

# MATERIAL OCH PRODUKTION

## MATERIAL, PROCESS OCH ÅTERVINNING



### Smarta återvinningsloopar för plastfilm i pallemballage

Anna Jansson, (RISE) Alexandra Almasi (IVL), Maja  
Nellström (IVL)

RISE Rapport 2022:7878

# Abstract

## Closed smart loops for stretch films

In this project, we have investigated the possibilities of sorting packaging, pallet stretch film, stretch hood and shrink hood into cleaner fractions than sorted out today. All these films are used to protect goods that are transported on pallets. The films are mostly sorted together as flexible plastic that is recycled into garbage bags. If the different films can be sorted into different fractions, they can be recycled into a new similar film in a closed loop. The demand for sorted material is great because Trioworld, which is one of the world's largest film manufacturers, aims to use 30% recycled material in all their products. We have investigated the possibilities of sorting different types of plastic film at two different types of businesses, the Västra Götaland Region's Depot in Sisjön, distributing goods to the region's hospitals and health centres. The other business was Inovyn, manufacturing plastic raw material. The collections were successful and VGR managed to increase the stretch film content in the flexible plastic stream from 82 to 96 %. Material properties such as strain at break for blown film increased from 535 to 604% in machine direction. Trioworld judged the sorted material to function in a closed material loop for production of new stretch film. The biggest obstacle was the paper labels with the addressee put on the plastic film, impossible to remove easily. When re-melting and compounding the plastic, paper labels burn and clog the melt filter in the equipment. In addition, the mechanical properties deteriorate due to the label contamination. The solution is to use plastic labels or use glue that comes off in hot water and can be washed off. In the VGR sorting the labels were cut off to show the potential for recycling well-sorted pallet stretch film without paper labels. Inovyn had no labels in their sorted films. They separated their flow of flexible film in three fractions, stretch hood, shrink hood and stretch film. A significant improvement was for example observed for the shrink hood where the elongation increased from 326 to 414% on blown film in the machine direction. The material fractions were 100% correctly sorted.

On a workshop the project partners discussed challenges and obstacles to make a closed loop work. To make recycling work in practice, the type of labels needs to be changed. Logistics and retrieval of different material fractions separately is needed. The inhouse collection worked, but waste collectors and logistic companies need to be involved in future project to overcome the obstacles.

Key words: Stretch film, Plastic recycling, LLDEP, LDPE, recycling.

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2022:78

ISBN: 978-91-89711-18-1

Mölndal 2022

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>2</b>
<b>Förord</b> .....	<b>3</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>5</b>
1.1 Olika typer av plastfilm.....	6
1.2 Återvinning av plastfilm .....	6
1.3 Erfarenheter av tidigare projekt -Smarta Loopar 1 .....	7
<b>2 Mål och syfte</b> .....	<b>9</b>
<b>3 Genomförande</b> .....	<b>9</b>
3.1 Analys av nuläge och planering av insamling.....	10
3.2 Genomgång av insamlat material .....	12
3.3 Förbehandling och bearbetning av insamlat material.....	13
3.4 Tillverkning och analys av plastfilm av återvunnet material. ....	14
3.5 Analysmetoder .....	14
3.6 Workshop.....	16
<b>4 Resultat</b> .....	<b>16</b>
4.1 Insamling VGR Depå Sisjön .....	16
4.1.1 Analysresultat från Trioworld.....	23
4.2 Insamling Inovyn utlastning.....	24
4.2.1 Analysresultat från Trioworld .....	29
<b>5 Resultat Workshop</b> .....	<b>30</b>
5.1 Insamling VGR Sisjö depå .....	30
5.2 Insamling hos Inovyn .....	32
<b>6 Slutsatser</b> .....	<b>32</b>
<b>7 Fortsatt arbete</b> .....	<b>33</b>

# Förord

Återvinning av plast bygger på insamling av stora volymer för att få ekonomi i verksamheten då plast är ett relativt billigt material. Följden blir att plast av olika sorter och färger blandas vid insamling och transport till en återvinningsanläggning. För att kunna tillverka produkter av den återvunna plasten behöver den sorteras och även tvättas innan den kan återvinnas till nya produkter. Ju renare och mer välsorterad plast man har desto bättre blir kvaliteten och desto högre pris får man för den. Både sortering och tvätt kostar emellertid pengar.

Detta projekt grundar sig på resultat från en workshop där man diskuterade om det var möjligt att återvinna rena plastströmmar av mindre volymer. Rena plastmaterial har ett högre ekonomiskt värde och man undviker kostnader för eftersortering. För att detta ska fungera behövs någon som efterfrågar materialet, man behöver skapa en sluten loop, som vi har valt att kalla en ”Smart Loop” eftersom det är smart att hålla plasten ren och tillverka en produkt materialet från början var designat för.

Under 2021 genomfördes ett teoretiskt projekt där RISE och IVL tillsammans med ett antal företag undersökte hur några olika smarta loopar kunde genomföras<sup>1</sup>. Ett antal hinder för insamling och återvinning listades och lösningar diskuterades under ett antal workshops. I detta projekt så har vi testat en av looparna i en verklig fallstudie. Olika typer av plastfilm för emballering av lastpall har samlats in vid två olika verksamheter Västra Götalandsregionens omlastningsdepå, Sisjödepån i Göteborg och på utlastningen hos Inovyn i Stenungsund, en tillverkare av plastråvara.

---

<sup>1</sup> Smarta loopar, IVL rapport nr C43, 2021

# Sammanfattning

I detta projekt har vi undersökt möjligheterna att sortera transportförpackningar, pallsträckfilm, sträckhuv och krymphuv i renare fraktioner än vad som sorteras ut idag. Alla dessa filmer används för att plasta in gods som transporteras på lastpallar och filmerna sorteras för det mesta i samma fraktion som mjukplast. Blandad mjukplast återvinns oftast till sopsäckar. Om de olika filmerna kan sorteras i olika fraktioner kan de återvinnas till ny likadan film i en sluten loop och man undviker så kallad downgrading av materialet. Efterfrågan på sorterat material är stor. Ett exempel på det är att Trioworld som är en av världens största filmtillverkare har som mål att använda 30% återvunnet material i alla sina produkter. Vi har undersökt möjligheterna att sortera olika typer av plastfilm hos två olika typer av verksamheter, Västra Götalandsregionens Depå i Sisjön som packar om gods för vidare distribution till regionens sjukhus och vårdcentraler och utlastningen hos Inovyn som tillverkar plastråvara.

För att sortera plastfilmen ytterligare genomförde VGR Sisjö depån och Inovyn en utbildning för sin personal om vilka fraktioner som skulle sorteras. Därefter placerades uppmärkta behållare för sortering ut på anläggningarna. Man använde behållare som redan fanns, t ex lastburar och pallar med krage. VGR sorterade ut pallsträckfilmen separat och Inovyn sorterade sin mjukplast i tre fraktioner, sträckhuv, krymphuv och sträckfilm. Insamlingarna gick mycket bra, på Sisjödepån ökade andelen pallsträckfilm från 82% före utsortering till 96 % vid separat utsortering. Dessutom minskade plasten som lades i brännbar fraktion. Materialet var väl sorterat och analyserna visade förbättrade materialegenskaper, dart drop ökade från 90 till 170 g och töjningen ökade med från 535 till 604% i maskinriktningen. Trioworld bedömde att materialet kan användas i en sluten loop för att tillverka ny sträckfilm. Det största hindret för att förbättra materialkvaliteten i materialflödet från VGR var de pappersetiketter som sitter på plasten. Vid omsmältning och compounding av plasten bränner etiketterna och sätter igen smältfilter i utrustningen. Dessutom försämras de mekaniska egenskaperna. Lösningen kan vara att använda etiketter av plast eller använda lim som lossnar i varmt vatten och kan tvättas bort. Etiketterna klipptes bort från sträckfilmen som sorterades hos VGR för att visa potentialen att återvinna väl sorterad pallsträckfilm utan etiketter.

Materialet som samlades in hos Inovyn hade inga etiketter vilket underlättar återvinningen. Den första insamlingen innehöll ca 45 % av vardera sträckhuv och krymphuv och resterande 10% bestod av pallsträckfilm. Vid ökad sortering i tre fraktioner fick vi endast ihop tillräckligt med material av sträck- och krymphuv för analys. Materialen var till 100 % rätt sorterade. Materialegenskaperna för sträckhuven visade den största förbättringen där töjningen ökade från 274% (blandad plastfaktion) till 326 % hos sträckhuven och till 414 % hos krymphuven. Trioworld bedömer att materialet kan återvinnas i en sluten loop med denna utsortering.

Vid en workshop diskuterades hinder och möjligheter att öka sorteringen av mjukplast i flera fraktioner. Insamlingarna fungerade bra men platsbrist var ett hinder på Sisjö depå men skulle kunna avhjälpas genom att skaffa en komprimator. De största hindren ligger emellertid utanför den egna organisationen där logistikföretagen behöver byta typ av etiketter. Företagen som samlar in avfall hämtar idag inte separat utsorterad mjukplast och detta måste lösas genom samarbete med kontrakterad avfallsentreprenör och mottagare av materialet.

