

# **Intern återvinning av spillmaterial vid Herrmans Bike Components**

Oscar Granholm

Examensarbete för ingenjörsexamen (YH)

Utbildningsprogrammet för produktionsekonomi

Vasa 2021

## EXAMENSARBETE

Författare: Oscar Granholm  
Utbildning och ort: Produktionsekonomi, Vasa  
Handledare: Karl-Gustav Henriksson, Herrmans Bike Components  
Mikael Ehrs, Yrkeshögskolan Novia

Titel: Intern återvinning av spillmaterial vid Herrmans Bike Components

---

Datum: 5.5.2021

Sidantal: 35

---

### Abstrakt

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Herrmans Bike Components. Företaget är en av de ledande cykelkomponenttillverkarna i Europa med utveckling och produktion av diverse tillbehör som bland annat fram- och baklampor, reflexer och handtag. Dessa tillverkas både som originaltillbehör samt för eftermarknaden och den största delen av produktionen går till export.

Syftet med arbetet var att reda ut om det vore lönsamt för företaget att själva sköta återvinningen av spillet i stället för dagens outsourcing, vilka material som idag inte återvinns som kunde börja återvinnas, vilken utrustning som skulle behövas för ändamålet samt vilka produktionsproblem som kan uppstå i samband med användning av det återvunna materialet.

Resultatet av arbetet är en teoretisk grund som ska hjälpa företaget att ta beslut om hur man ska sköta återvinningen av spillet och vilken typ av utrustning som borde införskaffas. Utrustningens återbetalningstider har räknats för att ge en indikation på om investeringen kunde vara lönsam, både för enskilda materialtyper och totalt sett.

---

Språk: svenska

Nyckelord: insourcing, återvinning, spillmaterial

## **BACHELOR'S THESIS**

Author: Oscar Granholm  
Degree Programme: Industrial Management and Engineering  
Supervisors: Karl-Gustav Henriksson, Herrmans Bike Components  
Mikael Ehrs, Novia University of Applied Sciences

Title: Insourced Recycling of Waste Material at Herrmans Bike Components

---

Date: 5.5.2021

Number of pages: 35

---

### **Abstract**

This bachelor's thesis was made for Herrmans Bike Components. The company is one of the leading bike component manufacturers in Europe with development and production of accessories including front and rear lights, reflectors, and grips. These are made both as original equipment and for the aftermarket, and the majority of production is exported.

The purpose of the thesis was to figure out if it would be profitable for the company to start recycling the waste material themselves instead of outsourcing, which materials that are not recycled today that could be, what equipment is needed, and which production problems that could arise related to using the recycled material.

The result of the thesis is a theoretical foundation to help the company decide about recycling of the waste material and what type of equipment they should get. The payback period for the equipment has been calculated to give an indication if the investment would be profitable both for individual material types and in total.

---

Language: Swedish

Key words: insourcing, recycling, waste material

## Innehållsförteckning

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Inledning.....                                   | 1  |
| 1.1   | Bakgrund .....                                   | 1  |
| 1.2   | Syfte .....                                      | 2  |
| 1.3   | Avgränsning.....                                 | 3  |
| 2     | Företaget.....                                   | 4  |
| 2.1   | Herrmans Bike Components.....                    | 5  |
| 2.2   | Nordic Lights.....                               | 5  |
| 3     | Teori .....                                      | 6  |
| 3.1   | Formsprutning .....                              | 6  |
| 3.1.1 | Uppbyggnad.....                                  | 6  |
| 3.1.2 | Kall- och varmkanalssystem.....                  | 8  |
| 3.1.3 | Tvåkomponent.....                                | 9  |
| 3.2   | Användning av återvunnet material .....          | 10 |
| 3.3   | Produktionsproblem.....                          | 11 |
| 3.4   | Investeringskalkyl.....                          | 13 |
| 3.4.1 | Återbetalningsmetoden .....                      | 13 |
| 3.4.2 | Nuvärdemetoden.....                              | 14 |
| 3.4.3 | Internräntemetoden.....                          | 15 |
| 4     | Metod.....                                       | 16 |
| 4.1   | Uppstart .....                                   | 16 |
| 4.2   | Genomgång av funnen information.....             | 16 |
| 4.3   | Produktionsproblem.....                          | 18 |
| 4.4   | Utrustning .....                                 | 18 |
| 4.5   | Uträkningar.....                                 | 19 |
| 5     | Jämförelse av utrustningsalternativ .....        | 20 |
| 5.1   | Nuvarande metod - outsourcing.....               | 20 |
| 5.2   | Alternativ 1 - centralkvarn och granulator ..... | 21 |
| 5.3   | Alternativ 2 - mindre kvarnar .....              | 23 |
| 5.4   | Alternativ 3 - kombination .....                 | 24 |
| 6     | Resultat .....                                   | 25 |
| 6.1   | Material .....                                   | 25 |
| 6.2   | Uträkningar.....                                 | 25 |
| 6.2.1 | Centralkvarn och granulator.....                 | 25 |
| 6.2.2 | Mindre kvarnar.....                              | 25 |
| 6.2.3 | Totalt .....                                     | 25 |
| 6.2.4 | Slutsats.....                                    | 25 |

|     |                       |    |
|-----|-----------------------|----|
| 6.3 | Sammanfattning.....   | 26 |
| 7   | Diskussion.....       | 27 |
| 7.1 | Vidareutveckling..... | 27 |
| 7.2 | Avslutning .....      | 28 |
| 8   | Källförteckning.....  | 29 |

## Figurförteckning

|  |    |
|--|----|
| Figur 1: Företagens logotyper. Anpassad från (Nordic Lights, 2018).....                                | 4  |
| Figur 2: Exempel på standardskruv för formsprutning. Anpassad från (Svensson, u.d.).<br>.....          | 7  |
| Figur 3: Förenklad modell av formspruta. (Manufacturing Guide, u.d.) .....                             | 7  |
| Figur 4: Jämförelse av metoder för 2K formsprutning. Anpassad från (Manufacturing<br>Guide, u.d.)..... | 9  |
| Figur 5: Exempel på hur en centralkvarn kan se ut. Anpassad från (Rapid Granulator,<br>2020b).....     | 21 |
| Figur 6: Exempel på hur en mindre kvarn kan se ut. Anpassad från (Rapid Granulator,<br>2020a).....     | 23 |

## Terminologi

|            |  |
|------------|--|
| Formspruta | Maskin som pressar in smälta i ett slutet formverktyg.   |
| Extruder   | Maskin som pressar halvsmält material genom ett öppet munstycke.   |
| Granulator | Maskin som reducerar extruderade strängar av material från en extruder till mindre pellets. Kallas på engelska för pelletizer. |
| Kvarn      | Maler ner material till mindre bitar som kan användas igen. Kallas på engelska för granulator.                                 |
| Ingöt      | Material som stelnat i ett formverktygs kanaler, ej del av detaljen.   |
| Värmecykel | Cykel där ett material går från fast till flytande och tillbaka till fast form.  |
| TPE        | Termoplastisk elastomer.   |
| TPU        | Termoplastisk polyuretan.  |
| PA         | Polyamid, ofta kallat nylon.   |
| PC         | Polykarbonat.  |
| ABS        | Akrylnitril-Butadien-Styren.   |
| POM        | Polyoximetylen, ofta kallat acetal.  |

# 1 Inledning

Detta examensarbete har gjorts på uppdrag av Herrmans Bike Components och handlar om återvinningen av det spillmaterial som uppstår i samband med företagets tillverkningsprocesser. I arbetet kartläggs företagets materialanvändning och materialens återvinningsmöjligheter, vilka produktionsproblem som användning av återvunnet material i praktiken kan leda till samt vilken typ av utrustning som behövs.

Att öka på återvinningen är något som kan ha en betydelse både för den egna ekonomin och för klimatet. Allt spillmaterial som går att återanvända minskar på mängden nytt material som behöver köpas in med motsvarande mängd, samtidigt som avfallskostnaderna kan minimeras. För klimatet blir skillnaden också snabbt stor, enligt Waste Management motsvarar varje ton återvunnen plast bland annat en inbesparing på 5774 kilowattimmar energi eller 2593 liter olja (Waste Management, n.d.).

Den första kontakten med företaget var i slutet av januari 2021, efter att jag hade fått höra om ett intressant potentiellt examensarbete via programmets utbildningsansvarige. Det första mötet med företaget planerades in i början på februari, där jag under en rundvandring i fabriken fick en introduktion till företaget och presentation av ämnet som examensarbetet skulle undersöka.

## 1.1 Bakgrund

Vid formsprutningstillverkning uppstår spill i form av ingöten och/eller kasserade detaljer. Materialet i dessa är av hög kvalitet, men går inte att återanvända i processen utan ytterligare bearbetning. I dagens läge sorterar man ut svarta och gråa termoplastiska elastomerer (TPE) som samlas ihop i en container och skickas några gånger per år till en annan del av landet, där ett utomstående företag återvinner materialet till ett återanvändbart material och säljer det tillbaka för ett fast kilopris.

