

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Förprojekt inför systemstudie avseende mekanisk sortering och källsortering	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Pre-project for comparative system analysis of mechanical sorting and source separation	
Universitet/högskola/företag RISE Research Institutes of Sweden	Avdelning/institution Energi och cirkulär ekonomi
Adress Box 857, 501 15 Borås	
Namn på projektledare Johanna Nilsson, RISE	
Namn på ev övriga projektdeltagare Anders Hedenstedt, Christina Anderzén och Katarina Lorentzon från RISE Hans Zackrisson och David Dalek från Renova Anna-Karin Schön och Pär Carlsson från Borås Energi och Miljö Helena Bengtsson från Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad Christian Toräng från Envac Optibag samt Peter Håkansson från Swerec	
Nyckelord: 5-7 st Källsortering, materialåtervinning, mekanisk sortering, MRF, systemanalys	

Förord

Projektet har finansierats av RE:Source och Avfall Sverige.

Ett särskilt tack riktas till alla anläggningar och organisationer som har tagit sig tid att bidra med kontakter, information och ställt upp för intervju.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	4
Förkortningar och definitioner	6
Inledning/Bakgrund	7
Återvinningsmål och ansvarfördelning	7
Tekniska förutsättningar för ökad utsortering	7
Tidigare studier	8
Syfte och mål	9
Genomförande	11
Konstellation	11
Upplägg	11
Projektledning och rapportering (AP1)	11
Kartläggning av sorteringsanläggningars verkningsgrad (AP2)	11
Beskrivning av förutsättningar för systemanalys (AP3)	12
Resultat och diskussion	13
Kartläggning av sorteringsanläggningars verkningsgrad	13
Kontakt med anläggningar	13
Tillgänglig information om verkningsgrad	13
Kvalitetskrav för utsorterat material	14
Förutsättningar för användning av återvunnet material	15
Förutsättningar för systemstudie	18
Utgångspunkter	18
Alternativ för systemstudie	20
Utvärdering av alternativen	21
Metodik för systemanalysen	22
Indatabehov	23
Kontakter med ytterligare aktörer som bör involveras i ett efterföljande projekt	31
Utkast till projektplan för efterföljande systemstudie	31
Slutsatser	31
Nästa steg	34
Referenser, källor	35
Personliga meddelanden	37
Intervju eller mailkontakt med följande personer	37
Bilagor	38

Sammanfattning

Målsättningen att den högvärdiga materialåtervinningen från hushållen ska öka, i kombination med att ansvaret för insamling av förpackningar och tidningar föreslås överflyttas från producenterna till kommunerna, innebär att det är högaktuellt att utvärdera befintliga och alternativa insamlingslösningar. För att underlätta bedömningen om mekaniska sorteringslösningar med avseende på blandade avfallsfraktioner skulle kunna komplettera eller vara en alternativ metod för vissa avfallsströmmar (exempelvis från flerbostadshusområden) bör det jämföras utifrån ett systemperspektiv som omfattar hela hanteringskedjan från insamlingsledet till materialåtervinning i nya produkter. En sådan systemanalys skulle därmed kunna utgöra ett strategiskt vägledande underlag för utformning av framtida insamlingslösningar av materialresurser.

Inledningsvis utfördes en kartläggning där avsikten var att följa avfallet från insamling, via sortering i storskaliga europeiska sorteringsanläggningar (s.k. Material Sorting Facility MRF), till materialåtervinning. Förutsättningar, indatabehov och metodik, samt projektplan, för en systemstudie presenteras i rapporten liksom fyra alternativa system att studera vidare. I alternativen kombineras mekanisk utsortering av förpackningsmaterial från antingen restavfall (MRF/MSW) eller en blandad utsorterad förpackningsfraktion (MRF/MSF av LWF) med separat insamling av tidningar och glas. De föreslagna alternativen är:

- MRF/MSW kompletterar dagens källsortering (förbehandling till energiåtervinning)
- MRF/MSF av LWF (behållare, eventuellt med påse, med blandade återvinningsmaterial), källsortering av tidningar och glas kompletterar
- MRF/MSF av LWF (i påse med blandade material) via optisk sortering, källsortering av tidningar och glas kompletterar
- MRF/MSW av restavfall, källsortering av tidningar och glas kompletterar

En utvärdering av tillgången på data för att kunna utföra den avsedda systemstudien presenteras i tabellform och det kan konstateras att marknaden för återvunnet material är komplex och att det råder svårigheter att följa materialet, få kontakt och därmed tillgång på data.

För att säkerställa datatillgången bör ett framtida projekt utföras i samverkan med exempelvis teknikleverantörer eller anläggningsägare där gemensamma frågeställningar utgör grunden.

Pågående utveckling och flera kvalitetsdrivande arbeten bedöms öka både kvantitet och kvalitet på material som sorteras vid MRF-anläggningar vilket är en förutsättning för att en hög materialåtervinning ska kunna uppnås.

Summary

The challenge to increase the efficient material recycling of materials from households, together with the proposed changes in responsibility for the collection of packaging material and newspapers to be transferred from producers to municipalities, means that it is highly relevant to evaluate existing and alternative collection solutions. To facilitate the assessment of mechanical sorting solutions with regard to mixed waste fractions could complement or be an alternative method for specific waste streams (eg from apartment buildings areas) should be compared from a systems perspective that cover the whole chain from the collection stage to material recycling in new products. Such systems analysis would thus constitute a strategic guidance basis for the design of future data collection solutions of material resources.

Initially conducted a survey where the intention was to follow the waste from the collection, sorting through the large-scale European sorting facilities (i.e. Material Sorting Facility MRF), to recycling.

Assumptions, input data requirements and methodology, and a project plan, for a system study, is presented in the report as well as four alternative systems to study. The alternatives combine mechanical sorting of packaging from either residual waste (MRF/MSW) or a mixed packing fraction (MRF/MSF), with separate collection of newspaper and glass. The four alternative systems are:

- MRF / MSW complements today's source separation (pretreatment to energy recovery)
- MRF / MSF of the LWF (containers, possibly with a bag of mixed recyclable materials), source separation of newspapers and glass complements
- MRF / MSF of the LWF (mixed materials in a bag) through optical sorting, source separation of newspapers and glass complements
- MRF / MSW of residual waste, source separation of newspapers and glass complements

An assessment of the availability of data in order to perform the intended system study are presented in table form and it can be concluded that the market for recycled materials is complex and it is difficult to follow the material, make contact and thus get access to data.

To ensure data availability, a future project should be carried out in collaboration with technology providers, or facility owner where common interests are the basis.

Ongoing development and more quality driving processes are expected to increase both the quantity and quality of materials sorted at MRF plants, which is a prerequisite for a high recycling rate to be achieved.

Förkortningar och definitioner

Följande förkortningar och, i viss mån, definitioner kommer till användning i rapporten.

2D	Två-dimensionella förpackningar (film, papper)
DS	Double stream, några material, t ex papper och/eller glas, hålls separat(a), från resten av de torra återvinningsmaterialen som samlas in blandade
FM	Ferrous metals
FNI	Fastighetsnära Insamling
FTI	Förpacknings- och Tidnings Insamlingen
LPV	Leichtverpackungen (motsvarar Mixed lightweight packaging)
LWF	Light weight fraction (papper-, plast- och metallförpackningar)
MPI	Mixed Plastics
MPa	Mixed Paper
MRF	Materials Recovery Facility, det finns 2 typer: MSF och MSW
MRF/MSF	Material Sorting Facility, en typ av MRF, sorterar utsorterade men blandade förpackningar. Insamlingen kan ha skett antingen i SS eller DS kan vara både SS och DS. Exempel på anläggningar: LOBBE (Tyskland), Swerec (Sverige), Valdemingómez Technology Park (Spanien)
MRF/MSW	Municipal Solid Waste, men här avses en typ av MRF, som sorterar blandat hushållsavfall. Exempel på anläggningar: ROAF (Norge), Paikre (Estland), Attero (Nederländerna)
NFM	Non-ferrous metals
PMD	Plastic, metall and drink cartons (blandat i en container)
PPW	Mixed plastic packaging waste sorting plant
SS	Single stream, insamlingssystem där alla torra återvinningsmaterial läggs i samma behållare
ÅVS	Återvinningsstation

Inledning/Bakgrund

Återvinningsmål och ansvarfördelning

Enligt EU-kommissionens förslag till strategi för cirkulär ekonomi ska 65 % av hushållsavfallet respektive 75 % av förpackningsavfallet materialåtervinnas senast år 2030 (<http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>). Som jämförelse materialåtervinns idag ca 36 % av hushållsavfallet i Sverige (Avfall Sverige 2016) och återvinningen av förpackningsavfall varierar mellan 38 % (plast) till 93 % (glas) (<http://www.ftiab.se/180.html>).

Sedan 1994 har producenter av förpackningsmaterial och tidningar ansvarat för insamling och återvinning av förpackningsavfall och tidningar. Frågan om insamlingsansvaret har diskuterats under många år. Många utredningar har gjorts och den senaste avlämnades till regeringen i mars 2015. Miljödepartementet kommer under 2017 diskutera nya övergripande förslag avseende ansvarfrågor inom avfallsområdet, däribland insamlingsansvar för förpackningar och tidningar.

En ansvarsfördelning där kommunerna tilldelas insamlingsansvar för förpackningar och tidningar, som tidigare föreslagits, skulle ge dem större möjligheter att ta ett helhetsgrepp om insamlingen av hushållsavfallet. Kommunerna ser med en sådan ansvarsfördelning större möjligheter att utveckla nya insamlingslösningar. Detta skulle ge anledning att utvärdera de befintliga insamlingsystem och ställa dem mot möjliga alternativ. Även olika kombinationer av insamlingslösningar skulle kunna vara attraktiva för framtiden.

