Nr
U 6209

Kartläggning av plastavfallsflöden, återvinningsmetoder och marknader: kunskapsunderlag för ett returraffinaderi

På uppdrag av Johanneberg Science park inom ramen för projektet Klimatledande Processindustri

Hanna Ljungkvist Nordin (IVL), Linnéa Lindkvist (CIT), Annika Boss (RISE), Henrikke Baumann (Chalmers), Nils Boberg (IVL), Elsa Magnusson (Chalmers)

ivl
SVENSKA
MILJÖINSTITUTET

Författare: Hanna Ljungkvist Nordin (IVL), Linnéa Lindkvist (CIT), Annika Boss (RISE), Henrikke Baumann (Chalmers), Nils Boberg (IVL), Elsa Magnusson (Chalmers)
På uppdrag av: Johanneberg Science park inom ramen för projektet Klimatledande Processindustri
Fotograf: Hanna Ljungkvist Nordin
Rapportnummer U 6209

© IVL Svenska Miljöinstitutet 2019
IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Box 210 60, 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem

Innehållsförteckning

Sammanfattning 5

1 Inledning 8

2 Metod: kartläggning av plastflöden 9

2.1 Omfattning av kartläggning 10
2.2 Data för kartläggningen 10

3 Svenska flöden 12

3.1 Förpackningar 12
3.1.1 Materialhantering inom avfallsflödet 12
3.1.2 Flödets potential för ett returraffinaderi 14
3.2 Bygg- och rivningsavfall 14
3.2.1 Materialhantering inom avfallsflödet 15
3.2.2 Flödets potential för ett returraffinaderi 16
3.3 Fordon 17
3.3.1 Materialhantering inom avfallsflödet 17
3.3.2 Flödets potential för ett returraffinaderi: 18
3.4 Elektronik 19
3.4.1 Materialhantering inom avfallsflödet 20
3.4.2 Flödets potential för ett returraffinaderi 22
3.5 Hushåll 23
3.5.1 Materialhantering inom avfallsflödet 23
3.5.2 Flödets potential för ett returraffinaderi: 25
3.6 Verksamhetsavfall (exkl. bygg- och riv) 27
3.6.1 Materialhantering inom avfallsflödet 27
3.6.2 Flödets potential för ett returraffinaderi 28
3.7 Lantbruksplast 28
3.7.1 Materialhantering inom avfallsflödet 29
3.7.2 Flödets potential för ett returraffinaderi 29

4 Nordiska flöden 30

4.1 Data från PlasticsEurope 36
4.2 Diskussion och sammanfattning 38

5 Plastavfall ur ett internationellt perspektiv 40

5.1 Metod 40
5.2 Resultat 41
5.2.1 Plast tillgänglig för kemisk återvinning - det som inte materialåtervinns 41
5.2.2 Länder med viss plastavfallsproblematik 44
5.2.3 Handel med plastavfall 45
5.2.4 Material i plastavfallet 48
5.2.5 Trender 48
5.3 Sammanfattning 48

6 Materialåtervinning av plast, marknad och återvinningsaktörer 50
6.1 Materialåtervinning 50
6.1.1 Mekanisk återvinning 50
6.1.2 Kemisk återvinning, depolymerisation 52
6.2 Marknad för materialåtervunnen plast 54
6.3 Återvinningsaktörer, mekanisk återvinning 59
6.3.1 Återvinnare i Sverige 59
6.3.2 Återvinnare i europeiska länder 62
6.4 Potential för ökad materialåtervinning 64
7 Slutsatser 66
Referenser 69

Sammanfattning

Denna studie har kartlagt plastavfallsflöden i Sverige och Norden 2016/2017 och undersökt vilka av de kartlagda mängderna som kan vara tillgängliga för ett framtida returraffinaderi. Resultatet är sammanställt i tabell S1.

Tabell S1: Sammanställning av beskrivna flöden (ton plast) i Sverige respektive hela Norden (inklusive Sverige) som uppkom 2016–2017 och uppskattad potential som kan vara tillgänglig för ett returraffinaderi. Olika datakällor har använts.

Flöde	Totalt flöde, Sverige 2017* (ton plast)	Potential returraff. Sverige 2017** (ton plast)	Totalt flöde Norden (inklusive Sverige) 2016*** (ton plast)	Potential returraff. Norden (inklusive Sverige) 2016*** (ton plast)
Förpackningar, hushåll	96 000 (utsorterade)	60 000 (rejekt från Motala vid maxkapacitet)	495 000	144 900 Max 344 000 (energi-återvinning eller deponi idag)
Bygg- och rivningsavfall	62 000 (utsorterat) 90 000 (i blandat avfall)	55 000 På sikt: + max 90 000 (i blandat avfall)	76 000	50 000
Fordon	41 000	41 000	61 000	38 000
Elektronik	31 000	15 000	94 000	47 000
Hushåll	306 000 (varav 200 000 ton icke utsorterade förpackningar)	Max 200 000	-	-
Verksamheter	790 000 (idag i blandat avfall till energi-återvinning)	?	280 000 (verksamhets-förpackningar)	82 800 Max 131 000 (verksamhets-förpackningar)
Lantbruksplast	18 000	0	69 000	33 000
Övrigt plastavfall	-	-	217 000 (hushåll, sport, fritid, möbler, övrigt)	174 000 (hushåll, sport, fritid, möbler, övrigt)

Summa	**1 434 000**	**Idag: 371 000** (max 1 251 000 inkl. verksamheter)	**1 292 000**	**569 700** (max 817 000)

**Källa: SMED 2019:01*
***Skattning i projektet*
****Källa: PlasticsEurope, baserat på insamlad och återvunnen plast 2016*

De flöden som bedöms som tillgängliga för ett returraffinaderi är sådana plastflöden som inte materialåtervinns mekaniskt i dagsläget, exempelvis rejekt från sorteringsprocesser och utsorterade plastflöden som idag energiåtervinns eller deponeras. På längre sikt kan även plast i blandade avfallsfraktioner sorteras ut i större utsträckning och öka potentialen. Grundtanken är dock att endast sådana plastflöden som inte lämpar sig för mekanisk materialåtervinning skall användas i returraffinaderiet, så att teknikerna kompletterar varandra snarare än att konkurrera.

I Sverige bedömer projektet, baserat på data från SMED (Ljungkvist Nordin et.al. 2019) att ca 347 000 ton plast kan finnas tillgängligt för ett returraffinaderi i dagsläget, medan den nordiska potentialen bedöms vara 569 700 ton baserat på data från PlasticsEurope.

Det är intressant att notera att total mängd kartlagd plast i Sverige överstiger den totala mängden i Norden. Detta beror i stor utsträckning på att PlasticsEuropes siffror för plastförpackningar är mycket lägre än de som använts i den svenska kartläggningen (156 000 ton respektive 296 000 ton). Siffrorna avser också delvis olika år (2016 och 2017) och är därför inte helt jämförbara. Mängden plast som är tillgänglig för ett returraffinaderi beräknas ändå vara större på nordisk nivå, främst på grund av de stora mängder plastförpackningar som idag går till energiåtervinning eller deponi i Norden. Det framgår inte exakt hur stor andel som är rejekt från sortering. Majoriteten av flödena finns dock i hushållens restavfall och det är svårt att sia om hur mycket av denna plast som kan sorteras ut i framtiden. Siffran på 344 000 ton är därför ett maximum.

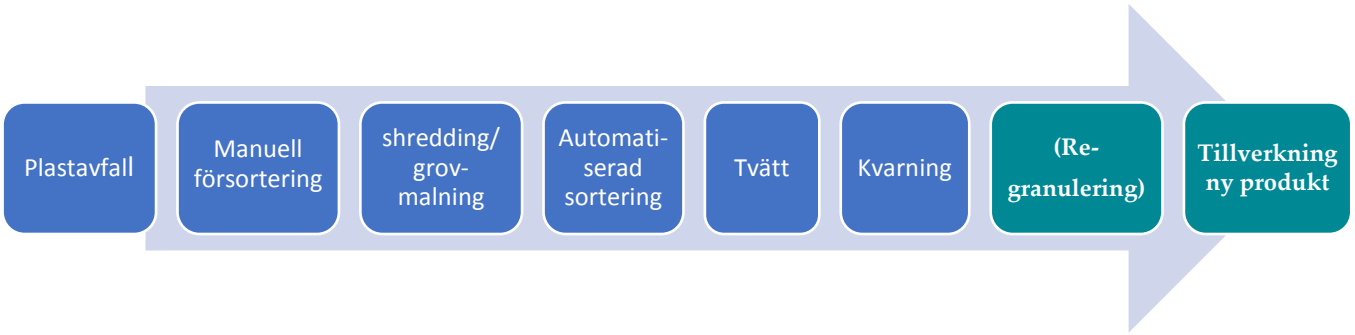
År 2017 uppskattas mängden plastavfall som inte gick till mekanisk materialåtervinning till totalt 18,7 miljoner ton i Europa, varav ca hälften kommer från plastförpackningar. Utöver detta finns även ett stort mörkertal i syntetfibrer som det idag saknas storskalig återvinning för. Mängden plast som exporterades från EU 2018 var ca 2 Mton, en minskning med 620 kton sedan 2017.

Då plast som går till förbränning har nytta som energikälla till el och värme är det lämpligt att i första hand rikta sig mot länder där deponi utgör den viktigaste avfallshanteringsmetoden. Vidare bör tas i beaktning kompositionen av plastavfallet. Förpackningsplast från hushåll kan bestå av så mycket som 25%

felsorterade sopor och matrester. Plast som materialåtervinns utanför retursystem av PET-flaskor är framför allt PP och PE, plaster som även är eftertraktade även för kemisk återvinning.

Den globala såväl som den europeiska plastanvändningen har ökat varje år fram till 2017. Sedan dess har restriktioner införts för att minska plastanvändningen, och vi vet ännu inte hur mycket dessa restriktioner påverkar mängden plastavfall som uppkommer. Samtidigt ökar insamlingsgraden på plastavfall i Europa varje år, därför är det inte troligt att nutida eller framtida restriktioner på plastanvändning kommer att påverka mängden *tillgängligt* plastavfall i någon större omfattning.

En genomgång av mekaniska materialåtervinningsmetoder och depolymerisering för plast presenteras för att tydliggöra alternativen till ett returraffinaderi. Den typiska mekanisk återvinningen av plast innefattar flera processteg, exempelvis som i figur S1. Behovet av processteg är olika beroende på vad som ska återvinnas, behovet av sortering och kundens önskemål. Är det ett rent monoflöde som tex plastfilm av polyeten eller välkänt industrispill behövs inget sorteringssteg. Ofta säljs mjuk plast (plastfilm) i komprimerade balar. Många gånger behövs inte heller tvätt. Den sorterade plasten säljs ofta i kvarnad form, (flakes), och kallas då ofta regrind. Om det är ett blandat plastavfall, av t.ex. hårdplast eller konsumentförpackningar, ser återvinningsstegen ofta ut som figur S1 visar.



Figur S1: Återvinningsprocess för blandat plastavfall

Sorterings- och återvinningsaktörer i Sverige och Europa presenteras också, liksom exempel på priser för olika återvunna plastkvaliteter. Hittills under 2019 har priserna på både PET och HDPE stigit.

Runt om i Europa startas hela tiden nya anläggningar för sortering/ återvinning av plast. Behovet är stort att kunna ta om hand allt plastavfallet som genereras och den ökande efterfrågan på återvunnen plast gör också att företagen vågar investera. Det är en tydlig trend (enligt FTI, Sysav med flera) att sorterings-/återvinningsaktörerna ställer allt högre krav på materialet de tar emot. Också i Sverige har flera nya återvinningsanläggningar startat upp. Det innebär att det nu

finns stora möjligheter till ökad återvinning av plast i Sverige och att förse svenska företag med återvunnen plast.

En sammanställning av befintliga initiativ för kemisk återvinning presenteras som en separat rapport; Kemisk återvinning av plastavfall, kartläggning av pågående aktiviteter (Lars Waldheim, 2019).

1 Inledning

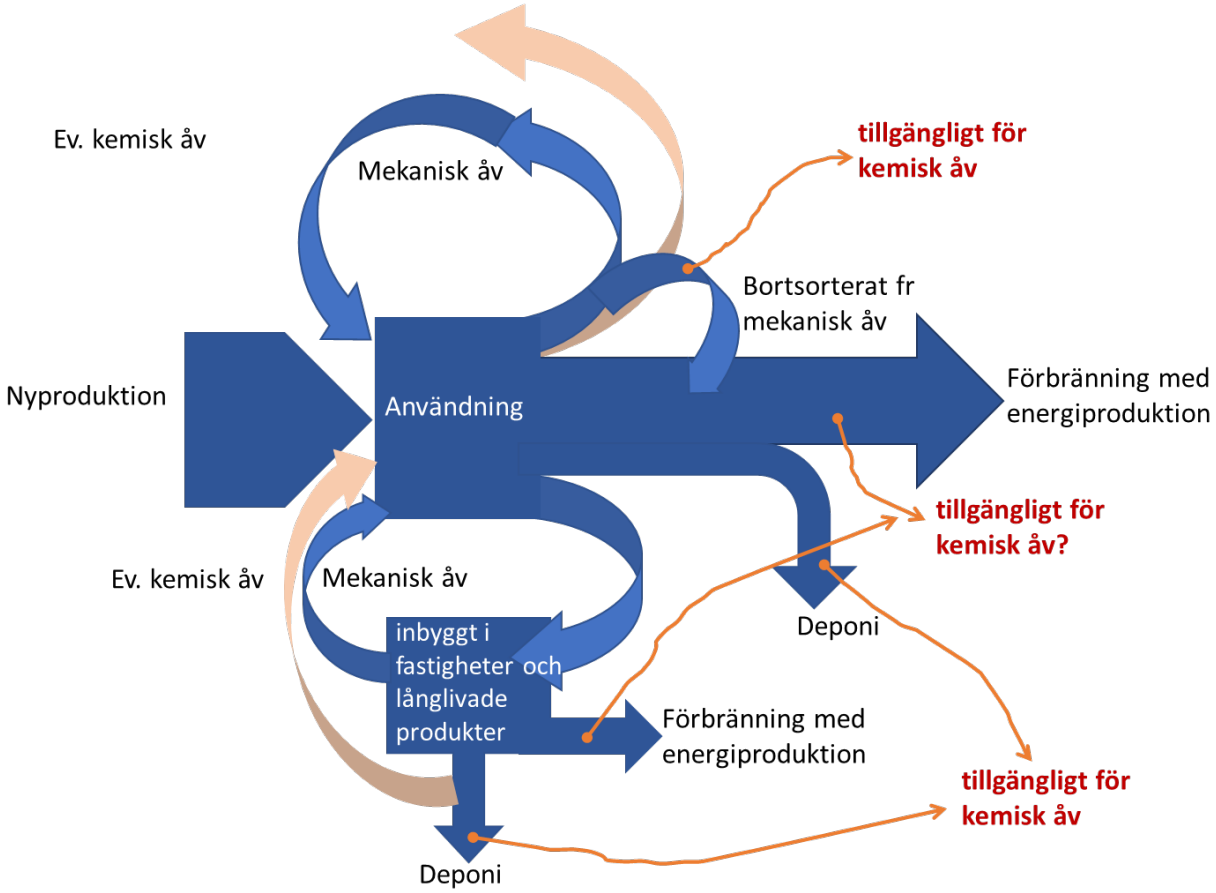
Denna rapport redovisar en kartläggning av plastavfallsflöden i Sverige och Norden och för en kvalitativ diskussion kring deras lämplighet och tillgänglighet för kemisk återvinning. Syftet med arbetet är att ge en översikt över potentiella lämpliga inflöden till ett framtida returraffinaderi i Stenungssund. Dessutom kartläggs befintliga metoder för mekanisk plaståtervinning och vilka flöden som lämpar sig för detta. Tanken är att i möjligaste mån undvika att kemisk återvinning konkurrerar om plastflöden som lämpar sig för mekanisk återvinning. En internationell utblick visar hur den globala handeln med plastavfall förändrats under senare tid, till följd av reglering på flera stora avsättningsmarknader. En sammanställning av befintliga initiativ för kemisk återvinning presenteras som en separat rapport (Lars Waldheim, 2019).

Arbetet är en del av Vinnväxt-projektet ”Klimatledande Processindustri” och har utförts i samarbete mellan IVL Svenska Miljöinstitutet, Chalmers Industriteknik, RISE IVF, Chalmers och Lars Waldheim Consulting. Dialog har förts med det parallella projektet om möjliga återvinningstekniker för ett returraffinaderi lett av Johan Berg på RISE. Detta projekt utgår från att någon form av pyrolys eller förgasningsprocess är lämplig och undersöker olika vägar.

En referensgrupp, bestående av Lia Detterfelt, Renova, Marianne Gyllenhammar, Stena Recycling, och Marie-Louise Johansson, Borealis och Elin Hermansson, Hållbar Kemi 2030 har också bidragit med värdefull information och återkoppling i projektet. Övergripande projektledare har varit Lars Josefsson, Johanneberg Science Park.

2 Metod: kartläggning av plastflöden

Eftersom uppgiften består i att uppskatta mängden plast som kan vara tillgänglig för ett returraffinaderi gäller det att kunna identifiera var och i vilken omfattning lämpligt plastavfall kan hittas. Arbetet fokuserar på en kvantifiering av plastavfallsströmmar i Sverige och Norden, men innehåller även en internationell utblick för att få en uppfattning om mängden plastavfall ur ett internationellt perspektiv. En enkel modell för samhällets plastflöden (se Figur 1) har varit vägledande för arbetet, både för att identifiera var plastavfall kan tas och för att bedöma rimligheten i data.



Figur 1: Konceptuell bild av flöden av plast i samhället. Befintliga flöden i blått, potentiella flöden till kemisk återvinning i ett returraffinader i orange. Plastavfall som kan vara aktuellt för ett returraffinaderi är markerade med rött.

2.1 Omfattning av kartläggning

Plast har många användningsområden vilket leder till att det finns plast i många typer av avfall. Här definieras plastavfall brett för att kunna kartlägga så mycket plastavfall som möjligt. Både mer renodlade plastavfallströmmar och blandade avfall med en andel plast har kartlagts i den utsträckning det har varit möjligt.

Baserat på kartläggningen har också en bedömning gjorts med avseende på vilket plastavfall som är tillgängligt och lämpligt för ett returraffinaderi. Allmänt gäller att returraffinaderiet inte skall konkurrera med mekanisk återvinning av plast. Det betyder att det plastavfall som är påtänkt för ett returraffinaderi är sådant som inte kan återvinnas på annat sätt. Reglering av engångsplast diskuteras på många håll och kan komma att påverka mängden plastavfall i framtiden. Det kan också finnas tekniska begränsningar som gör vissa plastmaterial mindre lämpliga i ett returraffinaderi, men en sådan teknisk bedömning har inte gjorts i detta projekt. Konsekvenser av framtida regleringar av engångsplast har inte beaktats i denna studie.

Plastavfall som kan bli aktuellt för ett returraffinaderi kan exempelvis tas från utsorterade flöden plastförpackningar, s.k. rejekt-flöden från förpackningsåtervinningen. Det finns även utsorterade flöden från hanteringen av elektronikplast och bygg- och rivningsavfall. Plast i blandade avfallsfraktioner kan möjligen bli tillgängligt om utsortering kan ordnas. Detta gäller exempelvis förpackningar som följer med från hushållsavfallet och blandat brännbart avfall från verksamheter. Plast kan också finnas i avfall som skickas till deponi. I figur 1 anges schematiskt var dessa plastavfallsflöden finns.

2.2 Data för kartläggningen

Många datapunkter krävs för denna kartläggning eftersom mängden tillgängligt plastavfall beror på typ av plast och dess användning. De metoder som använts för datainsamling om dessa mängder omfattar litteraturstudier, sökningar i statistikdatabaser och intervjuer med experter. Information om de svenska plastavfallsflödena grundar sig till stor utsträckning på den uppdaterade SMED-rapporten om plast och plastavfallsflöden (Ljungkvist Nordin et. al. 2019).