De av företagets produktionsceller som kör höga volymer av enskilda material och produkter har redan från början byggts upp för att automatiskt mala ner och återvinna detta material direkt vid tillverkningen, men de flesta av produktionscellerna är inte planerade för detta vilket försvårar en eventuell automatisering. Resten av spillmaterialet

går beroende på materialtyp antingen till energiavfall eller till deponi, vilket också blir en kostnad för företaget.

Orsaken till att man i dagens läge inte tar till vara övriga material är bland annat att kvalitetskraven inte tillåter det för de produkter där materialet annars skulle kunna lönsas att återvinna, eller att volymerna är för små för att inom rimlig tid samla ihop tillräckliga mängder för att skicka bort för återvinning.

## **1.2 Syfte**

Syftet med detta examensarbete var att undersöka om det skulle vara lönsamt att börja sköta materialåtervinningen på plats i den egna fabriken i stället för att köpa in tjänsten av det utomstående företaget. Företagets materialanvändning skulle kartläggas för att se om det fanns fler material som man samtidigt kunde börja återvinna. För att få reda på vilken typ av utrustning som skulle fungera bäst för ändamålet skulle olika alternativ jämföras och deras fördelar och nackdelar sammanställas. Att använda återvunnet material är inte heller helt problemfritt, så det skulle också tas reda på vilka produktionsproblem som kan uppstå för att kunna undvika dem så bra som möjligt.

Utredningen kommer i huvudsak att ske genom informationssökning om ämnet och de olika materialen på internet, men också genom diskussion med handledaren och andra sakkunniga inom företaget för att få en bättre insikt i deras processer i praktiken.

Resultatet är en utredning över vilka material som man idag inte själva återvinner på plats men som man skulle kunna återvinna, vilken typ av utrustning som ska användas för detta och vilka problem man ska se upp med om man väljer att börja återvinna materialen internt.



### **1.3 Avgränsning**

Även om de flesta material som företaget använder i teorin skulle kunna återvinnas ser det lite annorlunda ut i praktiken. Eftersom många av produkterna man tillverkar har höga krav på till exempel ljusbrytning eller hållbarhet är det inte alltid möjligt att använda återvunnet material i dem. Vi valde därför att utesluta alla material som går till genomskinliga produkter eller innehåller glasfiberförstärkning. Dessutom uteslöts de material som har en inköpssumma på under 10 000 € per år, då volymerna i det fallet är för små för att det ska vara ekonomiskt hållbart att återvinna. De material som redan har en integrerad återvinningsprocess på plats i fabriken togs inte heller med i denna undersökning.

Undersökningen av utrustningsalternativen begränsades till att endast se på typen av maskin, utan någon närmare jämförelse mellan olika modeller och exakta pris. Utöver det var man inte heller intresserade av att beakta underhållskostnaderna för maskinerna i det här skedet.

## 2 Företaget

Herrmans Oy Ab är ett plastindustriföretag som grundades år 1959 i Pedersöre. Allt började med att paret Bernhard och Lisbeth Herrmans hyrde en extruder över helgerna för att som sidosyssla tillverka fälgband för cyklar. Den första egna extrudern köptes 1966 och man började då samtidigt exportera fälgband till Sverige. Några år senare, 1969, skaffades den första formsprutan och man började då tillverka och exportera cykelhandtag till Norge. Sedan dess har utbudet på cykelkomponenter sett en betydlig tillväxt till dagens breda sortiment och under tiden har man dessutom skaffat sig ett andra ben att stå på, då man under lågkonjunkturen på 90-talet började tillverka arbetsbelysning under namnet Nordic Lights. (Herrmans, 2019b)

Företaget har med tiden hunnit byta ägare ett par gånger. I början på 2000-talet köpte den dåvarande företagsledningen tillsammans med en utomstående finansiär upp företaget och sedan årsskiftet till 2019 kom det finska investeringsbolaget Sponsor Capital in som majoritetsägare. Sedan det senaste ägarbytet har man tagit beslutet att bryta ut varumärket Nordic Lights till ett eget företag och fortsätta med cykelkomponentsproduktionen skilt under företagsnamnet Herrmans Bike Components (Herrmans, 2019a). Systembolagen går nu tillsammans under namnet Herrmans Group och deras huvudkontor står i dag intill varandra på platsen där Herrmans fabrik först byggdes i Sandsund år 1972. Globalt sysselsätter Herrmans Group fler än 250 personer vid sina verksamhetspunkter i Jakobstad, Tyskland, USA, Taiwan, Kina och Brasilien (Herrmans, 2021b).



Figur 1: Företagens logotyper. Anpassad från (Nordic Lights, 2018).

## 2.1 Herrmans Bike Components

Herrmans Bike Components är en Europealedande cykelkomponenttillverkare med lång erfarenhet inom sin bransch. Det breda sortimentet av cykelkomponenter består idag av handtag, fälgband, reflexer, kedjeskydd, fram- och baklampor samt diverse andra mindre tillbehör (Herrmans, 2021a). Dessa produkter tillverkas både som originaltillbehör för kända cykeltillverkare som till exempel Bianchi, Trek och Specialized, men också som tillbehör för eftermarknaden (Herrmans, 2021c).

År 2020 hade Herrmans Bike Components en omsättning på 20 miljoner euro och antalet anställda var 70 (Sponsor Capital, 2021a).

## 2.2 Nordic Lights

Systerbolaget Nordic Lights grundades 1992 och är en världsledande utvecklare och tillverkare av belysning för arbetsfordon. Produkterna tillverkas både som originaltillbehör för fordonstillverkare som Caterpillar, Liebherr, Sandvik och Komatsu, men också för eftermarknaden (Nordic Lights, 2021).

Orsakerna till sin framgång inom branschen säger man att beror på ett antal grundvärderingar. Några av dessa är att utvecklingsavdelningen är av hög klass med kunnig personal och modern utrustning, att man har ett tätt samarbete med sina kunder och att man strävar efter att tillverka produkter av högsta möjliga kvalitet. (Nordic Lights, 2021)

År 2020 hade Nordic Lights en omsättning 40 miljoner euro och antalet anställda var 168 (Sponsor Capital, 2021b).

## 3 Teori

I detta kapitel presenteras den teori som ligger till grund för arbetet. För att få en bättre uppfattning om bakgrunden till problemet tas relevant teori kring formsprutning upp. Annat som tas upp är användning av återvunnet material i plastindustrin, vilka produktionsproblem som användningen kan leda till och lite kort om de vanligaste metoderna att räkna investeringskalkyl.

### 3.1 Formsprutning

Formsprutning är en tillverkningsmetod som fick sin början 1872, då de amerikanska bröderna Hyatt först började tillverka biljardbollar med maskintypen. Den första versionen av maskinerna hade en kolv som pressade in materialet från en uppvärmd cylinder i ett formverktyg. Sedan dess har maskinerna utvecklats och under 1950-talet kom de skruvmaskiner som används än idag, även om mycket utvecklade och moderniserade. De modernaste maskinerna idag har ersatt hydraulik med el och är nu framför allt betydligt tystare än tidigare. (Bruder, 2019, pp. 110-111)

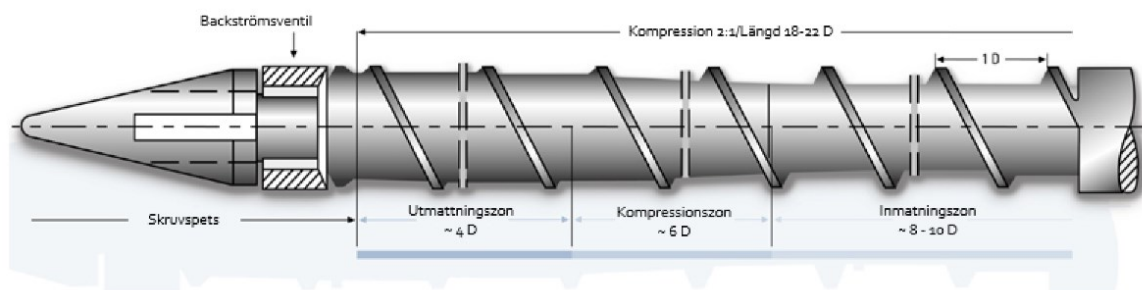
Orsakerna till att formsprutning blivit dagens populäraste plastbearbetningsmetod är många. Begränsningarna är få då man kan tillverka produkter med dimensioner på någon millimeter upp till någon meter i längd, ofta utan behov av efterbearbetning, komplexa former är möjliga, olika material kan kombineras och produktionstakten är hög. Dock är den initiala investeringen stor och detaljer måste konstrueras med släppningsvinklar i åtanke, så att de går att fås loss ur formverktyget. (Bruder, 2019, pp. 110-111)

#### 3.1.1 Uppbyggnad

En formspruta byggs upp av två huvudkomponenter, insprutningsenheten och låsenheten. I insprutningsenheten tas plastgranulatet först in genom en tratt och smälts ner, huvudsakligen genom den kompression som uppstår då skruvens diameter ökar ju längre fram i cylindern granulatet kommer, men också genom uppvärmning från värmeslingor dragna runt cylindern. En specificerad mängd smälta doseras sedan framför skruven, varpå den trycks framåt som en kolv för att pressa in smältan i formverktyget. En backflödesventil hindrar smältan från att tryckas bakåt. Medan smältan kyls ner och stelnar i formen ligger

