO₂ (%)</i>	
Kolhydrater	0,38	50:50
Fett	1	70:30
Protein	0,53	60:40

Biogaspotential från 1 ton chipsavfall:

Kolhydrat	292,5
Fett	28,62
Protein	172,71
Summa:	493,83 m³/ton

Uträknat genom:

Fett 1000 kg (våtvikt) x 100 (% TS av våtvikt) x 0,9 (%VS av TS) x 0,505 (% fett av VS) x 1,0 (m³ biogas/kg fett) = 493,83 m³ biogas/ton matavfall
 Protein 1000 x 1 x 0,9 x 0,06 x 0,53 = 28,62 m³ biogas/ton matavfall
 Kolhydrat 1000 x 1 x 0,9 x 0,505 x 0,38 = 172,71 m³ biogas/ton matavfall

Jämförelse av bibränsle som ersättning till diesel (miljöfordon,2014):

<i>Drivmedel</i>	<i>Energiinnehåll</i>	<i>Utsläpp (kg)</i>	<i>Enhet</i>
Ren diesel	9,8 kWh/liter	2,97	CO ₂ ekv/lit
Biogas	9,77 kWh/Nm ³	0,8	CO ₂ ekv/Nm ³
Minskat utsläpp per liter diesel som ersätts:		2,17	CO₂
ekv/Nm³			

Årligt minskade utsläpp

Minskat utsläpp av 1 ton chipsavfall:	1 071,6 CO ₂ ekv/Nm ³
Årligt avfall från chips och förpackning:	172,8 ton
Varav chips:	50% (uppskattat värde)
Minskade utsläpp med ersättning från diesel	92 587,2 CO₂ ekv

Mängden biogas som teoretiskt kan bildas av Estrellas avfall från packstationerna:

Biogaspotentialen/ton i chips	493,83m ³
Årligt produktavfall	172,8 ton
Andel organiskt material	0,5
Biogaspotential/år	42 666,9 Nm³

Ytterligare beräkningar:

Minskade utsläpp på grund av minskad förbränning

Årligt avfall från chips och förpackning	172,8	ton
Aproximerat mängd utsläpp per ton avfall (Avfall Sverige, 2003)	6,5	CO ₂ ekv/ton
Andel organiskt material	0,5	(%)
Utsläpp beroende på förbränning	561,6	CO₂ ekv

Utsläpp beroende på förbränning	561,6	CO ₂ ekv
Minskade utsläpp av ersättning av diesel	92 587,2	CO ₂ ekv
Totalt minskade utsläpp/ år	93148,8	CO₂ ekv

KRAVSPECIFIKATION AVFALLSHANTERING

AVFALLSHANTERING				
<i>Kriterium nr</i>	<i>Cell</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Krav = K</i> <i>Önskemål = Ö</i>	<i>Funkt. = F</i> <i>Begräns. = B</i>
1	HF	Hålla avfall	K	F
2	3.2	Vara lättrengörig	K	F
3	3.2	Motverka tunga lyft	K	F
4	3.2	Minimera obekväma rörelser	K	F
5	3.2	Minimera buller	Ö	F
6	3.1	Medge sortering	K	F
7	3.2	Vara lätthanterlig	Ö	F
8	1.1	Maximera andelen återvunnet material	K	F
9	4.1	Vara 100 % återvinningsbar	K	B
10	3.2	Vara flyttbar	Ö	F
11	3.4	Medge tömning	K	F
12	3.2	Tydliggöra funktion	K	F
13	3.4	Minimera underhåll	K	F
14	3.2	Minimera olyckor	K	F

FÖRKLARINGAR TILL KRAVSPECIFIKATION AVFALLSHANTERING

<i>Kriterium nr</i>	<i>I kravspecifikationen</i>	<i>Efter utveckling av idéerna</i>
1	Hålla avfall	Kunna hålla avfallet som samlas upp
2	Vara lättrengörig	Med lätthet kunna rengöras
3	Motverka tunga lyft	Vara utformad för människa för att motverka tunga lyft
4	Minimera obekväma rörelser	Vara utformad för människa för att minimera obekväma rörelser
5	Minimera buller	Skall vara utformad så att ljudnivån inte stör och orsakar onödigt buller
6	Medge sortering	Möjliggöra hantering av olika material utan sammanblandning
7	Vara lätthanterlig	Kunna flyttas och transporteras
8	Maximera andelen återvunnet material	Material skall i största mån väljas utifrån återvunna varor
9	Vara 100 % återvinningsbar	Material skall väljas så att produkt kan återvinnas vid kassering
10	Vara flyttbar	Skall kunna flyttas för arbete vid annan station
11	Medge tömning	Skall kunna tömmas på sitt innehåll
12	Tydliggöra funktion	Funktionen skall framgå genom form och tydlig skyltning
13	Minimera underhåll	Kvalitet i konstruktionen för minskat underhåll
14	Minimera olyckor	Inga skador skall ske vid brukning