Tekniska förutsättningar för ökad utsortering

I svenska flerbostadshus består 36 % av avfallet i soppåsen, som skickas till energiåtervinning, av förpackningsavfall och tidningar. Att dessa material inte sorteras ut innebär att samhället går miste om stora mängder resurser som borde utnyttjas för materialåtervinning. Med hänsyn till att källsortering har tillämpats under lång tid bedöms det svårt att nu uppnå dramatiska förbättringar inom ramen för det systemet (Avfall Sverige 2016:28).

Källsortering kräver också ett stort engagemang från den enskilde medborgaren och skulle därför kunna ifrågasättas om den inte ger förväntat resultat. I många flerbostadshusområden tillämpas fastighetsnära insamling (FNI) av förpackningar och tidningar. Dessa system fungerar dock inte alltid tillfredställande och förväntad förtätning av städer innebär också att konkurrensen om utrymmen ökar, vilket kan medföra att det skapas allt mindre utrymmen för att tillhandahålla FNI i full utsträckning. Den främsta utmaningen i syfte att öka återvinningen av materialresurser från hushållen ligger i att skapa lösningar för insamling och återvinning av avfall från flerbostadshus som säkerställer högre utbyte av utsorterade material med bibehållen rätt kvalitet.

Källsortering av avfall har alltså tillämpats i många svenska kommuner i över 20 år och är idag ett etablerat förfarande i Sverige. Källsortering resulterar generellt i relativt hög renhetsgrad hos de utsorterade materialen och innebär också att hushållen får förståelse för att avfallet faktiskt utgör en resurs om det hanteras på rätt sätt vilket skulle kunna ha en viss avfallsförebyggande inverkan. I flera länder i Europa tillämpas istället insamling av en blandad fraktion återvinningsmaterial som sedan sorteras mekaniskt i efterhand, MRF (Material Recovery Facility) av MSF (Material Sorting Facility) typ (MRF/MSF). I ett sådant system kan en behållare användas för flera fraktioner vilket är ett smidigt förfarande för både hushållen och insamlingsledet.

Det finns även MRF-anläggningar som sorterar ut återvinningsmaterial från restavfall (MRF/MSW). En sådan anläggning skulle kunna komplettera dagens källsortering med separat insamling med ett extra sorteringssteg av restavfall innan förbränning. På detta sätt skulle ytterligare återvinningsbart material kunna sorteras ut.

Mekanisk sortering har potential att ge ett högt utbyte av återvinningsbara material samtidigt som kvaliteten hos de utsorterade fraktionerna riskerar att bli sämre jämfört med vid källsortering.

Tidigare studier

Systemstudier avseende olika insamlingssystem för hushållsavfall har genomförts i ett antal olika tillämpningar i andra länder (Avfall Sverige 2015), men det saknas sådana studier utifrån svenska förhållanden. Det framhålls också att sådana jämförelser ofta görs framförallt med avseende på insamlingsledet men att avsättningen av de material som sorteras ut ofta negligeras (Avfall Sverige 2015). Ett steg som är helt avgörande för om hållbara cirkulära materialresursflöden i samhället ska erhållas och inte bara insamlingsmålen nås.

Det har också genomförts praktiska försök hos hushåll i både villor och flerbostadshus i Halmstad avseende insamling av förpackningar och tidningar i en blandad fraktion i sk Gula tunnan fraktioner (IVL U2013:16). Deltagande flerbostadshus hade sedan tidigare FNI med förpackningar och tidningar i separata fraktioner. Återkopplingen från de medverkande hushållen var i stort positiva exempelvis till att hanteringen krävde mindre utrymme i hemmet. Resultaten från försöket visade att renhetsgraden på de utsorterade förpackningarna och tidningarna i flerbostadshus med gula tunnan ökade jämfört med FNI och kunde jämföras med villor. För flerbostadshus var de insamlade mängderna förpackningsmaterial dock minde än i tidigare system med FNI och mängden förpackningsmaterial ökade istället i restavfallet. Att projektet inte inkluderade en informationsinsats tros ha påverkat resultatet negativt. Projektet omfattade endast insamlingsledet och det poängterades att det vore värdefullt att också studera den

efterföljande hanteringen. Resultatet var bättre för villor än för flerbostadshus men med anledning av projektets avgränsningar redovisas de inte närmare.

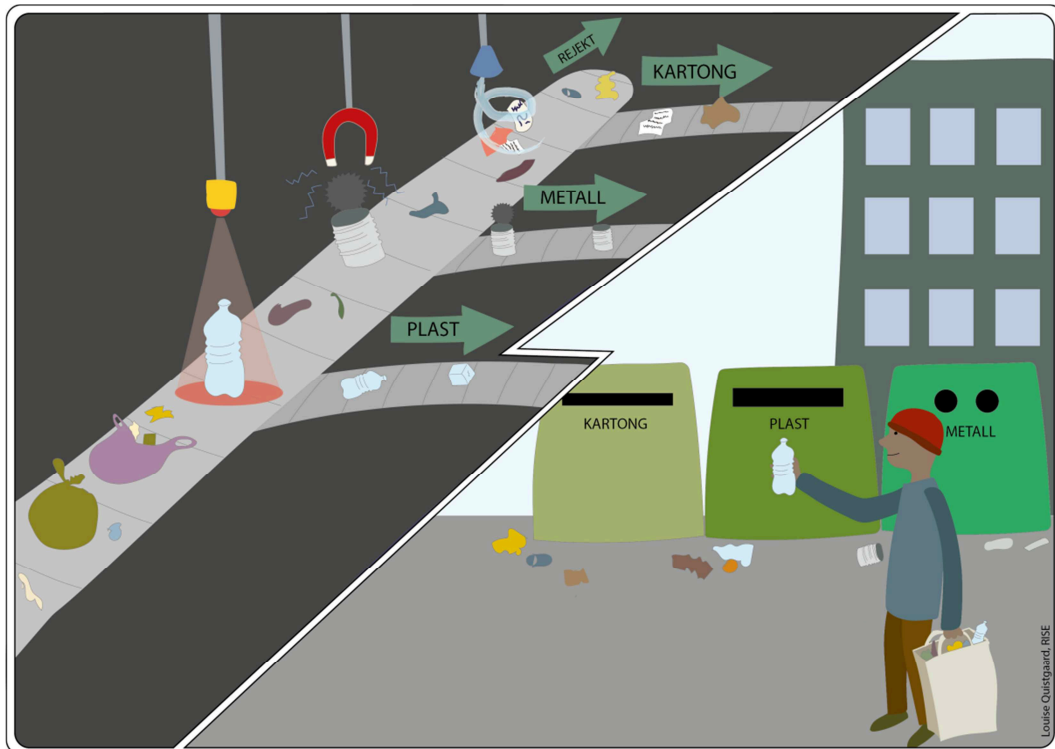
Göteborgs Stad har som ett led i att utreda förutsättningarna för fastighetsnära insamling (FNI) av förpackningar och tidningar genomfört en litteraturstudie kompletterad med intervjuer och studiebesök (Göteborgs Stad 2012). Sex olika insamlingssystem studerades och bedömdes kvalitativt utifrån aspekterna insamlad mängd, kvalitet, miljö, ekonomi, brukaraspekter, arbetsmiljö, robusthet och genomförandefrågor. Bedömningarna gjordes utifrån de förutsättningar som råder i Göteborg. Trots att den litteraturstudien visade på att FTI blandad fraktion gav sämst kvalitet på det utsorterade materialet finns det ändå skäl att studera olika varianter av blandade fraktioner i en kommande systemstudie. Anledningen är att bedöma möjligheterna till ökad materialåtervinning i flerbostadshus som ett komplement till dagens källsorteringssystem pga. låg utsortering via FNI eller återvinningsstation (ÅVS).

I tidigare gjorda studier är avgränsningarna satta så att återvinningssteget inte inkluderats. Data som inkluderar återvinningssteget och svenska förutsättningar har dock identifierats som viktiga parameter för att utföra mer heltäckande systemstudier inom området.

Syfte och mål

För att underlätta bedömningen om mekaniska sorteringslösningar med avseende på blandade avfallsfraktioner skulle kunna komplettera eller vara en alternativ metod för vissa avfallsströmmar (exempelvis från flerbostadshusområden) bör sådana förfaranden studeras och jämföras utifrån ett systemperspektiv med hänsyn till miljömässiga, ekonomiska och sociala effekter. Systemanalysen skulle också omfatta hela hanteringskedjan från insamlingsledet till den slutliga avsättningen och skulle därmed kunna utgöra ett strategiskt vägledande underlag för utformning av framtida insamlingslösningar av materialresurser.

Det huvudsakliga målet var att klarlägga förutsättningarna för att i ett efterföljande projekt kunna jämföra källsortering med mekanisk sortering av hushållsavfall från flerbostadshusområden i svenska kommuner utifrån ett systemperspektiv med hänsyn till miljömässiga, ekonomiska och sociala effekter. Frågeställningen illustreras schematiskt i Figur 1.



Figur 1 Schematisk bild av frågeställningen i ett efterföljande huvudprojekt

Eftersom uppgifter om verkningsgrad för befintliga storskaliga sorteringsanläggningar bedömts som avgörande för en sådan systemanalys var ett delmål att sammanställa uppgifter om kvalitet, utbyte och avsättning avseende utsorterat material från sorteringsanläggningar i Europa. Ett annat delmål var att definiera metodiken för den avsedda systemanalysen inklusive avgränsningar och antaganden samt nödvändiga indata.

Genomförande

Konstellation

Frågeställningen var både aktuell och av intresse för såväl kommunala aktörer som privata aktörer i branschen vilket också avspeglades i projektorganisationen för detta projekt. Projektparterna representerade hela kedjan från insamling till återvinning, och utgjordes av kommuner och kommunala bolag (representanter för insamling och behandling, både beställar- och utförarorganisationer), privata avfallsbolag verksamma inom behandling och sortering av avfall samt forskningsinstitut.