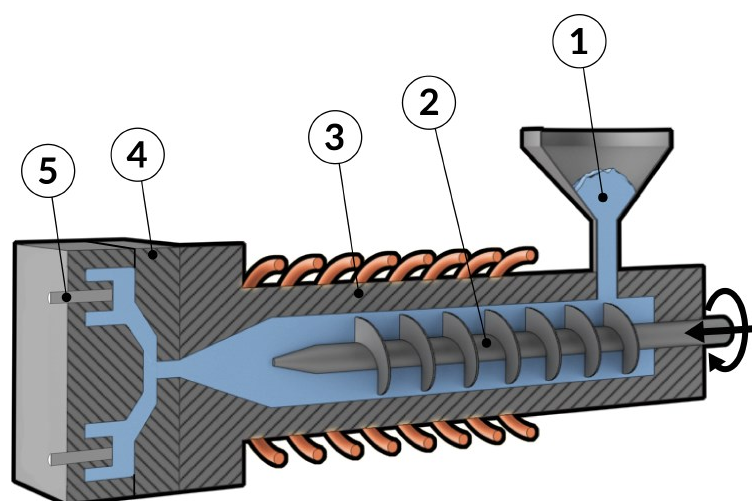
eftertryck på för att motverka den krympning som sker då smältan svalnar, samtidigt som nästa doseringscykel kan påbörjas. (Svensson, u.d.) (Bruder, 2019, p. 112)

En typisk skruv är indelad i tre zoner; inmatningszonen, kompressionszonen och utmattningszonen. Dimensionerna varierar enligt vilka behov man har, men i figur 3 syns typiska mått i förhållande till skruvens delning. Skruven kan antingen drivas med en hydraulisk eller elektrisk motor beroende på formsprutans typ. (Svensson, u.d.)



**Figur 2: Exempel på standardskruv för formsprutning. Anpassad från (Svensson, u.d.).**

Formverktyget består oftast av två delar, en fast förankrad och en rörlig. Formsprutans låsenheten har som huvudsaklig uppgift att hålla fast den rörliga delen av formen med en kraft så hög att den inte öppnas av trycket från insprutningsenheten, samt öppning och stängning av formen vid rätt tillfällen i processen. För att göra detta finns flera olika metoder, varav de vanligaste är knäledslåsning och hydraulisk låsning, men eftersom låsningsmetoden inte är relevant för detta examensarbete undersöks metoderna inte närmare här. (Svensson, u.d.)



**Figur 3: Förenklad modell av formspruta. (Manufacturing Guide, u.d.).**

I figur 2 visas hur en förenklad uppbyggnad av hur en formspruta kunde se ut, eller närmare bestämt själva insprutningsenheten och formverktyget. I bilden har plastgranulat numrerats som (1), skruven som (2), cylindern som (3), formverktyget som (4) och utstötare som (5). De onummerade kopparfärgade rören runt cylindern är värmeslingor. (Manufacturing Guide, u.d.)

### 3.1.2 Kall- och varmkanalssystem

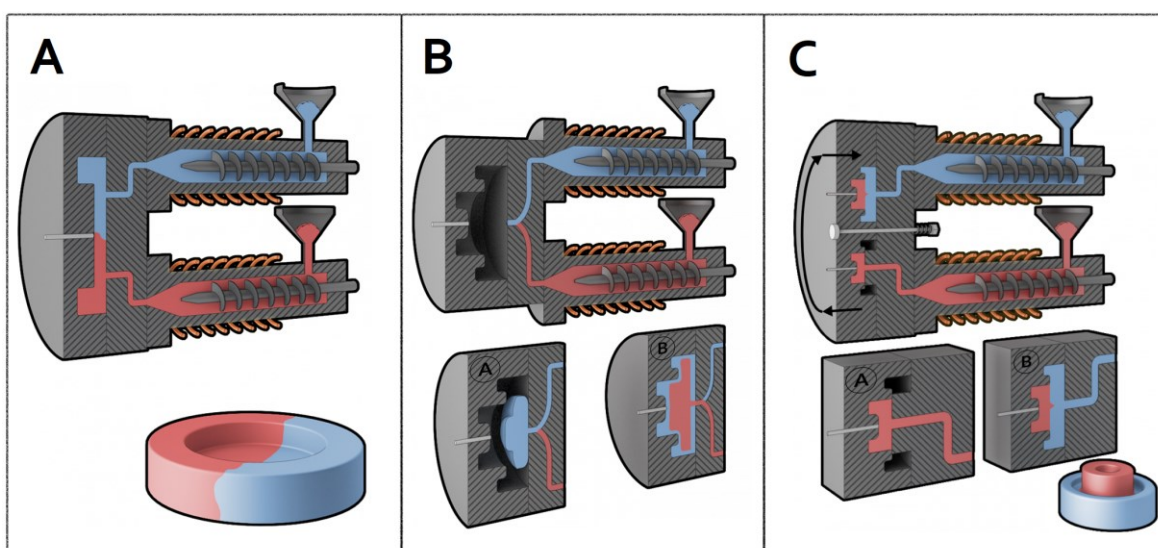
Kanalssystemen för formsprutning delas in i två kategorier, kallkanalsystem och varmkanalssystem. Den huvudsakliga uppgiften för dessa är att få fram materialet till ihålligheten i formverktyget. (SIMTEC, 2015)

Kallkanalsystem, eng. *cold runner system*, är som namnet säger kanalsystem med kalla kanaler. Smältan stelnar då samtidigt som detaljen och man får ett *ingöt* som går att ta till vara genom att mala ner och blanda med nytt material. Beroende på hur stora detaljer det handlar om och hur många som formsprutas samtidigt kan ingötet procentuellt vara en stor del av den totala mängden smälta som används per cykel. Detta eftersom kanalsystemet måste vara jämnt balanserat för att fylla alla formens ihålligheter jämnt. Den största fördelen med att använda denna typ av kanalsystem är att det är billigare än varmkanalssystemen, men också att de är mer flexibla och enklare att justera vid behov. (SIMTEC, 2015) (Bruder, 2019, p. 131)

Varmkanalsystem, eng. *hot runner system*, är system med varma kanaler som håller smältan i flytande form medan den formsprutade detaljen stelnar. Detta kan antingen åstadkommas genom uppvärmning eller isolering av kanalerna. Varmkanalsystemen gör snabba cykeltider möjliga utan att behöva använda robotarmar och eftersom all smälta som inte används till själva detaljen hålls i flytande form under kyltiden uppstår inget spill i form av ingöten. Slutprodukten blir också snyggare till utseendet då det inte syns lika tydligt var smältan kommit in till formen som vid formsprutning med kallkanalsystem. Nackdelen med detta system är att alla material inte passar att användas med denna metod och att starttiderna är längre. (SIMTEC, 2015) (Bruder, 2019, p. 132)

### 3.1.3 Tvåkomponent

Tvåkomponents (2K) formsprutning är en tillverkningsmetod som gör det möjligt att kombinera de goda egenskaperna från flera olika material samtidigt under ett och samma produktionssteg. Metoden används vid Herrmans för att formspruta produkter som cykelhandtag och kedjeskydd, där man i vissa fall vill kombinera olika material och i vissa fall olika färger. Det finns flera olika sätt att formspruta tvåkomponentsprodukter och vilken metod som används beror helt enkelt på vad det är man vill åstadkomma. Nackdelen med metoden är att man inte kan återvinna detaljen om den måste kasseras, då man inte kan blanda de olika materialen och färgerna med varandra. Eftersom ingöten ofta är skilda går det dock att återvinna dessa så länge de är tillräckligt stora i förhållande till detaljen.



MANUFACTURINGGUIDE

Figur 4: Jämförelse av metoder för 2K formsprutning. Anpassad från (Manufacturing Guide, u.d.).

Bi-injicerad formsprutning betyder att man har ett formverktyg med två eller fler inlopp på olika ställen i formen. Genom att formspruta med denna metod kan man få produkter med flera olika material eller färger, med en tydlig gräns mellan. En förenklad version av hur detta går till ser man i ruta A i figur 4. (Manufacturing Guide, u.d.)

Co-injicerad formsprutning är en metod där man sprutar flera material genom samma inlopp för att skapa ett yttre skal av ett material och en inre kärna av ett annat. För att detta ska lyckas använder man ett nerkyllt formverktyg som gör att det första materialet stelnar snabbare och det andra materialet hålls inuti. Orsakerna till att man vill använda ett annat material som kärna kan vara att man vill spara på materialkostnaderna, göra produkten starkare eller påverka vikten. En förenklad version av detta syns i ruta B i figur 4. (Manufacturing Guide, u.d.)