# 1 Bakgrund

För att klara omställningen till en fossiloberoende ekonomi krävs bland annat en ökad cirkularitet av material. Inom plaståtervinning kommer flera metoder krävas för att kunna öka återvinningsgraden.

Idag materialåtervinns endast cirka 15 procent av det plastavfall som samlas in i Europa.<sup>2</sup> Det finns flera orsaker till detta och en av dem är att värdet på osorterade plastfraktioner är lågt och det kan vara svårt att hitta avsättning för det på marknaden. När olika plastfraktioner blandats måste de sorteras och det är det ofta svårt att separera dem helt och hållet vilket ger plastfraktioner som inte uppfyller materialspecifikationerna för många produkter. Rena och sorterade plastströmmar har däremot stor efterfrågan idag. Genom att hålla plastflöden rena, det vill säga en typ av plast, en färg och inga kontaminerings i form av andra material, kan produkter av hög kvalitet tillverkas av återvunnen råvara och behovet av förbehandlingsprocesser minska. Rena materialflöden, gynnar alla återvinningsmetoder även kemisk återvinning när materialet till slut inte kan återvinnas mekaniskt längre.

Tekniker för kemisk återvinning skapar intressanta möjligheter för framtiden men mekanisk återvinning är den bästa tekniken för vissa plastmaterial då det är den mest resurseffektiva processen. Ju mer man bryter ner ett ämne i sina beståndsdelar desto mer energi krävs<sup>3</sup>. Processerna som kan användas kräver temperaturer på mellan 180 och 300° C och uppehållstider på från en halvtimme, upp till åtta timmar. Vid mekanisk återvinning är temperaturerna jämförbara men uppehållstiden några få minuter. Vissa plaststämningar kommer alltid att vara problematiska att återvinna mekaniskt, till exempel laminat som består av olika plastsorter med olika smältpunkter och för denna typ av material är kemisk återvinning den enda möjligheten för återvinning. Kemisk återvinning är ett samlingsnamn för flera olika processer där plasten sönderdelas till sina beståndsdelar, monomerer. Processerna är pyrolys eller förgasning och vilken reaktion som sönderdelar polymererna, t ex hydrolys, glykolys eller hydrolys. Vilken reaktion som är lämpligast beror på polymerens struktur. Produkten kan sedan användas för polymerisation till ny plast eller andra kemikalier. Oavsett vilken återvinningsmetod man väljer så behöver en större andel av plasten som sätts på marknaden samlas in och återvinnas. Ett första steg är att förbättra insamlingen, vilket vi har undersökt i detta projekt.

I Vinnova-projektet "Smarta Loopar" studerade IVL och RISE IVF möjligheterna att återvinna mindre volymer av väl definierad plast med en tydlig mottagare av materialet<sup>4</sup>. Arbetet var teoretiskt och under ett antal workshops listades hinder och utmaningar för insamlingar och därefter föreslogs lösningar för att nå smarta loopar. Detta arbetsätt medför att plasten har goda förutsättningar att få rätt kvalitet och ett känt innehåll för en specifik produkt. För att en loop ska fungera måste det utöver företag som samlar in och hanterar materialet separat finnas en mottagare som vill köpa just detta material och tillverka en produkt av det. Projektet fokuserade på teoretiska hinder och avslutades

---

<sup>2</sup>[https://static.agora-energiwende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Material\\_Economics\\_Europes\\_Missing\\_Plastics/Material\\_Economics\\_Europes\\_Missing\\_Plastics.pdf](https://static.agora-energiwende.de/fileadmin/Partnerpublikationen/2021/Material_Economics_Europes_Missing_Plastics/Material_Economics_Europes_Missing_Plastics.pdf)

<sup>3</sup> Lars Waldheim "Kemisk återvinning av plastavfall" Rapport 190701.

<sup>4</sup> <https://www.ivl.se/publikationer/publikationer/smarta-loopar.html>

under hösten 2021. En plan för insamling av pallsträckfilm och plastförpackningar finns framtagen och delar av den har använts i detta projekt.

Transparenta flöden medför att mer högvärdiga produkter kan tillverkas, t ex olika huvar för att täcka pallar. För att kunna tillverka sträckfilmer av återvunnen plastfilm är det viktigt att separera LDPE (Lågdensitetspolyeten) som finns i påsar, säckar och bubbelplast från LLDPE (Linjär Lågdensitetspolyeten), vilket är målsättningen i insamlingsförsöken.

## 1.1 Olika typer av plastfilm

För att säkra och skydda gods som transporteras på lastpall används främst tre olika typer av plastfilm, pallsträckfilm, pallsträckhuv och krympfilm. Dessa filmer är tillverkade av bland annat linjär lågdensitets polyeten (LLDPE) för att få önskade egenskaper. Filmerna ser ganska lika ut, men det är tre plastfilmer med helt olika egenskaper som om de sorteras var för sig kan återvinnas till samma produkt i en sluten loop. Om de återvinns tillsammans som blandning blir de en produkt av lägre kvalitet, med största sannolikhet sopsäckar, som förmodligen inte kommer att materialåtervinnas igen

**Pallsträckfilm:** Kommer på rulle och lindas runt pallar med gods och kartonger med hjälp av en speciell maskin. Den liknar den typ av plastfilm som man använder för att plasta in livsmedel (handsträckfilm). Fördelen är att det är en mycket flexibel film och gods av olika storlek och form kan plastas in.

**Pallsträckhuv:** Är precis som det låter en huv, en stor säck som träs över huven och smiter tätt runt godset som då hålls på plats. Huven är designad för att passa en viss storlek på pall och gods.

**Krympfilm:** Är en huv som placeras på godset och därefter värms och genom att plasten krymper vid en viss temperatur så sluter den tätt runt godset.

Speciella maskiner behövs för att packa in gods med sträckhuv och krymphuv.

## 1.2 Återvinning av plastfilm

Det finns flera företag som har anläggningar för återvinning av så kallad mjukplast dit plastfilm räknas. En stor andel mjukplast återfinns som hushållsförpackningar och samlas in av producentansvars organisationer så som FTI (Förpacknings och Tidningsinsamlingen) och vidare sorteras i deras anläggning i Motala. Dessa filmer är inte sällan laminerade och innehåller flera olika plasttyper för att ge exempelvis en gastät barriär och därmed förbättra livsmedlets hållbarhet. Plaster som har smälts samman till laminat går inte att separera för att materialåtervinnas i gen.

Transportförpackningar, som t ex pallsträckfilm, och huv etc. är generellt renare och ofta transparenta och innehåller inte laminat. Verksamhetsförpackningar ingår också i

producentansvaret men de samlas in av olika entreprenörer som företagen upphandlar<sup>5</sup>. Insamlat material säljs sedan vidare till något återvinningsföretag för uppgradering (t ex tillsats av kompatibilisatorer eller antioxidanter) och tillverkning av en ny produkt. Oftast tillverkas ganska enkla produkter som sopsäckar och plastpåsar. För att uppnå sina miljömål med återvunnen råvara i produkter med högre material letar Trioworld och andra aktörer t ex Novoplast aktivt efter rena strömmar.

Det finns inga offentliga data om hur mycket pallstäckfilm som sätts på marknaden eftersom inga krav finns på producenter att redovisa detta separat till Naturvårdsverket, som är tillsynsmyndighet för producentansvaret för förpackningar. När det gäller volymerna av pallsträckfilm så borde de vara stora med tanke på all handel och transport av gods. Plastfilm samlas in och redovisas tillsammans med övrigt plastspill och det saknas därför exakta siffror på detta flöde. Efterfrågade volymer av tillräckligt rent material saknas idag för att Trioworld ska nå sina uppsatta mål på minst 30% återvunnet material i sina produkter. I det pågående projektet CirEm som riktar sig mot byggindustri och byggfackhandel visar siffror från insamlad plastfilm på stor potential för detta materialflöde, både i renhet och stor volym. Under ca tre månaders tid samlades drygt 8 ton plastfilm in hos byggfackhandel, på tre olika platser. Hos byggfackhandeln packas gods om för distribution till olika kunder och byggprojekt.

Uppskattningsvis finns mellan 600 och 700 byggvaruhus i Sverige och om de samlar in lika mycket sträckfilm som i CirEm projektet skulle detta generera närmare 6 400 ton plastfilm på ett år.

Ompackning av varor förekommer i många branscher (dagligvaruhandel, elektronikdijor, restauranggrossister, e-handel, sjukhus och tillverkning av plast och andra råvaror mm). Bara dagligvaruhandeln har mer än 2000 butiker och har därmed stora potentiella flöden. Enligt SCB fanns 560 handelsområden med minst fem detaljhandelsföretag i Sverige år 2015 och om alla dessa har ett ton plastfilm i spill så blir det 2800 ton plast per månad. I detta projekt har vi studerat en materialdepå där gods packas om och en råvarutillverkare.