Projektgruppen utgjordes av Johanna Nilsson (projektledare), Anders Hedenstedt, Christina Anderzén och Katarina Lorentzon från RISE, Hans Zackrisson och David Dalek från Renova, Anna-Karin Schön och Pär Carlsson från Borås Energi och Miljö, Helena Bengtsson från Kretslopp och vatten, Göteborgs Stad, Christian Toräng från Envac Optibag samt Peter Håkansson från Swerec.

Aktörerna i projektgruppen är frågeställare och intressenter som har bidragit med kontakter och erfarenheter från sina respektive nätverk samt angränsande projekt. De har även prioriterat bland de föreslagna scenarion som tagits fram.

I projektgruppen ingår medlemmar i några av Avfall Sveriges arbets- respektive verksamhetsgrupper, i EUROCITIES arbetsgrupp för avfall samt det strategiska nätverket Waste Refinery. Genom nätverken och de privata aktörerna är projektet förankrat och värdefulla erfarenheter har tagits tillvara och kontakter kunnat nyttjas.

Upplägg

Projektledning och rapportering (AP1)

Utfördes av RISE och löpte under hela projektperioden. I detta övergripande arbetspaket ingick projektledning, administration, kontakter med finansörer samt författande av rapport samt kommande presentation av resultatet för Avfall Sverige och Waste Refinery.

Kartläggning av sorteringsanläggningars verkningsgrad (AP2)

Befintliga storskaliga sorteringsanläggningar i Europa skulle kartläggas samt en utvärdering göras av deras verkningsgrad med avseende på kvalitet, utbyte och avsättning för utsorterade material samt om möjligt också ekonomisk verkningsgrad. Genom att söka efter MRF – anläggningar av både MSF och MSW typ togs hänsyn till sammansättningen hos det inkommande avfallet till sorteringsanläggningarna.

Arbetspaketets ramar fastställdes av projektgruppen och arbetet utfördes sedan primärt av RISE. Kartläggningen gjordes genom telefon/e-postkontakter till och intervjuer med relevanta anläggningar samt kommuner som levererar avfall till dessa.

Lämpliga europeiska kontakter samlades från projektgruppens olika nätverk. Ett frågebatteri togs fram med olika frågor till insamlade organisationer, sorteringsanläggningar respektive användare/tillverkare.

Frågorna ställdes för att få uppfattning om vilken typ av data som finns tillgänglig avseende utbyte, kvalitet hos utsorterade materialfraktioner samt avsättning av materialet. Exempelvis ställdes frågor kring insamlingsystem och transport, vad som samlas in separat respektive mixat samt anledning till det och organisation. Men även om anläggningens kapacitet, andel manuell sortering, eventuell förbehandling, rejekthantering liksom olika kostnader och energiåtgång samt vad som utmärker just denna anläggning. För att kunna följa materialet efterfrågades också information om levererande kommuner samt företag som tar emot material sorterat vid anläggning. Frågor om kvalitetskrav och hur dessa regleras ställdes till alla parter.

Beskrivning av förutsättningar för systemanalys (AP3)

Arbetspaketet fokuserade på att tydliggöra frågeställningar och indatabehov för att utreda förutsättningarna för en jämförelse av källsortering och mekanisk sortering utifrån ett systemperspektiv med hänsyn till miljömässiga, ekonomiska och sociala effekter. Avgränsningar, antaganden, indatabehov etc. arbetades fram genom dialog mellan projektparterna vars olika erfarenheter och önskemål var mycket viktiga i sammanhanget. I arbetspaketet ingick att:

- undersöka och besluta om vilken/vilka alternativ som ska studeras, dvs. vilka fraktioner i studien som hanteras blandade inför mekanisk sortering respektive vilka som hålls separat
- upprätta metodik för systemanalys (avgränsningar, relevanta parametrar, antaganden etc.)
- identifiera behov av, samt i viss mån tillgängliga källor för, indata för de olika alternativen som ska studeras
- etablera kontakt med ytterligare aktörer som bör involveras i ett efterföljande projekt
- upprätta utkast till projektplan för efterföljande systemstudie

Resultat och diskussion

Kartläggning av sorteringsanläggningars verkningsgrad

Kontakt med anläggningar

För att bedöma tillgängligt underlag till en systemanalys undersöktes vilken data som var möjlig att sammanställa kring olika system för mekanisk sortering. Tanken var att följa materialet från kommun/insamlade organisation till användning av det återvunna materialet via sortering i en MRF-anläggning.

Inledningsvis fokuserades på att söka efter intressanta sorteringsanläggningar och utifrån dess få kännedom om insamling/levererande kommuner och användare av det sorterade materialet. Både sorteringsanläggningar för hushållsavfall/restavfall (MRF/MSW), 4 st, och utsorterat återvinningsmaterial (både single-stream där allt återvinningsbart material blandats och LVP co-mingled fraction (MRF/MSF) där enbart lätta förpackningar av papper, plast och metall blandats), 8 st, kontaktades varav intervjuer genomfördes med totalt 6 st.

I och med trögheten i att få kontakt med anläggningar och därifrån få information om insamlade och levererande organisationer nyttjades istället kontakter från projektgruppen och 4 st intervjuer genomfördes och ytterligare en skickade in besvarat frågeformulär. Två av dessa hade även sorteringsanläggningar.

Av samma anledning kontaktades istället några svenska företag som använder återvunnet material. Detta för att ta del av deras eventuella erfarenheter av MRF-sorterat material och 4 st intervjuer genomfördes.

Generellt var det svårt att få kontakt med europeiska anläggningar och framför allt att komma till den punkt att intervju bokades eller frågebatteri besvarades skriftligen. Det var generellt enklare att få kontakt med och få underlag från kommunala än privata aktörer. Bland de identifierade fallen fanns flera fall där både insamling och sortering utfördes av samma organisation och det fanns både kommunala och privata exempel.

Tillgänglig information om verkningsgrad

En anläggnings prestanda villkorar den kapacitet som anläggningen planeras för, dvs. antal ton material som sorteras per timme. För ett bra resultat ska en hög sorteringseffektivitet uppnås, dvs. andel av det eftersökta materialet som anläggningen identifierar och sorterar ut. Samtidigt ska god sorteringsnoggrannhet uppnås dvs. låg andel ovidkommande material i den utsorterade fraktionen.

Vissa uppgifter på aktuell sorteringseffektivitet och sorteringsnoggrannhet har erhållits via intervjuer med sorteringsanläggningar. Detta utgör ett litet underlag och baseras på respektive lands material, men kan ändå ge indikation på

effektivitet samt underlätta val av anläggning att söka samarbete med och studera närmare vid genomförande av en eventuell systemstudie. Data avseende anläggningars prestanda återfinns även i litteraturen. Studier på svenskt avfall är gjord på ROAFs anläggning i Norge (Avfall Sverige 2017).

Anläggningens sorterings effektivitet är starkt beroende av kvalitén på inkommande material, kanske särskilt för MRF/MSF när källsorterat återvinningsmaterial sorteras. Ett väl källsorterat material skapar bättre förutsättningar för efterföljande sortering och minskar behovet av eftersortering. Vissa material, egentligen tidningar och glas är också mer känsliga än andra av att samlas in med blandat avfall. Vid MRF/MSW är det också fördelaktigt om matavfallet hanteras separat.

Kvalitetskrav för utsorterat material

Flera kvalitetsdrivande arbeten eller dylikt i Europa har identifierats under projektets gång vilket bedöms kunna påverka MRF:ers verkningsgrad positivt.

I Tyskland organiserar DKR Deutsche Gesellschaft für Kreislaufwirtschaft und Rohstoffe mbH (grundat av Duales System Deutschland) centralt insamlingen av utsorterat material från sorteringsanläggningar och levererar dem till återvinningsföretag. Detta har möjliggjort framtagandet av kvalitetsstandarder för utsorterat material, där både hänsyn har tagits till vad som efterfrågas inom återvinningsindustrin och den tekniska förmågan hos sorteringsanläggningar.

För återvinnare av plastavfall finns det även en europeisk certifiering EuCertPlast. Syftet med certifieringen är att öka transparensen och spårbarheten av material samt säkerställa att lämpliga procedurer tillämpas. Detta skapar ett förtroende hos leverantören och mottagare av återvunnet material. Bedömning av återvunnet material är baserat på olika EN-standarder för som utvecklats för karaktärisering av återvunnen plast (<http://www.eucertplast.eu/en/>).

I en rapport av Trinovo Consulting (Trinovo Consulting 2016) på uppdrag av FTI framgår att det råder fundamentala skillnader i olika europeiska länders sätt att mäta och rapportera återvinningsresultat. Det är egentligen inte avgörande för detta projekt men visar på olikheter och brister i systemet eftersom återvinningsresultat mellan länder i Europa inte är jämförbara och kan leda till missförstånd. För svensk del kommer Naturvårdsverket överta ansvaret för insamling och rapportering av statistik till Eurostat.

I England pågår arbete att på olika sätt öka mängd och kvalitet på material som sorteras ut vid MRF:er för materialåtervinning. År 2014 infördes Materials Recycling Facility (MRF) Code of Practice i engelsk lagstiftning. Anläggningar måste regelbundet provta och testa både inkommande och utgående material, spara information och kvartalsvis redovisa andel Target materials, Non-target

material (not capable of being recycled) och Non-recyclable material (material is capable of being recycled but is not a target material)

(http://www.legislation.gov.uk/uksi/2014/255/pdfs/uksi_20140255_en.pdf).