Flerskottsformsprutning betyder att man har ett formverktyg där ena halvan är roterbar, vilket möjliggör att man kan förflytta en produkt mellan flera former med olika håligheter för att bygga på den ursprungliga formen. Detta är metoden som används för att tillverka många av cykelhandtagen och kedjeskydden vid Herrmans. Alternativt kan en robot användas för att förflytta detaljen mellan formhalvorna, eller så kan formhalvan i stället för att rotera förflyttas utåt för att skapa en större ihålighet som då gjuts med annat material. Med flerskottsformsprutning kan man med korta cykeltider till exempel skapa handtag som har en stabil stomme men ändå är mjuka att hålla i. En förenklad version av hur det här kan gå till syns i ruta C i figur 4. (Manufacturing Guide, u.d.) (Bruder, 2019, p. 115)

### 3.2 Användning av återvunnet material

Varför är det nödvändigt att använda återvunnet material? Jo, i plastindustrin är vinstmarginalerna ofta låga och om man då låter spillmaterialet gå utan att maximera dess värde påverkar det lönsamheten. Användningen av ommalet material kan ändå påverka slutproduktens kvalitet, så för att veta vilken andel som faktiskt kan blandas in bör man testa sig fram med vilken procent som kan användas för tillverkning av olika produkter. (Plastic 411, n.d.)

Material som har gått igenom en tillverkningsprocess åtminstone en gång och sedan malts ner tillbaka till återanvändbart material kallas för ommalet material eller på engelska *regrind*. För att maximera vad man kan få ut ur detta material måste det behandlas med omsorg. Materialet kan på grund av sin historik ha degraderats och har då inte längre samma egenskaper som det hade från början och det är därför viktigt att noggrant märka upp vilket material som är vilket för att redan på förhand ha en aning om dess egenskaper. (Bozzelli, 2014)

Den vanligaste metoden för användning av återvunnet material är att göra det i en kontinuerlig cykel, där ingöten mals ner direkt vid formsprutan med en liten kvarn och går tillbaka in för att blandas in med nytt material och användas igen. Andelen återvunnet material som blandas in har ingen allmänt bestämd nivå, utan kan variera mellan allt från 0 % upp till 100 %. Till och med fast man har sofistikerad blandningsutrustning som i teorin borde blanda materialet till en specificerad nivå kan man aldrig vara säker på att nivån ommalet material som blandas med är den man tror i verkligheten. Att blanda med



materialet kan därför lätt bli problematiskt och det kan vara värt att fundera på om man verkligen vill blanda i stället för att använda det återvunna materialet som det är. (Bozzelli, 2014) (Plastics Today, 1998)

En alternativ metod kunde vara den så kallade kaskadmetoden. I stället för att blanda in återvunnet material med nytt eller blanda ihop allt återvunnet material använder man spillet från samma process flera gånger tills materialet är slut eller man har kommit upp till ett bestämt antal värmecykler och egenskaperna inte längre är tillräckligt bra. På det viset är det möjligt att veta exakt vad materialet man använder består av och vilken kvalitet det är. Kontaminering ställer inte till långvariga problem, utan begränsas till en serie. Ifall materialet färgas in behöver det endast färgas den första gången det används, vilket också sparar in lite kostnader. Genom att använda kaskadmetoden är det också möjligt att testa hur egenskaperna i värsta fall kan påverkas, då man kan prova i förväg hur olika antal värmecykler påverkar slutproduktens kvalitet och sedan kan begränsa dem till ett antal där produkten ännu är bra. Kaskadmetoden har dock inte endast fördelar, då den inte lämpar sig för alla material och färger. (Plastics Today, 1998) (Bozzelli, 2014)

Som parentes kan nämnas att enligt Plastic 411 kan återvinning av glasfiberförstärkt material påverka materialets styrka och återvinning av genomskinlig polykarbonat påverka slutproduktens klarhet. Detta bekräftar varför materialen avgränsades från detta examensarbete. (Plastic 411, n.d.)

### 3.3 Produktionsproblem

Användning av återvunnet material är inte alltid helt problemfritt och det är därför viktigt att vara förberedd på vilka problem som kan framkomma, för att så bra som möjligt kunna förhindra dem i förväg. De största och vanligaste problemen som kan uppstå har därför sammanställts nedan.

1. **Kontaminering.** Det största enskilda problemet som kan uppstå vid användning av återvunnet material är kontaminering. Ifall andra material eller övriga objekt tar sig med bland spillmaterialet kan det ställa till problem, då materialen inte har samma egenskaper. Om till exempel en liten sten på något sätt tar sig in i samma kärl som det ommalda materialet och går in tillbaka till formsprutan, så smälter den inte vid samma temperatur och kan då fastna och täppa till kanalerna där materialet går in

till formverktyget. I det fallet behöver formen tas upp och rengöras, vilket enligt HQC kan kosta allt mellan några hundra och flera tusen euro på grund av driftstoppet. Samma sak gäller inte bara för stenar, utan också för plastmaterial med olika smälttemperaturer eller till och med material med samma smälttemperatur, då de inte har rätt egenskaper i slutprodukten. Vid kontinuerlig inblandning kan det bli stora problem beroende på hur stor mängd och vilken typ av kontaminering som finns med i materialet, då det går tillbaka genom maskinen om och om igen. Ett exempel kunde vara om finkornig sand tar sig med, då det tar sig genom formsprutan men påverkar egenskaperna på slutprodukten negativt. Det enda sättet att få bort kontamineringen är då att starta om processen med helt nytt material. (Bozzelli, 2010) (Plastics Today, 1998) (HQC, n.d.)

2. **Degradering.** Ett annat stort problem är innehåll av degraderat material, vilket i sig kan bero på flera olika orsaker. Det största problemet bland dessa är materialets värmehistoria, vilket som namnet säger betyder hur materialet har värmts sedan det tillverkats. Vid varje värmecykel försvinner delar av de tillsatser som fanns med i materialet från början för att påverka dess egenskaper, vilket gör att det blir sämre och sämre för varje gång det återanvänds. Något som försnabbar denna process är också ifall materialet överhettas, vilket till exempel kan hända vid kontaminering om ett material med lägre smälttemperatur i misstag blandas med. Andra orsaker till degradering kan bland annat vara hydrolys, vilket betyder att materialet inte torkats tillräckligt inför användning och ännu innehåller fukt. Materialets polymerkedjor klyvs vilket leder till att det blir svagare, även om det inte alltid märks direkt i rumstemperatur. (Bozzelli, 2010)
3. **Granulatstorlek.** För att materialet ska smälta jämnt i formsprutan måste storleken på granulatet vara jämn. Större bitar smälter annars långsammare medan mindre bitar smälter snabbare, vilket kan göra smältan ojämn. Detta kan både leda till att detaljen som formsprutas blir dålig och att den är svagare än den borde vara. För att motverka detta problem bör kvarnarnas knivar alltid hållas i toppskick eller alternativt göra om materialet till pellets med en granulator, vilket ökar på kostnaden. (Bozzelli, 2010)

4. **Korn.** Fina korn som finns med i det återvunna materialet kan leda till synliga prickar på slutprodukten. För att motverka dessa finns avskiljare som tilläggsutrustning till kvarnarna, men väl underhållna knivar hjälper också genom att materialet blir bättre malt och det på det viset uppstår mindre fina korn. (Bozzelli, 2010)

Något som i sig inte är ett stort problem men ändå är värt att nämna är att då andelen ommalet material som blandas in med nytt material uppgår till 20 – 25 % kan det börja uppstå problem relaterade till formsprutans kapacitet. Om densiteten av det ommalda materialet är lägre än det nya materialet och skruven inte har överlopps kapacitet kan det leda till att en tillräcklig mängd smälta inte kan doseras. Det är därför också viktigt att optimera storleken på det ommalda materialet till vad som fungerar bäst och vilken storlek det är kan variera mellan olika material och tillämpning. Med mindre bitar ommalet material fyller man bättre upp det tillgängliga utrymmet i formsprutans cylinder. (Frankland, 2010)

### **3.4 Investeringskalkyl**

Investeringskalkyler används för att bedöma lönsamheten för en potentiell framtida investering och för att göra olika alternativ jämförbara sinsemellan. Det finns inget entydigt svar på hur lönsam en investering bör vara för att den ska genomföras, utan det är något som beslutas internt inom varje företag. (Pinkasovitch, 2021)

Det finns många olika metoder för att utföra investeringskalkyler, som alla har sina fördelar och nackdelar. För att ta reda på vilken metod som skulle passa bäst att använda i detta fall har några av de vanligaste metoderna därför jämförts i detta kapitel.