KRAVSPECIFIKATION SEPARERING AV CHIPS- OCH FÖRPACKNINGSMATERIAL

TEKNISK SEPARERING				
<i>Kriterium nr</i>	<i>Cell</i>	<i>Kriterium</i>	<i>Krav = K</i> <i>Önskemål = Ö</i>	<i>Funkt. = F</i> <i>Begräns. = B</i>
1	HF	Separera produkt och förpackning	K	F
2	1.1	Maximera andelen återvunnet material	K	F
3	1.3	Resurssnål tillverkning	Ö	F
4	3.4	Medge reglering	Ö	F
5	3.1	Vara reparerbar	K	F
6	3.2	Minimera vibrationer	Ö	F
7	3.2	Bullernivå < 80dB	K	B
8	3.4	Medge separerad uppsamling	K	F
9	3.4	Andel plast < 10 %	K	B
10	4.1, 2.1	Vara flexibel	K	F
11	4.1	Vara 100 % återvinningsbar	K	B
12	3.4	Inneha uppsamlingsficka >1kbn	K	F
13	3.2	Minimera olyckor	K	F
14	3.3	Minimera underhåll	K	F

FÖRKLARINGAR TILL KRAVSPECIFIKATION SEPARERING AV CHIPS- OCH FÖRPACKNINGSMATERIAL

<i>Kriterium nr</i>	<i>I kravspecifikationen</i>	<i>Efter utveckling av idéerna</i>
1	Separera produkt och förpackning	Separera chips från förpackningsmaterial
2	Maximera andelen återvunnet material	Material skall väljas med så hög andel återvunnet material som möjligt
3	Resurssnål tillverkning	Tillverkning skall ske med så liten påverkan på miljö som möjligt
4	Medge reglering	Kunna justeras för olika produktavfall
5	Vara reparerbar	Det skall finnas tillgång till reservdelar och service
6	Minimera vibrationer	Skall minimera vibrationer så att inte människa och byggnad äventyras
7	Bullernivå < 80dB	Bullernivå skall ej överstiga Arbetsmiljöverkets riktlinjer för daglig bullerexponeringsnivå: < 80dB
8	Medge separerad uppsamling	Organiskt och icke organiskt material skall kunna uppsamlas separat utan risk för sammanblandning
9	Andel plast < 10 %	Andel plast i containern med chips får ej överstiga 10 % av det totala innehållet
10	Vara flexibel	Konstruktionen skall med kunna flyttas.
11	Vara 100 % återvinningsbar	Material skall väljas så att produkt kan återvinnas vid kassering
12	Inneha uppsamlingsficka >1kbm	Uppsamlingsficka skall rymma tömning av avfall från ett sopkärl
13	Minimera olyckor	Inga skador skall ske vid brukning
14	Minimera underhåll	Kvalitet i konstruktionen för minskat underhåll

**MORFOLOGISK MATRIS FÖR KONCEPT MED TOTALFUNKTION:
SEPARERA CHIPS FRÅN FÖRPACKNING**

<i>Teknisk Separering</i>								
<i>Delfunktioner</i>	<i>Dellösningalternativ</i>							
<i>Uppsamling av blandat avfall</i>	Kvadratisk form	Sfärisk form	Tratt	Insug	Öppningsbar yta i vid packstation	Rektangulär form		
<i>Riva upp förslutna påsar</i>	Skruv, pressar, skär och transporterar material	Skärklingsor på axel, roterar i nersläppsytan	Mixer, blandar och skär sönder + processvatten	Destruktionskvarn, maler material	Mangel över transportband med skärande don	Tryck, material pressas genom valsar	Manuell upprivning	
<i>Separera förpackning från produkt</i>	Vertikal trumma, likt centrifugering	Vattenseparering, skilja fraktioner åt - densitetsskillnader	Skaktransportering, fraktioner m. olika storlekar siktas	Manuell separering	Suga upp fraktion med lägre densitet	Robot med optisk läsare	Skruvtransport m. hålig trumma där chips trycks ut .	Spetsar på mangel, drar med förp.
<i>Uppsamling av chips och förpackning</i>	Container	Komprimator	Sopsäck	Soptunna med lock	Påse med dragsko	Biologiskt nedbrytbar påse	Transportband	Sug

ELIMINERINGSMATRIS FÖR SEPARERING AV CHIPS- OCH FÖRPACKNINGSMATERIAL

Lösningalternativ som man beslutar fullfölja (+), kräver tilläggsinformation (?) för fullföljande eller eliminering (-).