Eventuella effekter av detta hade varit intressant att ta del av men engelska Environment Agency har ej besvarat förfrågan.

The Waste and Resources Action Programme (WRAP) har arbetat fram en vision, A framework for greater consistency in household recycling in England. Till 2025 designas förpackningar för att vara återvinningsbara och tydligt märkta om de är återvinningsbara eller ej samt där hushållen enkelt ska kunna återvinna bland annat återvinningsbart material. Aktörer i hela kedjan samlas, krav tydliggörs samt insyn och information ökar. Aktiviteter i handlingsplanen börjar redovisas våren 2017. (<http://www.wrap.org.uk/content/consistency>)

Resource association, en ny organisation för återvinningsindustrin, har tagit fram Recycling Quality Information Point (REQIP) vilket är en sammanställning av data från slutanvändare om olika föreningars påverkan på materialets lämplighet och värde för återvinning och fungerar som vägledning för insamling.

(<http://resourceassociation.com/reqip-recycling-quality-information-point>).

Sammanställningen, tillsammans med bland annat en provtagningsinstruktion och en kvalitetsspecifikationstabell, ger detaljerad information om vad återvinningsföretagen i Storbritannien behöver och toleransgränser vad gäller föreningar.

SS-EN 13430:2004 är en standard som specificerar krav på en förpackning för att den ska kunna klassificeras som återvinningsbar genom materialåtervinning, med hänsyn till den fortlöpande utvecklingen av både förpacknings- och återvinningstekniker. Standarden ger även praktisk vägledning vid bedömning av materialåtervinningsbarheten. För att visa överensstämmelse med standarden ska anvisningarna om tillämpning av den enligt EN13427 användas. I en så kallad Teknisk rapport (SIS-CEN/TR 13688:2008) beskrivs krav på substanser och material (inklusive exempel) för att redan vid designen förhindra bestående svårigheter för återvinning. Projektet har inte undersökt hur eller i vilken utsträckning standarderna används.

Förutsättningar för användning av återvunnet material

För att kunna bedöma och jämföra resultat av källsortering eller alternativ med mekanisk sortering krävs kunskap om vilken kvalitet olika system genererar och hur denna kvalitet sedan påverkar möjligheten till kvalitativ materialåtervinning. Detta är dessutom kopplat till vilken marknad som finns för olika material. Kontakt har därför tagits med tillverkare, dvs. användare av material, men i ett fortsättningsprojekt behövs denna fråga utredas vidare då det har varit svårt att följa materialet från en anläggning. Marknaden är komplex och flera steg med

eftersortering kan förekomma. Vid kontakt med anläggningar har det även funnits antingen okunskap eller en ovilja att förmedla kontakt till mottagare av materialet.

Vid uppföljning av system för källsortering av förpackningar och tidningar har hittills kommuner och FTI främst fokuserat på utsortering och insamlingsresultat framför möjlighet till kvalitativ materialåtervinning. Vid Swerecs anläggning för sortering av plastförpackningar har exempelvis bedömning av kvalitet främst gjorts ur ett sorteringsperspektiv, dvs. hur insamling och sortering fungerar.

När det gäller bedömning av kvalitet ur ett återvinningsperspektiv dvs. hur kvalitén påverkar möjligheten till materialåtervinning på en reell eftermarknad, behöver man bli bättre. Det kan handla om kvalitetsgarantier för innehållet i produkterna, exempelvis koncentration av återvunnen PP kvalitet. Här ser man idag en ökad konkurrens där flera verk i Tyskland certifierar sina procedurer för att få avsättning för återvunnet material. För sorterade PP och PE fraktioner finns idag en tydlig efterfrågan och de kan därmed anses vara marknadsmässiga.

Det finns en efterfrågan på återvunnet material, men kvalitetskraven kan vara svåra att leva upp till för återvinningsföretagen. Här kan även krävas ett ökat förtroende och samarbete med de mottagande företagen. Bedömning av rätt kvalitet kan också behöva göras utifrån olika tillämpningar.

Vid de svenska företag (Stena Aluminium, Hylte Bruk, Fiskeby Board) som kontaktats sker ingen extra försortering av det avfall/material som leveraras utan eventuella föroreningar följer med i processen och sorteras ut som rejekt för förbränning. Regelbundna kvalitetskontroller utförs och priset regleras därefter. Sämre kvalitet resulterar i högre pris för leverantören eftersom det innebär ökade kostnader för mottagaren.

Känsligheten för insamling- och sorteringssystem beror exempelvis på hur stor andel av råvaran som består av insamlingsmaterial från hushållen jämfört med exempelvis industrispill, hur känsligt materialet är för föroreningar samt om det återvunna materialet ska användas för att producera nya livsmedelsförpackningar.

Medan det för ett material uppges vara helt avgörande att insamlingen sker separat och att material från den svenska marknaden är bäst men inte tillräcklig menar en annan att en mekanisk sortering skulle kunna utgöra en fördel. Kvalitetskraven är avgörande, oavsett hur materialet samlas in eller hur det sedan ska återvinnas. Kraven är dock olika mellan olika material och vilken typ av vara som ska produceras, men kvaliteten på respektive produkt ska inte kompromissas med.

Marknaden för återvunnet material är väldigt komplex, varierar kraftigt i både tillgång och efterfrågan och därmed pris, men framför allt mellan olika materialslag och om det ens marknadsförs att varan innehåller återvunnet material. Många aktörer vet inte vart materialet de samlar in tar vägen eller

varifrån materialet de köper ursprungligen kommer vilket gör att det är väldigt svårt att följa materialet.

Att det i låglöneländer finns avsättning för sämre kvalitet för manuell eftersortering lyfts som en anledning att kvaliteten blivit en mindre viktig faktor (Avfall Sverige rapport 2015:16). Behov av extra sorteringssteg ger ytterligare förluster av material och bör adderas till de förluster som görs i sorteringsanläggningen vid jämförelse av alternativ. Exempelvis i ex. Storbritannien exporteras återvunnet material av en för låg kvalitet som inte efterfrågas av tillverkande företag nationell. Samtidigt importeras material (papper, aluminium, glas) av bättre kvalitet (WRAP 2009). Enligt WRAP bedöms även moderna sorteringsanläggningar för återvinningsmaterial inte kunna leverera motsvarande kvalitet som separat insamling, vilket är grunden till det arbete som nu sker i England med kvalitetsförbättrande åtgärder och som delvis redovisats ovan.

Naturvårdsverket och Kemikalieinspektionen har på svenska regeringens uppdrag utrett olika aspekter för Giftfria och resurseffektiva kretslopp med syfte att bland annat öka materialåtervinningen. Arbetet kommer exempelvis resultera i ökad vägledning om avfallshantering i både insamling, sortering och materialåtervinning samt när sådan återvinning är olämplig. Bedömningen är också att kopplingen mellan avfallslagstiftning och kemikalielagstiftning behöver tydliggöras eftersom det identifierats brister i branschen och en tydlig bedömning av när avfall upphör att vara avfall är avgörande för en säker återvinning.

Producentansvaret för bla. förpackningar (Förordning (2014:1073) om producentansvar för förpackningar) är ett styrmedel tänkt att motivera producenterna att ta fram produkter som är mer resurssnåla, lättare att återvinna och inte innehåller miljöfarliga ämnen vilket säkert kan nyttjas bättre för att driva utvecklingen. (Se exempelvis Wraps framework ovan som förebild.)

Förutsättningar för systemstudie

Utgångspunkter

Projektet har haft som uppgift att undersöka och besluta om vilken/vilka alternativ som ska studeras i en systemstudie i ett tänkt fortsättningsprojekt. De olika alternativen ska omfatta system för insamling och hantering av hushållsavfall från flerbostadsområden i svenska kommuner, bland annat med avseende på vilka förpackningsmaterial som hanteras blandade inför mekanisk sortering respektive vilka som hålls separata. Vidare bör resultaten och data från försöken med sortering av restavfall enligt Avfall Sverige (2017) återanvändas och inkluderas i en systemstudie i ett tänkt fortsättningsprojekt. Följande utgångspunkter har varit vägledande i valet:

- hög utsorteringsgrad i få steg (dvs. begränsat behov av eftersortering)
- hög utsorteringsgrad av material innehållande fossilt kol
- tillräckligt bra kvalitet på utsorterat material så att återanvändning är möjlig
- så få olika fraktioner som möjligt, samtidigt som tillräckligt bra kvalitet uppnås
- högt resurs- och miljönetto (dvs. låg resursanvändning och låg miljöpåverkan) från systemet som helhet
- nytta av den arbetsinsats som eventuell sortering innebär för medborgaren
- låga kostnader i förhållande till nytta
- kostnaderna för systemet ska fördelas så att de aktörer som har möjlighet att påverka utfallet (ur hållbarhetssynpunkt) också får incitament att bidra till den som helhet bästa lösningen
- sociala aspekter (brukarupplevelse, arbetsmiljö från insamling till återvunnen produkt, arbetstillfällen)

Efter diskussioner i projektgruppen, intervjuer med anläggningsägare och genomgång av resultat i rapporter och vetenskaplig litteratur bör systemen också beakta följande punkter:

- Eftersom insamlingssystemens utformning har betydelse för både mat- och restavfallens mängd, sammansättning och utsorteringsgrad (Avfall Sverige, 2016) bör båda dessa materialflöden inkluderas i systemen.
- Moberg et al. (2015) konstaterar att de största klimatvinsterna för återvinning och återanvändning i dagsläget och i de scenarier som

studerats återfinns i förpackningar. Störst klimatvinst per grupp av förpackningar kan göra vid återvinning av pappersförpackningar, därefter följer grupperna förpackningar av plast (exkl PET), förpackningar av PET och förpackningar av glas. (Återvinning av förpackningar av metall ger små klimatvinster.) Detta gäller även de framtida scenarierna, men klimatvinsten för gruppen förpackningar av plast (exkl PET) blir större än för papper i ett av de framtida scenarierna (båda framtida klimatvinsterna är dock större än dagens).