#### **3.4.1 Återbetalningsmetoden**

Den enklaste metoden att utföra investeringskalkyler är återbetalningsmetoden, även kallat payback-metoden. Metoden används för att räkna hur länge det tar att betala tillbaka en investering genom att jämföra grundinvesteringen med inbetalningsöverskotten, eller med andra ord vilken vinst investeringen årligen genererar. Detta kan räknas både med eller utan kalkylränta och med fasta eller olika stora årliga inbetalningsöverskott. Resultatet blir investeringens återbetalningstid och en kortare tid betyder då förstås att investeringen är mer lönsam. (Tillra, u.d.b)

Metoden har dock vissa nackdelar. Investeringens restvärde i slutet av sin livstid beaktas inte och det gör inte heller pengars tidsvärde då metoden räknas i sin grundform utan kalkylränta. Vilken vinst som investeringen genererar efter att den är återbetald beaktas inte heller. Ifall den ekonomiska livslängden bara knappt är längre än återbetalningstiden genererar investeringen inte mycket vinst, medan en lång ekonomisk livslängd efter återbetalningstiden kan generera bra vinst. (Pinkasovitch, 2021)

Enligt Hansson behöver man normalt inte ta hänsyn till någon kalkylränta även om det går att räkna både med och utan. I teorin är investeringen lönsam så länge återbetalningstiden är kortare än den ekonomiska livslängden, vilket beror helt på vad det är man investerar i, men i allmänhet vill man ofta att återbetalningstiden ska vara mindre än tre år. Metoden lämpar sig väl för investeringskalkyler i tillverkande företag där det är svårt att bedöma framtida faktorer, men den är inte något lönsamhetsmått på samma sätt som många andra kalkylmetoder är. (Hansson, u.d.a)

### **3.4.2 Nuvärdemetoden**

Nuvärdemetoden används för att beräkna vad betalningar i framtiden är värda i dag och ger ett direkt svar på hur lönsam en investering är. Detta gör olika alternativ jämförbara sinsemellan. Alla in- och utbetalningar under investeringens livscykel räknas tillbaka till vilket värde de motsvarar vid tidpunkten då investeringen görs för att se om svaret blir positivt eller negativt. Ifall svaret är positivt borde investeringen genomföras och om man bara har råd för att investera i ett alternativ och väljer mellan flera borde det alternativ som har det högsta värdet genomföras. (Pinkasovitch, 2021)

För att få ut ett exakt svar krävs dock att man använder rätt kalkylränta, rätt ekonomiska livslängd och rätt eventuella restvärde. Har man det anses denna metod vara den bästa kalkylmetoden, då den ger ett exakt värde på hur lönsam en investering är. (Hansson, u.d.b)

### 3.4.3 Internräntemetoden

Internräntemetoden används för att beräkna om en investering är lönsam genom att jämföra den årliga avkastningen på en investering med kalkylräntan. Om avkastningen är högre än kalkylräntan, alltså avkastningskravet, är investeringen lönsam. Man räknar med andra ord vilken internränta som skulle resultera i att nuvärdemetoden visar noll som svar. Likt återbetalningsmetoden är inte heller denna metod ett direkt lönsamhetsmått, utan berättar bara om investeringen borde genomföras eller inte. (Tillra, u.d.a) (Hofstrand, 2013)

Också denna metod har några nackdelar. Då internräntan räknas ut görs ett antagande att inbetalningsöverskotten kan återinvesteras, vilket är orealistiskt. Man borde inte heller använda denna metod till att välja mellan olika investeringsalternativ, då alternativ med olika avkastningskrav gör att internräntan blir ojämförbar. Därför ska metoden endast användas för att utvärdera en enskild investering och inte för att jämföra olika alternativ. (Tillra, u.d.a) (Pinkasovitch, 2021)

## 4 Metod

I detta kapitel beskrivs det praktiska tillvägagångssättet för utförandet av examensarbetet. Forskningsmetoden som använts är kvalitativ, eftersom det varken funnits någon data att tillgå eller möjlighet att samla in data. I stället har forskningen till stor del skett genom diskussion och samling av erfarenheter och åsikter ifrån sakkunniga inom företaget, samt informationssökning om ämnet på internet.

### 4.1 Uppstart

Planeringen av examensarbetet började med ett första möte på plats vid fabriken i Sandsund, där uppdragsgivaren gav en generell presentation av ämnet som skulle undersökas. För att få en uppfattning om det nuvarande läget och hur tillverkningsprocessen och spillhanteringen fungerade i praktiken gjordes en rundvandring.

För att gå in närmare på ämnet planerades sedan ett andra möte in. Vi gick då igenom vilka utrustningsalternativ som skulle vara möjliga att tillämpa i praktiken och tänkte tillsammans genom vilka fördelar och nackdelar som fanns med de olika alternativen. Under detta möte presenterades också examensarbetet för företagets produktionschef och inköpare, eftersom det skulle vara nödvändigt att få information från dem under arbetets gång för att ta reda på allt som behövdes.

Efter att på egen hand ha fått lägga mig bättre in på formsprutning i allmänhet och de material som används planerades ett möte med företagets inköpare in, där vi gick igenom vilken data som fanns över företagets materialanvändning och plockade ut det som skulle behövas ur deras affärssystem till Excel. Jag hade då en tabell över ungefär 50 olika material med förbrukningssiffror och genomsnittliga kilopris för det senaste fulla året, 2020, som jag kunde börja gå igenom på egen hand.

### 4.2 Genomgång av funnen information

Under den första genomgången av materialen togs alla material som vi hade kommit överens om att avgränsa bort från tabellen. Materialen som togs bort i detta skede var i huvudsak alla polykarbonat (PC) som företaget använder eftersom de är genomskinliga,

men också alla andra genomskinliga och glasfiberförstärkta material. I detta skede togs även de material som inte uppgick till en årlig inköpssumma på över 10 000 € bort.

De material som fanns kvar gick sedan igenom tillsammans med handledaren från företaget för att vidare kunna ta bort de som man redan återanvänder, vissa av dem som används i tvåkomponentsprodukter och de som används i produkter där återanvänt material inte kan användas. Dessa begränsningar var sådana som inte går att se utgående från tillgängliga data utan att ha erfarenhet inom plastindustrin eller kunskap kring hur företaget tillverkar specifika produkter. Som vi såg i teorin kan man inte återvinna själva detaljen av en tvåkomponentsprodukt, men ingöten är ändå separerade vid den flerskottsformsprutning som används vid Herrmans. Eftersom man gjuter flera handtag samtidigt och detaljen är relativt liten blir ingöten förhållandevis stora och värda att återvinna, men för kedjeskydden blir ingötet för litet för att återvinna då man bara gjuter ett i gången. Därför togs också de material som används i tvåkomponents kedjeskydd bort. Ett annat material som togs bort här var termoplastisk polyuretan (TPU), då tillverkaren påpekade att inblandning av återvunnet material kan påverka egenskaperna betydligt och produkten det används åt är fälgband som har höga krav på hållfasthet.

Spillmängderna togs sedan fram på ett flertal olika sätt, eftersom detta inte är något som rapporteras till affärssystemet i dagens läge och det därmed inte finns några siffror över. För de termoplastiska elastomererna (TPE) räknades mängden som idag skickas till det utomstående företaget jämfört med hela mängden av materialtypen som köps in. Detta ger ett värde som är mindre än i verkligheten eftersom en stor del av det naturfärgade materialet färgas andra färger än grå, men utan att veta den exakta mängden är det bättre att beräkna ett resultat sämre än verkligheten. Därför valde jag också att räkna med att hela 25 % av det naturfärgade materialet blir grått och därmed redan återvinns, även om den exakta mängden är oklar. För att få reda på andra spillmängder tillfrågades produktionschefen, som kunde ge ett värde för ett av materialen. För de få resterande materialen uppskattades sedan tillsammans med handledaren vilken spillmängd man kunde räkna med. Uppskattningarna kring dessa spillmängder gjordes utgående från personalens erfarenheter om hur mycket som normalt brukar slängas, eller utgående från vilken tillverkningsmetod som används för tillverkning av de produkter materialet går till.

### 4.3 Produktionsproblem

För att ta reda på vilka produktionsproblem som kan uppstå i samband med användning av återvunnet material söktes vilken information och erfarenheter som sakkunniga inom området delat med sig av. Materialens respektive datablad undersöktes också för att se ifall tillverkarna nämnt något specifikt som bör tas i beaktande om man väljer att återvinna just deras material.

### 4.4 Utrustning

Utredningen om fördelarna och nackdelarna med olika typer av utrustning skedde genom att det letades information om maskintyperna på internet samt fri diskussion med handledaren om hur de skulle fungera i praktiken. För att också få en synpunkt från en utomstående tillfrågades en tillverkare som företaget var intresserade av att köpa kvarnarna ifrån om vilken utrustning de skulle rekommendera i detta fall. Samtidigt gav de priser på de kvarnar som kunde vara intressanta.

För att kunna återvinna termoplastisk elastomer (TPE) behövs också utöver centralkvarnen en extruder med granulator som smälter ner det malda materialet och tillverkar mindre pellets av det. En tillverkare tillfrågades också här om förslag på maskin och ungefärligt pris, vilket de gav. Dessutom skulle också transport och förvaring av materialet behövas, vilket handledaren gav ett ungefärligt pris på då man inte ännu var säkra på var allt skulle kunna placeras och därmed kunde fråga efter några närmare priser från tillverkaren.

För de material som kunde malas i en mindre kvarn direkt vid formsprutan skulle det behövas en vakuumtransportör som drar materialet från kvarnen in till materialintaget på formsprutan. Ett pris för dessa uppskattades också av handledaren.