## 1.3 Erfarenheter av tidigare projekt -Smarta

### Loopar 1

I ett tidigare projekt finansierat av Vinnova och som leddes av IVL studerades en loop med pallstäckfilm teoretiskt. Trioworld deltog även i det första projektet och eftersom de har som mål att använda 30 % (Post Consumer Recyclate PCR) återvunnet material i sina produkter år 2025 och 50 % år 2030. Man behöver därför hitta fler lämpliga materialströmmar att återvinna, vilket har varit svårt. För att uppnå återvinningsmålet har Trioworld även köpt en återvinningsanläggning, Reviva Plastics som är anpassad speciellt för återvinning av plastfilm.

---

<sup>5</sup> Rapport 7038 Naturvårdsverket



Figur 1: Pallsträckfilm säljs på rulle som sedan rullas på godset i en speciell maskin som visas på bilden till höger.

#### Hinder och åtgärder

På en workshop i Smarta Loopar 1<sup>6</sup> listades hinder för insamling och återvinning av pallsträckfilm. Den fullständiga listan redovisas här nedan:

- Volym, volymbrist för att starta ”återvinning”
- Papperspacksedlar
- Blandade typer av plast/blandad plast i återvinning/hålla isär plast som visuellt ser likadan ut
- Sorteringskunskap, kunskap hos slutanvändare, vet inte vad som ska sorteras
- Smutsig förorenad plast/kontaminering
- Värde
- Dålig hantering hos slutanvändaren
- Mindset och beteende, jobbigt
- Pantsystem
- Sträckfilmen samlas inte in i ren form
- Avfallshanterare som samlar in ”allt” avfall och inte är med i initiativet
- Ingen komprimator hos slutanvändaren, kärl saknas
- Lagringsutrymme, använd sträckfilm är skrymmande
- Sortering i efterhand blir dyrt så att sortera rätt direkt blir viktigt (och att ingen gör fel vid något tillfälle)
- Långt till uppsamlingsplats, krångligt att lämna plast
- Ekonomiskt incitament hos den som är slutanvändare
- Svårt att få användare att överhuvudtaget lämna in pallfilm
- Få med sig alla att samla in plasten på ett korrekt sätt, vilja hos slutanvändare
- Avfallslagstiftning
- För långa transporter, kostar för mycket, vem betalar för transportkostnaderna
- Success story – behov av en berättelse som man kan se sig som en del av.

<sup>6</sup> <https://www.ivl.se/publikationer/publikationer/smarta-loopar.html>

Efter att hindren hade listats gjordes en omröstning och de hinder som kom högst upp på listan var Sorteringskunskap, beteende och etiketter.

I detta projekt har vi gått från teori till praktik och praktiskt testat om några av de listade hindren kan undanröjas och förbättrasituationen. Vi har också utvärderat om utökad sortering förbättrar materialegenskaperna och uppfyller Trioworlds materialkrav.

## 2 Mål och syfte

Målet med projektet är att testa smarta loopar praktiskt i mindre skala och utvärdera resultaten av insamlingarna med avseende på bland annat insamlad volym, renhet hos materialet och slutligen kvaliteten på produkten som har tillverkats av det insamlade materialet. Detta för att möjliggöra att materialåtervinna plasten flera gånger.

Att samla in rena flöden av plastavfall är mycket viktig för att möjliggöra materialåtervinning av och tillverkning av produkter med högre värde än till exempel plastpåsar. Deltagande företag ska efter avslutat projekt kunna föregå med gott exempel och ge rådgivning till sina kunder kring hur de ska samla in sitt plastfilmsavfall/transportförpackningar. Återvinningsföretagen får underlag för att utveckla och erbjuda sina kunder nya och bättre insamlingslösningar.

På lite längre sikt är målet att de testade looparna ska kunna växa i volym och bli en del av företagets hantering av plastavfall. Inflödet av plastfilm av bra kvalitet till återvinningsanläggningarna kommer också förhoppningsvis att öka. Erfarenheterna, både deltagarnas synpunkter och tekniska resultat ska spridas till andra företag som vill hantera sitt plastspill på ett mer klimatsmart sätt.

## 3 Genomförande

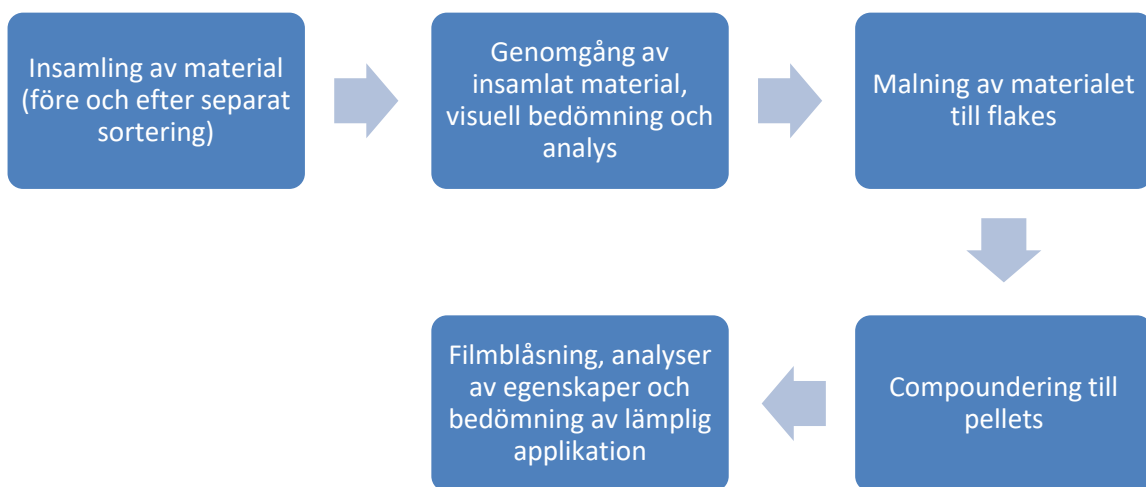
Projektet har fokuserat på praktisk insamling av transportförpackningar som består av olika typer av plastfilmer som skyddar och håller godset på plats på lastpallar vid transport. Projektet inkluderade två olika typer av verksamheter som använder några olika typer av plastfilm.

Den ena insamlingen, insamling 1, gjordes på Västra Götalandsregionens (VGR:s) depå i Sisjön i Göteborg där material från olika leverantörer av förbrukningsmaterial packas upp och lastas om och skickas ut till sjukhus, vårdcentraler och andra vårdrelaterade verksamheter i regionen. Plastspillet som uppstår här består främst av pallsträckfilm som uppstår då pallarna avemballeras.

Den andra insamlingen, insamling 2, gjordes på utlastningen på Inovyn, som producerar PVC-råvara. En del av PVC-plasten levereras ut i säck på pall och godset säkras på pallarna antingen genom krymphuv eller sträckhuv. En mindre andel pallsträckfilm

används också för pallar med avvikande storlek och form. Spill uppstår främst om någon pall behöver packas om eller om emballeringsutrustningen krånglar.

Båda verksamheterna som vi har studerat i projektet samlar redan idag in plastfilm separat men blandar olika typer av filmer vilket gör att denna materialström främst kan användas för tillverkning av sopsäckar och liknande enklare produkter. Genom att sortera de olika typerna av film redan vid källan och hålla flödena rena kan man sluta loopnen och tillverka ny pallsträckfilm, eller huv och materialet behåller därför sitt värde. Till exempel efterfrågar Trioworld denna materialström och därmed finns efterfrågan säkrad. Materialet från varje insamling har analyserats av RISE och Trioworld för att bedöma kvaliteten och lämplig användning av materialet.



Figur 2: Flödes-schemat visar hur det insamlade materialet hanteras för att bedöma potentialen för separat insamling och återvinning.

### 3.1 Analys av nuläge och planering av insamling

Vid besök på de olika insamlingsplatserna hämtade vi plast för en analys av nuläget och berättade vilka fraktioner som behöver sorteras ut för att kunna få en sluten material-loop som kan återvinnas till samma produkt och inte nedgradera materialströmmen.

RISE tog fram utbildningsmaterial och skyltar för VGR respektive Inovyn och personalen på respektive företag skötte själva utbildningen innan de startade insamlingarna. De två förtegen bestämde själva hur de praktiskt skulle samla in plasten utifrån sina förutsättningar och använde insamlingskärl som redan fanns på plats eller köpte extra hållare för säckar.

Behållarna märktes upp med vilken typ av plastfilm som skulle samlas in i respektive säck/behållare. Bilder på respektive insamlingar visas under rubriken Resultat nedan i rapporten.