- I en något äldre studie (Ambell et al. 2010), som inte enbart omfattar förpackningsmaterial, anges att det ur ett bredare miljöperspektiv är önskvärt att öka återvinningen av plast och papper/papp, att återvinning av metall och gummi skulle ge mindre men tydliga miljövinster, men att ökad återvinning av glas inte framstår som prioriterat för ökad källsortering och återvinning, med tanke på de små mängder som beräknas finnas i det blandade avfallet.
- Avfall Sverige (2017) drar slutsatsen att det är klimat- och energimässigt motiverat att sortera ut restförpackningar ur restavfallet. I rapporten antas att materialet som sorteras ut ersätter jungfruligt material i olika grad (varierar mellan ca 50 % och ca 90 %, beroende på materialslag).
- Cimpan et al. (2015a) konstaterar att det för papprets skull är viktigt
 - med särhållning av papper från framför allt glas
 - att hålla ner fukthalt vilken är en funktion av bland annat lagringstid (vid insamling med andra fraktioner)
- Projektets kontakter med:
 - Stora Enso Hylte (Anne-Sofie Söderberg, pers. meddelande) gör gällande att papper från MRF-sorterat MSW inte kan återvinnas med önskvärd kvalitet och tar därmed inte emot sådant material.
 - Der Grüne Punkt (Denison 2016) meddelar att material från MRF-sorterat MSW generellt är av så dålig kvalitet att det inte kan säljas med önskvärd kvalitet.
 - NVRD (Nederländernas motsvarighet till Avfall Sverige) (Maarten Goorhuis, pers. meddelande) gör gällande att när det gäller plast så är “the actual performance of the MRF’s with regard to the quality of the material is not precisely clear. However it is clear that compared to source separation the MRF output needs a further cleaning step to reach the same quality level. “
- Cimpan et al (2015a) menar att det blir likartade resultat med avseende på plast från MRF/MSW och LPV-anläggningar eller PPW-anläggningar och

att kvaliteten mer beror på ”cross-contamination which is largely dependent on collection and storage time”.

Alternativ för systemstudie

Med ovanstående utgångspunkter och avgränsningar bedöms följande system av intresse för en framtida systemstudie.

1. Dagens system: referens

- källsortering av FTI-material via a) ÅVS och b) FNI
- insamling av matavfall till rötning
- insamling av restavfall till förbränning

2. MRF/MSW kompletterar dagens källsortering

Detta alternativ motsvarar försöken med sortering av restavfall som den beskrivs i Avfall Sverige (2017). I en tänkt systemanalys ska denna studie inkluderas och redan insamlade data ”återanvändas”.

- källsortering av FTI-material via a) ÅVS och b) FNI
- insamling av matavfall till rötning
- insamling av restavfall till utsortering av ej källsorterade förpackningar (plast, metall, respapper) i en MSW-anläggning, förbränning av rejekt
- option: torrrotning av felsorterat matavfall från MSW-anläggningen

3. MRF/MSF av LWF (behållare, eventuellt med påse, med blandade återvinningsmaterial), källsortering av tidningar och glas kompletterar

Detta alternativ har likheter med försöket som gjordes med den så kallade Gula tunnan och som beskrivs i Avfall Sverige (2013), med undantag för att det här endast är LWF-material i tunnan. Vidare gjordes endast manuell sortering av materialet i Gula tunnan-projektet för att mäta utsorteringsgrader.

- källsortering av tidningar och glas via a) ÅVS och b) FNI
- insamling av matavfall till rötning
- insamling av LWF (blandat återvinningsmaterial, ev i påse) i en behållare via a) ÅVS och b) FNI till sortering i en MSF-anläggning, förbränning av rejekt
- insamling av restavfall till förbränning
- option: torrrotning av felsorterat matavfall från MSF-anläggningen

4. MRF/MSF av LWF (i påse med blandade material) via optisk sortering, källsortering av tidningar och glas kompletterar

Första steget i detta alternativ har likheter med systemet i Eskilstuna, där samsortering gör det möjligt att ha färre fraktioner och därmed färre färgade påsar. Nästa steg som alternativ 3.

- källsortering av tidningar och glas via a) ÅVS och b) FNI
- insamling av tre påsar anpassade för optisk sortering: LWF-påse med blandade material, matavfallspåse och restavfallspåse
- optisk sortering av:
 - LWF-påsen till sortering i en MSF-anläggning
 - matavfallspåsen till rötning
 - restavfallspåsen till förbränning
- option: torrrotning av felsorterat matavfall från MSF-anläggningen

5. MRF/MSW av restavfall, källsortering av tidningar och glas kompletterar

Detta alternativ, där förpackningarna (utom glas) ligger blandat med restavfallet, har likheter med hanteringen i ROAF:s anläggning i Skedsmo, Norge, vilken emellertid också omfattar en optisk avskiljning av matavfallspåsar från det inkommande materialflödet.

- källsortering av tidningar och glas via a) ÅVS och b) FNI
- insamling av matavfall till rötning
- insamling av restavfall inkl LWF i en container för sortering i en MSW-anläggning
- option: torrrotning av felsorterat matavfall från MSW-anläggningen

Utvärdering av alternativen

Som nämndes i inledningen är det övergripande målet för projektet att klarlägga förutsättningarna för att i ett efterföljande projekt kunna jämföra källsortering och mekanisk sortering av hushållsavfall från flerbostadshusområden i svenska kommuner utifrån ett systemperspektiv med hänsyn till miljömässiga, ekonomiska och sociala effekter. Syftet är att öka den högvärdiga återvinningen av materialresurser från hushållsavfall och nå hållbar cirkularitet av materialresurser i samhället. Den tänkta systemanalysen ska omfatta hela hanteringskedjan från

insamlingsledet till den slutliga avsättningen av materialresursen. Den tänkta utvärderingen bör kunna ge svar på åtminstone¹ följande parametrar för systemet:

- klimatpåverkan (utsläpp och undvikta utsläpp)
- energianvändning (användning och undvikt användning)
- kostnader (positiva och negativa)
- sociala aspekter (positiva och negativa)

Resultaten ska beräknas för insamling och behandling av 1 (ett) ton hushållsavfall. Parametrarna ovan ska redovisas åtminstone² för följande delsystem:

- insamling och transporter
- sorterings- och behandlingsanläggningar
- anläggningar för förberedelse för återvinning
- övrig material- och resursanvändning (inkl ersatt jungfruligt material)

Metodik för systemanalysen

Funktionell enhet

Den funktionella enheten, dvs. jämförelsebasen för de olika alternativen, är hantering, behandling och återvinning av 1 (ett) ton hushållsavfall, vilket består av matavfall, restavfall och FTI-material men exklusive grovavfall och farligt avfall. Hushållsavfallet har en viss sammansättning av matavfall, förpackningar av plast, papper, glas och metall, returpapper, övrigt brännbart och övrigt icke brännbart.

Systemgränser

Alternativen omfattar alla aktiviteter från och med insamling av matavfall, restavfall, FNI och/eller ÅVS till och med förberedelse för återvinning av utsorterat material, nedan kallad återvinningspunkten, där en viss mängd utsorterat material har en sådan kvalitet att det kan ersätta jungfruligt material som råvara. Dessa aktiviteter är alternativens **kärnsystem**.

Alla alternativ ska leverera samma nyttigheter, lämpligen det som dagens system levererar. Eftersom alternativen omfattar olika tekniker med olika prestanda kommer kärnsystemen att leverera olika mängder av olika nyttigheter. Som exempel kan nämnas att vissa kärnsystem ger större mängder återvunnet polypropen vid återvinningspunkten än andra och att vissa alternativ levererar mer

¹ Dvs. detta är ett minimum; ytterligare parametrar kan tillkomma, om möjligt.

² Dvs. detta är ett minimum; ytterligare parametrar kan tillkomma, om möjligt.

fjärrvärme än andra. För att alla system ska leverera samma mängder av olika nyttigheter och därmed göra alternativen jämförbara kommer kärnsystemen att kompletteras. I exemplen ovan adderas jungfruligt polypropen och avfallsbaserad fjärrvärme till vissa kärnsystem. Dessa aktiviteter är alternativens **utökade** system.

Geografiska och tidsmässiga systemgränser fastställs först i en faktisk systemanalys, men i bedömningen av datatillgång har vi förutsatt att den genomförs för regionala eller lokala förhållanden i Sverige, i nutid eller nära nutid.

Påverkanskategorier och andra utvärderingsparametrar

Följande metoder kommer att användas för att utvärdera alternativen:

- Klimatpåverkan enligt ILCD (2011)
- Energianvändning enligt Frischknecht (2007) (i Pré (2016))
- Kostnader

Projektet har inte hittat några metoder för utvärdering av sociala aspekter. I WRAP (2011) undersöks tre olika återvinningssystem med avseende på arbetsintensitet, typ av anställningar, trängsel orsakade av arbetsfordon och brukarnöjdhet. För att kunna göra en systemanalys inklusive utvärdering av sociala aspekter återstår emellertid ytterligare sökning i litteraturen, branschstudier osv och/eller metodutveckling.

Avgränsningar

Alternativen omfattar inte

- investeringar i fasta anläggningar, fordon och infrastruktur
- transporter av personal
- deponering av aska.

Indatabehov

Utifrån kartläggningen av sorterings- och behandlingsanläggningar som redovisats ovan har tillgången på data för en systemanalys bedömts.

- I Tabell 1 redovisas en bedömning av tillgången på data på insamlade mängder per fraktion för en systemanalys av de fem alternativen för regionala eller lokala förhållanden i Sverige. Dessa data behövs för att t ex beräkna energianvändning, miljöpåverkan och kostnader för systemen.