Statistiken om plastavfall är dock ojämn och beror bl.a. på hur avfallshanteringen och dess dokumentation är organiserad. En del skattningar har behövt göras, särskilt för andelen plast i blandade avfallsflöden. Även utsorterade plastfraktioner innehåller i praktiken viss del annat än plast, såsom fukt och

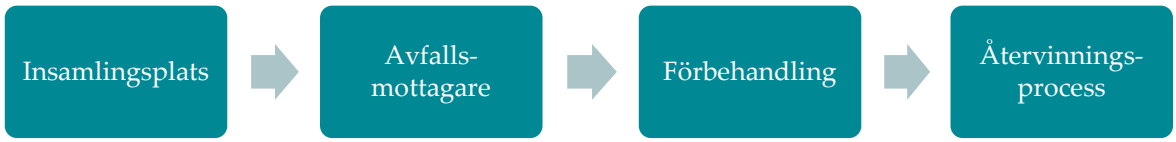
smuts, etiketter och matrester. I kartläggningen korrigerar vi inte för detta utom i de undantagsfall där information om korrigeringsfaktorer finns.

Som en kontroll kan mängden producerad plast ibland ge en uppfattning om mängden plastavfall eftersom produktionsstatistiken för plast i regel är bättre än avfallsstatistiken. Det är dock viktigt att notera att en del av den plast som sätts på marknaden byggs in i långlivade produkter (som t ex elektronik, fordon och byggnader) och det blir en fördröjning innan den blir avfall. Slutligen, plastavfallens sammansättning i olika polymertyper redovisas i den mån information om detta har hittats.

3 Svenska flöden

För att underlätta förståelsen för hur materialet hanteras inom respektive avfallsflöde, har varje flöde illustrerats och beskrivits översiktligt och på ett förenklat sätt. Syftet med detta är att lättare kunna följa vad som händer med plasten i avfallsflödet, hur den geografiska spridningen av de olika aktörerna som deltar i avfallsflödet ser ut, att lättare kunna följa resonemanget kring varje flödes lämplighet för ett returraffinaderi samt de antaganden som har gjorts om potentialen. Flödet utgår från en generell modell enligt Figur 2, där Återvinningsprocess syftar till det faktiska nyttjandet av resursen – antingen för materialåtervinning eller energiåtervinning. Om materialet kan nyttjas genom materialåtervinning, syftar Förbehandling till den bearbetning som måste ske för att materialet ska bli tillgängligt för materialåtervinning. Plast som lämpar sig för mekanisk återvinning bör i första hand gå till sådan och inte till ett returraffinaderi. Deponi sker endast i liten omfattning i Sverige och har av den anledningen inte tagits med i den förenklade modellen för hur avfallet hanteras.

För respektive avfallsflöde ersätts den generella modellen med en som bättre illustrerar hanteringen för det aktuella flödet. Denna beskrivning har gjorts baserat på litteratur och intervjuer med kunniga personer inom respektive avfallsflöde.



Figur 2: Generell modell för att beskriva hantering av avfallsflöden.

3.1 Förpackningar

3.1.1 Materialhantering inom avfallsflödet

Plastförpackningar omfattas av ett producentansvar, vilket innebär att alla producenter och importörer som sätter plastförpackningar på den svenska marknaden måste rapportera mängden förpackningar till marknaden samt att man har ansvar för att förpackningarna samlas in och återvinns. Studier visar

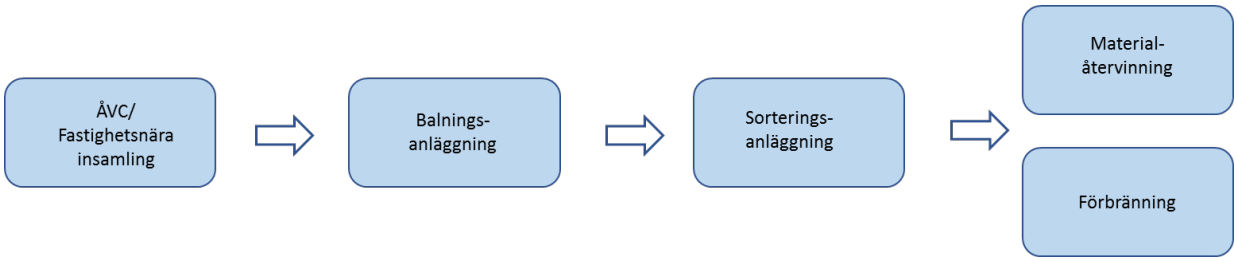
dock att de mängder som har rapporterats som satta på marknaden vida understiger den verkliga mängden förpackningar på den svenska marknaden. Detta antas delvis bero på att en del aktörer varken uppfyller producentansvaret själva eller är anslutna till ett företag som uppfyller producentansvaret, och delvis på förpackningsavfall som uppstår på grund av distansförsäljning och privatimport (SMED 2019:01).

Plastförpackningar återfinns i flera avfallsflöden som behandlas i denna rapport. Störst mängder återfinns (enligt SMED 01:19) som ej utsorterat i hushållens restavfall, vilket förbränns med energiutvinning. Ej utsorterade plastförpackningar behandlas vidare under avfallsflöde Hushåll. Avfallsflöde Förpackningar i denna rapport omfattar endast förpackningar utsorterade vid källan samt pantflaskor. Pantflaskor har ett fungerande retursystem med en materialåtervinningsgrad på 84%. Rejektet från anläggningen är ca 12–15 %; bestående av lim, etiketter, stålvajer från balar, dryckesrester och skärspån. Rejektet från hanteringen av pantflaskor är sannolikt inte intressant för ett returraffinaderi och delflödet undantas i sin helhet.

Insamling av (källsorterade) plastförpackningar från hushåll sker primärt genom de återvinningsstationer och den fastighetsnära insamling som drivs av FTI (Förpacknings- och Tidningsinsamling). Plastförpackningar från verksamheter samlas in till återvinning genom anlitade avfallsentreprenörer på en fri marknad.

Från insamlingsplatsen transporteras förpackningarna till en balningsanläggning (ca 40 st. i landet enligt SMED 2019:01) där de komprimeras och förs sedan vidare till en sorteringsanläggning, där förpackningarna sorteras i flera fraktioner baserat på materialets kvalitet och sammansättning. Under år 2019 färdigställdes en ny anläggning i Motala, som enligt uppgift från Svensk Plaståtervinning har kapacitet att sortera 120 000 ton/år och är designad för att kunna ta emot alla utsorterade förpackningar från svenska hushåll i framtiden (M. Philipsson, 2019). Sorteringsprocessen i denna nya anläggning är helautomatiserad och resulterar i ett rejekt på omkring 50% av inkommande flöde. Rejektet består av (i dagsläget) ej materialåtervinningsbara förpackningar, plast som inte är förpackningsplast, fukt och en mindre andel icke-plast. Orsaker till att förpackningarna i dagsläget räknas som ej återvinningsbara är att de inte går att sortera/detektera i anläggningen eller att det inte finns en marknad för den sorterade fraktionen.

Andelen som hanteras vidare med syftet materialåtervinning går primärt på export p.g.a. bristande efterfrågan på det utsorterade materialet i Sverige. Den andel som inte säljs hanteras vidare genom energiåtervinning.



Figur 3: Illustration av avfallsflöde (utsorterade) Förpackningar

3.1.2 Flödets potential för ett returraffinaderi

De mängder insamlat material som blir rejekt i sorteringsanläggningen i Motala har stor potential att bli inflöde i ett returraffinaderi. Fraktionen har hög grad av organiskt innehåll och bedöms vara lätt att tillgå med hänsyn till geografisk spridning och transporter då den är lokaliserad till Motala. I dagsläget består konkurrensen om denna fraktion med förbränningsanläggningar, primärt inom Sveriges gränser, men efterfrågan från förbränningsanläggningarna är begränsad. Extern styrning mot fossilfri energiproduktion gör att denna fraktion på sikt blir ännu mindre attraktiv för en förbränningsanläggning. Sannolikt medför det också att en större andel förpackningar kommer att sorteras ut från svenska hushåll och närma sig maxkapaciteten för anläggningen (120 000 ton). Potentialen för ett returraffinaderi har därför bedömts vara i samma nivå som rejektet från sorteringsanläggningen vid drift i maxkapacitet, d.v.s. 50% av 120 000 ton.

3.2 Bygg- och rivningsavfall

Många studier har adresserat avfallsflöde Bygg- och Riv i syfte att belysa sektorns resursutnyttjande och möjlighet att minska sin miljöpåverkan. Flera forskningsprojekt har specifikt undersökt möjligheterna att öka materialåtervinningsgraden för det avfall som uppstår i sektorn. Möjligheterna att återvinna avfallet är tydligt kopplat till om det har uppstått under byggtiden, t.ex. som ett installationsspill eller material som har skadats vid leverans, eller om det är ett rivningsavfall. I det senare fallet finns en mycket större problematik kring möjligheterna att sortera och okunskap om innehållet i utrivet material. Innehåll av farliga ämnen som idag är reglerade i nyproduktion (exempelvis tungmetaller och mjukgörare) är också ett problem som försvårar mekanisk återvinning av rivningsmaterial.

Utgångspunkt i det här arbetet är de mängder som har rapporterats i SMED 19:01; 152 000 ton, varav 63 000 utgörs av utsorterad plast. Statistiken över avfallsmängder från sektorn skiljer inte på bygg- och rivningsavfall, men för att utreda sammansättningen på flödena bör man skilja på dem. Volymer för vissa

strömmar har uppskattats i andra projekt: installationsspill av plaströr i byggavfall har uppskattats till 5000 ton (av RE:Source-projektet RE:pipe) och insamlat installationsspill från PVC-golv som samlas in årligen uppgick till 2000 ton 2017 (Jansson et.al. 2019).

Det plastspill/plastavfall som främst uppkommer på byggplatser i Sverige är installationsspill av rör vid markarbeten samt spill av byggfolie, isolering och emballageplast (resultat från projektet Constructivate). När det gäller installationsspill av rör är andelen polyetenrör ca 40 %, polypropenrör 20 % och PVC -rör ca 20 % (Siffror från Ove Söderberg, Pipelife, baserat på vad som säljs på svenska marknaden och erfarenheter från REPIPE projektet). Övriga rör är av andra polymertyper. Byggfolie och emballageplast är av lågdensitetspolyeten och isolering av EPS (expanderad polystyren). Mindre mängder installationsspill av PVC-golv/mattor uppkommer också varav en del samlas in och återvinns till nya mattor. Det mesta av plasten sorteras dock som brännbart trots att materialen är av hög kvalité och skulle kunna materialåtervinnas. Utrymmesbrist för sortering på byggplatsen och små volymer på många platser är en vanlig motivering till detta.

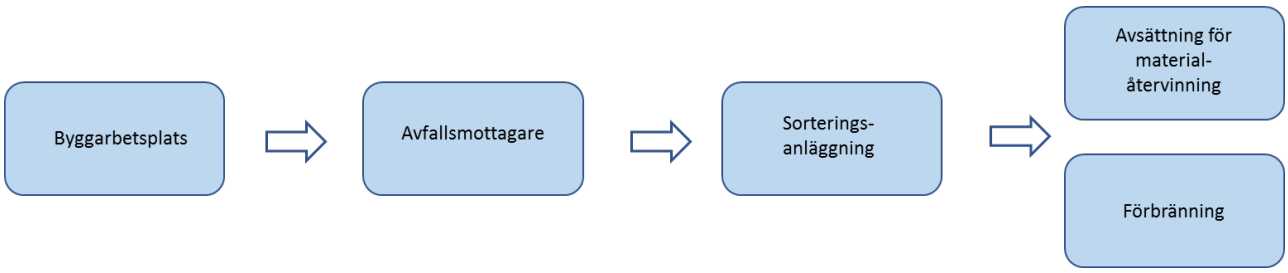
Vid rivning och renovering består plastavfallet till största del av plastmattor, kabel, rör och profiler. Golvmattor och kablar är i huvudsak av flexibel PVC som fungerar tekniskt bra att återvinna mekaniskt men då plasten vid rivning oftast är av äldre PVC-typ som innehåller blystabilisator och reglerade mjukgörare får den inte återvinnas i nya produkter. Plaströr och plast profiler i rivningsavfallet är huvudsakligen av styv PVC (innehåller ej mjukgörare). Det går bra att återvinna materialet mekaniskt men PVC som är 15 år eller äldre innehåller vanligtvis blystabilisator och ska då inte användas i nya produkter. PVC kan eventuellt även vara ett utmanande flöde för ett returraffinaderi.

3.2.1 Materialhantering inom avfallsflödet

Bygg och rivningsavfall hämtas oftast på entreprenad och körs till olika avfallsbehandlingsanläggningar (Ragn-Sells, Renova, Veolia, Stena m.fl. aktörer) där de hanteras vidare. Avfallet karaktäriseras, sorteras och blandas ibland med andra fraktioner för att exempelvis få ut fraktioner som returträ, bränslefraktioner (Refuse Derived Fuel, RDF), inerta fraktioner för deponering eller deponitäckning m.m. Inom forskningsprojektet CIRF (Kalantari et.al. 2019) har intervjuer med ett antal stora aktörer inom avfallshantering utförts. Där framkommer att alla anläggningar inte kan ta emot alla avfallsfraktioner, vilket medför att en hel del material skickas mellan anläggningar för vidareförädling eller samlastning innan materialet säljs vidare. Sortering (enligt Figur 3) kan därmed utföras på samma

geografiska plats som steg Avfallsmottagare, men kan också utföras på en eller flera andra platser. Avfallsbehandlingsanläggningarna har stor spridning över landet, även om majoriteten av avfallet uppstår och hanteras i de södra delarna.

Flera forskningsprojekt visar på att det finns potential för att materialåtervinna vissa plastfraktioner från sektorn, men i dagsläget är materialåtervinningsgraden endast 0,8% för plasten (SMED 2019:01). I Figur 3 är det därför idag förbränning som är det primära behandlingssteget för just plasten i avfallet från sektorn.



Figur 4: Illustration av avfallsflöde Bygg- och Rivningsavfall

3.2.2 Flödets potential för ett returraffinaderi

Profu har nyligen gjort 9 plockanalyser av byggavfall och 4 plockanalyser av rivningsavfall i ett projekt finansierat av RE:Source och Avfall Sverige. Mängden plast varierar mycket i olika prov och det går inte att skala upp resultaten för att uppskatta nationella mängder. På en generell nivå innehåller byggavfall mer plast i renare strömmar; såsom emballageplast, EPS-isolering och rörspill, vilket gör byggavfallet mer attraktivt för mekanisk återvinning jämfört med rivningsavfallet. Kunskapen om innehållet är större då det är nyproducerat material och innehåll av reglerade ämnen är därför inte ett problem. Det är också enklare och mindre resurskrävande att sortera vid byggnation än vid rivning (Profu 2019, ännu ej publicerad). Dock finns det en stor utmaning i att få till en kostnadseffektiv transportkedja så att materialet tillgängliggörs för mekanisk materialåtervinning. Samma utmaning kan sägas finnas även i det fall avsättningen för avfallet skulle vara ett returraffinaderi, i och med att den geografiska spridningen av avfallsbehandlingsanläggningarna är stor. Men en faktor som kan vara gynnsam i sammanhanget är att det redan idag är ett begränsat antal aktörer som hanterar majoriteten av avfallet. I CIRF-rapporten (Kalantari et.al. 2019) uppges att ca 70 % av avfallet hanteras av Suez och RagnSells. Det syns också en trend nu att avfallsbehandlarna blir färre och större, bolag slås samman i en strävan att vara helhetsleverantör. Detta ses som en positiv utveckling i det fall ett plastreturraffinaderi vill säkerställa ett visst inflöde av material.

Med utgångspunkt i dagens avfallshantering inom flödet motsvaras potentialen av den andel som i dagsläget hanteras via förbränning. Fraktionen är dock heterogen, sett både till sammansättning och storlek, och det verkar osannolikt att denna fraktion skulle kunna gå obearbetad vidare in i ett plastreturraffinaderi. Det är därför svårt att dra slutsatser om potentialen i detta flöde. Volymmässigt är det ett intressant flöde att titta vidare på, särskilt om det i en nära framtid blir färre aktörer som kommer att agera leverantörer. Med mer kunskap om hur sammansättningen på avfallet behöver se ut för att vara attraktivt för ett returraffinaderi, skulle det kunna finnas möjligheter att identifiera behov av ytterligare behandlingssteg och sätt att få en kostnadseffektiv logistik.

3.3 Fordon

3.3.1 Materialhantering inom avfallsflödet

I SMED 01:19 har flödet Fordon avgränsats till fordon, lätta lastbilar under 3,5 ton samt tunga lastbilar. Mängden plast i avfallsflödet uppges vara ca 41 000 ton. I detta arbete görs samma avgränsning som i SMED 01:2019.

I Sverige skrotas årligen ca 200 000 fordon, varav ca en fjärdedel utgörs av fordon som är inlösta av försäkringsbolag. Uppskattningsvis innehåller varje fordon innehåller ca 200 kg plast, fördelat på exteriör, interiör, detaljer under huven, ljuskällor och elektronik. Studier i exempelvis Mistra-projektet Explore har visat att delar av plasten är fullt möjlig att demontera och använda för mekanisk materialåtervinning, men i dagsläget utförs inte detta i särskilt stor utsträckning – främst beroende av ekonomiska aspekter.

Materialflödet inom avfallsflöde Fordon beskrivs förenklat med startpunkten att en bil lämnas till skrotning. Detta kan ske antingen direkt till en bildemonterare (avfallsmottagare och insamlingsplats), eller via ett mottagningsställe för uttjänta bilar (insamlingsplats). Grundregeln är att man som bilägare ska kunna lämna en skrotbil inom ett avstånd om 50 km eller inom den egna kommunen (http://www.bilsweden.se/miljo-sakerhet/atervinning/skrot_din_bil/mottagningsstallen) och av den anledningen har insamlingssystemet kompletterats med ett antal mottagningsställen. Men oavsett vilket alternativ som används för inlämning är det bilägaren som bekostar transporten av skrotbilen till demonteraren (https://www.hsr.se/fakta-om-skrap/skrotbilen-vad-galler) och av den anledningen har analysen kring logistik och transporter för avfallsflöde Fordon utgått från demonteraren. Enligt (Kalantari et. al 2019) finns 286 bildemonterare (data från 2017) i Sverige, vilket får räknas som en relativt hög geografisk spridning. Tyngdpunkten på antal demonterare

ligger dock i de södra delarna av landet och här utfärdas även flest skrotintyg (Kalantari et. al 2019).

Hos demonterarna skrotas bilarna, vilket innebär att farligt avfall (t. ex spillolja, glykol, oljefilter, air-bags) avlägsnas och komponenter som kan avsättas på reservdelsmarknaden demonteras. Efter demontering komprimeras chassit och transporteras vidare till en fragmenteringsanläggning i fulla laster.

I fragmenteringsanläggningen blandas avfallsflöde Fordon med metallinnehållande skrot från andra verksamheter och kommunala återvinningscentraler. Processen har optimerats för att få ut metaller ur avfallsströmmen, vilket medför att plast återfinns i två blandade fraktioner; en lättare som kallas SLF (shredder light fraction) och en tyngre som kallas NF (non ferrous). I dagsläget går utsorterad plast i SLF och NF till energiåtervinning, både i avfallsförbränningsanläggningar och som bränsle vid cementproduktion (SMED 2019:01). En liten andel deponeras på grund av farligt innehåll. Merparten av plasten från fordon återfinns i SLF, vilken primärt består av organiskt material, som plast, textil och trä. Men askhalten är ändå relativt hög och uppges ligga omkring 20–40 % (M. Gyllenhammar 2019).

Antalet fragmenterare av bilskrot i Sverige är mycket begränsat, endast tre aktörer är verksamma och täcker geografiskt hela landet. Två av dessa har sina anläggningar i de södra delarna av landet, vilket ur ett logistikperspektiv ger goda förutsättningar för ett returraffinaderi längs Bohuskusten.