## 4.5 Uträkningar

Som kalkyleringsmetod valde jag att använda återbetalningsmetoden, då den enligt teorin lämpar sig bra då framtida faktorer är svåra att bedöma. Eftersom vi varken har några exakta siffror att räkna med från dagens läge och det inte heller går att bedöma hur spillmängderna kommer att variera de kommande åren passar metoden bra. Den är dessutom enkel att räkna och går därför lätt att räkna om ifall man skulle få fram mer exakta spillmängder i framtiden och man ännu inte tagit något investeringsbeslut, samtidigt som den ger en tydlig indikation på om investeringen kunde vara lönsam även om inget värde på *hur* lönsam.

För att göra uträkningarna så enkla som möjligt valde jag att inte ta med någon kalkylränta. Detta också eftersom spillmängderna uppskattats lägre än verkligheten, samt att företagets årliga produktionsökning ligger på 10 – 20 % och därmed jämnar ut skillnaden.

Återbetalningsmetoden räknades skilt för de olika tänkbara utfallen och totalt för att det ska vara möjligt att se vilka delar av investeringen som är mest lönsamma samt vilka material man åtminstone behöver återvinna för det ska löna att investera i lösningen. Om man anser att återbetalningstiden för hela lösningen är för lång kunde man då i stället välja att endast investera i de delar som är mest lönsamma.

## 5 Jämförelse av utrustningsalternativ

I detta kapitel beskrivs den nuvarande återvinningsmetoden och jämförs med andra alternativ. Vilka typer av utrustning man var intresserade av och åt vilka material de kunde användas var något som man redan var medvetna om på företaget och därför har inga övriga alternativ undersökts. För att bekräfta att rätt typer av utrustning beaktas tillfrågades ändå också en tillverkare.

Centrala och mindre kvarnar har båda sina för- och nackdelar och kan båda vara det bättre alternativet för olika ändamål. Det är därför viktigt att man rådfrågar experter som kan skraddarsy en individualiserad lösning som passar för just det egna behovet. (Cumberland)

En tillverkare frågades om rekommendationer utgående från lite grundlig information om spillmängder och materialtyper. Deras rekommendation var att tillämpa en kombination av både centralkvarn och mindre kvarnar, men också att återförsäljaren bör komma till fabriken och se över läget för att ge ett förslag på en komplett lösning med rätt kvarnmodeller.

### 5.1 Nuvarande metod - outsourcing

I dagens läge sorterar man ut det spill som kommer ifrån formsprutningstillverkningen med svarta och gråa termoplastiska elastomerer (TPE) och lägger det i ett större avfallskärl som sedan förs ut i en container. När containern är full, ett antal gånger per år, skickas den i väg till ett utomstående företag som sköter återvinningsprocessen. Man betalar sedan ett fast kilopris för det material som kommer tillbaka samt en hyresavgift för containern som står på gården.

Det finns flera positiva sidor med denna metod, varav det främsta är att den är mycket enkel. Man behöver inte göra något annat än att samla upp, sortera och sköta den interna transporten av spillet, så får man tillbaka ett material med jämn storlek, som är lätt att använda och kostar betydligt mindre än nytt material. Inga dyra investeringar i egna maskiner behövs och man slipper förstås samtidigt allt underhåll.

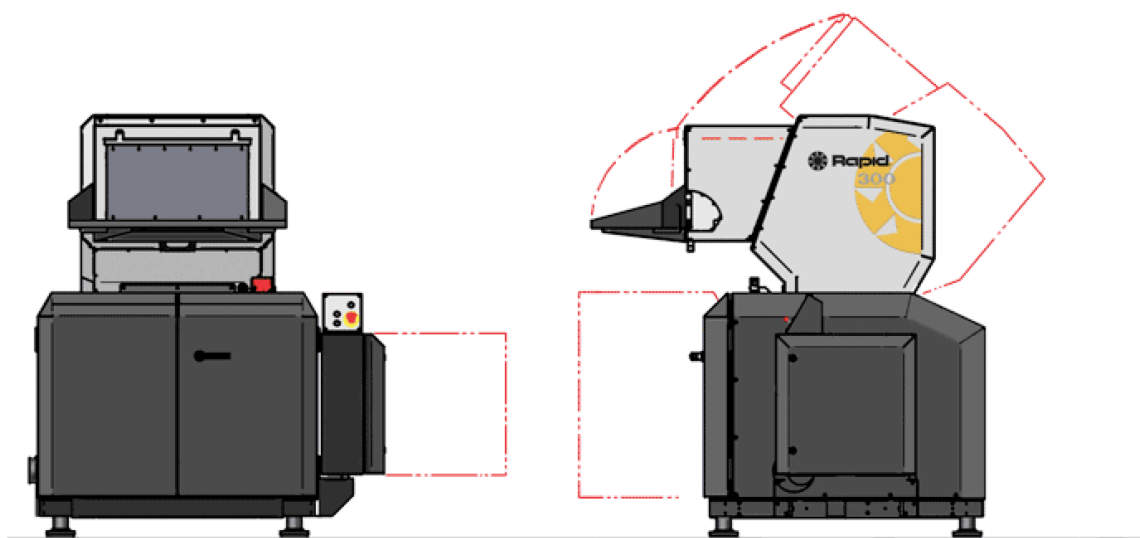
Det negativa med denna metod är det inte är möjligt att återvinna alla material som annars skulle kunna återvinnas, eftersom det helt enkelt inte finns tillräckliga volymer att samla ihop inom rimlig tid för att skicka bort. Det är också svårt, om inte omöjligt, att ha full

kontroll över det återvunna materialets hårdhet och kvalitet, vilket innebär att man endast kan använda det till specifika produkter där dess sämre egenskaper kan tillåtas. Orsaken till detta är att spillet kommer från både nytt och återanvänt material som redan har gått genom ett okänt antal värmecykler. Ifall materialet mot förmodan skulle vara dåligt och man av någon anledning inte skulle reagera på att produkten inte är av den kvalitet som krävs, kan det leda till reklamationer från missnöjda kunder och ett försämrat rykte. Slutligen ger också de längre transporterna onödiga koldioxidutsläpp.

## 5.2 Alternativ 1 - centralkvarn och granulator

Det första alternativet skulle vara att ersätta den nuvarande återvinningsmetoden med en centralkvarn och granulator på plats i fabriken. Material som termoplastisk elastomer (TPE) passar bra till att mala ner i en centralkvarn på grund av de volymer man producerar, men bör på grund av sin hårdhet också granuleras innan det går att återanvända. Utöver kvarnen och granulatorn behövs också förvaringstankar för det färdigt malda materialet och ett rörtransportsystem för materialhanteringen.

Beroende på hur man tänker använda materialet kan man välja mellan att sortera som tidigare med alla hårdheter i samma avfallskärl, eller också börja sortera i olika hårdheter och färger. Det senare alternativet skulle göra det möjligt att använda det återvunna materialet till dess ursprungliga produkter genom att blanda in det med nytt material, men det tar samtidigt mera utrymme.



Figur 5: Exempel på hur en centralkvarn kan se ut. Anpassad från (Rapid Granulator, 2020b).

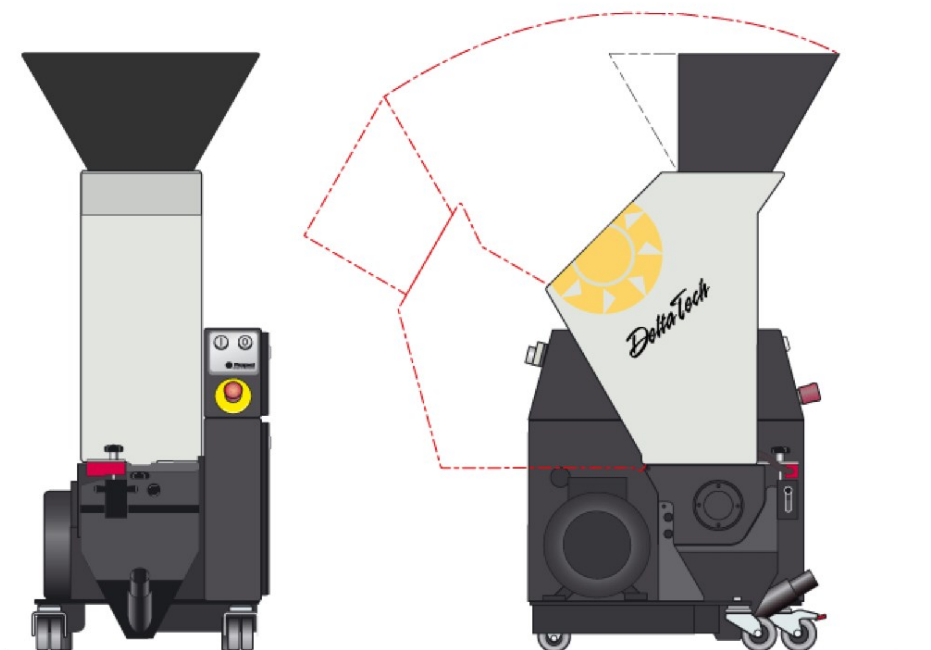
Det positiva med detta alternativ är att man kunde börja återvinna allt spill ifrån termoplastisk elastomer (TPE), både det som tidigare skickades i väg och det som i dagens läge kastas bort. Därmed finns det relativt stora volymer som man potentiellt kunde öka på återvinningen med. Man skulle också ha bättre kontroll över hårdheter och kvalitet då allt sker på plats, men den punkten hänger på att alla tar sitt ansvar och sorterar rätt. Utöver detta skulle man också kunna återvinna sådana kasserade detaljer som är för stora för att återvinna i de mindre kvarnarna.