ELIMINERINGSMATRIS:									ELIMINERINGSKRITERIER:(+) JA (-) NEJ (?) MER INFO KRÄVS (!) KONTROLL PRODUKTSPEC.	
Lösning	Löser huvudproblemet	Uppfyller alla krav i kravspec.	Realiserbar	Inom kostnadsramen	Minimerad miljöpåverkan	Säker och ergonomisk	Passar andra fraktioner	Tillräcklig info för genomförande	BESLUT: (+) FULLFÖLJ LÖSNING (-) ELIMINERA LÖSNING (?) SÖK MER INFO (!) KONTROLL PRODUKTSPEC.	
									KOMMENTAR:	BESLUT:
1	+	?	+	?	+	+	+	?	Passar andra fraktioner med modifikation	+
2	?	?	+	?	+	+	-	?	Osäker på om förpackning och chips kommer att separeras genom krossning	+
3	?	?	+	?	(?)	+	-	?	Luftsug är ofta resurskrävande	+
4	?	?	-	?	-	+	-	?	Tillsats i vätskan för att få chips att sjunka? Tillsats skapar rejekt.	-
5	?	?	+	?	+	+	-	?	Behövs ytterligare destruktion av förpackning?	+

För samtliga konceptförslag krävs ytterligare tester för ett avgörande om genomförbarhet.

PUGHS RELATIVA BESLUTSMATRIS FÖR SEPARERIN AV CHIPS- OCH FÖRPACKNINGSMATERIAL

Fyller det aktuella kriteriet bättre än (+), lika bra (0) eller sämre än (-) referensalternativet.

KRITERIUM	ALTERNATIV			
	1 (ref)	2	3	5
Separera produkt o förp.		-	-	-
Maximera andelen återvunnet material		0	0	0
Vara reparerbar		-	0	0
Bullernivå < 80 dB		-	-	0
Medge separerad upps.		0	0	0
Maximera uppsamlat organiskt material		-	-	-
Andel plast < 10 %		0	-	+
Flexibel konstruktion		0	-	0
Vara 100 % återvinningsbar		0	0	0
Inneha uppsamlingsficka > 1kbm		0	0	0
Minimera olyckor		0	0	0
Minimera underhåll		-	-	+
Summa +		0	0	2
Summa 0		7	6	8
Summa -		5	6	2
Nettovärde		-5	-6	0
Rangordning	1	3	4	1
Vidareutveckling	ja	nej	nej	ja

TEST I SIKT

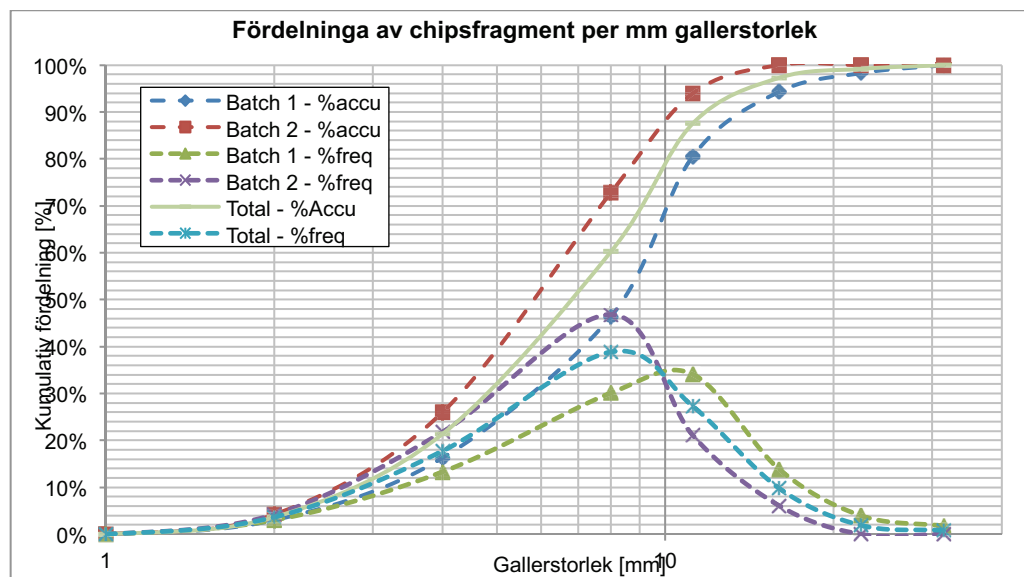
Testerna utförda på Chalmers avdelning för produktutveckling.