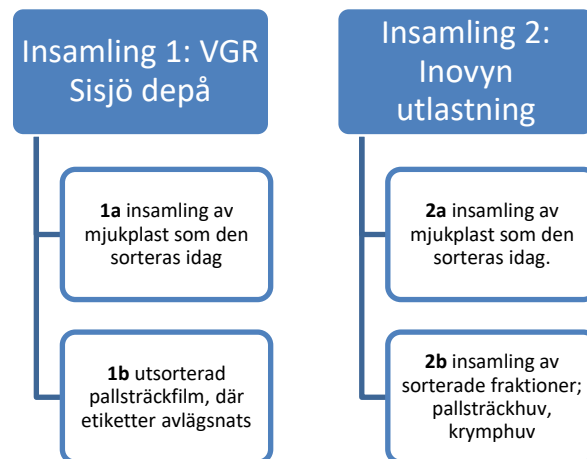
Figur 3: På Sisjö depå användes containers på hjul för att samla in plastfilm. När containern är full rullas den ut och töms i en komprimator som står utomhus.

På Inovyn packas säckar med PVC på pall som sedan täcks med antingen pallsträckhuv eller krymphuv, enligt figur nedan. Spill som uppstår samlas in i plastsäckar placerade vid respektive maskin och som sedan töms i en container märkt med "Mjukplast".



Figur 4: Bilden till vänster visar krymphuv, man kan se veck som har bildats på plasten då den har krympt i värme. Bilden till höger visar en sträckhuv som töjs i en maskin och sedan träs över lastpallen med säckar.

Totalt genomfördes fyra insamlingar av material enligt schema nedan:

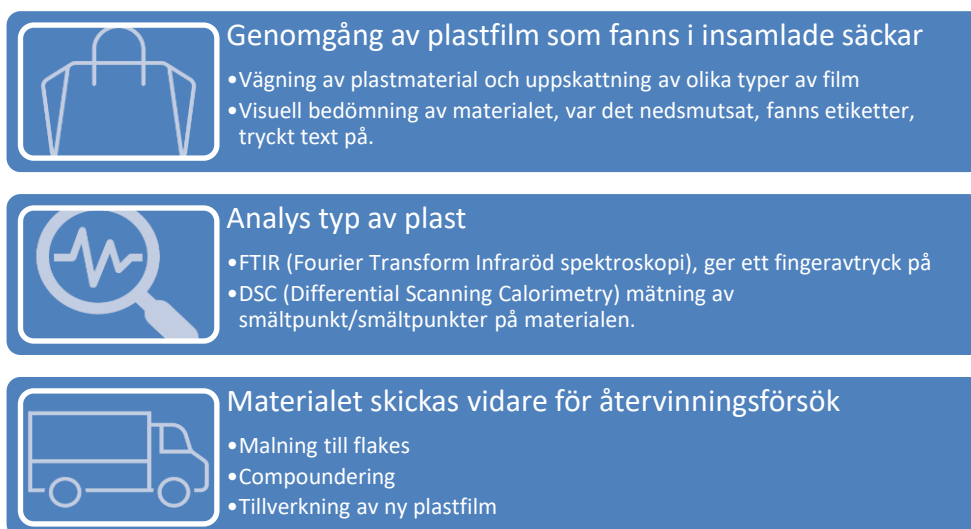


Figur 5: Översikt över de insamlingar som har gjorts inom projektet.

## 3.2 Genomgång av insamlat material

Plastfilmen hämtades till RISE i vanliga sopsäckar och vi gick igenom innehållet och undersökte vilka olika typer av plastfilm som förekom hos VGR respektive Inovyn och i vilken ungefärlig mängd. Mängder och plasttyper blir en ögonblicksbild eftersom projekttiden och insamlingstiden var relativt kort. Sannolikt är inte variationerna speciellt stora över tid då verksamheten löper året runt utan särskilda produkt- eller säsongsvariationer.

Vid ankomst till RISE utfördes arbetet enligt Figur 6.



Figur 6: Schematisk skiss av arbetsgången vid insamlingarna av plastfilm.

### 3.3 Förbehandling och bearbetning av insamlat material

För att kunna återvinna materialet till ny plastfilm behöver det förbehandlas och ju renare det är och ju mindre man behöver hantera materialet desto bättre blir ekonomin i hantering av spillet. I projektet kvarnades/maldes plastfilmerna till flakes och därefter compounderades dessa till pellets för att i nästa steg kunna formas till en ny produkt.

Kvarnen som användes är en Rapid Granulator Serie G200 - 48U med en konfiguration speciellt anpassad för mjuka och flexibla material (Super - tangentiella kvarnhuset med öppen rotor konfiguration (3x2 knivar)) och vändbart galler med 5 mm runda hål.



Figur 7: Bilden visar filmen i kvarnen.

Vid compoundingen blandas och homogeniseras materialet. Genom att låta materialet passera ett filter i compoundern kan en viss mängd föroreningar avlägsnas och om det behövs kan man addera tillsatser som förbättrar materialegenskaperna. Det kan vara antioxidanter som förhindrar nedbrytning av plasten och ökar dess livslängd. Kompatibilisatorer tillsätts för att binda ihop olika plaster som inte är blandbara genom att lägga sig mellan faserna och stabiliserar dem. Alla material compounderades i en Coperion compounder. Materialet från de första insamlingarna, 1a och 2a, compounderades med ett smältfilter eftersom etiketter inte hade sorterats bort. Inga tillsatser användes.



Figur 8: Labcompoundern på RISE. De två strängarna av plastsmälta kyls och klipps till pellets. I compoundern blandas materialet, föroreningar kan filtreras bort och man kan tillsätta additiv för uppgradering.

### 3.4 Tillverkning och analys av plastfilm av återvunnet material.

Ny plastfilm tillverkades av Trioworld i en labextruder utrustad med filmblåsningmunstycke. Filmen analyserades dels visuellt för att avgöra om materialet innehåller mycket föroreningar. Även ett antal mekaniska och fysikaliska egenskaper analyserades med hjälp av metoder som beskrivs under rubriken analysmetoder.

### 3.5 Analysmetoder

För att se vilka material som finns i det insamlade materialet analyserades plastfilmerna var för sig. Prover från de olika plasttyperna klipptes loss och analyserades med FTIR (Fourier Transform Infraröd) spektroskopi. IR analysen kompletterades med att mäta smältpunkter med hjälp av DSC (Differential Scanning Calorimetry). De olika typerna av plastfilm har karakteristiska smältförlopp då de är designade för olika applikationer.

#### FTIR - materialkaraktärisering

FTIR analyserna gjordes på RISE på en Bruker Tensor FTIR spektrofotometer utrustad med en ATR (Attenuated Total Reflection) tillsats som möjliggör analys direkt på provets yta. Analysen gjordes i våglängdsområde  $4000 - 500 \text{ cm}^{-1}$ . FTIR analyserades för att verifierar vilka typer av plaster som fanns i de insamlade plastfraktionerna.

#### DSC -bestämning av smältpunkt

DSC analyserna gjordes med ett instrument DSC<sub>1</sub> från Mettler Toledo. Proverna hettades upp från rumstemperatur till 170°C med 10°C per minut i kvävgasatmosfär och kylades därefter till 50°C för att hettas upp en andra gång. Smälttemperaturer i de båda värmningarna analyserades. Olika plaster har olika smältpunkter och man kan se om man har olika typer av plastfilmer. DSC analyserades även på Trioworld i Smålandsstenar som utöver smältpunkt analyserade oxidation av materialet vid hög temperatur. Oxidationsstabiliteten mättes genom att öka temperaturen med fem grader per minut och mäta den temperatur där materialet oxiderades och uppvisade ett tydligt isotermt förlopp.

#### Smältindex - flytegenskaper

Smältindex MFI (Melt Flow Index) analyserades vid 190°C med en last på 5 kg på ett instrument från Ceast.

Även Trioworld analyserade smältindex vid 190°C och en last på 2,16 kg på sitt laboratorium innan filmblåsning.

#### Draghållfasthet – mekaniska egenskaper, styrka och elasticitet

Dragprovning utfördes på rektangulära prover 20 x 150 mm som stansades ur filmer som tillverkats av insamlat material. Kraft vid träckgräns, flytpunkt och töjning vid brott redovisas. Alla mätningar gjordes längs (MD) och tvärs (TD) maskinriktningen. Testerna utfördes enligt ISO 527-3 och draghastigheten var 500 mm/min. Testerna utfördes på Trioworld.

#### Densitet

Densiteten utvärderades med hjälp av en densitetsvåg enligt ISO 11183-1 på material som passerat en smältindexmätare. Densitet mättes på Trioworlds lab.

#### Dart Drop

Dart drop, är en typ av fallslagprov som utfördes enligt ASTM D1709 på Trioworlds lab i Smålandsstenar.

#### Elmendorf/rivstyrka

Rivprov enligt ISO 6383-2 på Trioworlds lab i Smålandsstenar.

## 3.6 Workshop

När insamlingsarbetet var igång hölls en workshop för att stämma av insamlingsarbetet, dela erfarenheter och diskutera förbättringar. De första resultaten från projektet presenterades följt av en diskussion kring arbetet med insamlingarna i hela gruppen.