Det negativa är att det inte passar att återvinna alla material med detta alternativ. De längre förvaringstiderna leder till att vissa material hinner dra åt sig mycket fukt och därmed behöver torkas extra länge för att säkerställa att ingen fukt finns kvar då de ska användas. Detta var ett av de större problem som också nämndes i teorin att kan ställa till med problem på grund av materialets degradering. Samtidigt betyder också de längre förvaringstiderna att det tar upp mycket utrymme då alla enskilda material som återvinns behöver egna kärl, samt att risken för kontaminering ökar, vilket enligt teorin är det enskilt största problemet med användning av återvunnet material. Kärlen bör märkas upp tydligt för att det inte ska vara möjligt att lägga fel typ av avfall i dem och personalen kan behöva skolas i hur man ska sortera och varför det är viktigt att det blir rätt. Kvarnen behöver städning mellan olika material och regelbunden skötsel, vilket förstås kostar i personalkostnader. Utan att städa ur maskinen mellan olika material och färger kontamineras materialet av rester från det material som tidigare körts i maskinen.

Kvarnen och granulatorn man väljer bör från början dimensioneras så att de har tillräcklig kapacitet för de behov man har inte bara för tillfället, men också för den närmaste framtiden. Den dyra investeringskostnaden betyder att man kan förlora mycket pengar på om man skulle behöva byta till större maskiner tidigare än planerat. De typiska kapaciteterna för dessa maskiner ligger dock långt över vad behovet är i dagens läge, så det ska inte vara något problem. Man kan dock inte heller välja en mindre centralkvarn med lägre kapacitet, då de inte klarar av lika stora detaljer och maler materialet långsammare vilket leder till högre personalkostnader. Till exempel tar det dubbelt längre för en kvarn med kapacitet på 150 kg per timme att mala samma material som en kvarn med kapacitet på 300 kg per timme. Extrudern och granulatorn går inte heller att få med mycket lägre kapacitet, så där finns mycket överlopsutrymme om man vill öka på användningen.

### 5.3 Alternativ 2 - mindre kvarnar

Det andra alternativet skulle vara att införskaffa ett antal mindre kvarnar som integreras direkt i formsprutningsprocessen. Dessa kvarnar passar inte för återvinning av alla material som används i företaget, men för de som går skulle det vara en smidig lösning. Den enda övriga utrustning som behövs för detta är en vakuumtransportör som suger in materialet som malts ner från kvarnen till formsprutans materialintag.



Figur 6: Exempel på hur en mindre kvarn kan se ut. Anpassad från (Rapid Granulator, 2020a).

Fördelarna med detta alternativ är många. Främst är det att risken för kontaminering är mindre då man inte sparar materialet i öppna kärl under någon längre tid, utan lägger ingöten direkt eller åtminstone nästan direkt i kvarnen. Materialet behöver inte heller torkas eftersom det kommer direkt från formsprutan. Kommer man fram till att det behövs flera kvarnar är det inte någon större investering och ifall det skulle uppstå problem med en kvarn står inte alla ur spel, då återvinningen bara stannar för ett material i gången.

Nackdelarna med denna lösning är att den enligt sakkunniga på företaget inte fungerar till återvinning av termoplastiska elastomerer (TPE), vilket är den största delen av spillet som skulle kunna återvinnas. På grund av den mindre storleken går det inte att återvinna några större kasserade detaljer, utan det är i allmänhet endast ingöten som kan malas ned. Eftersom alla produktionsceller inte är planerade för automatisering blir det fråga om större ändringar ifall man ville automatisera processen, så i stället blir operatören vid formsprutan tvungen att sköta matningen av maskinen.

## 5.4 Alternativ 3 - kombination

Det mest mångsidiga alternativet skulle vara en kombination av både centralkvarn och någon mindre kvarn. Man skulle då kunna återvinna allt spill som är intressant att återvinna på optimalt sätt. Ingöten kan malas ner direkt vid maskinen för de material där detta är möjligt och centralkvarnen klarar av resten av spillet.

Om man vill återvinna termoplastisk elastomer (TPE) själv blir man tvungen att satsa på en centralkvarn i kombination med en extruder och granulator. Detta för att man ska få ner storleken på det nermalda materialet till en liten och jämn storlek som går bra att transportera i det centrala rörtransportsystemet som fungerar med vakuum. Ifall bitarna är ojämn storlek kan det snabbt leda till att något rör stockas, då materialet är så mjukt som det är. Med denna utrustning får man dock ett material som är lika lätt transporterat som nytt material och man kan dessutom ta vara på stora kasserade detaljer av andra material som inte passar i någon mindre kvarn då det finns kapacitet över.

De mindre kvarnarna kan då användas till de enstaka övriga material där det finns ingöten som skulle lönas att återvinna. På det sättet förhindrar man så bra som möjligt att materialet skulle kontamineras och ställa till problem, då mindre mängder spill mals ner i gången och det därför är enklare att märka om utomstående föremål finns med. Samtidigt förhindrar man också att materialet degraderas då det inte blir några längre förvaringstider där det får dra åt sig fukt.

Nackdelen med detta är dock att investeringskostnaden blir större, men så länge återbetalningstiden är kortare än utrustningens ekonomiska livslängd är investeringen ändå lönsam.

## **6 Resultat**

I detta kapitel presenteras resultatet av examensarbetet. Resultatet innehåller vilka material som man kunde börja återvinna själva med rekommendationer från tillverkarna om vilka procent återvunnet material man kan blanda med och vilka problem som kan uppstå, samt uträkningar gällande återbetalningstider för olika kombinationer av utrustning.

Prisen på materialen som företaget använder är hemliga och delar av resultatet har därför hemligstämplats.

### **6.1 Material**

Detta kapitel är sekretessbelagt och har tagits bort från den offentliga versionen av arbetet.

### **6.2 Uträkningar**

Detta kapitel är sekretessbelagt och har tagits bort från den offentliga versionen av arbetet.

#### **6.2.1 Centralkvarn och granulator**

#### **6.2.2 Mindre kvarnar**

#### **6.2.3 Totalt**

#### **6.2.4 Slutsats**

### 6.3 Sammanfattning

Utöver det material som man redan i dag återvinner finns det potential för att börja återvinna ungefär 20 ton mera material årligen, varav ungefär hälften är färgade termoplastiska elastomerer (TPE) och resten övriga material som plockats ut som lämpliga att återvinna.

Produktionsproblemen man måste beakta är i första hand kontaminering, degradering, ojämn granulatstorlek och att finare korn bildas vid ommalning. Dessa går delvis att undvika genom att planera bra processer på förhand, men det går aldrig att förhindra till exempel kontaminering helt då det går så lätt att något tar sig med bland spillmaterialet.

Eftersom termoplastisk elastomer (TPE) och polyoximetylen (POM) enligt sina tillverkare går bra att använda som 100 % återvunnet kunde man beakta att använda kaskadmetoden som togs upp i teorin i stället för att blanda in materialet med nytt. Resten av materialen rekommenderas dock att blandas in till lägre nivåer, så där är nog inblandning det bättre alternativet.

För att kunna återvinna allt detta material skulle man behöva investera i en centralkvarn, en extruder med granulator, transportrör och förvaringstankar för materialet, två mindre kvarnar och tre vakuumtransportörer. Totalt sett ska investeringen vara lönsam då den uträknade återbetalningstiden är kortare än den bedömda ekonomiska livslängden.



## 7 Diskussion

Det har varit mycket intressant att få fördjupa sig i hur ett tillverkande företag kunde återvinna mera material. Att återvinna material har en betydelse för företaget rent ekonomiskt, men samtidigt är det också något som är ett viktigt steg på vägen för att minska på koldioxidutsläppen. Det material som kastas bort som avfall är ofta av hög kvalitet och det är synd att inte kunna använda det till något nyttigt då det dessutom finns potential att spara både på pengar och på klimatet.

Formsprutning i sin helhet är något som jag inte hade någon tidigare erfarenhet eller kunskap om, så det har varit en utmaning att sätta sig in i hur allt fungerar på den korta tid som fanns tillgänglig då arbetet utfördes under en period på tre månader. Det har ändå varit intressant och jag har fått lära mig mycket nytt under tiden.