Figur 5: Illustration av avfallsflöde Fordon

3.3.2 Flödets potential för ett returraffinaderi:

Antalet demonterare förväntas i framtiden bli färre men drivas av större aktörer med ett större geografiskt upptagningsområde. Generellt sett bidrar den utvecklingen till ett insamlingssystem med goda logistiska förutsättningar genom att det skapar större materialflöden och färre avtalspartners. Större volymer fordon per demonterare skulle kunna förbättra de ekonomiska förutsättningarna för att mer plast kan demonteras innan fragmenteringen, vilket är positivt då det med stor sannolikhet bidrar till en ökad grad av mekanisk materialåtervinning från avfallsflöde Fordon. Endast rejektet från sådan återvinning är då tillgängligt för ett returraffinaderi. Dock hålls det som sannolikt att denna utveckling behöver stödjas av en ökad styrning mot mekanisk materialåtervinning inom sektorn för

att det ska påverka mängderna plast inom sektorn som i dagsläget hanteras genom förbränning.

Sammanfattningsvis bedöms plasten från fragmentering kunna utgöra ett bra inflöde till ett returraffinaderi. Ur ett logistiskt perspektiv blir det fördelaktigt att tillgå materialet från fragmenteringsanläggningarna, då den geografiska spridningen är liten. Materialet har genomgått en storleksreducerande process, men är fortfarande relativt ”fluffigt” vilket kan påverka fyllnadsgrad och transportkostnad negativt. Alternativ avsättning som returraffinaderiet skulle konkurrera med i dagsläget är förbränning med energiåtervinning eller industribränsle. Det som möjligen kan ha en negativ inverkan på flödets lämplighet är den relativt höga askhalten (se exempelvis Morandin & Heyne 2016). Under projektets gång har vi dock inte funnit tillräckliga belägg för att reducera potentialen i flödet baserat på en given askhalt. Mängderna som antas vara tillgängliga är därför i nuläget de som har redovisats i SMED 01:19; 41 000 ton.

3.4 Elektronik

Produktkategorin har omfattats av ett producentansvar sedan 2001, vilket bidrar till att det finns god statistik om hur stora mängder som sätts på marknaden varje år, samt om insamlade avfallsmängder. Mängder som redovisas i denna rapport är hämtade från SMED 01:19.

Elektronikavfall utgörs av uttjänt elektrisk och elektronisk utrustning, som t.ex. vitvaror, TV-apparater, mobiltelefoner, lampor och batterier. Enligt statistik från Naturvårdsverket samlades totalt 163 273 ton elektronikavfall in i Sverige år 2017. Mängden plast i avfallsflödet baseras på uppgifter från Elkretsen och uppges i SMED 01:19 till 30 511 ton. Elkretsen ägs av elektronikproducenternas branschorganisationer och driver ett rikstäckande insamlingssystem för elektronikavfall från hushåll och verksamheter. Recipo är en liknande aktör, som har verksamhet i de nordiska länderna, men har en mindre andel av den svenska marknaden.

Totalt sett redovisas i SMED 01:19 att 45 % av plasten i elektronikavfallet materialåtervinns, ca 50 % förbränns och resterande 5% deponeras. De senaste åren har mängden som deponeras minskat kraftigt och omhändertas nu istället via förbränning i industrin.

3.4.1 Materialhantering inom avfallsflödet

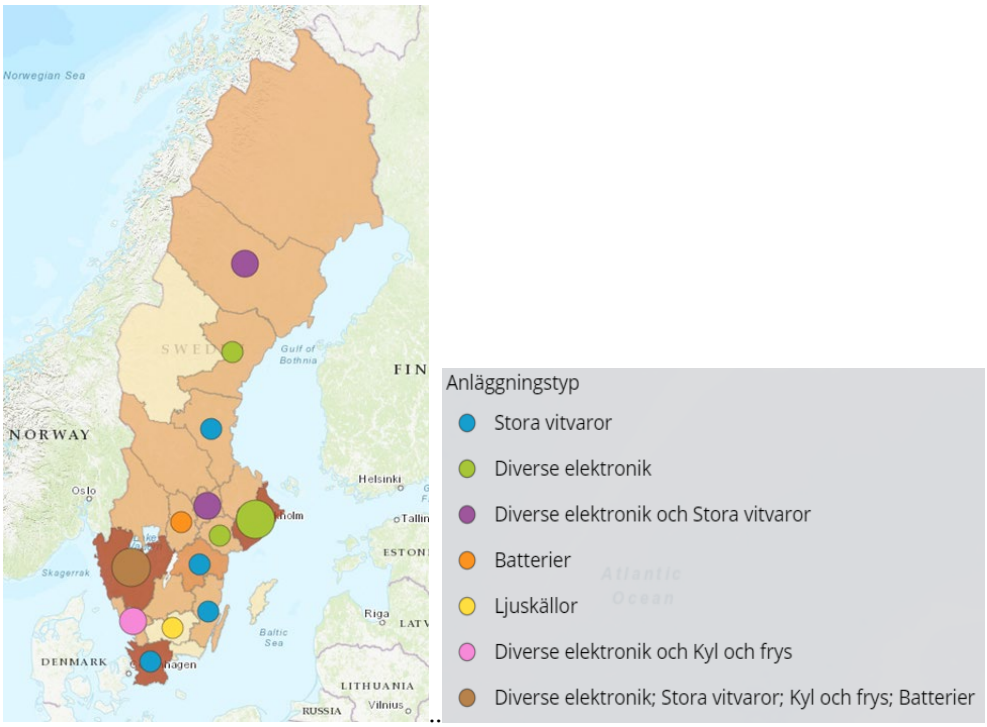
Elkretsen har den större delen av den svenska marknaden och används därför som exempel för hur insamling och hantering av elektronikavfallet fungerar. Insamlingen är uppdelad i fem fraktioner; diverse elektronik, stora vitvaror, kyl & frys, batterier och ljuskällor. Plasten återfinns framförallt i fraktionerna diverse elektronik och Kyl & Frys (Elkretsen 2018).

Insamling sker primärt via kommunens återvinningscentraler och direkt från verksamheter såsom butiksinsamling. De olika fraktionerna transporteras och hanteras sedan vidare på olika platser i landet, se Figur 5 (karta från Kalantari et. al. 2019), med geografisk indelning för att motverka långa transportavstånd av större och skrymmande detaljer. De fraktioner som är av störst intresse sett till innehållet av plast (diverse elektronik och Kyl & Frys) hanteras på ett begränsat antal orter i Sverige, se Figur 6 från Elkretsens hållbarhetsredovisning 2018.

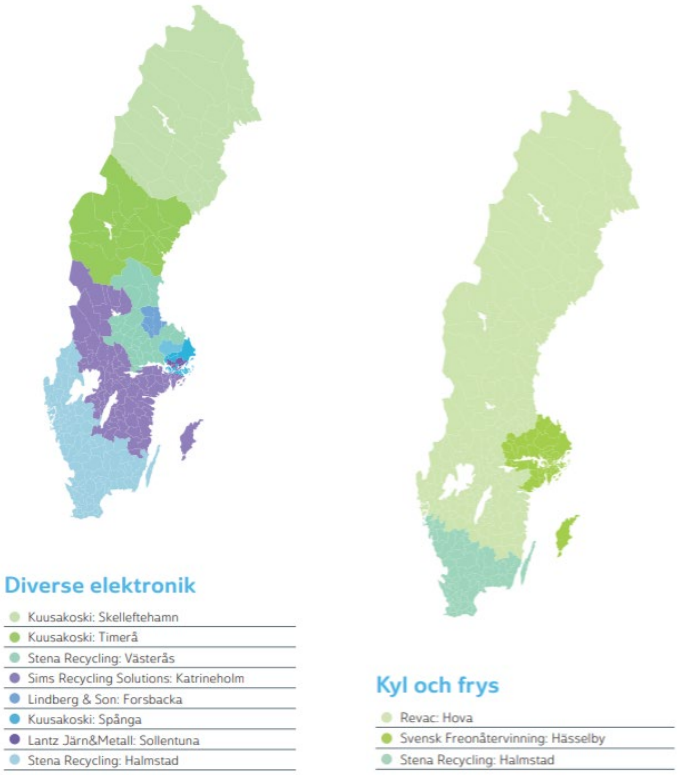
Enligt SMED 01:19 hanteras ca 80% av elektronikavfallet av de tre aktörerna Kuusakoski Recycling, SIMS Recycling och Stena Recycling, vilket ytterligare begränsar den geografiska spridningen av materialet.

Hos avfallsmottagaren, i det här fallet en förbehandlingsanläggning, sorteras en del av plasten ut manuellt (gäller för vissa fraktioner) och därefter passerar resterande avfallsflöde en fragmenteringsanläggning. Sortering och fragmentering sker ofta på samma geografiska plats, men det kan också vara olika, vilket då påverkar behovet av transporter. Efter fragmentering separeras plasten från annat material, t.ex. glas och metall. Plast med potentiellt innehåll av farliga ämnen, framförallt brom (flamskyddsmedel) sorteras ut för vidare omhändertagande via förbränning och en mindre andel av plasten deponeras. Orsak till deponi kan t.ex. vara att plasten innehåller PVC, vilket försvårar avsättning på annat håll. Förbränning sker i Sverige, bland annat i Cementas anläggning på Gotland.

Den andel av plasten som uppges materialåtervinnas sorteras i fler fraktioner och säljs primärt till utländska aktörer.



Figur 6: Insamling av elektronikavfall. Källa: Effektiva cirkulära flöden, VTI 2019. https://vtital.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=cd05de4975634eb6b8ba576cb537aae4



Figur 7: Elkretsens upphandlade sorteringsanläggningar, källa: Elkretsen 2018

Figur 8: Illustration över avfallsflöde Elektronik

3.4.2 Flödets potential för ett returraffinaderi

Då 45% av flödet uppges materialåtervinnas idag och med antagandet att denna del har en fungerande mekanisk återvinning återstår 55% (motsvarande ca 17 000 ton) som potentiellt tillgänglig för ett returraffinaderi. Merparten av detta förbränns i dagsläget och orsaken till detta uppges vara plastens innehåll av potentiellt farliga ämnen, främst brom, från flamskyddsmedel. Om den termokemiska processen inte hindras av brominnehållet kan denna andel av elektronikavfallet utgöra ett bra inflöde till ett framtida returraffinaderi. Det kan dock finnas viss konkurrens om materialet då delar av det som förbränns i dagsläget går som bränsle till cementindustrin.

Ur ett logistiskt perspektiv finns fördelar då den geografiska spridningen av sorterings- och fragmenteringsanläggningarna är liten samt att det finns förutsättningar för en effektiv transportkedja då materialet är storleks reducerat, volymerna bör kunna hållas jämna och kunskapen om plasttyper i flödet är relativt god.

En aspekt att ta hänsyn till är huruvida volymerna inom flödet kommer att bestå. Under de senaste åren har mängden elektronikavfall stadigt ökat i Sverige. Produkterna har viktmässigt blivit mindre, men det används fler produkter som också har en relativt kort livslängd, vilket bidrar till större avfallsflöden. Nya affärsmodeller etableras för återanvändning av produkterna (exempel på aktörer är Inrego och Atea), vilket därmed bidrar till längre livslängd och en möjlighet till minskande avfallsvolymer.

En annan trend under de senaste åren är att produkterna har blivit mer komplext sammansatta, vilket gör det svårare att demontera dem och återvinna materialet. Man kan också se att metallinnehållet i produkterna minskar, vilket skulle kunna medföra att det blir mindre ekonomiskt gångbart att bearbeta det här avfallsflödet med syftet mekanisk materialåtervinning. Det hålls dock som sannolikt att

styrningen kring återvinning av avfallsflödet kommer att bestå, eller ytterligare förstärks via nya resurseffektivitetskrav i ekodesigndirektivet.

Förädlingen av elektronikplast har delvis flyttats närmare avfallets källa i och med Stenas nya anläggning som tillverkar pellets av elektronikplast i Halmstad. Anläggningen togs i drift 2019 och innebär att mindre volymer blandade flöden behöver exporteras för förädling i Europa och Asien. Se mer om detta i avsnitt 7.3.1.

3.5 Hushåll

Plasten i hushållsavfallet återfinns i fraktionerna utsorterade förpackningar, restavfall och grovavfall. I detta arbete ingår de utsorterade förpackningarna i avfallsflöde Förpackningar, medan ej utsorterade förpackningar ingår i avfallsflöde Hushåll.

Strömmarna restavfall och grovavfall skiljer sig åt i hanteringen och kartläggs därför som två delflöden under rubrik Hushåll.

3.5.1 Materialhantering inom avfallsflödet

Den totala mängden plast i avfallsflöde Hushåll uppskattas till 306 000 ton, fördelat enligt nedan (utsorterade förpackningar i separat flöde, se avsnitt 4.1).

- Restavfall: 229 000 ton
  - Ej utsorterade förpackningar: ca 200 000 ton
  - Övrig plast (t.ex. diskborstar, tandborstar etc.): 29 000 ton
- Grovavfall: 77 000 ton
  - Ej utsorterad plast: 65 000 ton, varav förpackningar utgör 22 000 ton
  - Utsorterad plast på återvinningscentraler (ÅVC): 12 000 ton

Nuvarande materialåtervinningsgrad för plast från avfallsflöde Hushåll är enligt SMED 01:2019 endast 0,6 % (motsvarande 2000 ton). Hela denna andel kommer från utsorterad plast från kommunala ÅVC:er, s.k. ”kommunplast”.

3.5.1.1 Restavfall från hushållen

Den geografiska spridningen av insamlingsplatser i detta avfallsflöde är mycket stor, men minskar snabbt i nästa steg i materialflödet. Avfallsmottagare och Förbränning finns ofta på samma plats geografiskt (är ofta samma aktör) och sällan eller aldrig utförs någon eftersortering av flödet. I princip hämtas det hos hushållen, transporteras till förbränningsanläggningen, förbränns och energi

utvinns ur resursen. Undantag finns, såsom SVOAs planerade sorteringsanläggning för restavfall i Högdalen (se avsnitt 4.5.2.1 nedan).

Det organiska innehållet i det blandade restavfallet är högt, askresten utgör ca 10 % av inkommande flöde.

Figur 9: Illustration över avfallsflöde restavfall från hushåll.

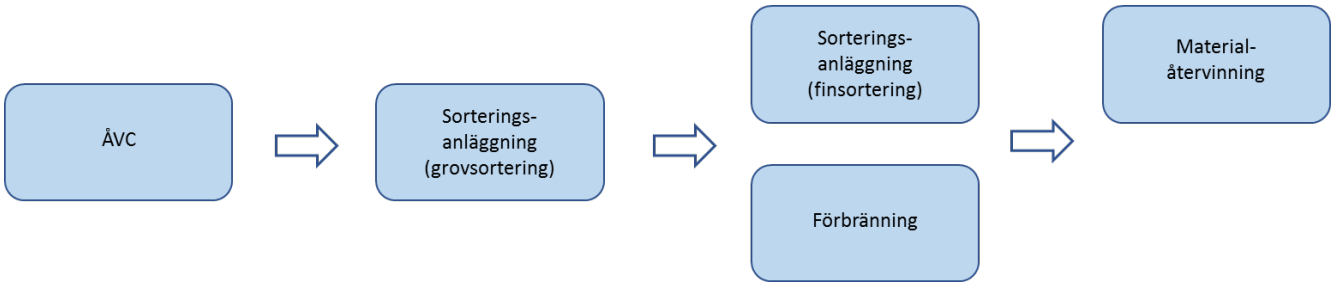
3.5.1.2 Blandat grovavfall från hushållen

Insamlingsplatserna utgör ÅVC:erna i kommunerna, vilket medför att den geografiska spridningen är relativt stor i början av materialflödet. Avfallet transporteras därifrån till kommunens avfallsbolag för vidare hantering och då minskar naturligt den geografiska spridningen och volymerna ökar, vilket är positivt sett ur ett transportperspektiv. Avfallet är dock skrymmande och av den anledningen kan det vara svårt att få till effektiva transportkedjor.

Ur grovavfall sorteras en liten mängd plast ut för materialåtervinning. Resterande material går till förbränning (Detterfelt 2019). I restströmmen finns plast kvar som skulle kunna utgöra inflöde till ett returraffinaderi.

För plastavfall, som hushållen sorterat ut på ÅVC:n, så kallad kommunplast, lämnar avfallsmottagaren materialet vidare till en aktör specialiserad på denna typ av plastavfall (steg Förbehandling i Figur 10). Två större sorteraringsaktörer, Swerec och Van Werven, är båda belägna i de sydvästra delarna.

Hos sorterarna sker ytterligare sortering i kvaliteter för mekanisk materialåtervinning. Det är dock i dagsläget endast en mindre andel av den utsorterade plasten som faktisk nyttjas för materialåtervinning (17% av utsorterad kommunplast eller 2,6 % av allt grovt plastavfall, enligt SMED 01:2019) – en större andel av plasten går efter sorteringen vidare till förbränning, ofta inom cementindustrin.



Figur 10: Illustration över avfallsflöde grovavfall från hushåll.

3.5.2 Flödets potential för ett returraffinaderi:

3.5.2.1 Restavfall från hushållen

I och med att den geografiska spridningen av avfallsmottagare är begränsad till de kommunala aktörerna borde det ur ett logistiskt perspektiv finnas goda möjligheter att få till en effektivitet i materialflödet. Volymerna är stora och skrymmande. Sett till avfallets komposition med avseende på organiskt innehåll verkar det också vara en lämplig fraktion för ett returraffinaderi, med undantag för klor- och fuktinnehållet som kan vara problematiskt beroende av vilken processteknik som används.

Då den dominerande andelen plast i hushållens restavfall utgörs av ej utsorterade förpackningar, känns det orimligt att anta att hela flödet skulle vara tillgängligt för ett returraffinaderi. Ponera att alla förpackningar från flödet skulle sorteras ut – då återstår endast 10% av plasten i avfallsflödet. Därmed minskar potentialen i flödet drastiskt. Dock verkar det osannolikt att man inom en rimlig framtid når så långt som att sortera ut alla förpackningar, men mycket pekar på att åtgärder kommer att göras för att åtminstone reducera mängden plast i flödet.

Det finns i dagsläget en tydlig styrning mot att avfallsförbränningen ska bli fossilfri och då måste plasten sorteras ut i mycket större omfattning. Det finns sorteringsteknik vilken effektivt sorterar ut plast i detta avfallsflöde (Detterfelt 2019). Enligt Avfall Sverige (2017) har man gjort försök på svenskt restavfall och med hjälp av sorteringsteknik kunna sortera ut ca 13–14% återvinningsmaterial av inkommande flöde. Av dessa 13–14% utgörs ungefär hälften av plast i fem olika fraktioner (övrigt är papper och metall). Renhetsgraden för det utsorterade materialet ligger mellan 84–99%. Enligt samma studie bedöms det sannolikt att utsorteringsgraden av återvinningsmaterial skulle kunna ligga omkring 18%. En rapport från Stockholms stad (2017) anger att plasten i det avfall som går till energiåtervinning i Högdalen och Brista innehåller 17% plast i medeltal. Inom Stockholms stad återfanns 36 000 ton plast i restavfallet från hushållen år 2016, varav 25 000 ton var förpackningar. Sådan plast kommer på sikt att sorteras ut i

Stockholm Vatten och Avfalls (SVOA) nya sorteringsanläggning i Högdalen som beräknas stå klar omkring 2021 - 2022[1]. SVOA uppskattar att ca 15 600 ton plats kommer sorteras ut i anläggningen varje år. Plasten som kommer ut har då en renhetsgrad i enlighet med vad FTI har satt som mottagarkrav till sina anläggningar, dvs en sorteringsnoggrannhet (renhet) på 88%. Mängden beror naturligtvis på andelen plast som faktiskt kommer in i anläggningen med hushållsavfallet, och skattningen grundas på plockanalyser m.m. som gjorts av SVOA. Vilken form av återvinning som plasten sedan går vidare till är inte upp till SVOA att avgöra. I dagsläget är tanken att det ska går till FTI för vidare behandling enligt deras normala rutiner för plast från ÅVC:er (Folkesson, 2019).