# 4 Resultat

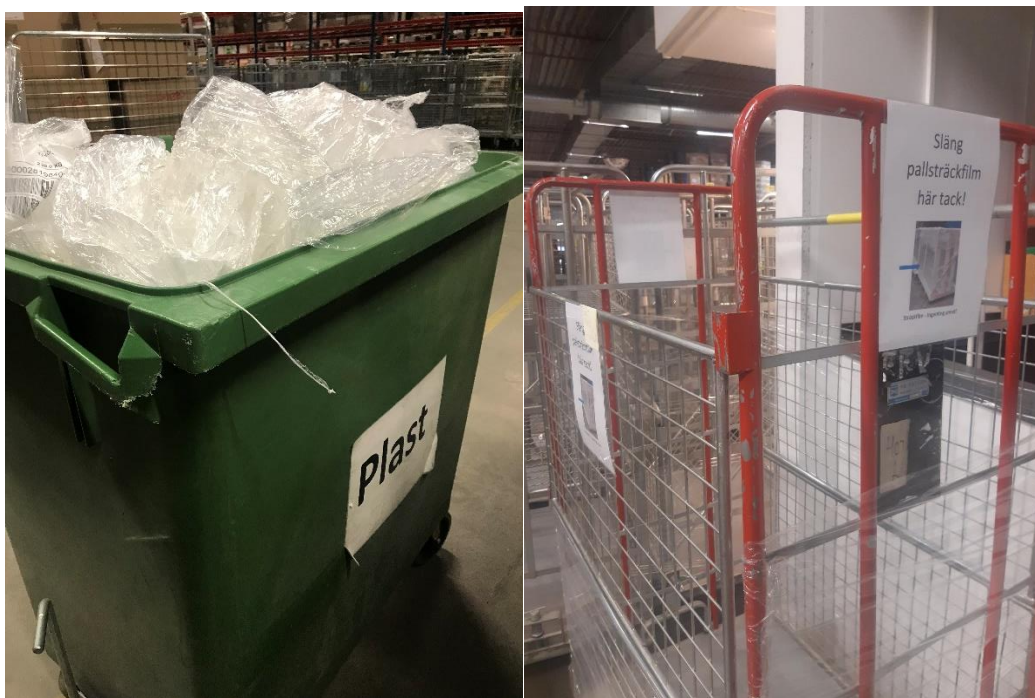
Resultaten redovisas separat för respektive insamlingsplats och resultat före och efter extra sortering för att kunna jämföra och se förbättringar. Workshopen redovisas under en egen rubrik.

## 4.1 Insamling VGR Depå Sisjön

VGR samlar redan idag in plast och vid den första insamlingen hämtades material direkt från en container av den typ som visas i figur 1. Tabellen nedan visar hur stor andel av det insamlade materialet som bestod av pallsträckfilm och vad som bestod av andra typer av plastfilm vid den första respektive andra insamlingen. Den andra insamlingen visade på en klar förbättring av mekaniska egenskaper, speciellt dart drop, rivstyrka och töjning.

### Insamlingen

Några noteringar från insamlingen var att det fungerade mycket bra att sortera vid porten där pallarna packas upp. Där fanns plats att ställa en separat container avsedd för pallsträckfilm. Man använde en typ av lastbur som fanns på plats men för tillfället inte var i bruk. Den hade ett avvikande utseende vilket gjorde personalen uppmärksammades på att extra utsortering av pallsträckfilm pågick. Truckförarna packar upp pallar på olika platser i lokalen och det är inte möjligt placera ut säckar för insamling överallt i lokalerna.



Figur 9: Insamling av plastfilm på VGR Sisjödepån före och efter separat utsortering av pallsträckfilm. Lastburen visas i bilden till höger.

I tabellen här nedan visas sammansättningen av de olika typerna av film från insamling 1a och 1b. Vi gick igenom säckarna som hade hämtats på Sisjö depå och undersökte vilka typer av plastfilm som fanns i dem. Insamling 1a, utan någon extra sortering innehöll 82% pallsträckfilm. Vid insamling 1b hade personalen aktivt sorterat ut pallsträckfilmen för sig och då bestod hela 96% av säckarnas innehåll av pallsträckfilm

Tabell 1:

Typ av film	Insamling 1a Vikt (kg)	Insamling 1b Vikt (kg)
<b>Pallsträckfim</b>	7,71	16,9
<b>Övrig film</b>	1,73	0,78
<b>Totalt insamlad mängd material (kg)</b>	9,44	17,68
<b>Andel pallsträckfilm i %</b>	82 %	96 %

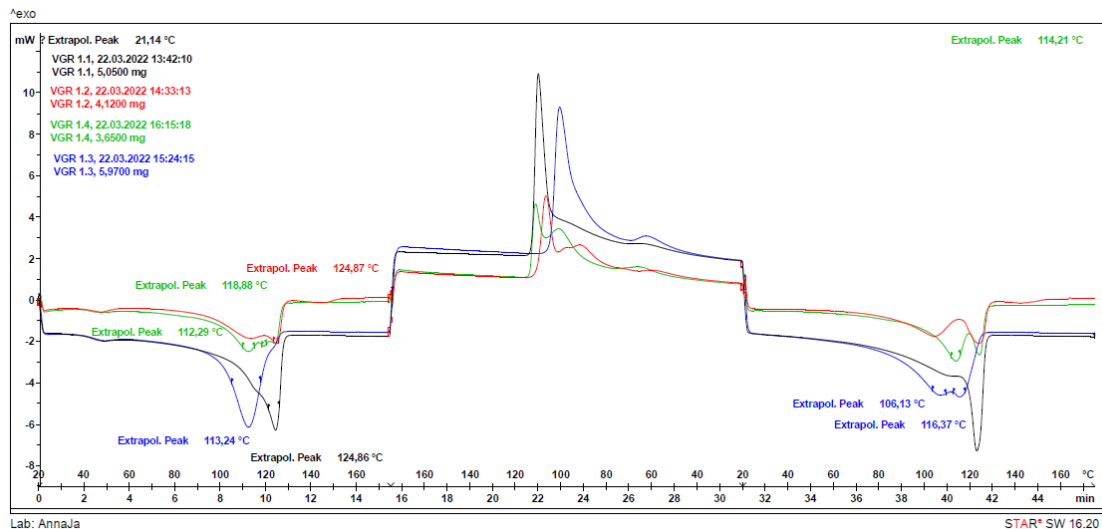
I vikterna som redovisats i tabellen är inte etiketterna medräknade eftersom de var fastlimmade på plasten.

## Materialidentifikation

Det insamlade materialet hade bara hanterats inomhus och vid visuell bedömning såg det rent ut. När det hanteras blir man smutsig varför en tvätt vore att rekommendera vid fullskalig rening.

FTIR analyserna visade att allt insamlat förpackningsmaterial bestod av polyeten, vilket var förväntat. På alla pallsträckfilmer satt etiketter av papper med adressen dit godset skulle skickas. På en pall ser etiketterna inte ut att vara en så stor andel av materialet men efter av-emballering blir etiketterna en betydande förorening.

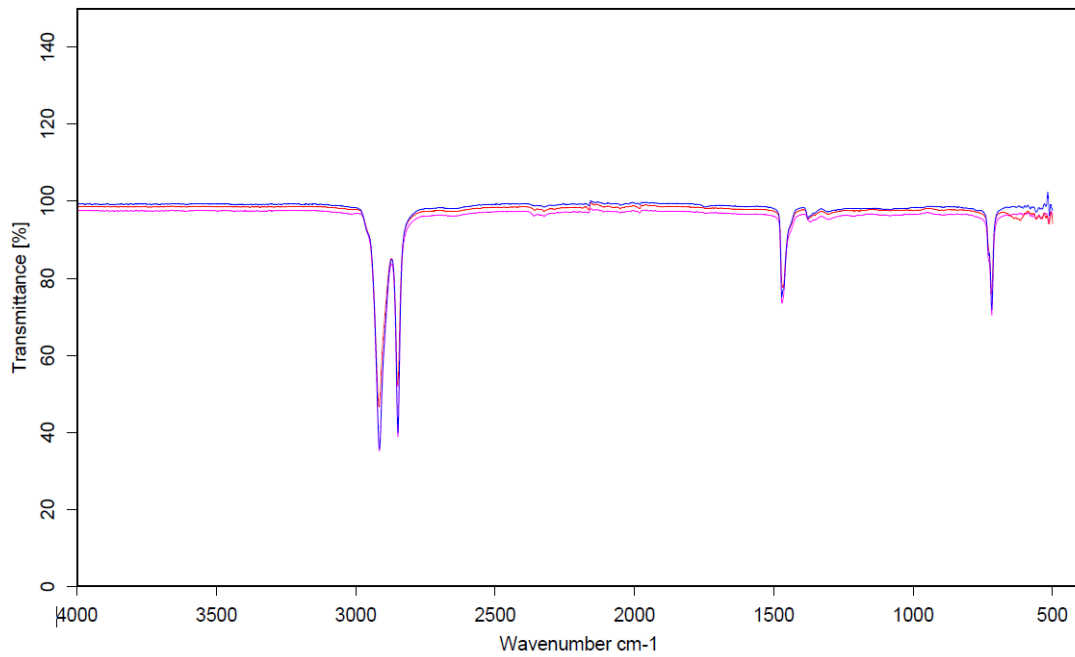
DSC analyser bekräftade att allt insamlat material bestod av polyeten. Sträckfilmerna har ett karaktäristiskt smältförlopp med flera smälttoppar, som inte finns hos vanliga plastfilmer som täck-ark, plastpåsar och ”bubbelplast” vilket syns i termogrammet nedan. Vid analysen har vi värmt proverna från rumstemperatur upp till 170°C och därefter kylt dem för att sedan värme dem en andra gång. Vid värmningen syns smälttemperaturen (endotermt förlopp) och när man kyler proverna syns kristallisationsvärmerna (exotermt förlopp). Termogrammet nedan visar att de olika materialtyperna har lite olika smältförlopp. Det gröna och röda termogrammen härrör från sträckfilm och det svarta är bubbelplast eller täckark som bara har en tydlig smälttopp.