Batch 1: förpackningsdelar i storleksordning 5-12 cm och krossat chips

Batch 2: förpackningsdelar i storleken 10-50 cm samt finkrossat chips

Galler (mm)	Batch 1			Batch 2			Totalt		
	varje (g)	%-Ack	%frekv.	varje (g)	%-Ack	%frekv.	varje (g)	%-Ack	%frekv.
22,4	1,6	100,0%	1,7 %	0	100,0%	0,0 %	1,6	100,0%	0,8 %
16	3,7	98,3%	4,0 %	0	100,0%	0,0 %	3,7	99,2%	1,9 %
11,2	12,9	94,3%	13,8%	6,2	100,0%	6,1 %	19,1	97,3%	9,8 %
8	31,8	80,5%	34,1%	21,6	93,9%	21,1%	53,4	87,5%	27,3%
4	28,1	46,4%	30,1%	47,9	72,8%	46,8%	76	60,2%	38,9%
2	12,4	16,3%	13,3%	22,3	26,0%	21,8%	34,7	21,4%	17,7%
1	2,8	3,0 %	3,0 %	4,3	4,2 %	4,2 %	7,1	3,6 %	3,6 %

Kumulativ- och frekventiell fördelningskurva med värden från tabell ovan.



Renova AB
Peter Skruf
Box 156
401 22 GÖTEBORG

AR-14-SL-062832-01**EUSELI2-00168869**

Kundnummer: SL8417142

Analysrapport

Provnnummer:	177-2014-05120488				
Provbeskrivning:					
Matris:	Slam				
Provet ankom:	2014-05-09				
Utskriftsdatum:	2014-05-30				
Provmärkning:	Potatisslam				
Analys	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	
Torrsubstans	10.7	%	10%	SS EN 12880	b)
Glödförlust	97.0	% Ts	10%	SS EN 12879	b)
pH	4.8		0.2	EN ISO 15933:2012	b)
Kväve Kjeldahl	1300	mg/kg	10%	EN 13342	a)
Kväve Kjeldahl	1.2	% Ts	10%	Beräknad från analyserad halt	b)
Ammoniumkväve	190	mg/kg	10%	STANDARD METHODS 1998, 4500 mod	a)
Ammoniumkväve	0.18	% Ts	10%	Beräknad från analyserad halt	b)
Bly Pb	< 0.56	mg/kg Ts	25%	SS 028150-2 / ICP-MS	b)
Fosfor P	1700	mg/kg Ts	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)
Kadmium Cd	< 0.12	mg/kg Ts	25%	SS 028150-2 / ICP-MS	b)
Koppar Cu	10	mg/kg Ts	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)
Krom Cr	< 2.8	mg/kg Ts	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)
Kviksilver Hg	< 0.056	mg/kg Ts	25%	SS 028150-2 / AFS	b)
Nickel Ni	< 2.8	mg/kg Ts	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)
Svavel S	1200	mg/kg Ts	20%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)*
Zink Zn	13	mg/kg Ts	15%	SS 028150-2 / ICP-AES	b)

Utförande laboratorium/underleverantör:

- a) Eurofins Food & Agro (Lidköping), SWEDEN
b) Eurofins Environment Sweden AB (Lidköping), SWEDEN

Ingrid Westman-Lernstål, Rapportansvarig

Denna rapport är elektroniskt signerad.

Förklaringar

AR-003v35

Laboratoriet/laboratorierna är ackrediterade av respektive lands ackrediteringsorgan. Ej ackrediterade analyser är markerade med *

Mätosäkerheten, om inget annat anges, redovisas som utvidgad mätosäkerhet med täckningsfaktor 2. Undantag relaterat till analyser utförda utanför Sverige kan förekomma. Ytterligare upplysningar samt mätosäkerhet och detektionsnivåer för mikrobiologiska analyser lämnas på begäran.

Denna rapport får endast återges i sin helhet, om inte utförande laboratorium i förväg skriftligen godkänt annat. Resultaten relaterar endast till det insända provet.