För att utsorteringen av förpackningar ska få väldigt stor påverkan på mängden plast i avfallsflöde Hushåll krävs sannolikt beteendeförändringar hos konsumenten och att insatser riktas mot dessa. Det hålls som sannolikt att sådana insatser kommer att genomföras, men det är svårt att bedöma resultaten av dem och av den anledningen har vi i detta arbete inte kunnat ta hänsyn till det vid bedömning av flödets potential.

Sammanfattningsvis bedöms avfallsflödet vara lämpligt för ett returraffinaderi, men det är svårt att dra slutsatser om hur bestående volymerna kommer att vara. En reduktion på 10 % görs för ökad sortering hos avfallsmottagaren då detta är det enda som vi har funnit belägg för. Viktigt att lyfta i sammanhanget är dock att i dagsläget finns inga beslut fattade kring investering av nödvändig sorteringsteknik. Den maximala potentialen bedöms då till 200 000 ton, men med ökad utsortering av förpackningar minskar den troligen i framtiden.

3.5.2.2 Blandat grovavfall från hushållen

Plast från blandat grovavfall kan vara en utmanande fraktion att nyttja i ett returraffinaderi. Få kommuner sorterar idag ut plast separat på ÅVC och det finns aktörer som är intresserade av att mekaniskt återvinna utsorterad ÅVC-plast. Logistiskt sett finns också utmaningar i att få till en effektiv transportkedja och det är en ganska hög grad av icke-organiskt innehåll i fraktionen, vilket minskar utbytet i en termokemisk process. Sannolikt kommer det krävas en hög grad av förbehandling för att kunna tillgodogöra sig det organiska innehållet i fraktionen och då kan det vara mer prioriterat att förbehandla för mekanisk materialåtervinning. Dock skulle det kunna vara möjligt att nyttja den del av flödet som utgör rejekt från Förbehandling, där man alltså inte har lyckats få avsättning för materialet genom mekanisk återvinning. Denna del transporteras i

[1] http://www.stockholmvattenochavfall.se/aktuellt/utvecklingsprojekt/hogdalens-sorteringsanlaggning/

dagsläget till förbränning inom cementindustrin och skulle lika gärna kunna transporteras till ett returraffinaderi.

Sammantaget bedöms flödet som en mindre lämplig fraktion för ett returraffinaderi. Möjligheter finns att nyttja delar av fraktionen, men det kommer sannolikt att krävas både omfattande förbehandling samt åtgärder för att få till en effektivitet i transportledet. Den potential som flödet bedöms kunna bidra med är den del som utgör rejektet från Förbehandling, men denna mängd är okänd.

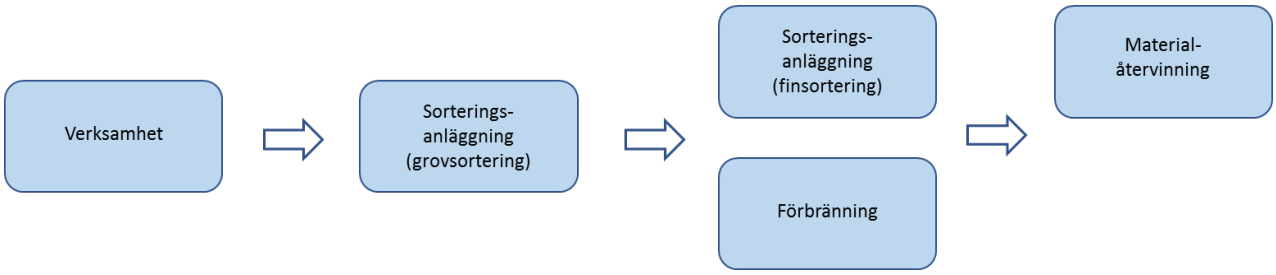
3.6 Verksamhetsavfall (exkl. bygg- och riv)

Avfallsflöde Verksamheter består av blandat avfall och sorteringsrester från verksamheter, vilket omhändertas via förbränning, samt utsorterad plast från industrier, där avsättningen för materialet inte är känd. Plastmängden i flödet uppgår enligt SMED 01:2019 till 791 000 ton (inkl. import som uppgår till 280 000–560 000 ton) respektive 143 000 ton. Importen av blandat avfall och sorteringsrester görs med syftet energiproduktion och anses i dagsläget inte ha potential för ett returraffinaderi.

3.6.1 Materialhantering inom avfallsflödet

Det saknas i dagsläget en definition i lagstiftningen på vad verksamhetsavfall är. Det utgörs i princip av allt som inte är hushållsavfall. Det råder fri marknad för verksamhetsavfall, vilket gör också att insamlingssystemet inte blir lika kontrollerat och transparent. Det finns ett stort antal aktörer på marknaden som hanterar verksamhetsavfall. I vissa fall kan dessa aktörer i princip utgöra endast en transporttjänst till en anläggning där materialet eftersorteras och förbränns. Den geografiska spridningen startar således på en hög nivå, men minskar naturligt längre fram i materialflödet.

Materialhanteringen kan beskrivas enligt en generell princip enligt Figur 10 nedan, men på grund av den fria marknaden för verksamhetsavfall är det i princip omöjligt att redogöra för hur materialet avsätts inom den fraktion som utgörs av utsorterad plast från industrin (143 000 ton). Delar av fraktionen omhändertas förmodligen via mekanisk återvinning, men sannolikt avsätts majoriteten via förbränning (Gyllenhammar 2019).



Figur 11: Illustration över avfallsflöde verksamhetsavfall.

3.6.2 Flödets potential för ett returraffinaderi

Den andel som i dagsläget nyttjas för energiåtervinning bedöms dock ha en låg potential för ett returraffinaderi, baserat på stor geografisk spridning. Avfallet borde också ha en relativt hög askhalt och därmed vara ogynnsamt för den termokemiska återvinningen. Dessa antaganden är baserade på informationen om grovavfallet i avfallsflöde Hushåll, vilket i hanteringen hos avfallsmottagaren blandas med grovt verksamhetsavfall. För denna fraktion uppgavs en askhalt på 40%.

Den utsorterade plasten från industrin består rimligtvis av relativt homogena fraktioner plus en del förpackningar, vilka borde sorteras på annat sätt. Med det antagandet ligger det också nära till hands att göra bedömningen att denna fraktion bör prioriteras för mekanisk återvinning och därmed inte vara aktuell för ett returraffinaderi. Det kan vara ett antagande som är alltför restriktivt, men i brist på information om materialhanteringen i avfallsflöde Verksamhet görs bedömningen att flödet ej har hög potential för att avsättas i ett returraffinaderi. För att kunna göra en mängdbaserad bedömning av detta flödes potential för ett returraffinaderi, krävs mer information om vad flödet innehåller och hur materialet i dagsläget avsätts.

3.7 Lantbruksplast

Avfallsflöde Lantbruksplast består till exempel av ensilagesträckfilm, odlingsfolie, säckar och dunkar. Genom den ideella branschföreningen Svensk Ensilageplast Retur (SvepRetur) kan avfallet samlas in genom ett frivilligt producentansvar. Målsättningen är att samla in minst 70% av avfallet och att minst 30% av detta ska materialåtervinnas (SMED 2019:01).

3.7.1 Materialhantering inom avfallsflödet

Enligt Stenmarck et.al. (2018) används ca 20 000 ton plast inom lantbruket varje år och enligt SvepRetur samlades år 2018 ca 18 000 ton in, varav ca 90% kunde materialåtervinnas. Hittills har återvinningen huvudsakligen skett utanför Sverige. En ny svensk anläggning för återvinning av jordbruksplast startar under hösten 2019 i Korsberga, Vetlanda av nya bolaget Kretslopp och Recycling AB. Den långsiktiga målsättningen är att återvinna allt som samlas in, men under första året siktar man på 12 000 ton[2].

3.7.2 Flödets potential för ett returraffinaderi

Med anledning av den höga andel som redan i dagsläget materialåtervinns samt de investeringar i sorteringsanläggningar som har gjorts, bedöms potentialen för att nyttja denna fraktion i ett returraffinaderi vara låg och har helt utelämnats i summeringen.

3.8 Andra flöden

Större flöden av plast som inte kvantifierats är plast i sjukvårdsmaterial och plast i vindkraftverk. Båda strömmarna har mycket begränsad mekanisk återvinning idag. I fallet med sjukvårdsplast beror det främst på kontaminering och smittorisker, vilket skulle kunna överkommas om en kemisk återvinning med hög temperatur användes i ett returraffinaderi. Bladen i vindkraftverk är tillverkade av glasfiberarmerad plast som är svår att återvinna idag (även om forskning pågår). Inom en nära framtid kommer många vindkraftverk att nå sin tekniska livslängd och behöva bytas ut, vilket aktualiserar frågan om hur de skulle kunna återvinnas. I teorin skulle dessa båda flöden kunna utgöra betydande strömmar till ett returraffinaderi.

[2] https://www.vetlandaposten.se/article/nu-ska-sveriges-lantbruksplast-atervinnas-i-korsberga/

4 Nordiska flöden

Enligt statistik från Eurostat behandlades år 2016 totalt 652 303 ton plastavfall exklusive plastförpackningar i de nordiska länderna (se Tabell 2) där hälften behandlades genom energiåtervinning och andra hälften genom övrig återvinning. EU:s medlemsstater väljer själva insamlingsmetod av data som rapporteras in till Eurostat. Vanligtvis samlas data in från myndigheter, genom enkätundersökningar, statistiska uppskattningar eller genom en kombination av metoder.

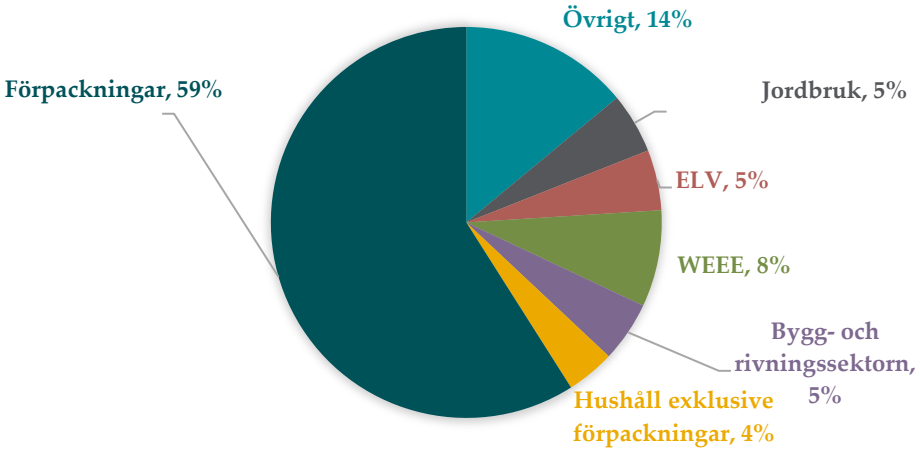
Tabell 1: Behandling av plastavfall i de nordiska länderna år 2016 inklusive importerat avfall, exklusive plastförpackningar (Eurostat env_wastrt, 2016)

	Behandlat plastavfall totalt (ton)	Återvinning (ton)	Energiåtervinning (ton)	Förbränning (ton)	Deponering (ton)
Danmark	75 231	71 840	2357	0	1034
Finland	72 683	27 216	45 255	0	212
Sverige	235 631	83 575	151 996	0	60
Island	7976	7077	666	32	201
Norge	260 782	133 375	123 736	5	3666
Totalt	**652 303**	**323 083**	**324 010**	**37**	**5173**

Totalt uppkom år 2016 cirka 316 000 ton plastavfall i Sverige enligt Eurostat, en siffra som stämmer väl överens med Naturvårdsverkets uppskattning för samma år (Avfall i Sverige 2016, 2018). Enligt Eurostat behandlades cirka 35%[3] av plastavfallet i Sverige genom återvinning medan resterande mängd behandlades genom energiåtervinning förutom en mindre andel som lades på deponi.

[3] Återvinningsandel uppskattad genom behandlad och återvunnen mängd plastavfall i Sverige år 2016 (Eurostat env_wastrt, 2016).

Enligt EU-kommissionen består mer än hälften av uppkommen plastavfall i Europa av plastförpackningar (se Figur 11). I de nordiska länderna behandlas totalt 688 618 ton avfall från plastförpackningar (se Tabell 2) vilket motsvarar mer än hälften av den totala behandlade mängden plastavfall i Norden.



Figur 12: Fördelning av uppkommen plastavfall per sektor i EU (EU-kommissionen, 2015)

Totalt uppkom enligt Eurostat 238 000 ton avfall i Sverige från plastförpackningar (Eurostat, env_waspac, 2016) vilket är mer än tillförda mängden 212 500 ton som Naturvårdsverket uppgav för samma år (Avfall i Sverige 2016, 2018). Majoriteten av avfallet i Europa behandlades genom energiåtervinning men där mer än hälften av mängden förbrändes i anläggningar som inte uppfyller EU:s ramdirektiv för avfallsförbränning (se Tabell 2).

Återvinningsandelen på cirka 50%[4] i Sverige som uppgavs av Eurostat stämmer däremot väl överens med Naturvårdsverkets uppgifter[5]. I Sverige återvanns även störst mängd plastförpackningar följt av Norge och Danmark, totalt 327 960 ton i de nordiska länderna (se Tabell 2). Den andel som anges skickas till förbränning med energiåtervinning (26 110 ton i Sverige) är troligen plast som används som bränsle i cementindustrin.

[4] 50,7 % (Eurostat cei_wm020, 2016)
[5] 47 % (Avfall i Sverige 2016, 2018)

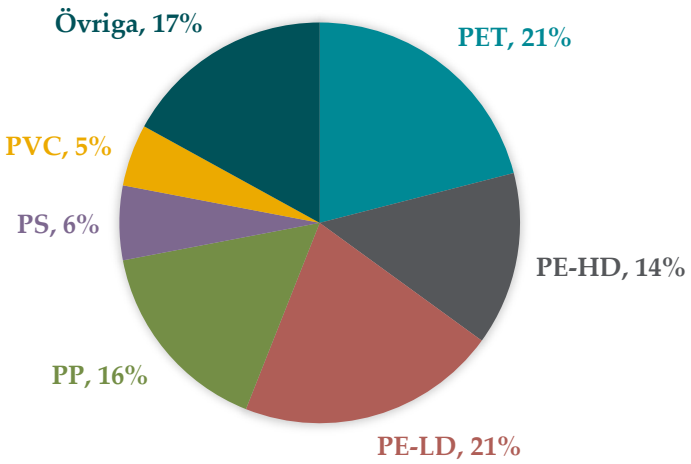
Tabell 2: Behandling av avfall från plastförpackningar i de nordiska länderna år 2016 (Eurostat env_waspac, 2016)

	Behandlat avfall från plastförpackningar totalt (ton)	Återvinning (ton)	Energiåtervinning* (ton)	Förbränning med energiåtervinning** (ton)
Danmark	210 480	77 477	133 003	0
Finland	119 372	31 214	9500	78 658
Sverige	147 027	120 917	0	26 110
Island	7077	6411	0	666
Norge	204 662	91 941	11 422	101 299
Totalt	**688 618**	**327 960**	**153 925**	**206 733**

**Använder förbränningsanläggningar som uppfyller energieffektivitetskriterierna i bilaga II till EU:s ramdirektiv för återvinning R1.*

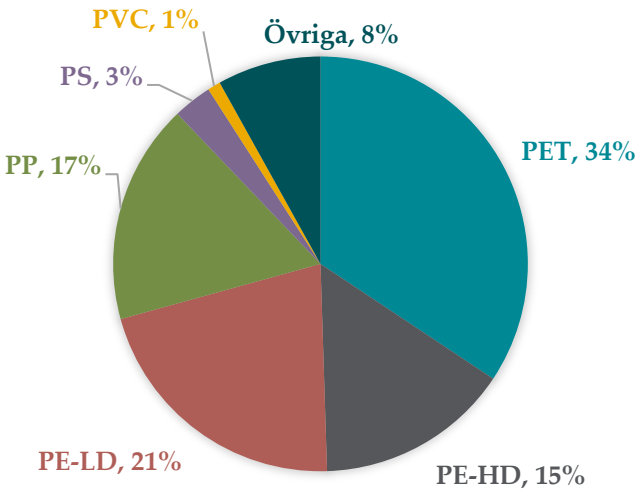
***Förbränning vid kommunala avfallsförbränningsanläggningar som inte uppfyller kriterierna för energieffektivitet som anges i bilaga II till EU:s ramdirektiv för återvinning R1*[6]

Genom att vidare analysera typerna av plast i de olika flödena kan man konstatera att majoriteten av plasten är olika former av PE, PET och PP (se Figur 12). I förpackningsplast är de dominerande flödena PET, PE-LD, PS, och PE-HD (se Figur 13).



[6] Se definitioner av dessa klassificeringar i metadata från Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/env_waspac_esms.htm

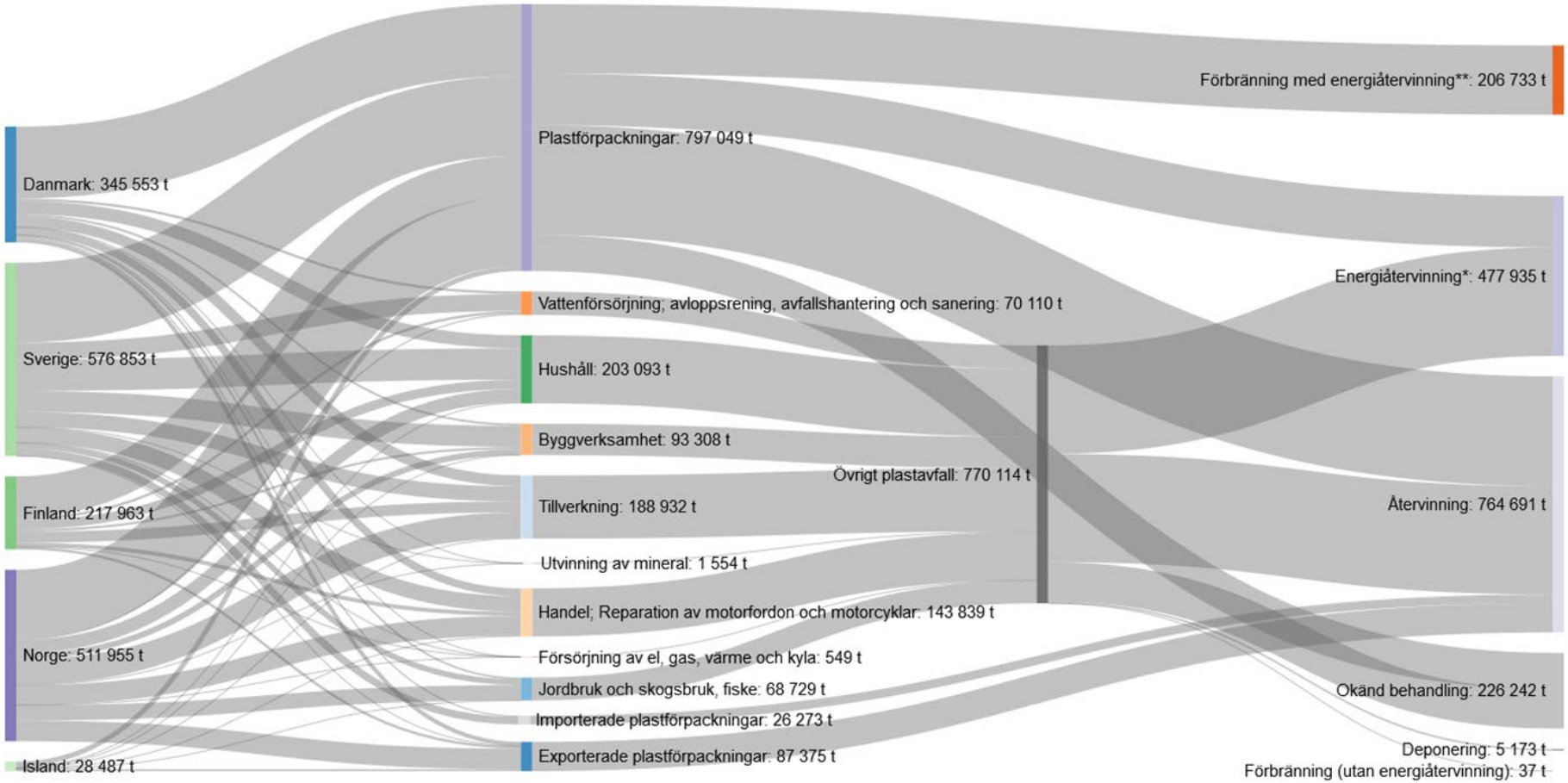
Figur 13: Fördelning av plasttyper i avfall inom Norden (Hestin et.al., 2015)



Figur 14: Fördelning av plasttyp i avfall från plastförpackningar inom Norden (Hestin et.al., 2015)

Figur 14 nedan visar uppkomst och behandling av plastavfall i de nordiska länderna år 2016. Flödena är uppdelade mellan olika typer av verksamheter, hushåll samt separata flöden för plastförpackningar. Flödet av importerat avfall från plastförpackningar är separerat från den inhemska uppkomsten av avfall från plastförpackningar medan behandlingen av övrigt importerat plastavfall är inkluderat i övriga flöden. Flödet av exporterade plastförpackningar visar mängden plastförpackningar som exporterades och behandlades genom återvinning utomlands.

Plastförpackningar är som tidigare nämnt den största enskilda källan till plastavfall följt av hushåll, tillverkning och handeln. Noden 'okänd behandling' (se Figur 14) visar diskrepansen mellan uppkommet avfall och behandlat avfall och beror sannolikt på olika datainsamlingsmetoder. Enligt återvinningsandelen på cirka 50% för plastförpackningar och cirka 35% för övrigt plastavfall återvanns uppskattningsvis 95 000 ton av dessa förpackningar och resterande mängd behandlades genom energiåtervinning.



Figur 15: Uppkomst och behandling av plastavfall de i nordiska länderna år 2016 uppdelat mellan olika verksamheter och ursprung (Eurostat env_wasgen, env_wastrt, env_waspac, 2016)

**Använder förbränningsanläggningar som uppfyller energieffektivitetskriterierna i bilaga II till EU:s ramdirektiv för återvinning R1.*

***Förbränning vid kommunala avfallsförbränningsanläggningar som inte uppfyller kriterierna för energieffektivitet som anges i bilaga II till EU:s ramdirektiv för återvinning R1.*

Varje år importeras och exporteras en stor mängd återvinningsbara råmaterial av plast. Totalt importerade Sverige, Norge och Danmark 299 615 ton och exporterade 227 856 ton återvinningsbart råmaterial av plast år 2018 (se Tabell 3). Importen och exporten sker främst innanför EU sett över de tre nordiska länderna som rapporterat in data till Eurostat. Sverige utmärker sig genom att importera en betydligt större mängd från länder utanför EU medan Finland och Danmark importerar majoriteten från länder inom EU.

Tabell 3. Import och export av återvinningsbara råmaterial av plast i Danmark, Sverige och Finland år 2018 (Eurostat env_wastrd, 2018)

	Total import (ton)	Import inom EU (ton)	Import utanför EU (ton)	Total export (ton)	Export inom EU (ton)	Export utanför EU (ton)
Danmark	213 331	178 019	35 313	110 021	89 408	20 613
Finland	8 046	7 994	52	23 666	16 602	7 064
Sverige	78 238	13 679	64 559	94 169	64 545	29 623
Totalt	**299 615**	**199 692**	**99 924**	**227 856**	**170 555**	**57 300**

De tre nordiska länderna importerade återvinningsbara råmaterial av plast till ett värde av 38 180 000 EUR och exporterade till ett värde av 48 779 000 EUR (se Tabell 4). Importen av återvinningsbart råmaterial av plast kan därför uppskattas till ett värde av 127 EUR/ton och exporten till ett värde av 214 EUR/ton.

Tabell 4. Import och export av återvinningsbara råmaterial av plast i Danmark, Sverige och Finland år 2018 (Eurostat env_wastrd, 2018)

	Total import (kEUR)	Import inom EU (kEUR)	Import utanför EU (kEUR)	Total export (kEUR)	Export inom EU (kEUR)	Export utanför EU (kEUR)
Danmark	18 942	17 062	1 880	22 444	17 099	5 344
Finland	6 214	6 161	53	5 573	4 170	1 402
Sverige	13 024	6 517	6 507	20 762	15 432	5 330
Totalt	**38 180**	**29 740**	**8 440**	**48 779**	**36 701**	**12 076**

4.1 Data från PlasticsEurope

Konsultbolaget Conversio samlar varannat år in data kring plastavfall i EUs olika medlemsländer på uppdrag av PlasticsEurope. Denna data sammanfattas i tabellerna nedan. Tabell 5 visar Mängd insamlat plastavfall i olika kategorier uppdelat per land. Mängden förpackningar visar totalsumman av hushållsförpackningar och verksamhetsförpackningar, men hushållsförpackningar visas också i separat kolumn.

Tabell 5: Insamlat plastavfall (ton) i de nordiska länderna 2016, fördelat per land och kategori. Källa: PlasticsEurope.

Insamlat plastavfall 2016 (ton)	Förpack-ningar	*Varav hushållsför-packningar*	Bygg- och riv	Fordon	Elektronik	Jordbruk	Hushåll, fritid, sport	Övrigt (möbler m.m.)	**Totalt (ton)**
Danmark	223 000	*134 000*	22 000	13 000	20 000	17 000	11 000	33 000	**339 000**
Finland	128 000	*88 000*	14 000	9000	17 000	12 000	12 000	37 000	**229 000**
Sverige	239 000	*156 000*	26 000	23 000	34 000	21 000	18 000	60 000	**421 000**
Norge	185 000	*117 000*	14 000	16 000	23 000	19 000	11 000	35 000	**303 000**
TOT	**775 000**	***495 000***	**76 000**	**61 000**	**94 000**	**69 000**	**52 000**	**165 000**	**1 292 000**

Tabell 6 visar hur stora mängder plastavfall från olika kategorier som återvanns i de nordiska länderna 2016.

Tabell 6: Materialåtervunnet plastavfall (ton) i de nordiska länderna 2016, per land och kategori. Källa: PlasticsEurope.

Återvunnet plastavfall 2016 (ton)	Förpack-ningar	*Varav hushållsför-packningar*	Bygg- och riv	Fordon	Elektronik	Jordbruk	Hushåll, fritid, sport	Övrigt (möbler m.m.)	**Totalt (ton)**
Danmark	72 000	*23 000*	9 000	4 000	12 000	8 000	4 000	12 000	**121 000**
Finland	33 000	*18 000*	5 000	2 000	6 000	3 000	1 000	1 000	**51 000**
Sverige	117 000	*66 000*	7 000	11 000	14 000	13 000	3 000	7 000	**172 000**
Norge	78 000	*44 000*	5 000	6 000	15 000	12 000	2 000	13 000	**131 000**
TOT	**300 000**	***151 000***	**26 000**	**23 000**	**47 000**	**36 000**	**10 000**	**33 000**	**475 000**

Som tillgängligt för ett returraffinaderi antas de mängder som idag inte återvinns utan går till energiåtervinning (absoluta majoriteten av flödena) eller deponi (mycket små mängder). Tillgängliga mängder i norden bedöms vara 569 700 ton plastavfall (maximalt 817 000 ton) enligt Tabell 11.

4.2 Diskussion och sammanfattning

När data rapporteras in till Eurostat väljer EU:s medlemsstater själva vilken metod man vill använda för insamling av nationella data. Vanligtvis samlar medlemsländerna in data från myndigheter, genom enkätundersökningar, genom statistiska uppskattningar eller genom en kombination av dessa metoder. Att metoderna som använts varierar innebär att jämförelser av data mellan länder skall göras med försiktighet. Data visar snarare på storleksordningar och övergripande information om hur de olika nordiska länderna behandlar sitt plastavfall. Det finns heller ingen information kring uppdelning mellan olika typer av plastavfall, förutom plastförpackningar och övrigt plastavfall. En jämförelse av Eurostats siffror för Norden och storleken på de svenska flödena i SMED ger vid handen att Eurostats volymer troligen är i underkant.

Eurostat har siffror både för uppkommet plastavfall (totalt över 1,5 miljoner ton) och behandlat plastavfall (drygt 1,3 miljoner ton). De behandlade mängderna är i samma storleksordning som PlasticsEuropes siffror för insamlat plastavfall (knappt 1,3 miljoner ton). Även mängderna plastförpackningar är grovt sett i samma storleksordning, men Eurostats behandlade mängder på drygt 680 000 ton[7] är mindre än PlasticEuropes insamlade mängder på 775 000 ton. Uppkomna mängder plastförpackningar var dock enligt Eurostat ca 790 000 ton[7]. Båda källorna uppger att omkring 300 000 ton plastförpackningar återvinns i Norden, medan PlasticsEuropes siffra för hur mycket som energiåtervinns och deponeras är 475 000 ton där Eurostat ligger på 360 000 ton.

Data från Plastics Europe är mer detaljerad med avseende på flöden från olika sektorer. Informationen baseras på branschstatistik och intervjuer och kan därför också skilja sig åt i noggrannhet och hur komplett den är mellan de olika länderna, beroende på vilka uppgiftslämnare man använt.

Givet dessa skillnader kan man ändå konstatera att plastförpackningar volymmässigt är det flöde som har enskilt störst potential att bli inflöde till ett returraffinaderi, eftersom det är det största användningsområdet för plast. För att undvika höga fukthalter och alltför stor konkurrens med förbränning av övrigt hushållsavfall skulle plasten behöva sorteras ut innan den gick till returraffinaderiet. Sådan utsortering finns på vissa håll redan idag och kan ses som en ”tjänst” till avfallsförbrännarna om den politiska inriktningen med fossilfri avfallsförbränning består och förstärks.

[7] Exklusive Islands mängder för att möjliggöra jämförelse.

Enligt Eurostat förbränns över 360 000 ton plastförpackningar i Norden idag, vilket motsvarar en teoretisk potential för flödet. Det är oklart om man avser förpackningar i rena, utsorterade fraktioner eller i blandade flöden. Om man antar att det gäller plastförpackningar i blandade flöden är frågan hur stor andel som skulle återvinnas mekaniskt om de sorterats ut. Om man räknar med att endast rejektet från utsorterade förpackningar är tillgängligt och antar en rejektfraktion på 30% skulle potentialen minska till drygt 108 000 ton. Om man antar att det som rapporteras som materialåtervunna förpackningar idag i själva verket motsvarar vad som genomgår sortering (vilket är fallet i Sverige), så kan omkring 30% av dessa volymer finnas tillgängliga i form av rejekt från sortering, drygt 98 000 ton.

Med PlasticEuropes siffror på 463 000 ton förpackningar (från både hushåll och verksamheter) som energiåtervinns (ca 16 000 ton deponeras) blir 30% av flödet drygt 138 000 ton. Om man antar att även 30% av det som uppges materialåtervinnas i själva verket är rejekt så finns ytterligare nästan 90 000 ton tillgängliga för ett returraffinaderi. Dessa antaganden har legat till grund för mängden tillgängligt förpackningsavfall för ett returraffinaderi.

De förpackningsplaster som återvinns idag är främst HDPE, LDPE och PP. Rejektetfraktioner består då till stor del av PET (se Figur 13), som idag inte materialåtervinns i någon större utsträckning.

5 Plastavfall ur ett internationellt perspektiv

Uppdraget var att ta reda på vilka internationella källor för plastavfall som finns tillgängligt för kemisk återvinning i en framtida anläggning i Stenungsund. Plast som lämpar sig för kemisk återvinning är här definierat som det plastavfall som av olika anledningar inte nyttjas för mekanisk återvinning.

5.1 Metod

Identifikation av plast som finns tillgänglig för kemisk återvinning görs på flera sätt eftersom det inte finns data som direkt anger tillgången. Identifikationen bygger på ett industri-ekologiskt synsätt och har gjorts på följande sätt:

- fokus ligger på tillgängligt plastavfall i Europa, med vissa globala utblickar
- fokus på det som inte materialåtervinns: detta omfattar sådant plastavfall som idag går till förbränning eller deponi;
- fokus på tillgänglighet på plastavfall: på vissa håll saknas idag återvinning och förbränning för avfallshantering. Detta leder till att plast i stor utsträckning hamnar på deponi eller exporteras. Denna plast bedöms som särskilt relevant att ta hand om, exempelvis genom kemisk återvinning.

Här undersöker vi:

- länder med denna plastavfallsproblematik
- världshandeln med plastavfall

Huvudsakliga datakällor är:

- Plastics Europe, och då särskilt rapporten Plastics - the Facts 2018 för data om insamlingsgrad och återvinningsgrad,
- Europakommissionens statistikdatabas för data rörande import och export av plastavfall

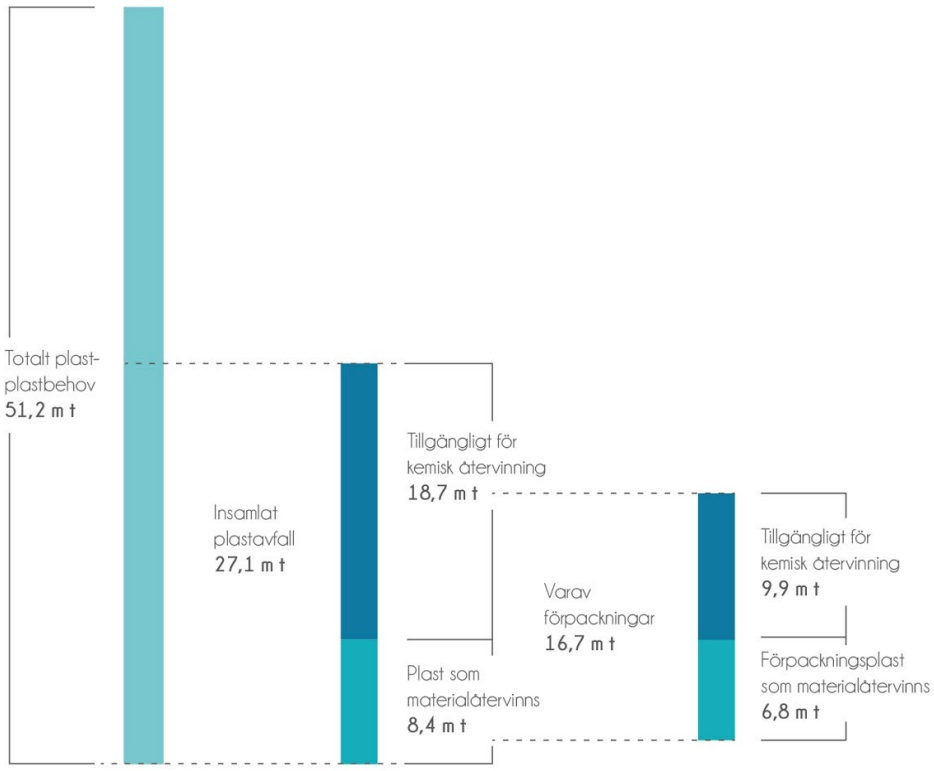
Kompletterande datakällor är Grid-Arendal (miljövetenskaplig infografik och kommunikation för FN), Center for International Environmental Law (CIEL) samt europeiska miljöbyrån (EEA).

5.2 Resultat

5.2.1 Plast tillgänglig för kemisk återvinning - det som inte materialåtervinns

Det finns inte data som direkt anger hur mycket plast som finns tillgänglig för kemisk återvinning. Därför får vi härleda detta ur andra data. Här härleds detta genom att undersöka hur mycket av det insamlade plastavfallet som inte materialåtervinns. Det är sådan plast som idag går till förbränning och deponi.

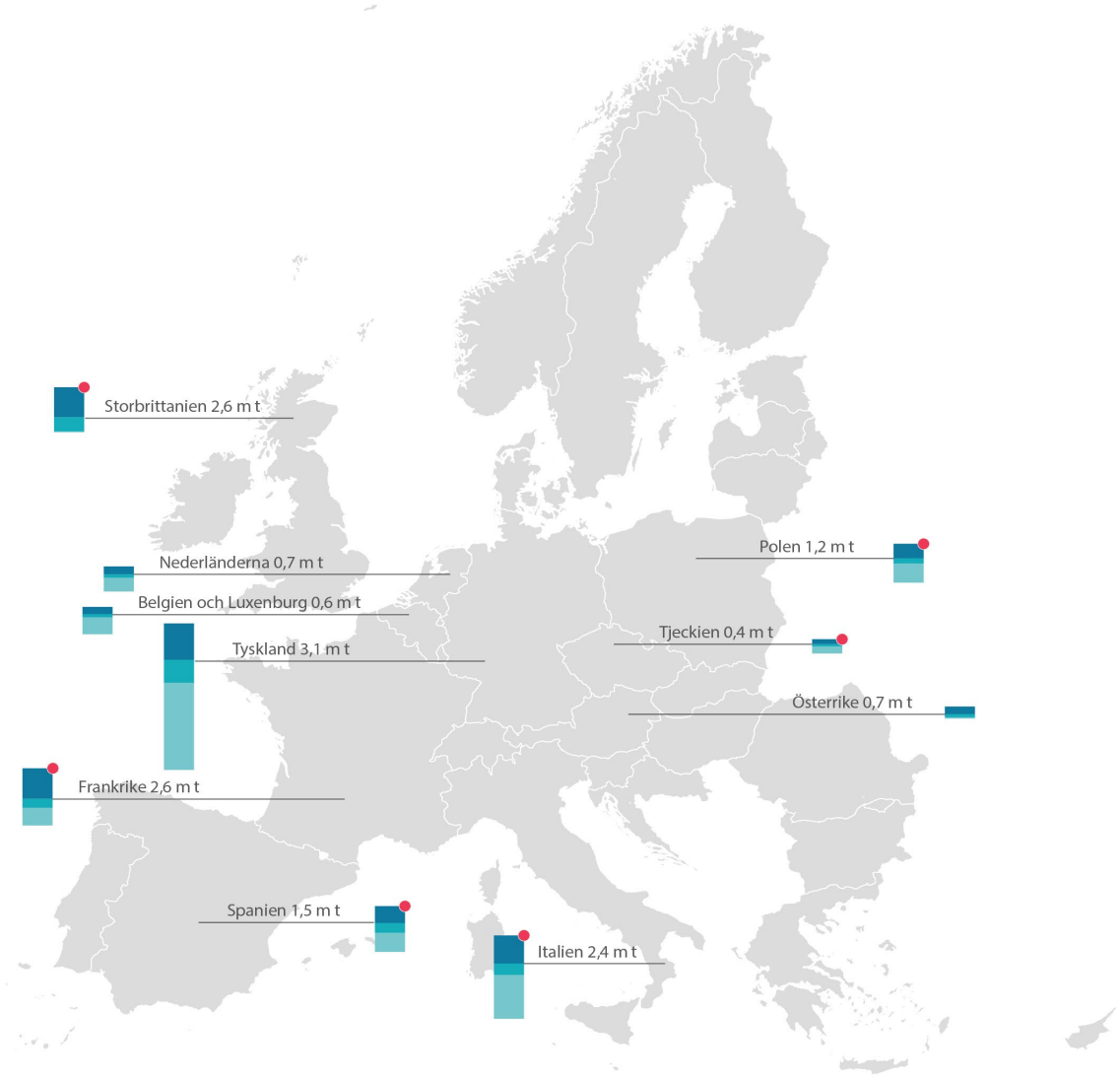
Plastavfall som under 2017 fanns tillgängligt för kemisk återvinning i Europa uppskattas till 18,7 miljoner ton, varav cirka hälften kommer från förpackningar (Figur 16). Plaststatistiken är inte allomfattande: data om plast i produkter är skild från plast i textilier. Data i Figur 16 inkluderar inte plast till syntetfibrer som används i textilier. Mängden plast till syntetfiber *globalt* uppgick under år 2017 till 65 miljoner ton (The Fiber Year, 2018). Det saknas idag storskalig materialåtervinning för syntetiska fibrer.



Figur 16: Tillgänglig plast för kemisk återvinning i EU28+NO/CH under 2017. Det är värt att notera att det är skillnad mellan data för plastanvändning och plastavfall. Detta

beror på att plast används i långlivade produkter (byggnader, bilar, mm) och det tar tid innan denna plast blir tillgängligt som avfall. (Data hämtade från PlasticsEurope)

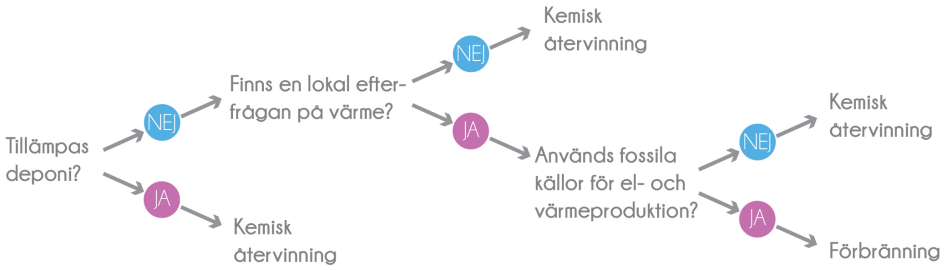
Fördelningen av tillgängligt plastavfall skiljer sig mellan länder. Tyskland, Storbritannien, Frankrike, Italien toppar statistiken (Figur 17). De tio länder i Europa som ger upphov till den största mängden plastavfall visas i Figur 17. Hela stapeln utgör den totala mängden använd plast, och toppdelarna omfattar mängden insamlad plast. Det som är kvar längst ned är sådant som byggs in i långlivade produkter. Fältet i mitten är mängden som går till mekanisk återvinning. Det mörkblå fältet markerar massan som finns tillgänglig för kemisk återvinning i respektive land och är utskriven i enheten miljoner ton. De länder som tillämpar deponi är markerade med en röd prick. Notera att Storbritannien uppger att de samlar in lika mycket plastavfall som landets totala plastbehov.



Figur 17: Geografisk fördelning av plastavfall tillgängligt för kemisk återvinning i Europa (Baserat på data från Eurostat samt PlasticsEurope)

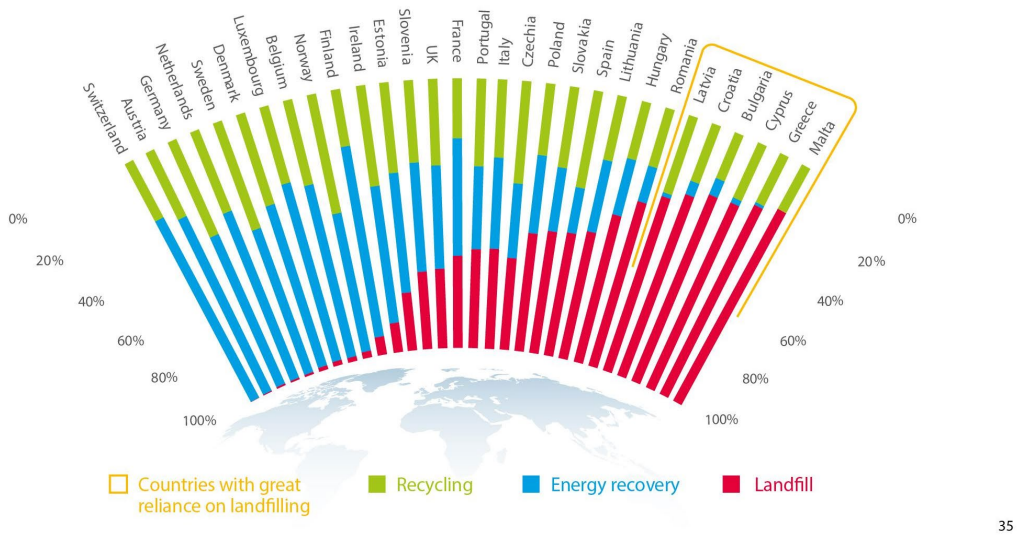
5.2.2 Länder med viss plastavfallsproblematik

Plast som går till förbränning i har nytta som energikälla - detta gäller särskilt i norra Europa. I södra Europa är behovet av fjärrvärme mindre, och avfall läggs då i större utsträckning på deponi (se Figur 18).



Figur 18: Lokal avfallshanteringssituation samt potentiellt behov av kemisk återvinning.

Här identifierar vi länder som är beroende av deponi och där materialåtervinning idag är begränsad (se Figur 19) — dessa länder kan sägas ha ett särskilt behov av återvinning av plastavfall, exempelvisgenom kemisk återvinning. Länder i Europa där deponi utgör den viktigaste avfallshanteringsmetoden är Malta, Grekland, Cypern, Bulgarien, Kroatien och Lettland (se Figur 19). Den samlade mängden tillgängligt plastavfall uppskattas till 1,4 Mton (se Tabell 7).



Figur 19: Andel plastavfall som under 2016 gick till materialåtervinning, energiåtervinning samt deponi i respektive land (anpassade data från PlasticsEurope). Plastavfallet här omfattar både hushållsavfall och industriavfall.

Tabell 7: Mängd plastanvändning i länder som huvudsakligen använder deponi för sin avfallshantering.

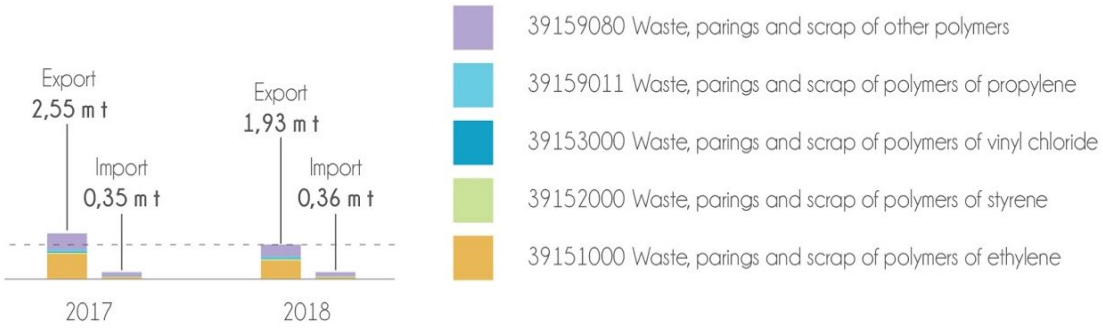
Land	Plastanvändning 2017 (PlasticsEurope), Mton
Malta och Cypern	0,15
Grekland	0,56
Bulgarien	0,36
Kroatien	0,2
Lettland	0,15
Summa	**1,42**

5.2.3 Handel med plastavfall

Den internationella handeln med plastavfall är nu under stor föränderlighet sedan Kina införde importbegränsning januari 2018. Avfall som tidigare gick till Kina hamnade i andra asiatiska länder, men flera av dessa har infört liknande restriktioner. Vietnam, Thailand, Malaysia och Indonesien har också infört olika restriktioner (importstopp, krav på särskilda importlicenser, mm) (Plastics Recycling Update 2019). Sedan 2018 och efter förslag från Norge pågår ett arbete att uppdatera Basel-konventionen[8] så att den även omfattar handel med plastavfall. I maj 2019 har FN-mötet inom Baselkonventionen beslutat att den globala handeln med plastavfall ska regleras hårdare samt att importerande länder ska få större möjligheter att stoppa oönskat avfall - reglerna kommer att träda i kraft 2021 (Center for International Environmental Law 2019)

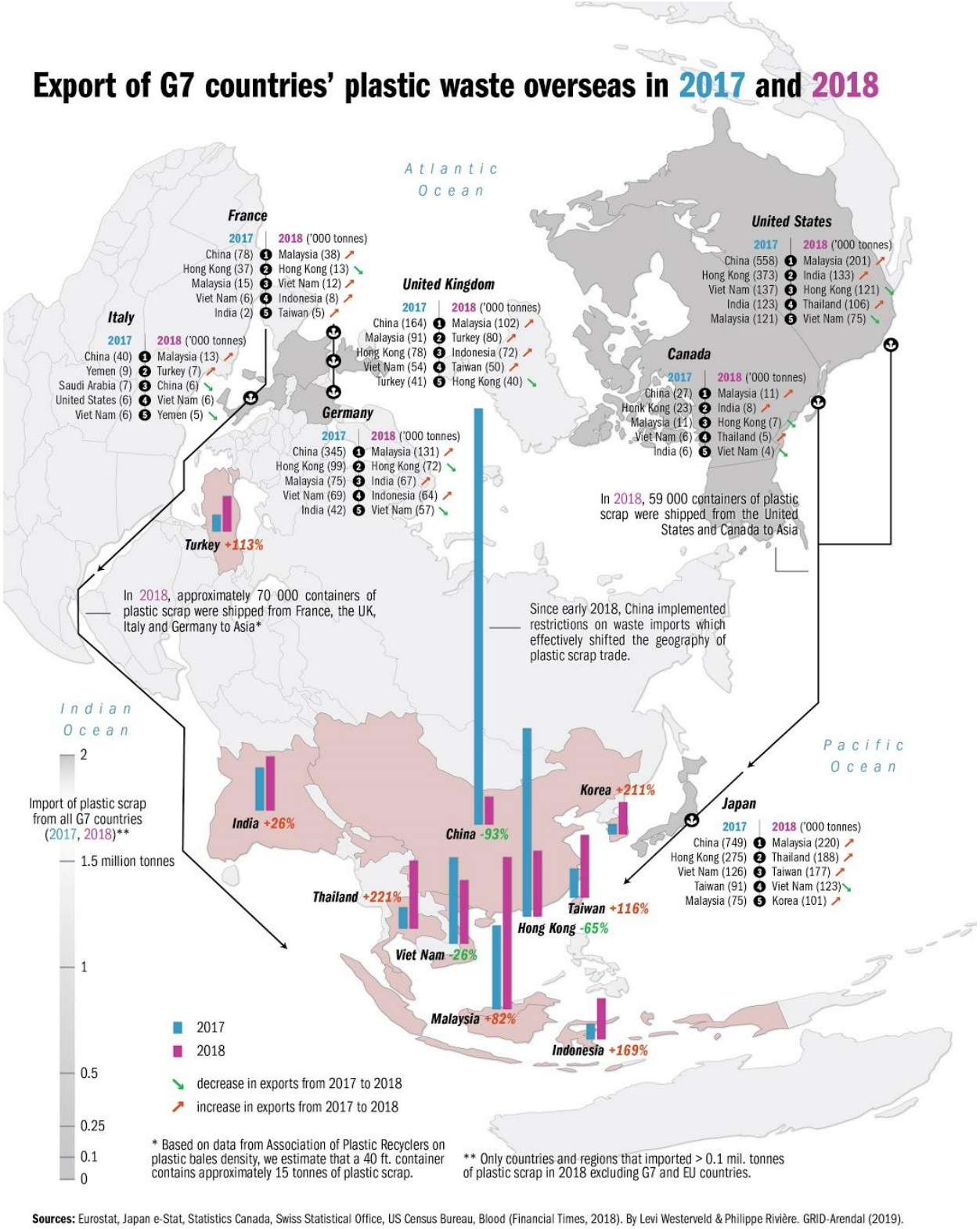
Totalt exporterades ca 2 Mton från EU 2018 — den exporterade mängden har dock minskat med 620 kton sedan 2017 (se Figur 17). Det bör noteras att återvinningsstatistik ofta antar att allt exporterat avfall faktiskt går till materialåtervinning, varför massan plastavfall som finns tillgängligt för mekanisk återvinning egentligen kan vara större än statistiken uppger.

[8] FN-konvention om kontroll av gränsöverskridande transporter och slutligt omhändertagande av farligt avfall



Figur 20: Export och import av plastavfall, till och från EU28 under 2017 samt 2018. (Europakommissionens statistikdatabas)

De europeiska länder som är de främsta exportörerna av plastavfall är Tyskland, Storbritannien, Frankrike och Italien. Internationellt sett har USA varit den i särklass största exportören, men sedan 2018 ligger USA:s export närmare den europeiska nivån: 59 000 containrar respektive 70 000 containrar. Det innebär att stora mängder plastavfall i USA nu hamnar i lager eller på deponi.



Figur 21: Jämförelse av G7-ländernas export av plastavfall 2017 och 2018

5.2.4 Material i plastavfallet

Alla plaster är inte lika lämpliga för kemisk återvinning. Vilka plastsorter som är lämpliga beror på val av teknik. Detta är något som det bör tas hänsyn till för att få en tydligare bild av hur mycket användbar plast som finns tillgänglig. Vanliga material i plastförpackningar är PE, PP, PET. I andra tillämpningar hittar man andra plastmaterial. Inom byggsektorn används PVC och EPS i större utsträckning, bilindustrin använder PUR, ABS och PA i större utsträckning, elektronikindustrin använder halogeninnehållande plast (i exempelvis flamskyddad plast med fluor, brom) i större utsträckning än andra branscher.

Insamlat plastavfall, särskilt förpackningsavfall, är ofta kontaminerat av andra produkter (matrester). Swerec uppger att 20–25% av plastavfallet de tar emot faktiskt inte är plast utan matrester eller övriga felsorterade sopor men eftersom anläggningen i Stenungssund planerar att kunna hantera viss del biologiskt avfall behöver inte hänsyn tas till felsorterade sopor. Beräkningar har därför baserats på den insamlingsgrad som statistiken uppger.

5.2.5 Trender

Plastanvändningen har ökat varje år fram till 2017. Sedan dess har restriktioner införts för att minska plastanvändningen, och vi vet ännu inte hur mycket dessa restriktioner påverkar mängden plastavfall som uppkommer. Samtidigt ökar insamlingsgraden på plastavfall i Europa varje år, därför är det inte troligt att nutida eller framtida restriktioner på plastanvändning kommer att påverka mängden *tillgängligt* plastavfall i någon större omfattning.

5.3 Sammanfattning

Plast som lämpar sig för kemisk återvinning är framför allt det plastavfall som sorteras och samlas in, men som av olika anledningar inte nyttjas för mekanisk återvinning. År 2017 uppskattas denna siffra till totalt 18,7 miljoner ton i Europa, varav ca hälften kommer från plastförpackningar. Utöver detta finns även ett stort mörkertal i syntetfibrer som det idag saknas storskalig återvinning för. Mängden plast som exporterades från EU 2018 var ca 2 Mton, en minskning med 620 kton sedan 2017.

Då plast som går till förbränning har nytta som energikälla till el och värme är det lämpligt att i första hand rikta sig mot länder där deponi utgör den viktigaste avfallshanteringsmetoden. Vidare bör tas i beaktning kompositionen av plastavfallet. Förpackningsplast från hushåll kan bestå av så mycket som 25%

felsorterade sopor och matrester. Plast som materialåtervinns utanför retursystem av PET-flaskor är framför allt PP och PE, plaster som även är eftertraktade även för kemisk återvinning.

6 Materialåtervinning av plast, marknad och återvinningsaktörer

Materialåtervinningen av plast ökar i Sverige och internationellt. Nya återvinningsanläggningar startar upp i Sverige och runt om i Europa. Den främsta orsaken är att Kina satte stopp för importen av plastavfall vid årsskiftet 2017/2018. Kina var länge den stora mottagaren av plastavfall från Europa och USA. Indien med flera andra asiatiska länder som tagit emot plastavfall har också stoppat eller kraftigt begränsat importen. Det finns därför ett stort överskott på plastavfall och behovet är stort att öka återvinningen i Europa.

Ökad efterfrågan på återvunnen plast är också starkt bidragande till att allt fler aktörer satsar på materialåtervinning av plast. Flera stora företag går ut med strategier att använda återvunnen plast, exempelvis Volvo Cars som gått ut med att 25 % av plasten i varje nyproducerad Volvo ska vara återvunnen från och med 2025. Det skulle innebära en ökning från de 10–15 kg återvunnen plast som används idag till 90 kg återvunnen plast per bil. Med nuvarande produktion, 640 000 Volvobilar producerades 2018, skulle det innebära ett behov av 57 600 ton återvunnen plast per år. Ett annat exempel är IKEA som har strategin att helt ersatta den jungfruliga fossilbaserade plasten till 2030 med återvunnen plast respektive bioplast. Stor efterfrågan på återvunnen plast ska förhoppningsvis bidra till ökad återvinning och ökad tillgång till återvunnen välsorterad plastråvara.

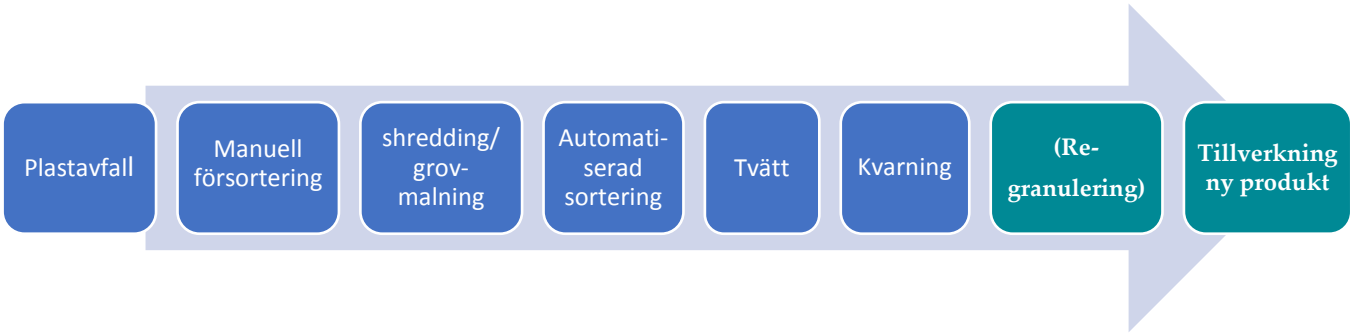
6.1 Materialåtervinning

I följande text redovisas information om mekanisk materialåtervinning och depolymerisering i två separata avsnitt. Depolymerisering är en form av kemisk återvinning som inte bedömts som intressant för returraffinaderiet.

6.1.1 Mekanisk återvinning

Plaster kan materialåtervinnas på två sätt. Vanligast är den så kallade mekaniska återvinningen, som inte ändrar den kemiska strukturen hos plasten. Det andra sättet är kemisk återvinning som sker på olika sätt. Eftersom polymerer i allmänhet inte är blandbara, så är det viktigt att kunna separera olika plaster från varandra. Den mekaniska återvinningen lämpar sig bäst för homogena flöden av enskilda plastsorter eller för definierade blandningar av plaster som effektivt kan separeras från varandra.

Den typiska mekanisk återvinningen av plast innefattar flera processteg, exempelvis som i Figur 20. Behovet av processteg är olika beroende på vad som ska återvinnas, behovet av sortering och kundens önskemål. Är det ett rent monoflöde som tex plastfilm av polyeten eller välkänt industrispill behövs inget sorteringssteg. Ofta säljs mjuk plast (plastfilm) i komprimerade balar. Många gånger behövs inte heller tvätt. Den sorterade plasten säljs ofta i kvarnad form, (flakes), och kallas då ofta regrind. Om det är ett blandat plastavfall, av t.ex. hårdplast eller konsumentförpackningar, ser återvinningsstegen ofta ut som Figur 20 visar.



Figur 22: Återvinningsprocess för blandat plastavfall

För att sortera plastförpackningar som ska återvinnas så separeras först mjuk plastfilm från plastflödet med hjälp av vindtrumma. Transparent och färgad film brukar delas upp var för sig (manuellt). NIR läsare används för att finsortera förpackningarna efter materialslag. Luftdysor blåser de avlästa plastbitarna till rätt uppsamlingsbehållare. Vanligast är att PP, HDPE, LDPE och PET sorteras ut. Det är de vanligast förekommande plasterna i förpackningar. En blandfraktion erhålls också som vanligtvis går till energiutvinning. Det är möjligt att identifiera och sortera flera plasttyper, om det är tillräckligt stor mängd för att vara lönsamt att göra. Det finns också andra sorteringsmetoder som används; densitetsseparering i vatten används ofta och kan kombineras med tvätt av materialet. Sensorbaserad färgseparering och XRF (röntgenfluorescens) för grundämnesidentifiering är också vanliga metoder som används. Det finns sorteringsutrustning som kombinera flera sensorsystem och sorterar både med NIR, XRF, färgsensor och kamera. Efter sortering och tvätt mals de olika plastfraktionerna till flingor. De kan sedan säljas i den formen eller smältas och blandas i en extruder för att producera pellets. Det kallas regranulering. Den regranulerade plasten säljs till företag som tillverkar nya produkter. Beroende på användningsområdet för den återvunna plasten ställs olika krav på renhet. Om plasten regranuleras kan ett smältfilter användas för att samtidigt separera oönskade föroreningar från plasten.