Företaget har nu något att utgå från då de ska besluta om vilken utrustning man potentiellt borde investera i. Även om det inte finns några exakta siffror på vilka mängder som kunde sparas och därför inte heller någon exakt återbetalningstid, visar uträkningarna i alla fall att det är fullt möjligt att sköta materialåtervinningen internt. Fast siffrorna inte stämmer exakt ska de inte ligga långt ifrån verkligheten. Man vet nu också vilka tillverkarnas rekommendationer är för de olika materialen och vilka potentiella produktionsproblem man ska se upp med för att lyckas med återvinningen. Jag anser därför att målet med examensarbetet har uppfyllts, även om vi inte fick det så exakt som vi ville från början.

### 7.1 Vidareutveckling

I framtiden kunde man undersöka spillmängderna närmare. På grund av bristande tid och att spillet inte sedan tidigare rapporteras blev vi tvungna att uppskatta ungefär hur stora mängder spill som uppstår vid tillverkningen med olika material. För att få en spillmängd närmare verkligheten kunde man till exempel ha vägt alla produkter och deras ingöten och sedan räknat ut det utgående från mängden man har tillverkat. Detta är dock ett mycket tidskrävande arbete på grund av de många olika kombinationer av material och produkter som tillverkas, så det fanns helt enkelt inte tid kvar att få fram representativa värden i det skede det klarnade att det inte gick att göra på något annat sätt.

Något som det funderades över i uppstarten av arbetet var att också undersöka till vilka produkter det återvunna materialet skulle gå att använda, men den delen föll bort under arbetets gång då det kom fram att det inte var så enkelt att få fram vilka material som går till vilka produkter. De material som inte skulle gå att återanvända på grund av vilken produkt de används till har ändå tagits bort i andra skeden av arbetet genom diskussion med handledaren, där till exempel den termoplastiska polyuretan (TPU) som används till fälgband togs bort eftersom kraven på egenskaperna där är för höga för att använda något återvunnet material. För materialen som finns kvar handlar det då endast om produkter där kunden helt enkelt inte tillåter användning av återvunnet material, men det kunde undersökas närmare om vilka specifika produkter detta handlar om.

I framtiden kunde man också undersöka vidare på vilka material man kunde återvinna. Även om vi valde att inte se på glasfiberförstärkta material ska de vara fullt möjliga att återvinna med rätt process och utrustning. Volymerna som används är relativt stora, materialen är relativt dyra och spillet går till deponi vilket är dyrare än vanligt energiavfall. Samma sak gäller i stort sett för de genomskinliga materialen. De går att återvinna även om produkten inte blir av samma kvalitet och man kunde därför se på om man kunde börja tillverka nya produkter som inte har samma höga krav som de produkter som tillverkas i dag. Även om det för tillfället inte finns tillräcklig produktionskapacitet för detta kunde man alltid räkna på ifall det kunde vara värt att öka på kapaciteten och kanske samtidigt ta sig in på en ny marknad med nya produkter i framtiden.

## **7.2 Avslutning**

Avslutningsvis vill jag tacka alla som hjälpt till under arbetets gång. Speciellt stort tack till Karl-Gustav Henriksson som har varit min handledare från företagets sida och hjälpt till mycket under arbetets gång då det annars har varit svårt att hitta information kring ämnet. Tack också till all övrig personal på Herrmans som har gjort sitt bästa för att svara på alla mina frågor. Slutligen vill jag också tacka min handledare från skolans sida, Mikael Ehrs, som har gett feedback och väglett mig under arbetets gång.

## 8 Källförteckning

- Bozzelli, J. (2010, January 29). *Maximizing the Value of Regrind: Do's & Don'ts!* Retrieved from UL Prospector: <https://knowledge.ulprospector.com/1468/pe-regrinding-plastics/>
- Bozzelli, J. (2014, December 29). *INJECTION MOLDING: Another Way to Deal with Regrind*. Retrieved from Plastics Technology: <https://www.ptonline.com/articles/injection-molding-another-way-to-deal-with-regrind>
- Bruder, U. (2019). *User's Guide to Plastic*. Retrieved March 31, 2021, from <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.novia.fi/lib/novia-ebooks/detail.action?docID=6010440>
- Cumberland. (n.d.). *Top 5 Reasons to Consider a Beside-the-Press Granulator*. Retrieved from Plastics Technology: [https://www.ptonline.com/cdn/cms/5%20Reasons%20to%20Consider%20a%20Beside%20the%20Press%20Granulator%20\\_Rev08.22.2019.pdf](https://www.ptonline.com/cdn/cms/5%20Reasons%20to%20Consider%20a%20Beside%20the%20Press%20Granulator%20_Rev08.22.2019.pdf)
- Frankland, J. (2010, April 1). *How Much Regrind Can You Handle?* Retrieved from Plastics Technology: <https://www.ptonline.com/articles/how-much-regrind-can-you-handle>
- Hansson, C. (u.d.a). *Pay back metoden*. Hämtat från biz4you: <https://www.biz4you.se/html/kalkylering/investeringskalkyl/pay-back-metoden.pdf>
- Hansson, C. (u.d.b). *Nuvärdemetoden*. Hämtat från biz4you: <https://www.biz4you.se/html/kalkylering/investeringskalkyl/nuvardemetoden.pdf>
- Herrmans. (2019a, December 12). *Changes to Herrmans Ltd*. Retrieved from Herrmans: <https://herrmans.eu/news/changes-to-herrmans-ltd/>
- Herrmans. (15. maaliskuu 2019b). *Herrmans*. Noudettu osoitteesta Wikipedia: <https://fi.wikipedia.org/wiki/Herrmans>
- Herrmans. (2021a). *About us*. Retrieved from Herrmans: <https://herrmans.eu/about-us/>
- Herrmans. (2021b). *Herrmans Group*. Retrieved from Herrmans: <https://herrmans.eu/herrmansgroup/>
- Herrmans. (2021c). *OEM Capabilities*. Retrieved from Herrmans: <https://herrmans.eu/oem-capabilities/>
- Hofstrand, D. (2013, August). *Capital Budgeting Basics*. Retrieved from Iowa State University: <https://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/pdf/c5-240.pdf>
- HQC. (n.d.). *Recycled Materials for Injection Molding*. Retrieved from HQC: <https://www.hqcinc.com/blog/recycled-materials-injection-molding/>

- Manufacturing Guide. (u.d.). *Formsprutning*. Hämtat från Manufacturing Guide: <https://www.manufacturingguide.com/sv/formsprutning>
- Nordic Lights. (2018, December 13). *Sponsor Capital to support Herrmans Ltd. NORDIC LIGHTS® in its next development phase*. Retrieved from Nordic Lights: <https://www.nordiclights.com/news/sponsor-capital-to-support-herrmans-ltd-nordic-lights-in-its-next-development-phase/>
- Nordic Lights. (2021). *OEM Capabilities*. Retrieved from Nordic Lights: <https://www.nordiclights.com/oem-capabilities/>
- Pinkasovitch, A. (2021, April 27). *An Introduction to Capital Budgeting*. Retrieved from <https://www.investopedia.com/articles/financial-theory/11/corporate-project-valuation-methods.asp>
- Plastic 411. (n.d.). *Development of Regrind Processing*. Retrieved from Plastic 411: <https://plastic411.com/development-of-regrind-processing/>
- Plastics Today. (1998, July 14). *Managing Regrind for Maximum Quality*. Retrieved from Plastics Today: <https://www.plasticstoday.com/managing-regrind-maximum-quality>
- Rapid Granulator. (2020a). *Rapid 150 Series*. Hämtat från Rapid Granulator: [https://www.rapidgranulator.com/product/150\\_series](https://www.rapidgranulator.com/product/150_series)
- Rapid Granulator. (2020b). *Rapid 300 Series*. Hämtat från Rapid Granulator: [https://www.rapidgranulator.com/product/300\\_series](https://www.rapidgranulator.com/product/300_series)
- SIMTEC. (2015, August 7). *Injection Molds: Hot Runner Vs. Cold Runner Molds*. Retrieved from SIMTEC: <https://www.simtec-silicone.com/injection-molding-feeding-systems-hot-runner-molds-vs-cold-runner-molds/>
- Sponsor Capital. (2021a). *Herrmans Bike Components*. Hämtat från Sponsor Capital: <https://www.sponsor.fi/sv/investeringar/herrmans-group/>
- Sponsor Capital. (2021b). *Nordic Lights*. Hämtat från Sponsor Capital: <https://www.sponsor.fi/sv/investeringar/nordic-lights/>
- Svensson, M. (u.d.). *Vad är formsprutning?* Hämtat från KREOL: <http://kreol.se/laromedel/vad-ar-formsprutning/>
- Tillra. (u.d.a). *Internränta och internräntemetoden (IRR)*. Hämtat från Tillra: <https://tillra.se/wiki/internrantemetoden-irr/>
- Tillra. (u.d.b). *Vad är payback-metoden?* Hämtat från Tillra: <https://tillra.se/wiki/payback-metoden/>
- Waste Management. (n.d.). *Recycling Facts & Tips*. Retrieved from Waste Management: <https://www.wm.com/location/california/ventura-county/west-hills/recycle/facts.jsp>