Figur 10: Termogram från några olika typer av plastfilmer som fanns i första insamlingen.

Inget av materialet hade någon smälttopp högre än 125°C vilket visar att vi inte har någon polypropenfilm i det insamlade materialet, utan bara olika typer av polyeten.

FTIR-spektra visar också att allt insamlat material bestod av polyeten, ett exempel visas nedan.





Figur 11: Visar sträckfilmer med lite olika tjocklek, FTIR spektra är identiska polyetenspektra.

Materialet insamling 1a som inte hade sorterats, innehöll en hel del olika typer av mjukplast vilket sammanfattas av fotona i tabellen nedan:

Tabell 2:

Typ av plast	Foto
<p>Pallsträckfilm, olika typer, de flesta var transparenta men, blå färg och tryck förekom.</p>	
<p>Täckfilm, ark att täcka över pall med</p>	
<p>Band att fixera gods med</p>	

<p>Olika typer av bubbelplast, någon tillverkad av återvunnet material</p>	
<p>Plastskräp</p>	

#### Kvarning och Compounding

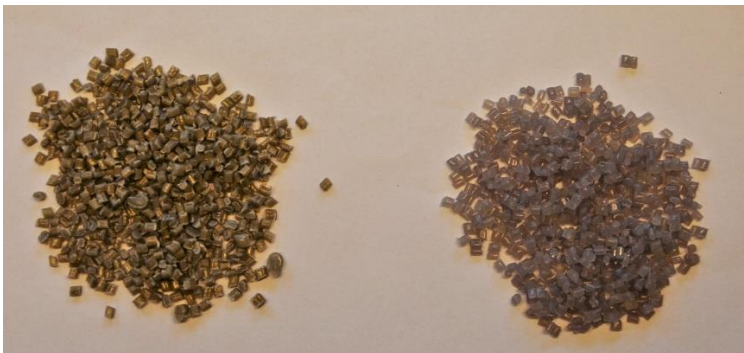
Om materialet matas in i kvarnen som en lång, tunn plastfilm kan det hända att filmen rullas runt rotorn och orsakar driftstopp. Utöver detta fungerade malningen bra.

Vid compoundingen av materialet från den första insamlingen, 1a på Sisjö depå satte etiketterna igen smältfiltret var tionde minut trots att största storleken på maskor (315  $\mu\text{m}$ ) användes. För att visa på potentialen hos flödet om man kan få bort etiketterna klipptes dessa bort från filmen som sorterats ut och samlats in i den andra insamlingen, 1b.



Figur 12: Ett smältfilter helt igensatt med pappersetiketter, som har blivit helt bruna vid den höga temperaturen.

Figur 13 nedan visar compounderad eller pelletterad plast från insamling 1a och 1b och man ser tydligt hur etiketterna har missfärgat materialet i materialet till vänster trots att ett smältfilter har använts. Det högra materialet är sorterat och etiketterna är bortklippta.



Figur 13: Pellets till vänster är från insamling 1a och det till höger är sorterat och etiketterna har klippts bort.

Även om etiketterna är bortklippta får man ett gråaktigt material. Figur 14 nedan visar kvarnat material från insamling 1b och materialet är helt vitt förutom några flingor som är blå eller svarta och kommer från tryckta plastfilmer eller någon film av avvikande färg. Det är inte mycket som behövs för att materialet ska bli färgat i stället för transparent.



Figur 14: Till vänster visas kvarnat material från insamling 1b och till höger samma material efter kompondering.

#### 4.1.1 Analysresultat från Trioworld

Materialegenskaperna hos film från insamlingarna 1a och 1b redovisas i tabellen nedan:

Tabell 3:

Egenskap	VGR insamling 1a	VGR insamling 1b
Smältindex /190°C 2,16 kg	1,9 g	2,8
Densitet	922,2	920
Smälttoppar mätt med DSC (°C)	110 och 122	110 och 122
Oxidationsstabilitet, dynamisk T <sub>ox</sub> (°C)	222,26	231,5
Dart drop (g)	90	170
Elmendorf, rivstyrka MD (mN)	3873	5425
Elmendorf, rivstyrka TD (mN)	5255	6648
Brottstyrka MD (MPa)	18,4	19,6
Brottstyrka TD (MPa)	17,5	20,5
Flytpunkt MD (MPa)	9,6	9,1
Flytpunkt TD (MPa)	9,1	9,1
Töjning MD (%)	535	604
Töjning TD (%)	551	658

Egenskaper hos film tillverkad av återvunnet material

Visuell bedömning av den första osorterade insamlingen enligt Trioworld:

- VGR insamling 1a: Provet innehöll väldigt mycket föroreningar som förväntat. Egenskaperna var helt ok med tanke på föroreningarna. Om man minskar föroreningarna kraftigt finns potential att återanvända materialet i sträckfilm. Så som materialet såg ut vid insamling 1a finns inget användningsområde, enligt Trioworld.
- VGR insamling 1b: Genom att sortera ut pallsträckfilmen från övrig plast, samt avlägsna alla etiketter blev materialegenskaperna mycket bättre. Bedömningen från Trioworld är att detta material kan användas som en andel i ny pallsträckfilm.

## 4.2 Insamling Inovyn utlastning

Insamling

Vid den första insamlingen (2a) hämtades två säckar med blandad plastfilm från containern på bilden nedan. Totalt innehöll säckarna 9 kg blandade plastfolier. Sträckhuv och krymphuv dominerade och det var ungefär samma mängd av vardera, ca 45 % och ca 10% bestod av pallsträckfilm.

Vid den andra insamlingen (2b) var materialet sorterat i tre fraktioner, se figur 17 och 18. Det sorterade materialet hämtades i säckar, tre säckar med sträckhuv, (total vikt ca 5 kg) och tre med krymphuv (total vikt ca 6 kg). Under insamlingstiden hade man inte hunnit samla in tillräckligt med pallsträckfilm för att det skulle räcka för att ta fram film för materialanalyser. Tabell 4 sammanfattar hur mycket av de olika plastfilmerna som samlades in. De sorterade fraktionerna var helt rena och inget material var felsorterat.

Analysen av materialet visade också att det var väl sorterat. Inga etiketter användes vilket är positivt för materialets kvalitet. Däremot så fanns PVC rester på vissa av filmernas yta och även damm från hanteringen som sker delvis utomhus.

Tabell 4:

Typ av film	Insamling 2a, blandad fraktion  (ca vikt i kg)	Insamling 2b, tre olika fraktioner  (ca vikt i kg)
<b>Sträckhuv</b>	4	5
<b>Krymphuv</b>	4	6
<b>Sträckfilm</b>	1	Mindre än 4 kg, ej hämtat.

<b>Totalt hämtad mängd material</b>	9	11
-------------------------------------	---	----



Figur 15: Plastfilm samlas in i en container som hämtas av Stena Recycling för återvinning.

Figuren nedan visar att det är ganska enkelt att se skillnad på de olika typerna av film. Krympfilmen visar tydliga områden där materialet har krympt. Sträckfilmen är mycket tunnare än de övriga två filmerna.



Figur 16: Figuren visade olika typerna film som används för att förpacka pallar på Inovyn, från vänster sträckhuv, pallsträckfilm och krymphuv.