I Sverige finns flera återvinningsaktörer som tar emot plast för materialåtervinning, några av dem har egna anläggningar för sortering, tvätt och

regranulering (se avsnittet Återvinningsaktörer). Av den plast som återvinns mekaniskt så utgör förpackningsplast från hushåll det största flödet i Sverige. Främst polyeten av olika densitet (LLDPE, LDPE och HDPE) och polypropen (PP) återvinns från detta flödet. PET-flaskor samlas in via pantsystemet och återvinns. Det är ett eftertraktat material som också återvinns mekaniskt. Plaster som återvinns mekaniskt kommer också från industrier, s.k. produktionsspill och har då ofta hög renhet och kvalité. Elektriska apparater samlas in och återvinns där plasterna polystyren (PS) och akrylnitrilbutadienstyren (ABS) separeras och säljs för återvinning. En del plaströr och andra hårdplastprodukter samlas in, sorteras och återvinns mekaniskt. Även jordbruksplast, ensilageplast, samlas in för mekanisk återvinning. Inom en nära framtid kommer återvinningen ske i Sverige, se avsnitt 4.7.1.

Det är viktigt att förstå att även om plaster generellt sett har lång livslängd så är de inte beständiga i evighet. Polymerer påverkas av syre, UV-ljus och temperatur och kommer brytas ner med tiden. Att återprocessa polymera material vid hög temperatur om och om igen bidrar till nedbrytning. Stabilisatorer tillsätts plast för att hindra nedbrytning. Plastens beständighet beror främst av polymertyp, hur mycket stabilisatorer, UV-skydd etc. den innehåller och vilken miljö plasten exponeras för. Det är viktigt att förstå att det inte går att återvinna plast mekaniskt hur många gånger som helst. Men då kan kemiskåtervinning vara en lämplig metod att återvinna polymeren.

6.1.2 Kemisk återvinning, depolymerisation

Det finns olika varianter av kemisk materialåtervinning. Den kemisk återvinningsmetod som kallas depolymerisering innebär att polymerkedjorna sönderdelas i beståndsdelar (monomerenheter) som på nytt kan byggas upp till en polymer. Fördelar med kemisk återvinnig genom depolymerisation är att ny polymer kan framställas med samma egenskaper som nyråvara. Föroreningar kan också separeras bort i den kemiska återvinningsprocessen. En nackdel är dock att processen är mer energikrävande och kostsam än mekanisk materialåtervinning. Depolymerisationsmetoden är begränsad till vissa typer av polymerer som har funktionella grupper (t.ex. estrar). Främst handlar det om polyestrar, lignin och nylon som reagerar med exempelvis vatten, syror, alkoholer eller aminer för att producera ursprungsmonomerer eller andra oligomerer. Depolymerisation är intressant särskilt för recirkulering av blandade material som textil av PET och bomull. För flask-PET finns som bekant ett välfungerande insamlingssystem och återvinningsgraden är hög, över 90 % i Sverige. Det återvunna materialet fungerar bra att användas till plastfilm och textilfiber. Det lämpar sig däremot inte lika bra till att göra nya flaskor eftersom molekylvikten är för låg redan efter 1

återvinningscykel. Det finns ett stort behov av att utveckla kemisk återvinning som kan uppgradera PET-avfall som inte kan hanteras i den mekaniska återvinningen idag, såsom textil- och förpackningsavfall, till högvärdig råvara. Utmaningen med återvinning av PET från förpackningar (andra än flaskorna) är att dessa ofta är förorenade med lim, etiketter och färgämnen som är svårt att separera bort. Dessa föroreningar kan separeras bort i den kemiska återvinningsprocessen. Ny PET skulle kunna produceras med samma egenskaper som nyråvara och på nytt användas till flaskor och andra förpackningar.

Mycket forskning har ägnats åt att kemiskt återvinna PET-plast och polyesterfibrer genom depolymerisation för att erhålla monomerer som sedan kan återanvändas som råvara för ny polyester och PET. Flera depolymerisationsmetoder har studerats för att bryta esterbindningarna i PET-kedjor, såsom metanolys, glykolys, hydrolys, aminolys etc. Forskning pågår bland annat på RISE IVF. Det japanska företaget Teijin, som var först i världen med återvinning av polyester i ”closed-loop” redovisade i en livscykelanalys (utförd av Patagonia) resultatet att både energiförbrukning och koldioxidutsläpp minskar med vardera cirka 80 % då monomer framställs från återvunnen polyester jämfört med framställning från råolja[9].

Idag har fler företag utvecklat kemiska processer för att återvinna PET i pilotskala. Företaget Gr3N använder mikrovågor för att påskynda hydrolysen av PET. År 2017 inledde Gr3N EU-projektet "DEMETO" för att skala upp sin återvinningsprocess[10]. Loop Industries hydrolyserar PET till monomerer och använder de erhållna monomerer som byggstenar för att syntetisera ny PET[11]. Resinate Materials Group depolymeriserar PET till oligomerer som används för att producera polyoler[12]. Det pågår även nationell forskning inom den svenska textilindustrin, t.ex. i Mistra finansierade ”Future fashion”, separeras polyester från bomullsblandningar med hjälp av ett depolymeriseringingssteg[13].

En pressrelease gick ut nyligen att det amerikanska kemiföretaget Eastman nu har utvecklat två cirkulära produktionsprocesser. En anläggning som förväntas vara klar inom 24 till 36 månader, är just nu under uppbyggnad. Vid anläggningen ska

[9] https://www.patagonia.com/on/demandware.static/Sites-patagonia-us-Site/Library-Sites-PatagoniaShared/en_US/PDF-US/common_threads_whitepaper.pdf

[10] http://www.petcore-europe.org/news/launch-new-european-project-chemical-recycling-demeto

[11] http://www.loopindustries.com/en/

12 http://www.resinateinc.com/
13 http://mistrafuturefashion.com/sv/hem/

kemiföretaget utföra kemisk återvinning på en bred blandad ström av polyesterpolymerer med processen metanolys[14].

6.2 Marknad för materialåtervunnen plast

För flera plastavfallsströmmar, särskilt plast från förpackningar, är det möjliga marknadsvärdet av den totalt upparbetade och återvunna plastråvaran stor eller mycket stor, upp till miljardbelopp per år räknat på tillgängliga volymer och priser i Sverige enligt FTI. Det beror på att det är ett så stort flöde, kvalitén på plasten är ofta god då livscykeln på förpackningar är kort och efterfrågan är stor på plaster som HDPE, LDPE och PP som har ett brett användningsområde. Återvunnen LDPE från förpackningar används till plastfilm, plastpåsar och förpackningar. HDPE och PP används exempelvis i blomkrukor, diskborstar, plastmöbler, staket (komposit med trä), altangolv, olika plastbehållare och förpackningar.

De plaster som efterfrågas mest är alltså HDPE, LDPE, PP och flask-PET som kommer in via pantsystemet är en mycket eftertraktad råvara. Efterfrågan på de här plasterna är mycket större än utbudet enligt den tyska handelsplatsen Plastickers marknadsrapporter.

Priset på återvunnen plast varierar kraftigt, det kan vara upp till 90 % av priset på nyråvara till att ha ett negativt värde om plasten är förorenad, innehåller reglerade ämnen eller är påverkad av nedbrytning. Färg och lukt är också viktiga faktorer som har stor påverkan på priset. Priset för PET från flaskor ligger strax under priset på nyråvara. Efterfrågan och priset på regranulerad konstruktionsplast såsom PC, PMMA, ABS, PS, PA6 och PA6.6 är konstant högt om kvalitén är god. Fordonstillverkare/ tillverkare av fordonskomponenter som vill använda återvunnen plast efterfrågar främst PP, ABS, PC/ABS, PET och HDPE men också PA.

Priset på den återvunna plasten beror också på hur långt den återvunna plasten förädlats. Mjuk plast, emballageavfall, som säljs som balar har ett betydligt lägre pris än den kvarnade plasten. Och priset är generellt mycket högre för regranulerad plast. De flesta köparna efterfrågar regranulat pellets som fungerar att använda direkt i tillverkningsprocessen. Prisuppgifterna i Tabell 8 - Tabell 10 är hämtade från den tyska handelsplatsen Plasticker och visar priser på regranulerad, regrind och balad plast. Tabellerna visar de priser säljarna erbjudit materialet för (utbytespriset kan vara lägre). Lägsta, högsta och genomsnittspriset

14 https://www.recyclingnet.se/article/view/671961/bygger_anlaggning_for_kemisk_atervinning

har beräknats för de senaste 12 månaderna (aug 2018 - aug 2019). Den balade plasten kommer alltid från plastavfall medan regrind och regranulerad plast kan komma både från industrispill och avfall, därav stor skillnad i min och maxpris. Tabellerna visar också mängden plast i ton under perioden.

Tabell 8: Pris på återvunnen plast, regranulerad

Materialgrupp	Pris Regranulerad min (EUR/kg)	Pris Regranulerad max (EUR/kg)	Pris Regranulerad medel (EUR/kg)	Total mängd (ton)
PP	0,40	1,49	0,73	1 008
PP-co	0,85	0,96	0,89	360
PP-GF	0,78	1,30	0,94	271
PE-LLD	0,69	0,95	0,77	1 520
PE-LD	0,31	0,87	0,66	4 178
PE-HD	0,55	1,20	0,77	2 838
PE/PP	0,61	0,70	0,66	194
PET-A	0,45	0,45	0,45	500
PBT	0,65	2,10	1,38	99
POM	O,60	1,25	0,96	15
PC	0,98	1,50	1,33	112
ABS	0,57	1,30	0,82	984
PS	0,65	0,80	0,72	818
HIPS	0,69	0,69	0,69	149
EPS	0,63	0,63	0,63	23
PA 6	1,75	1,95	1,88	2 115
PA 6.6	1,30	3,85	2,07	2 287
PVC	0,65	0,65	0,65	100

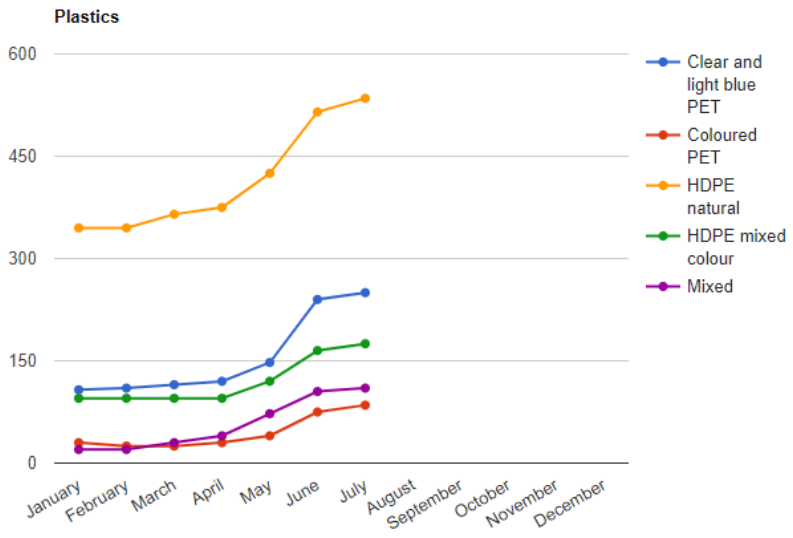
Tabell 9: Pris på återvunnen plast, regrind/ flakes

Materialgrupp	Pris Regrind min (EUR/kg)	Pris Regrind max (EUR/kg)	Pris Regrind medel (EUR/kg)	Total mängd (ton)
PP	0,29	0,80	0,57	1 244
PP-co	0,40	0,80	0,55	251
PP-GF	0,33	0,52	0,45	241
PE-LLD	0,60	0,80	0,70	131
PE-LD	0,36	0,66	0,53	1 288
PE-HD	0,30	0,85	0,56	1 380
PE/PP	0,38	0,49	0,44	84
PET	0,19	0,65	0,35	1 567
PBT	0,20	1,20	0,51	684
POM	0,35	1,00	0,62	192
PC	0,30	1,60	0,91	1 347
ABS	0,30	1,00	0,60	722
PS	0,40	0,86	0,63	415
HIPS	0,40	0,80	0,62	319
PMMA	0,10	0,85	0,64	464
PA 6	0,36	1,25	0,81	396
PA 6.6	0,30	2,35	0,91	3 388
PVC-h	0,15	0,70	0,48	2 654
PVC-w	0,10	0,35	0,28	646

Tabell 10: Pris på återvunnen plast, balad

Materialgrupp	Pris balad min (EUR/kg)	Pris balad max (EUR/kg)	Pris balad medel (EUR/kg)	Total mängd (ton)
PP	0,20	0,20	0,20	2 049
PP-GF	0,09	0,09	0,09	12
PE-LLD	0,01	0,01	0,01	2 124
PE-LD	0,10	0,35	0,23	1 542
PE-HD	0,47	0,47	0,47	160
PE/PP	0,15	0,15	0,15	185
PET	0,09	0,12	0,11	375
PS	0,25	0,25	0,25	14
PA	0,39	0,39	0,39	32
PVC-w	0,05	0,12	0,09	74

Plasticker (https://plasticker.de/) är en stor och väletablerad handelsplats för både nyråvara och återvunnen plast. Det finns också andra handelsplatser där återvunnen plast säljs: https://scrapo.co/, https://www.waste-outlet.com/, https://www.letsrecycle.com/ och https://www.balebid.com/. Här kan man också få information om aktuella priser på återvunnen plast. Att priset på återvunnen plast som är ofärgad är långt över priset på färgad visar prisexemplet i Figur 23 nedan, hämtat från www.letsrecycle.com. Under året har priserna hittills stigit både för PET och HDPE.



Figur 23: Pris (UK £) på PET och HDPE regrind 2019 (www.letsrecycle.com)

6.3 Återvinningsaktörer, mekanisk återvinning

6.3.1 Återvinnare i Sverige

Swerec i Sverige AB, Stengårdsvägen 1, 330 10 Bredaryd, www.swerec.se Swerec tar främst emot plastavfall från återvinningsstationer, verksamheter och förpackningar från hushållsinsamlingen. Swerec tar också emot produktions- och installationsspill. Plasten sorteras både manuellt, mekaniskt och med automatiserat sortering. Plastfilm sorteras med vindtumma, NIR läsare identifierar vad det är för plasttyp i förpackningarna och luftdysor blåser plasten till rätt transportband. Efter NIR-sorteringen krossas förpackningarna varefter de tvättas och kvarnas till flingor. I tvättsteget separeras också tung plast från den lätta plasten. PE och PP flyter medan plaster med högre densitet sjunker, till exempel PVC och PET. Plasten packas i storsäck. Swerec säljer LDPE, HDPE, PP, PET och PVC vidare till kunder på den europeiska marknaden.

Svensk Plaståtervinning AB (tidigare Plastkretsen), Motala Företagspark, Vickerkullavägen 2, 591 45 Motala. Svensk plaståtervinning, som är en del av FTI (Förpacknings- och Tidningsinsamlingen) har byggt en sorteringsanläggning för plastförpackningar i Motala, anläggningen ska enligt FTI göra Sverige självförsörjande på sorteringskapacitet för plast från hushåll. Anläggningen startade upp i början av året och ska enligt plan vara i full drift under tredje kvartalet i år, 2019.

Det inkommande materialet sorteras med hjälp av olika tekniker. Magneter används för att sortera ut metallföroreningar, en roterande trumma för att skilja stort från smått, vindtrumma för att sortera hårdplast från mjukplast, NIR och optiska läsare för att finsortera förpackningarna efter materialslag. Den utsorterade plasten; LDPE, HDPE, PP, PET balas och säljs till köpare i Europa. Sorteringskapaciteten är 120 000 ton plastförpackningar per år vilket gör anläggningen till Europas största i sitt slag[15]. Plasten säljs balad till kunder på den europeiska marknaden. Det finns utrymme för att komplettera sorteringen av plastförpackningarna med en tvätt- och en regranuleringsanläggning. Det skulle innebära att den återvunna plasten kan säljas som recyclat (pellets) direkt till tillverkande företag och till ett högre pris.

Stena Nordic Recycling Center, Stjärnarpsvägen 1, 302 62 Halmstad. Stena finns på flera platser i Sverige och Norra Europa. Stena tar emot verksamhetsavfall, däribland plast. Stena har en mycket stor återvinningsanläggning i Halmstad som är under fortsatt utveckling. Här återvinns kylskåp, elektronik, bilar blandat skrot, kablar och plastemballage. Nyligen har man startat en anläggning som förädlar PE/PP, ABS och PS från elektronikåtervinningsprocessen till flakes och pellets. I Halmstad finns också en anläggning med tvätt, fragmentering och extrudering som förädlar transparent plastfilm till pellets. Plastrecyklat i form av pellets säljs till köpare i Sverige och Europa.

Återvinningen av kablar genererar också mycket plast, främst Polyvinylkloridplast (PVC) och tvärbunden polyeten (PEX). Plasten återvinnas inte mekaniskt idag. Eftersom PEX inte smälter är den svår att återvinna mekaniskt och äldre kabelplast av PVC innehåller ofta reglerade ämnen. PEX plasten skulle kunna ha potential att återvinnas i ett returraffinaderi.

Van Werven Sweden AB, Buttorp 103, 512 91 Sexdrega. Det holländska plastsorterings- och återvinningsföretaget van Werven startade i oktober 2018 en sorteringsanläggning för hårdplast utanför Borås. Van Werven har återvinningsfilialer i Nederländerna, Belgien, England, Irland, Nordirland, Sverige och Polen och samarbetar med partners i Tyskland och Republiken Tjeckien. Företaget tar emot hårdplast som samlats från byggavfall varav mycket plaströr, hårdlast från industriavfall och kommunala återvinningscentraler. Plasten sorteras manuellt (på samma sätt som på Van Wervens övriga sorteringsanläggningar). I dagsläget shreddas plasten och skickas sedan till Van Wervens anläggning i Holland för vidare förädling och försäljning. Avsikten är enligt Van Wervens VD

15 https://www.svenskplastatervinning.se/ (2019-06-05)

att anläggningen i Sverige på sikt ska bli identisk med Van Wervens övriga anläggningar när de kommit upp i tillräckliga stor materialvolym. Företagets vision är att uppnå lokal cirkularitet, dvs att plast från 100 % använda produkter i Sverige, sorteras och återanvänds på den svenska marknaden. Van Werven tillhandahåller malen PE, PP, PE-PP, PVC, ABS och PS. De tillverkar också PVC-mikronisat. De kan sälja ett 50 tal specificerade basprodukter, vilka också kan blandas enligt kundens specifikationer.

Kretslopp & Recycling Sverige AB, Fabriksgatan 17, 571 68 Malmbäck
Företaget bygger en återvinningsanläggning för jordbruksplast (ensilageplast) i Korsberga utanför Vetlanda som ska vara i drift i november 2019. Planen är att all ensilageplast som samlas in från lantbruk och stall över hela Sverige ska processas i den här anläggningen. Här finns rivare (shredder), en tvättanlägggning med flera tvättsteg, avvattning och torkanläggning, extruder med smältfilter och pelleteringsutrustning. Granulat packas och säljs till kunder som tillverkar säckar, påsar etc.

Revac Sverige AB, Industrigatan 12, 548 31 Hova
Återvinner kylmöbler och säljer den utsorterade plasten till materialåtervinning.