- En bedömning av tillgången på data för prestanda hos sorteringsanläggningar återfinns i Tabell 2. Dessa data skulle användas för att beräkna energianvändning, miljöpåverkan och kostnader.
- Eftersom behovet av transporter beror av regionala systemgränser och av avstånd till faktiska/planerade/fiktiva anläggningar kan tillgången på data inte fastställas på förhand. I Tabell 3 görs en generell bedömning av tillgången på data för en systemanalys när väl dessa systemgränser och avstånd är kända. Det bör tilläggas att när det gäller avfallshantering är det vanligtvis insamlingstransporterna som är mest betydelsefulla vid en jämförelse mellan alla transporter i ett systemperspektiv.
- En bedömning av tillgången på data på jungfruligt material och data för avfallsförbrännings- och rötningsanläggningar, baserat på litteraturen som använts i projektet och på erfarenheter och användning av kommersiella databaser i tidigare livscykelanalyser, återfinns i Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 1 Ökad återvinning av förpackningsmaterial från flerfamiljsfastigheter - datatillgång för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige: Insamlade mängder per fraktion. Syfte: beräkna energianvändning, miljöpåverkan och kostnader

Bra, projektet har identifierat relevanta data som bör kunna användas i framtida studier efter kontroll av förutsättningar (t ex bra källa, aktuella data)
OK, projektet har identifierat data som bör kunna användas i framtida studier efter ytterligare verifiering (t ex bra källa, lite äldre data)
Tveksam, bör helst ersättas med bättre data (t ex annan utformning/upplägg av system, uppskattningar, gamla data)
Saknas/oklart, men relevanta data bör kunna inhämtas t ex hos publik aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen)
Saknas/oklart, men bör kunna gå att ta fram ur litteratur som identifierats i förstudien och/eller kan uppskattas med hög trovärdighet
Saknas/oklart, och är beroende av t ex privat aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen) och/eller är svår att uppskatta med hög trovärdighet
Metod inte fastställd, därmed kan inte databehov fastställas

Kg per fraktion *	Alternativ 1		Alternativ 2		Alternativ 3		Alternativ 4		Alternativ 5	
	ÅVS	FNI	ÅVS	FNI	ÅVS	FNI	ÅVS	FNI	ÅVS	FNI
Matavfall										
Well/kartong										
Metall										
Plast										
Restavfall										
Tidningar										
Glas färgat										
Glas ofärgat										

* inkl felsortering Tomma rutor = fraktionen saknas i alternativet

Alternativ:

- 1 Dagens system: referens
- 2 MSW kompletterar dagens källsortering
- 3 MSF av LWF (behållare, ev med påse, med blandade material), källsortering av tidningar och glas kompletterar
- 4 MSF av LWF (i påse med blandade material) via optisk sortering, källsortering av tidningar och glas kompletterar
- 5 MSW av restavfall inkl LWF, källsortering av tidningar och glas kompletterar

Kommentarer

- 1 Projektet bedömer att det finns aktuella data på mängder per fraktion, både för ÅVS och FNI, för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige.
- 2 Projektet bedömer att data i Avfall Sverige (2017) kan vara utgångspunkt, men hur sorteringsviljan utvecklar sig på sikt i alternativet är svårbedömt.
- 3 Projektet bedömer att det skulle behövas en större och längre studie av typen Gula tunnan (Avfall Sverige 2013), dock med endast LWF-material, som också omfattar informationskampanjer, för att kunna få fram data till en systemstudie.
- 4 Projektet bedömer att data från Eskilstuna skulle kunna användas som utgångspunkt, trots att antalet påsar skiljer.
- 5 Projektet bedömer att data på från inflöden till ROAF skulle kunna användas som utgångspunkt, men föroreningsgraden skiljer (matavfallspåsar och restavfallspåsar samsorteras vid ROAF, matavfallet kan förorena restavfallet.)

Tabell 2 Ökad återvinning av förpackningsmaterial från flerfamiljsfastigheter - datatillgång för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige. Prestanda (verkningsgrader, kvaliteter), resursanvändning och drift- och underhållskostnader. Syfte: beräkna energianvändning, miljöpåverkan, kostnader och sociala aspekter.

Bra, projektet har identifierat relevanta data som bör kunna användas i framtida studier efter kontroll av förutsättningar (t ex bra källa, aktuella data)
OK, projektet har identifierat data som bör kunna användas i framtida studier efter ytterligare verifiering (t ex bra källa, lite äldre data)
Tveksam, bör helst ersättas med bättre data (t ex annan utformning/upplägg av system, uppskattningar, gamla data)
Saknas/oklart, men relevanta data bör kunna inhämtas t ex hos publik aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen)
Saknas/oklart, men bör kunna gå att ta fram ur litteratur som identifierats i förstudien och/eller kan uppskattas med hög trovärdighet
Saknas/oklart, och är beroende av t ex privat aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen) och/eller är svår att uppskatta med hög trovärdighet
Metod inte fastställd, därmed kan inte databehov fastställas

		Förekommer i alt nr	Sorteringseffektivitet	Sorteringsnoggrannhet	Kvalitet på utgående mtrl	Användning av energi	Drift- och underhållskostn.	Sociala aspekter
Sortering	MSW	2,5						
	MRF/MSF	3,4						
	Optisk sortering	4						
Förberedelse för återvinning	Papper	1-5						
	PP	1-5						
	HDPE	1-5						
	LDPE	1-5						
	PET	1-5						
	Blandad plast	1-5						
	Icke-magnetiska metaller	1-5						
	Magnetiska metaller	1-5						
	Färgat glas	1-5						
	Ofärgat glas	1-5						
	Tidningspapper	1-5						
	Omlastning, balning	(Ev omlastning och/eller förbehandling av matavfall)	(1-5)					
(Ev omlastning av restavfall)		(1-5)						
Omlastning, grovsortering av FTI-material		1-5						

Parentes = option i alternativet

Tabell 3 Ökad återvinning av förpackningsmaterial från flerfamiljsfastigheter - datatillgång för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige: Transporter. Syfte: beräkna energianvändning, miljöpåverkan, kostnader och sociala aspekter.








	Bedöms lätt att beräkna/ta fram
	Bedöms ganska lätt att beräkna/ta fram
	Bedöms mindre lätt att beräkna/ta fram
	Bedöms ganska svårt att beräkna/ta fram eller uppskatta med hög trovärdighet
	Bedöms svårt att beräkna/ta fram, men kan uppskattas med relativt hög trovärdighet
	Bedöms svårt att beräkna/ta fram och svårt att uppskatta med hög trovärdighet

		Förekommer i alternativ	Sträcka	Bränsle	Förbrukning (l/mil)	Typ av fordon*	Kostnader
Insamling (ev via omlastning/balning/förbehandling)	Matavfall, ev via omlastning och/eller förbehandling, till rötningsanläggning	1-3+5					
	Restavfall, ev via omlastning, till MRF/MSF/MSW eller förbränning	1-3+5					
	LWF-material, ev via omlastning, till MRF/MSF	3					
	Matavfall + restavfall + LWF via optisk sorteringsanläggning till MRF/MSF	4					
	FTI-material via ÅVS till omlastning/balning	1-5					
	FTI-material via FNI till omlastning/balning	1-5					
Mellan anläggningar	Mtrl från sortering 1 (MRF/MSF/MSW-anläggning) till sortering 2 (före eller hos åv-ind)	2-5					
	Felsorterat matavfall till torrötning	(2-5)					
	Rejekt från sortering 1 till förbränning	2-5					
	Rejekt från sortering 2 till förbränning	2-5					
	Rejekt från torrötning till förbränning	(2-5)					
	Aska från förbränning till sortering	1-5					
Till återvinningsindustri	Mtrl från sortering till åv-industri	1-5					

* Bedöms vara relevant för att kunna uppskatta arbetsintensitet, buller m fl sociala aspekter

Parentes = option i alternativet













Tabell 4 Ökad återvinning av förpackningsmaterial från flerfamiljsfastigheter - datatillgång för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige: Klimatpåverkan, energianvändning, inköpskostnad för producent. Syfte: beräkna energianvändning, miljöpåverkan, alternativkostnader för producent och sociala aspekter.

	Bra, projektet har identifierat relevanta data som bör kunna användas i framtida studier efter kontroll av förutsättningar (t ex bra källa, aktuella data)
	OK, projektet har identifierat data som bör kunna användas i framtida studier efter ytterligare verifiering (t ex bra källa, lite äldre data)
	Tveksam, bör helst ersättas med bättre data (t ex annan utformning/upplägg av system, uppskattningar, gamla data)
	Saknas/oklart, men relevanta data bör kunna inhämtas t ex hos publik aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen)
	Saknas/oklart, men bör kunna gå att ta fram ur litteratur som identifierats i förstudien och/eller kan uppskattas med hög trovärdighet
	Saknas/oklart, och är beroende av t ex privat aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen) och/eller är svår att uppskatta med hög trovärdighet
	Metod inte fastställd, därmed kan inte databehov fastställas

Jungfruliga material

Kartongfiber (ersätts av/ersätter åv-fiber)
 PP (ersätts av/ersätter åv-PP)
 HDPE (ersätts av/ersätter åv-HDPE)
 LDPE (ersätts av/ersätter åv-LDPE)
 PET (ersätts av/ersätter åv-PET)
 Primär aluminium (ersätts av/ersätter åv-NFM)
 Malmbaserat stål (ersätter/ersätts av åv-FM)

* Denna kvalitet utgör referens för jämförelser
 Parentes = option i alternativet

	Förekommer i alternativ	Klimatpåverkan	Energianvändning	Inköpskostnad	Sociala aspekter
1-5					
1-5					
1-5					
1-5					
1-5					
1-5					
1-5					

Tabell 5 Ökad återvinning av förpackningsmaterial från flerfamiljsfastigheter - datatillgång för en systemanalys för regionala eller lokala förhållanden i Sverige: Prestanda (verkningsgrader, kvaliteter), resursanvändning och drift- och underhållskostnader hos förbrännings- och rötningsanläggningar. Syfte: beräkna energianvändning, miljöpåverkan, kostnader och sociala aspekter.

- Bra, projektet har identifierat relevanta data som bör kunna användas i framtida studier efter kontroll av förutsättningar (t ex bra källa, aktuella data)
- OK, projektet har identifierat data som bör kunna användas i framtida studier efter ytterligare verifiering (t ex bra källa, lite äldre data)
- Tveksam, bör helst ersättas med bättre data (t ex annan utformning/upplägg av system, uppskattningar, gamla data)
- Saknas/oklart, men relevanta data bör kunna inhämtas t ex hos publik aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen)
- Saknas/oklart, men bör kunna gå att ta fram ur litteratur som identifierats i förstudien och/eller kan uppskattas med hög trovärdighet
- Saknas/oklart, och är beroende av t ex privat aktör (om tillika projektpartner i systemanalysen) och/eller är svår att uppskatta med hög trovärdighet
- Metod inte fastställd, därmed kan inte databehov fastställas

Avfallshantering

Avfallsförbränning
 Rötning av matavfall
 (Torrötning)
 Förbränning i cementfabrik

Parentes = option i alternativet

Tomma rutor = ej relevant

Förekommer i alternativ	Verkningsgrader/biogasutbyte	Kvalitet på utgående material	Egenanvändning av energi	Drift- och underhållskostnader	Sociala aspekter
1-5					
1-5					
(2-5)					
1-5					



Box 310 • 631 04 Eskilstuna • Besöksadress Kungsgatan 43
Telefon 016-544 20 00 • Telefax 016-544 20 99
registrator@energimyndigheten.se
www.energimyndigheten.se
Org.nr 202100-5000

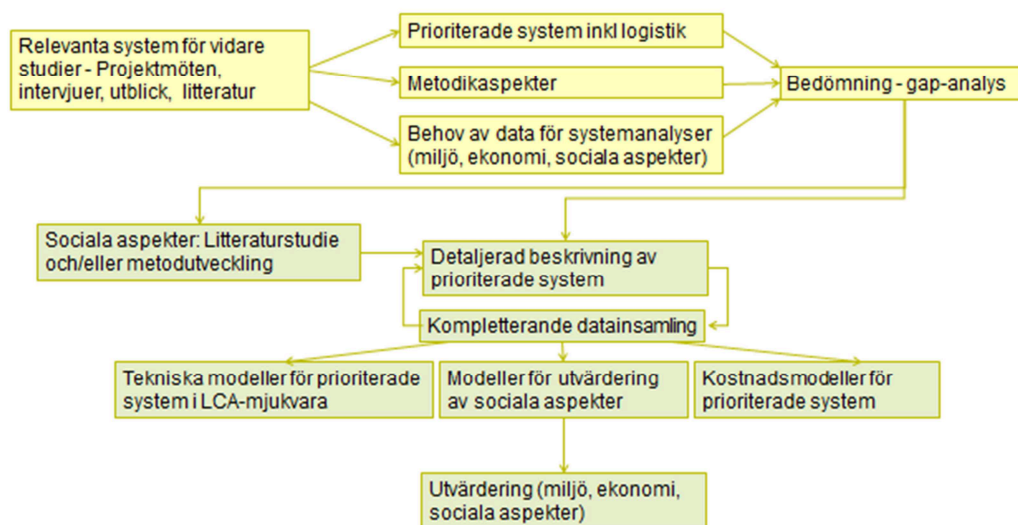
Kontakter med ytterligare aktörer som bör involveras i ett efterföljande projekt

Som framgår av tabellerna är en förutsättning för beräkning av flera av alternativen att ett fortsättningsprojekt genomförs i samverkan med anläggningar som representerar det/ de alternativ som man önskar att studera i en jämförande systemanalys.

Utkast till projektplan för efterföljande systemstudie

I

Figur 2 beskriver hur föreliggande projektet (gula rutor) förhåller sig till en efterföljande systemstudie (gröna rutor).



Figur 2 Schematisk beskrivning av föreslagen metodik (fritt efter Thoden van Velzen et al 2014). Gula textrutor = ingår i aktuellt projekt. Gröna textrutor = ingår i tänkt systemstudie.

Slutsatser

- Förprojektet har visat på svårigheter att få tillförlitlig data angående anläggningars prestanda genom intervjuer och enkäter. Detta bekräftas också av projektgruppen som tidigare har sett samma problematik vid kontakt med aktörer. Data som fås i samband med en intervju blir ofta översiktlig och det kan vara svårt att bedöma hur tillförlitliga siffrorna är. Den baseras också på sorteringsresultat utifrån avfallssammansättningen i respektive land. Resultaten från kartläggningen av tillgången på data för en systemstudie för regionala eller lokala förhållanden i Sverige s
 - Tillgången på relevanta data på insamlade mängder per fraktion i de olika alternativen bedöms vara god i alternativ 1, tillfredsställande i alternativ 2 och tveksam i alternativ 4 och 5. För

alternativ 3 saknas data för att kunna genomföra en systemstudie och är svår att uppskatta med hög trovärdighet.

- Det finns relevanta data på sorteringseffektivitet och -noggrannhet för MRF/MSW-anläggningar. Motsvarande data för MRF/MSF-anläggningar måste verifieras och relevansen säkerställas ytterligare för användning i en systemstudie, och data på energianvändningen vid dessa anläggningar bör kompletteras/uppdateras. Data på kvaliteten på utgående material är emellertid inte tillräckligt känd.
- Data på sorteringseffektivitet och -noggrannhet, kvalitet på utgående material och energianvändning i optisk sortering saknas, men dessa bör kunna inhämtas hos publik aktör förutsatt att den ingår i projektet.
- Med undantag för MRF/MSW, där det finns relevanta uppgifter, saknas data på drift- och underhållskostnader för sorteringsanläggningar och anläggningar för förberedelse för återvinning. Dessa bedöms svåra att uppskatta med hög trovärdighet och är beroende av aktör(er) med tillgång till och möjlighet att dela data i en tänkt systemanalys.
- Det finns relevanta data (eller data som bör kunna användas som utgångspunkt) på sorteringseffektivitet- och noggrannhet för anläggningar för förberedelse för återvinning för de flesta materialslagen, och de flesta av dessa har också relevanta data på energivändning. Data på kvaliteten på utgående material och drift- och underhållskostnader vid dessa anläggningar saknas emellertid, och en eventuell systemstudie är beroende av aktör(er) med tillgång till och möjlighet att dela dessa data.
- Data på omlastning och balning saknas, men dessa bör kunna inhämtas hos publik aktör förutsatt att den ingår i projektet.
- Det finns relevanta data på energiprestanda på förbrännings- och rötningsanläggningar (exkl torrötningsanläggningar), men för data på drift- och underhållskostnader är en framtida systemstudie beroende av data från aktör(er) i projektet som har tillgång till och kan dela sådana data.
- Data för torrötning (en option i alternativ 2-5) bör kunna identifieras i litteratur och/eller uppskattas med trovärdighet.

- Eftersom behovet av transporter beror av regionala systemgränser och av avstånd till faktiska/planerade/fiktiva anläggningar kan tillgången på data inte fastställas på förhand. I Tabell 3 görs en generell bedömning av tillgången på data för en systemanalys när väl dessa systemgränser och avstånd är kända.
- Tillgången på data på klimatpåverkan och energianvändning för jungfruligt material (ersätter/ersätts av återvunnet material) bedöms generellt god.
- Tillgången på data för bedömning av sociala aspekter kan inte bedömas (metoden inte fastställd).

Projektgruppen bedömer att man i ett eventuellt fortsättningsprojekt tydligare bör samverka och mer djupgående studera en sorteringsanläggning (best practice) som motsvarar det alternativ som man vill studera, exempelvis genom oberoende praktiska försök. Studiebesök skulle ge en bättre bild över processen och en samverkan skulle bidra till att mer relevant och tillförlitlig data kan samlas in. Exempel på praktiska försök vid ROAFs anläggning finns redovisade i Avfall Sverige Rapport 2017.

- Gemensam frågeställning för samverkan med en anläggning skulle kunna vara studier och uppföljning av anläggningens prestanda, kvalitet samt avsättning på utsorterade material. Exempel på innovationsområden kopplat till detta är vidare teknikutveckling av effektivare processer, vidareutveckling av sensorer för läsning och alternativ för hantering av utsorterat material för kvalitativ materialåtervinning.
- På senare år har en rad kvalitetsdrivande arbeten genomförts i olika länder vilket vore en intressant utgångspunkt i ett fortsättningsprojekt.
- Det visade sig också vara svårt att i projektet följa material från respektive anläggning till tillverkande företag. Det upplevedes generellt obekvämt för anläggningarna att lämna kontaktuppgifter till mottagande företag. Marknaden är komplex och ofta förekommer mäklare som sedan säljer materialet vidare vilket gör det svårt för aktörer i tidigare steg att veta hur materialet hanteras. Även steg med omsortering försvårar möjligheten att följa materialet.

Förtroende och engagemang i ett gemensamt projekt bedöms skapa bättre förutsättningar för att kunna jämföra skillnaden i utsorterad kvalitet och hur det påverkar möjligheten till kvalitativ återvinning. En fokusering på de materialslag som är mest intressanta skulle också möjliggöra att fokusera samt samla mer detaljerad data.

Pågående utveckling av och arbete med certifieringar av flöden och processer för att göra återvinningen mer transparent ökar också möjligheten för kommuner och anläggningar att följa materialen samt hur de används.

- Trenden går troligen mot mer separat hantering (även om det i EU direktiv ej definierats vad separat är) för att säkerställa hög kvalitet på det återvunna materialet (EU 2015). Samsortering av fraktioner lyfts ändå som ett alternativ då förutsättningen för separat insamling är dålig, egentligen flerbostadshus och tätbebyggda områden (Cimpan och EU 2015 och Wrap 2011). Tydligare kvalitetskrav i form av gemensamma standarder i kombination med pågående teknikutveckling, bedöms samtidigt kunna förbättra resultaten hos mekaniska sorteringsanläggningar.

Nästa steg

- Beslut i ansvarsfördelning mellan FTI och kommunerna, vilket är fortfarande oklar, förenklar möjligheten till projekt som rör satsningar för utveckling av insamling och sorteringsystem för förpackningar och tidningar.
- För att få tillräckligt underlag och kvalitet på data bör ett fortsättningsprojekt genomföras i samverkan med en anläggning som representerar det/ de alternativ som man önskar att studera i en jämförande systemanalys. Detta förutsätter en gemensam utgångspunkt där gemensamma intressen identifierats.

Anläggningar som bedömts som intressanta för närmare studier för alternativ med MRF/MSF DS är LOBBE i tyska Iserlohn och Madrid stad med Valdemingómez Technology Park.

- För ett innovationsprojekt inom RE:Source krävs att systemstudien kopplas till områden med innovationspotential. Exempelvis utveckling av sensorer, teknik för automatisering, läsning, kvalitetsdrivande kriterier etc. Detta förutsätter nära samverkan med företag utifrån ett gemensamt intresse för teknikutveckling inom området.
- I ett innovationsprojekt skulle även samverkan kunna ske med aktörer som använder materialet för att säkerställa tillräcklig kvalitet eller identifiera innovationer inom sortering eller användning.
- Om ett innovationsprojekt inriktas mot krav och standarder kring återvinningsbarhet av förpackningar bör kompetensen i projektet även omfatta dessa aspekter.

Referenser, källor

- Ambell, C., Björklund, A., & Ljunggren Söderman, M. (2010). *Potential för ökad materialåtervinning av hushållsavfall och industriavfall*. KTH Samhällsplanering och miljö, TRITA-INFRA-FMS 2010:4. ISSN 1652-5442.
- Avfall Sverige (2013). *Gula Tunnan. Utvärdering av en fastighetsnära insamling av tidningar och förpackningar i blandad fraktion*. Rapport U2013:16. ISSN 1103-4092.
- Avfall Sverige (2015). *Avfallssystem Källsortering vs Mekanisk Sotering. Litteraturstudie*. Rapport 2015:16. ISSN 1103-4092.
- Avfall Sverige (2016). *Svensk Avfallshantering 2016*
http://www.avfallsverige.se/fileadmin/uploads/Rapporter/sah_2016_webb.pdf.
- Avfall Sverige (2016). *Vad slänger hushållen i soppåsen? Nationell sammanställning av plockanalyser av hushållens mat- och restavfall*. Rapport 2016:28. ISSN 1103-4092.
- Avfall Sverige (2017). *Livscykelanalys av mekanisk sortering av restavfall. Energi- och växthusgasprestanda*. Under publicering. ISSN 1103-4092.
- Cimpan, C., Maul, A., Jansen, M., Pretz, T., & Wenzel, H. (2015a). Central sorting and recovery of MSW recyclable materials: A review of technological state-of-the-art, cases, practice and implications for materials recycling. *Journal of Environmental Management*, 156, 181-199.
doi:10.1016/j.jenvman.2015.03.025
- Cimpan, C., Rothman, M., Hamelin, L., & Wenzel, H. (2015b). Towards increased recycling of household waste: Documenting cascading effects and material efficiency of commingled recyclables and biowaste collection. *Journal of Environmental Management*, 157, 69-83.
doi:10.1016/j.jenvman.2015.04.008.
- European Commission (2015). *Assessment of separate collection schemes in the 28 capitals of the EU*. Reference: 070201/ENV/2014/691401/SFRA/A2
- European Commission. *Circular Economy Strategy*.
<http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/>
- Frischknecht, R.; Jungbluth, N.; Althaus, H.J.; Doka, G.; Dones, R.; Hischier, R.; Hellweg, S.; Humbert, S.; Margni, M.; Nemecek, T.; Spielmann, M. 2007. *Implementation of Life Cycle Impact Assessment Methods: Data v2.0*.ecoinvent report No. 3, Swiss centre for Life Cycle Inventories, Dübendorf, Switzerland.

- FTI (2016). *Återvinningsstatistik 2015*. <http://www.ftiab.se/180.html> (hämtad 5 december 2016)
- Göteborgs stad, Kretslopp (2012). Fastighetsnära insamling av förpackningar och tidningar. Litteraturstudie.
https://goteborg.se/wps/wcm/connect/1562e880422360bcaf6aefd7f2f70e44/FN_I_Litteraturstudie.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=1562e880422360bcaf6aefd7f2f70e44 (hämtad den 30 mars 2016)
- Hillman, K., Damgaard, A., Eriksson, O., Jonsson, D., & Fluck, L. (2015). *Climate Benefits of Material Recycling. Inventory of Average Greenhouse Gas Emissions for Denmark, Norway and Sweden*. TemaNord 2015:547. doi:10.6027/ANP2015-547.
- ILCD Handbook (2011). Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context. JRC 61049. EUR 24571 EN. ISBN 978-92-79-17451-3. ISSN 1018-5593. Doi: 10.278/33030.
<http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Recommendation-of-methods-for-LCIA-def.pdf> (hämtad den 10 februari 2017)
- Moberg, Å., Martin, M., Rydberg, T., Sundqvist, J.-O., & Youhanan, L. (2015). *Beräkning av klimatvinster med återanvändning och återvinning*. IVL Svenska Miljöinstitutet, rapport U 5585. Hämtad från
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/hallbar-konsumtion/u5585-klimatvinster-20160203.pdf>
- Pré (2016). SimaPro Database Manual Methods Library. Pré, various authors. Version 2.9, April 2016. <https://www.pre-sustainability.com/download/DatabaseManualMethods.pdf> (hämtad den 10 februari 2017)
- Resource Association (2017). *Recycling Quality Specifications*.
<http://www.resourceassociation.com/recycling-quality-specifications> (hämtad den 20 januari 2017).
- Resource Association (2014). *ReQIP – Contamination value chart*.
<http://www.resourceassociation.com/reqip-contamination-value-chart>, uppdaterad 9 september 2014 (hämtad den 20 januari 2017).
- Resource association *Recycling Quality Information Point (REQIP)*
<http://resourceassociation.com/reqip-recycling-quality-information-point> (hämtad 11 januari 2017)
- Thoden van Velzen, U., Bos-Brouwers, H., Groot, J., Bing, X., Jansen, M., & Luijsterburg, B. (2013). *Scenarios study on post-consumer plastic packaging*

waste recycling. Wageningen UR Food & Biobased Research, rapport 1408. ISBN 978-94-6173-711-3.

Trinovo Consulting (2016). *Analys av mätmetoder och utformning av jämförbara återvinningsresultat i Europa*.
<http://ftiab.se/download/18.5291b2c31555b0d1401b4f/1467582750601/Analys+Eurostat+-+2016.pdf> (hämtad den 16 december 2016)

WRAP (2011). *Kerbside Collections Options: Wales*. Final Report. January 2011. ISBN 1-84405-441-1.

WRAP. *A framework for greater consistency in household recycling in England*.
<http://www.wrap.org.uk/content/consistency> (hämtad 12 januari 2017)

The websites of all government department of United Kingdom. Material facilities. ISBN 978-0-11-110949-6.
(http://www.legislation.gov.uk/uksi/2014/255/pdfs/uksi_20140255_en.pdf).
(hämtad 7 december 2016)

Yngvesson, J., Thamm, D (2017). *Benchmarking för effektivare biogasproduktion*. Energiforsk rapport 2017:353. ISBN 978-91-7673-353-0

Personliga meddelanden

Svensson Myrin, E. (2016). Telefonsamtal och e-post-kommunikation med Eva Svensson Myrin, Miljö- och avfallsbyrån i Mälardalen AB, december 2016 (+46 70 760 45 56)

Intervju eller mailkontakt med följande personer

Andreas Kronqvist, **Stena Aluminium AB**, Sverige
Anne-Sofie Söderberg, **Stora Enso Paper AB, Hylte bruk**, Sverige
Elisabeth Söderpalm, **Fiskeby Board AB**, Sverige
Henrik Nilsson, **FTI AB**, Sverige
Janko Kramzar, **Snaga**, Slovenien
Joe Kingston, **City of London**, Storbritannien
José Luis Cifuentes Sastre, **Valdemingómez Technology Park**, Spanien
Jürgen Jacoby, **LOBBE**, Tyskland
Maarten Goorhuis, **NVRD**, Nederländerna
Ott Sutt, **Paikre**, Estland
Peter Håkansson, **Swerec**, Sverige
Robert Corijn, **Attero**, Nederländerna
Sharon Wilts Jansen, **IKEA of Sweden AB**, Sverige
Srečo Bukovec, **Slopak**, Slovenien
Tanja Bagar, **Cerrop**, Slovenien
Terje Skovly, **ROAF**, Norge

Tomas Karlsson, **Stena Recycling AB**, Sverige
Ursula Denison, **Der Grüne Punkt**, Tyskland

Bilagor

Bilaga 1. Frågor till insamlade organisationer

Bilaga 2. Frågor till sorteringsanläggningar

Bilaga 3. Frågor till användare av återvunnet material