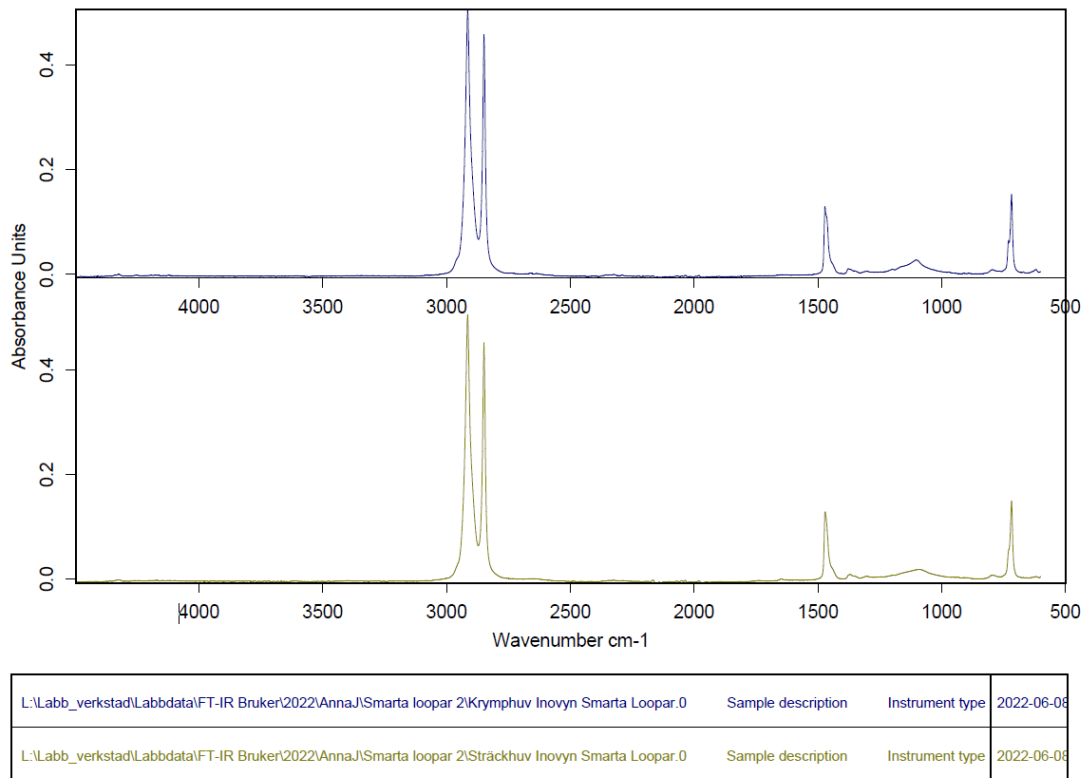


Figur 17: Vid förpackningsmaskinerna samlades spill in i plastsäckar. Vid den utökade sorteringen användes tre säckar i stället för en och märkning framgår av bilden.



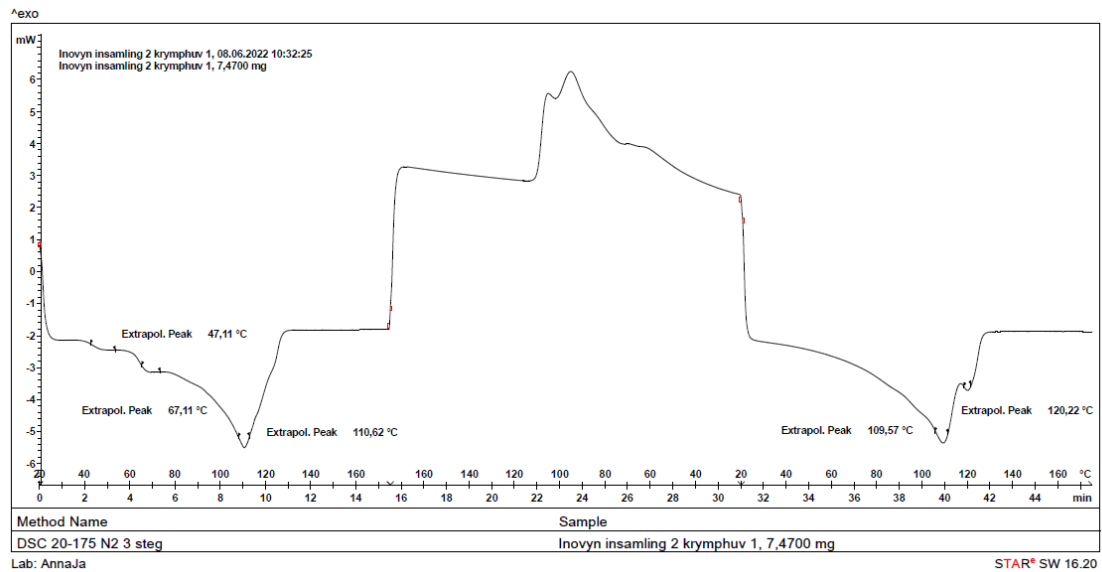
Figur 18: Då säckarna var fyllda tömdes de i pallkragar som visas på bilden.

FTIR analyser på de ingående filmerna visade att alla tre typerna består av polyeten, men spektra visade ingen större skillnad mellan de olika materialen. DSC mätningarna visar skillnad i smältpunkt- och kristallisation.

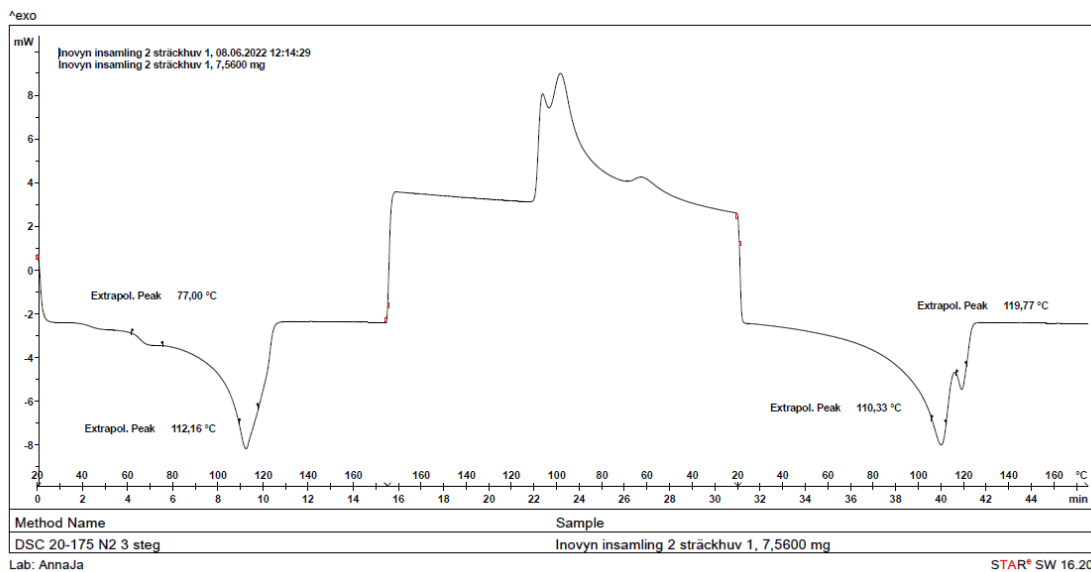


Figur 19: FTIR spektra från krymphuv (blå) och sträckhuv (grön).

Även termogrammen från DSC analyserna var mycket lika för krymphuv respektive sträckhuv (Fig 20 och 21 nedan).



Figur 20: Krymphuv med smältpunkter vid 110°C och 120°C vid andra värmningen som stämmer väl överens med Trioworlds analyser.



Figur 21: Termogram på sträckhuv som också har två smältpunkter vid ca 110°C respektive 120°C.

Smältindex (RISE)

Tabell 5:

Insamling	Resultat smältindex (190°C, 5 kg)
Insamling 2a, blandad film	1,14
Insamling 2b, Krympfilm	2,05
Insamling 2b, utsorterad sträckhuv	1,43

## 4.2.1 Analysresultat från Trioworld

Tabell 6:

Egenskap	Inovyn insamling 2a Blandad plastfilm	Inovyn insamling 2b sträckhuv	Inovyn insamling 2b krympfilm
Smältindex (190°C, 2,16 kg)	0,27	0,4	0,5
Densitet	922,1	921,6	916,6
Smälttoppar mätt med DSC (°C)	110 och 122	110 och 120	108 och 120
Oxidationsstabilitet (°C?)	186,4	171,9	188,0
Dart drop (g)	180	180	260
Elmendorf, rivstyrka MD (mN)	310	555	1456
Elmendorf, rivstyrka TD (mN)	1688	1573	2832
Brottstyrka MD (MPa)	20,9	19,7	20,4
Brottstyrka TD (MPa)	20,0	18,8	20,6
Flytpunkt MD (MPa)	10,5	10,1	7,8
Flytpunkt TD (MPa)	10,9	9,8	7,5
Töjning MD (%)	274	326	414
Töjning TD (%)	415	387	444

## 5 Resultat Workshop

Resultaten från Workshopen redovisas i tabellform nedan, tillsammans med förklarande text. På workshopen framkom många tankar och förslag på fortsatt arbete och synpunkter på sorteringsupplägg.

### 5.1 Insamling VGR Sisjö depå

I tabell 7 nedan presenteras de utmaningar som framkommit vid insamlingen på VGR Sisjö depå. Även förslag på lösningar för dessa utmaningar presenteras i tabellen.