Veolia Recycling Plastics Sweden AB, Verkstadsvägen 9, 24534 Staffanstorp, www.veolia.se, Veolia finns på flera platser i Sverige och tar emot verksamhetsavfall, däribland plast. I Röstånga har Veolia en hårdplasttvätt för post consumer material av PE och PP, exempelvis rör, sopkärl, fat och liknande[16]. I Staffanstorp finns en regranuleringsanläggning som främst hanterar produktionsspill från tillverkningsindustrin både i och utanför Skandinavien. Produkterna som tillverkas är olika LDPE-kvaliteter, HDPE, MDPE och PP[17]. Veolia har ingen automatiserad sorteringsanläggning för blandat plastavfall i Sverige men har sortering i bl.a. Frankrike.

Ragn-Sells, www.ragnsells.se. Företaget finns på flera platser i Sverige. Ragn-Sells samlar in, behandlar/ sorterar och säljer plast för återvinning. Plasten kommer framför allt från dagligvaruhandel och industrier. Ragn-Sells har dock ingen automatiserad sorteringsanläggning för blandat plastavfall.

Renova, www.renova.se.
Renova finns i 10 kommuner i Västsverige. Företaget samlar in, behandlar/ sorterar och säljer eller avsätter plast mot betalning för återvinning. Plasten kommer från hushåll och verksamheter i regionen. Man driftar

[16] https://www.veolia.se/rostanga
[17] https://www.veolia.se/staffanstorp

återvinningscentraler åt ägarkommunerna och erbjuder där bland annat omhändertagande av kommunplast. PVC-rör mm sorteras ut ur grovt verksamhetsavfall och skickas för återvinning. Energiåtervinning av icke utsorterade förpackningar mm i restavfall från hushåll och restavfall ger upphov till 200 000 ton fossila koldioxidutsläpp per år från avfallskraftvärmeverket

Suez, www.suez.se. Företaget finns på flera platser i Sverige, samlar in plastförpackningar från företag och bostadsrättsföreningar och sköter även insamling från allmänna återvinningsstationer på uppdrag av FTI. Efter insamling transporteras förpackningarna till en mottagningsanläggning (exempelvis Swerec).

T. Hedins Plaståtervinning, Plantvägen 4, 523 02 Timmele
Hjälper kunder med att återvinna plastspill som uppstått i tillverkningsprocesser och förädlar detta till ett ”nytt” återanvändbart material genom att mala och regranulera. De tar också emot plaströr som sorteras, shreddas, mals och regranuleras. Den återvunna plasten används av rörproducenter, främst i Sverige.

Novoplast, Gälleråsen, 691 91 Karlskoga
Återvinner källsorterad plast främst polyetenfilm. Plasten shreddas, kvarnas och regranuleras. Smält-filtreringsutrustning finns. Materialet säljs främst till producenter av plastpåsar/säckar i Sverige och nordöstra Europa.

Boliden Bergsöe, Landskrona
17 september 2019 återinvigdes Boliden Bergsöes anläggning för separation och återvinning av PP från blybatterihöljen i Landskrona. Anläggningen skall vara i full drift i oktober 2019[18].

6.3.2 Återvinnare i europeiska länder

Det pågår en intensiv utbyggnad av sorteringskapaciteten på många håll i Europa. Nedan listas några stora europeiska återvinningsaktörer som hanterar flera olika avfallstyper och som alla har automatiserad plastsortering. De tar emot blandplast såsom förpackningar insamlade hos konsumenter, plast från kommunala återvinningsstationer och blandad plast från verksamheter.

Vogt – plastic GmbH, finns på två orter i Tyskland. Har certifierad plaståtervinning (EuCert Plast), www.vogt-plastic.de.

[18] https://www.recyclingnet.se/article/view/677281/plastatervinning_driftklar_igen

Mtm plastics GmbH, ägs av Borealis. Har certifierad plaståtervinning (EuCert Plast), www.mtm-plastics.eu.

Alba Group, finns på många orter i Tyskland och tar emot alla typer av avfall, www.alba.info.

ECO-oh! Recycling, Belgien. Har certifierad plaståtervinning (EuCert Plast), www.eco-oh.com.

Tönsmeier Kunstoffe GmbH, finns på tre orter i Tyskland. Sorterar både blandplast samt plaströr från bygg och rivning för återvinning. Har certifierad plaståtervinning (EuCert Plast), www.toensmeier.com.

Eing Kunststoffverwertung GmbH, Stadtlohner Straße 71, D-487 12 Gescher, Företaget har certifierad plaståtervinning (EuCert Plast), www.eing-kunststoffverwertung.de

Monoworld Recycling, Rushden Road, Sharnbrook, Bedfordshire, MK44 1NB, Tar emot och sorterar blandplast och i princip alla typer av plastprodukter, www.monoworldrecycling.co.uk).

Relux Recycling GmbH, Brückenstraße 9, 325 49 Bad Oeynhausen, www.relux-umwelt.de

Umweltdienste Kedenburg GmbH, Lavesstr. 8 – 12, 31137 Hildesheim (Nord), Niedersachsen, www.umweltdienste-kedenburg.de

Veolia Recycling Plastics, finns i flera länder bl.a. Sverige. Har en stor sorteringsanläggning för blandad plast i Frankrike, www.veolia.com.

Många återvinnarna fokuserar på att ta emot specifika avfallsflöden såsom hårdplast, plast från elektriska apparater (WEEE), från bilar (ELV) eller plaströr. Några stora europeiska återvinnare som tar emot plast från WEEE och ELV är:

- Gallo i Belgien och Frankrike, ELV och WEEE
- MBA Polymers i Österrike, ELV och WEEE
- WIPAG i Tyskland, ELV
- MGG Polymer i Österrike, WEEE och ELV
- Axion i England, ELV

Några av återvinningsaktörerna är certifierade enligt det europeiska certifieringssystemet för plaståtervinnare, EuCertPlast19. Det är ett europeiskt certifieringssystem som gör det möjligt för företag, som återvinner plast (post-konsument), att intyga kvaliteten på sina processer och produkter. Baserat på CEN 15343-standarden säkerställer EuCertPlast-certifieringen till leverantörer och kunder att allt inkommande plastavfall behandlas, genom god praxis, av en certifierad återvinningsföretag, som är skyldig att respektera miljön och att agera i enlighet med europeiska och nationella lagar. Enligt standarden finns det standardiserade testmetoder och beskriver vilka egenskaper som bör testas för olika plasttyper men standarden innehåller inte några materialspecifikationer. En lista med samtliga europeiska återvinnare av plast, certifierade enligt EuCertPlast, finns på https://www.eucertplast.eu/copy-of-get-certified.

6.4 Potential för ökad materialåtervinning

För att en produkt ska fungera i återvinningssystemet krävs det att den också är designad för att kunna återvinnas, där design innefattar både materialval och utformning av produkten. Produktens färg har också stor betydelse. Svart och mörka färger gör det svårt eller omöjligt att identifiera dem med NIR-teknik. Transparent plast är lättast att identifiera och den har ett högt andrahandsvärde då den kan användas igen i transparenta produkter eller kan färgas till önskad kulör. Den finns en mycket större medvetenhet nu än tidigare vikten av att designa konsumentförpackningar för återvinning och att välja material som är återvinningsbara och är efterfrågade på andrahandsmarknaden. Förpacknings och Tidningsinsamlingen (FTI) har tagit fram en manual för design av plastförpackningar för förpackningsbranschen. RISE IVF har nyligen startat upp ett projekt finansierat av Naturvårdsverket på samma tema, att göra förpackningar återvinningsbara och hållbara ur ett miljöperspektiv.

En ny, mycket lovande process för mekanisk återvinning är PureCycle utvecklad av Procter&Gamble för att rena PP. Det kommer sannolikt utvecklas metoder för att rena fler plasttyper också. Den första återvinningsanläggningen byggs i USA och ska stå klar 2021. Planer för en återvinningsanläggning i Europa finns också redan[20]

Företag som IKEA, Electrolux, Volvo Cars med flera har tagit viktiga steg för att öka efterfrågan på återvunnen plast genom att gå ut med sina strategier som innebär att de kraftigt ska öka användningen av återvunnen plast. Från att

[19] http://www.recoup.org/p/228/eucertplast
[20] https://purecycletech.com/

återvunnen plast mest använts i enklare produkter vill många företag nu införa återvunnen plast i produkter det ställs högre krav på, exempelvis synliga fordonskomponenter i bilar. Flera biltillverkare använder nu återvunnen plast såsom BMW, Renault, Daimler, Nissan, Toyota och Volvo Cars. Den återvunna plasten håller på att komma in i finrummet. Den största utmaningen är, enligt företag som vill använda återvunnen plast, att finna tillräckliga volymer återvunnen plast till rätt kvalitet. Säkra och trygga råvaruleveranser är viktigt. Vissa nämner också avsaknaden av ”end-of-waste” kriterier. Detta ses som ett hinder i branschen eftersom det då uppstår en otydlighet vad gäller när avfallet upphör att vara avfall.

För att öka förtroendet för och efterfrågan på återvunnen plast pågår för närvarande ett internationellt arbete som leds av SIS (Swedish Standards Institute) med att revidera befintliga internationella standarder och ta fram nya för återvunnen plast.

Runt om i Europa startas hela tiden nya anläggningar för sortering/ återvinning av plast. Behovet är stort att kunna ta om hand allt plastavfallet som genereras och den ökande efterfrågan på återvunnen plast gör också att företagen vågar investera. Det är en tydlig trend (enligt FTI, Sysav med flera) att sorterings-/återvinningsaktörerna ställer allt högre krav på att materialet de tar emot får vara enbart plast, ska vara försorterat, inte får innehålla plast som kan innehålla reglerade ämnen osv. Att lämna osorterat rivningsavfall med plast kan exempelvis kosta motsvarande 2600 SEK/ton enligt en tysk återvinningsaktör. Samma återvinnare betalar ca 3 100 SEK/ton för plaströr av blandad kvalité från rivning. Också i Sverige har flera nya återvinningsanläggningar startat upp (listade ovan). Det innebär att det nu finns stora möjligheter till ökad återvinning av plast i Sverige och att förse svenska företag med återvunnen plast.

7 Diskussion och slutsatser

Kartlagda flöden summeras nedan i Tabell 11. Under respektive rubrik i kapitel 4 och 5 finns information om hur mängden har beräknats.

Tabell 11: Sammanställning av beskrivna flöden (ton plast) i Sverige respektive hela Norden (inklusive Sverige) som uppkom 2016–2017 och uppskattad potential som kan vara tillgänglig för ett returraffinaderi. Olika datakällor har använts.

Flöde	Totalt flöde, Sverige 2017* (ton plast)	Potential returraff. Sverige 2017** (ton plast)	Totalt flöde Norden (inkl. Sverige) 2016*** (ton plast)	Potential returraff. Norden (inkl. Sverige) 2016*** (ton plast)
Förpackningar, hushåll	96 000 (utsorterade)	60 000 (rejekt från Motala vid maxkapacitet)	495 000	144 900 Max 344 000 (energi-återvinning eller deponi idag)
Bygg- och rivningsavfall	62 000 (utsorterat) 90 000 (i blandat avfall)	55 000 På sikt: max 90 000 (i blandat avfall)	76 000	50 000
Fordon	41 000	41 000	61 000	38 000
Elektronik	31 000	15 000	94 000	47 000
Hushåll	306 000 (varav 200 000 ton icke utsorterade förpackningar)	Max 200 000	-	-
Verksamheter	790 000 (idag i blandat avfall till energi-återvinning)	?	280 000 (verksamhets-förpackningar)	82 800 Max 131 000 (verksamhets-förpackningar)
Lantbruksplast	18 000	0	69 000	33 000
Övrigt plastavfall	-	-	217 000 (hushåll, sport,fritid, möbler, övrigt)	174 000 (hushåll, sport, fritid, möbler, övrigt)
Summa	**1 434 000**	**Idag: 371 000** (max 1 251 000 inkl. verksamheter)	**1 292 000**	**569 700** (max 817 000)

**Källa: SMED 2019:01*
***Skattning i projektet*
****Källa: PlasticsEurope, baserat på insamlad och återvunnen plast 2016*

Vid insamling av data framkommer bristen på tillförlitlig statistik från flera oberoende källor. Data från Eurostat är ibland otydlig och mängderna stämmer inte alltid med nationella studier. Metadata är också något bristfällig, vilket ibland gör det svårt att tolka vad siffrorna omfattar. Mer detaljerad statistik finns hos PlasticsEurope, men andra, mer oberoende källor är svåra att hitta. Mycket av PlasticsEuropes data grundar sig i intervjuer och branschdata, vilket gör att trovärdigheten och fullständigheten i siffrorna svår att bedöma.

Det är intressant att notera att total mängd kartlagd plast i Sverige överstiger den totala mängden i Norden. Detta beror i stor utsträckning på att PlasticsEuropes siffror för plastförpackningar är mycket lägre än de som använts i den svenska kartläggningen (156 000 ton respektive 296 000 ton). Siffrorna avser också delvis olika år (2016 och 2017) och är därför inte helt jämförbara. Mängden plast som är tillgänglig för ett returraffinaderi beräknas ändå vara större på nordisk nivå, främst på grund av de stora mängder plastförpackningar som idag går till energiåtervinning eller deponi i Norden. Det framgår inte exakt hur stor andel som är rejekt från sortering. Majoriteten av flödena finns dock i hushållens restavfall och det är svårt att sia om hur mycket av denna plast som kan sorteras ut i framtiden. Siffran på 344 000 ton förpackningsplast är därför ett maximum för vad som kan finnas tillgängligt.

Som grund för vilka flöden som är tillgängliga för ett returraffinaderi har främst följande kriterier använts:

- Plastflödet sorteras ut från annat avfall
- Plasten återvinns inte mekaniskt idag
- Den geografiska spridningen i hanteringen av avfallet är begränsad

De utsorterade nordiska plastflöden som har störst potential som råvara i ett returraffinaderi är icke återvunna förpackningar (max 344 000 ton) och plast från olika typer av verksamhetsavfall, exempelvis bygg- och rivningsavfall. Dessa strömmar sorteras ut i relativt hög utsträckning men stora andelar av de utsorterade flödena återvinns inte mekaniskt i dagsläget. Logistiskt är rejektet från förpackningsflödet troligen mer lättillgängligt, medan verksamhetsavfallet har en större spridning geografiskt. Svenska flöden av rejekt från förpackningssortering, utsorterad plast från bygg- och rivningsavfall (55 000 ton) fordon (41 000 ton) och elektronik (15 000 ton) utgör flöden med relativt liten geografisk spridning och därmed stor potential.

Det bör påpekas att de bedömningar som gjorts i projektet är skattningar och att de är olika säkra. Framför allt visar de på en nulägesbild och det är svårt att veta hur hanteringen av plastflöden utvecklas i framtiden. De plastflöden som är utsorterade från annat avfall har naturligt en högre potential än plast i blandade avfallsströmmar.

Blandade avfallsflöden innehållande plast finns det mycket stora flöden av idag (över 1,1 miljoner ton plast bara i Sverige), och majoriteten av dessa behandlas i nuläget med energiåtervinning. Beroende av processteknik kan dessa vara mer eller mindre lämpade som inflöde till ett returraffinaderi, då de kan ha högt fuktinnehåll och hög askhalt.

I ett europeiskt perspektiv finns relativt stora möjligheter för ett returraffinaderi att omhänderta plastavfall som annars skulle hamna på deponi. Plastavfall som under 2017 fanns tillgängligt för kemisk återvinning i Europa uppskattas av PlasticsEurope till 18,7 miljoner ton, varav cirka hälften kommer från förpackningar.

Restriktioner på marknaden för blandade avfallsflöden, främst i form av importrestriktioner i Kina och andra asiatiska länder, har medfört stora förändringar i hantering och handel med blandat plastavfall. Fler sorterings- och återvinningsaktörer etablerar sig i Sverige och Europa. Detta kan öka den mekaniska återvinningen och minska flöden av i första hand PE och PP som finns tillgängligt för kemisk återvinnig.

Plastanvändningen har ökat varje år fram till 2017. Sedan dess har restriktioner i form av plaststrategier, mål för ökad mekanisk återvinning och nya lagstiftningar införts för att minska plastanvändningen, och vi vet ännu inte hur mycket dessa restriktioner påverkar mängden plastavfall som uppkommer. Samtidigt ökar insamlingsgraden på plastavfall i Europa varje år, därför är det inte troligt att nutida eller framtida restriktioner på plastanvändning kommer att påverka mängden *tillgängligt* plastavfall i någon större omfattning.

Slutligen kan man konstatera att de nordiska siffrorna totalt är låga när man ställer dem i relation till svenska siffror ur SMED-studien. Det beror främst på olika uppskattningar om mängden plastförpackningar. Det skulle kunna tyda på att potentialen i Norden (och övriga Europa) är underskattad.

Referenser

- Avfall Sverige 2018. Avfall i Sverige 2016, rapport 6839
- Avfall Sverige 2017. Sorteringsförsök med svenskt restavfall i ROAF:S sorteringsanläggning, Avfall Sverige Rapport 2017:13
- CIEL 2019. *Empowering Countries to Stop the Plastic Flood: A Groundbreaking Decision under the Basel Convention*, Center for International Environmental Law, Geneve, Schweiz. https://www.ciel.org/empowering-countries-stop-plastic-flood-basel-amendment/ (hämtad 22 aug 2019)
- Eurostat env_wasgen. Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity (2016) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wasgen&lang=en
- Eurostat env_wastrt. Treatment of waste by waste category, hazardousness and waste management operations (2016) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wastrt&lang=en
- Eurostat env_waspac. Packaging waste by waste management operations and waste flow (2016) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_waspac&lang=en
- Eurostat env_wastrd. Trade in recyclable raw materials by waste (2016) http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=env_wastrd&lang=en
- Eurostat cei_wm020. Recycling rate of packaging waste by type of packaging (2016) https://ec.europa.eu/eurostat/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=cei_wm020&language=en
- EU-kommissionen (2015). A European strategy for plastics in a circular economy
- Hestin M., Faninger T., Milios L., (2015). Increased EU Plastics Recycling Targets: Environmental, Economic and Social Impact Assessment
- Jansson et.al. 2019. Rapport från Mistra Closing the Loop-projektet Constructivate (ännu ej publicerad)
- Kalantari et al 2019. Effektiva cirkulära flöden, VTI rapport 2019.1.21h,
- Ljungkvist Nordin H, Westöö A-K, Boberg N, Fråne A, Guban P, Sörme L, Ahlm M (2019) Kartläggning av plastflöden och plastavfallsströmmar i Sverige
- McKinnon D., Bakas I., Herczeg M., Blikra Vea E., Busch N., Holm Christensen, L., Christensen C., Damgaard C. K., Milios L., Punkkinen H., Wahlström M. (2018). Plastic Waste Markets Overcoming barriers to better resource utilisation. Nordiska Ministerrådet, TemaNord 2018:525. url: http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:1210623/FULLTEXT01.pdf

- Milios et.al., (2018). Sustainability Impact Assessment of Increased Plastic Recycling and Future Pathways of Plastic Waste Management in Sweden
- Morandin M. och Heyne S. 2016. PECREST: Plastics chemical recovery for production of chemical intermediates at a Swedish chemical complex.
- Plastics Recycling Update (2018). *Import restrictions ripple across Southeast Asia*, 6 juni 2018. A Resource Recycling Publication. https://resource-recycling.com/plastics/2018/06/06/import-restrictions-ripple-across-southeast-asia/ (hätad 22 aug 2019)
- Stenmarck et al. (2018) Ökad plaståtervinning - potential för utvalda produktgrupper, IVL rapport 6844
- Stockholms Stad (2017) Minskad energiåtervinning av fossil plast – Klimatstrategi 2040.
- Waldheim L. (2019) Kemisk återvinning av plastavfall, kartläggning av pågående aktiviteter.
- www.svepretur.se, 2019-08-13

Intervjuer:

- Intervju med M Philipsson, VD Svensk Plaståtervinning AB.
- Intervju med Marianne Gyllenhammar, Stena Recycling AB.
- Intervju med Lia Detterfelt, Renova.
- Mailkommunikation med Anna Folkesson, SVOA

IVL Svenska Miljöinstitutet AB // Box 210 60 // 100 31 Stockholm
Tel 010-788 65 00 // www.ivl.se