Tabell 7:

Utmaning	Lösningsförslag
Tidsbrist försvårar sorteringen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utbildning för sortering av olika plasttyper</li> <li>• Annorlunda kärl som visar att här ska något speciellt vara</li> </ul>
Platsbrist försvårar insamlingen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Använd komprimator</li> <li>• Börja med små steg</li> <li>• Fokusera på sträckfilm och pallhuv</li> </ul>
Etiketter, tryck eller färgad plast försvårar återvinningen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Byt etiketter</li> <li>• Ställ krav i upphandling/avtal på vilka etiketter och vilken plastfilm som ska användas.</li> </ul>
Kränglig logistik för packning och transport av den insamlade plasten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involvera logistikföretag</li> </ul>
Avfallshanterare samlar inte in rena fraktioner	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Involvera avfallshanterare</li> </ul>

#### Tids- och platsbrist försvårar sorteringen

Personalen som sorterade plasten på VGR Sisjön depå upplevde inga större svårigheter att se skillnad på olika typer av plast. Orsaken till att plasten ibland sorteras fel tros snarare bero på tidsbrist eller att det är bekvämt och praktiskt att samla all plast i ett insamlingskärl. Även bristen på plats för insamlingskärl utgjorde ett hinder som försvårade sorteringen. I godsmottagningen upplevde man dock att bristen på tid och plats inte var ett lika stort hinder som inne på lagret.

Några förslag som presenterades på hur man kan underlätta sorteringen för personalen är att hålla utbildningar kring skillnaden på olika plasttyper samt att använda kärl som tydligare visar vad som ska sorteras.

Gällande bristen på plats, föreslogs komprimator som en möjlig lösning. Att börja med separat insamling av en eller några få olika plasttyper var ett annat förslag som presenterades. Sträck- eller krympfilm framhölls som ett exempel på lämpliga flöden att börja med då ett "rent" flöde av dessa plastfilmer kan gå till återvinning där råvaran används för framställning av ny plastfilm. Krympfilm behöver inte uppfylla lika svåra tekniska krav som sträckfilmen men den används inte i lika stor utsträckning. Även pallsträckhuv kan vara ett lämpligt flöde att börja med.

Etiketter, tryck och färgad plast försvårar återvinningen

Pappersetiketterna som sitter fastklitrade på plastfilmen framhölls som ett betydande hinder då den orsakar att plastråvaran från återvinningen blir kontaminerad. Tvättning som sker efter kvarning av plasten var en lösning som presenterades för att få bort etiketterna. En annan möjlighet som framhölls var att de aktörer som anlitar logistikföretagen kan ställa krav i avtal på att etiketter som inte försvårar återvinning ska användas, exempelvis etiketter av samma plast som plastfilmen (polyeten). Att byta ut pappersetiketterna kan dock innebära en ökad kostnad om de alternativa etiketterna är dyrare.

Färgad sträck- eller krympfilm används i relativt liten utsträckning. Detsamma gäller sträck- eller krympfilm med tryck på. Den färgade plastfilmen kan återvinnas om tillräckliga volymer samlas in. Dock försvårar den färgade filmen återvinningen om den blandas med den transparenta filmen. Liksom för etiketterna, kan kravställning i avtal vara ett sätt minska mängden färgad och tryckt plastfilm som används.

Fler aktörer behöver involveras

En aspekt som tydligt underströks var att flera olika typer av aktörer bör involveras för att överbrygga de utmaningar som identifierats.

Logistikföretagen är oftast de som skriver ut och sätter fast pappersetiketterna på plastfilmen. Därför behöver dessa involveras för att hitta en lösning som inte försvårar återvinning av plastfilmen. Även de aktörer som producerar och säljer etikett-skrivarna bör involveras. Logistikföretagen bör även involveras för att hitta en bra lösning för hur plasten ska transporteras från insamling till återvinning.

Avfallsentreprenörer har möjlighet att påverka hur plasten samlas in och bör därför involveras för att uppnå insamling av "rena" flöden. Återvinnarna har stort intresse i att rena fraktioner samlas in och bör därför ställa krav på att avfallshanterare gör detta.

## 5.2 Insamling hos Inovyn

Personalen på Inovyn i Stenungsund upplevde att insamlingen av tre olika typer av plastfilm gick bra, det tog inte mycket extra tid jämfört med tidigare. Man hade inte heller någon brist på plats att ställa extra insamlingskärl på anläggningen. Det som behöver lösas är upphämtning och transport till företag som återvinner materialet.

Materialet var sorterat i rätt fraktioner när vi hämtade det men volymerna var ganska små, endast ca 5 kg på tre veckor. Spillet uppstår stötvis då pallar går sönder eller om någon maskin krånglar. (Inovyn deltog inte på workshopen utan kommentarer har samlats in efter workshopen)

## 6 Slutsatser

Analyserna av plastfilmerna visar att dessa flöden har stor potential att fungera tekniskt i en sluten loop och återvinnas till ny sträckfilm. Trioworld ser logistikcentraler likt VGR:s depå i Sisjön som en viktig insamlingspunkt för pallsträckfilm som de kan återvinna och använda i sin produktion av ny pallsträckfilm. När det gäller mindre mängder sträckfilm och huv likt de strömmar som uppkommer hos Inovyn är rekommendationen att gå samman med flera företag i ett industriområde och samla in plasten tillsammans. Man bör också fundera på vilken typ av pallemballage man väljer när man skickar iväg gods. Det viktiga är att välja en typ av teknik, krymphuv eller sträckhuv eller endast sträckfilm för att underlätta återvinningen av materialet till högvärdiga produkter.

### Mekaniska egenskaper och kvalitet

De mekaniska egenskaperna ökade signifikant för de sorterade strömmarna, framför allt dart drop och töjning. En förutsättning är dock att man kan avlägsna etiketterna, alternativt byta ut pappersetiketter mot polyetenetiketter. Polyetenetiketter finns på marknaden men dessa är något dyrare än etiketterna i papper och det kan även behövas nya etikettskrivare. Hos Inovyn sattes inte etiketter på godset så här var detta inget problem. Tvätt av materialet behövs däremot då delar av det var förorenat med PVC som orsakade brända partiklar i extruderad film.

### Sortering

Hinder som sorteringskunskap och beteende som listats som de största hindren i det teoretiska första projektet ”Smarta Loopar 1” visade sig inte vara något stort problem på de insamlingsplatser som studerades i detta projekt. Miljöengagemang och vilja att bidra till en mer hållbar plastanvändning sprider sig i samhället.

### Volymer

Volymererna på Sisjö Depå var ca 10-12 kg sträckfilm per dag, alltså 50-60 kg per vecka, medan Inovyn upplevde att det var trögt att få ihop volymererna som under ett par veckors tid bara blev ca 4-5 kg per material.

### Logistik

Logistiken och kostnader när plasten lämnar företaget och skall transporteras till ett återvinningsföretag har inte ingått i denna studie men måste också studeras. För att nå en smart loop måste fler aktörer medverka.

### Spridning av resultat

Erfarenheterna, både deltagarnas synpunkter och tekniska resultat ska spridas till andra företag som vill hantera sitt plastspill på ett mer klimatsmart sätt. Denna rapport är till med hjälp då den tydligt visar möjligheter med bättre sortering och att sortering kan göras ganska enkelt till en början

Även forskningsaktörerna kommer att sprida resultaten i sina nätverk, exempelvis RISE:s testbädd för återvinning.

## 7 Fortsatt arbete

Föreningar av etiketter är ett stort problem som måste lösas tillsammans med leverantörer av etiketter och etikettskrivare, samt alla de transportföretag som distribuerar gods. Det är transportörerna och inte producenterna som handlar upp vilken typ av etiketter som ska användas. Här måste man jobba uppströms och kravställa när man handlar upp transporter. VGR har många olika leverantörer och logistikföretag eftersom man köper in många olika produkter. Etiketterna är med andra ord en mycket komplex fråga.

För att uppnå de volymer av sorterad film som efterfrågas är en naturlig fortsättning på detta projekt att studera några fler typer av verksamheter där man större volymer uppkommer, t ex detaljhandel, e-handelsföretag och logistikcentraler.

Transportentreprenörer måste vara med i ett projekt och tillsammans med de som producerar spillet av plast för ta fram lämpliga behållare som gör det möjligt att separera olika typer av plastfilm i fullskala. Insamlingskärl ska gärna vara i en avvikande färg eller utseende för att underlätta att sortera rätt. Dessutom måste behållarna gå att transportera plasten i, alternativt tömma i en annan lastbärare.

För att kunna implementera smarta loopar i stor skala måste alla ovanstående utmaningar lösas. Etiketterna är sannolikt den största utmaningen eftersom så många aktörer är inblandade. Alla måste gå samma väg och byta till etiketter som kan återvinnas tillsammans med filmen (LDPE etiketter) eller så måste etiketterna gå att tvätta bort i ett tvättsteg.

I sitt regeringsuppdrag ”Uppdrag att föreslå åtgärder för att materialåtervinningen av plast ska öka” bedömer Naturvårdsverket att statliga insatser behövs för att skapa små och stora loopar för plast<sup>7</sup>. Kanske är lagstiftning om tillåtna typer av etiketter en nödvändig åtgärd.

---

<sup>7</sup> Ärendenummer NV-09063-20

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,800 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 800 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 857, 501 15 BORÅS  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Material, process och  
återvinning  
RISE Rapport 2022:78  
ISBN: