

# Import av avfall till energiutvinning i Sverige

- Delprojekt 1 inom projektet  
Perspektiv på framtida avfallsbehandling

Jenny Sahlin  
David Holmström  
Mattias Bisailon





# **Import av avfall till energiutvinning i Sverige**

**Delprojekt 1 inom Perspektiv på framtida avfallsbehandling**

## **Imports of waste fuels for energy recovery in Sweden**

Jenny Sahlin, David Holmström, Mattias Bisaillon

Projektnummer WR-35  
År: 2013

**WASTE REFINERY**  
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
[www.wasterefinery.se](http://www.wasterefinery.se)  
[wasterefinery@sp.se](mailto:wasterefinery@sp.se)  
ISSN 



## Sammanfattning

Import av avfallsbränsle till energiutvinning i Sverige kan öka till 1,5 miljoner ton år 2015, när nya avfallskraftvärmeverk är i drift, samt till omkring 2,5 miljoner ton år 2020, om all planerad kapacitet byggs. Det gäller om nationella mål för ökad materialåtervinning och biologisk behandling nås, vilka i så fall medför att mindre mängder blandat restavfall återstår till förbränning.

När import av avfallsbränsle till Sverige har ökat, har även behovet av kunskap ökat, liksom frågor, oro och farhågor. Syftet med projektet *”Import av avfall till energiutvinning i Sverige”* är därför att skapa ett förbättrat underlag för beslut och kommunikation om import av avfallsbränsle, samt att studera importens förutsättningar, möjligheter och hinder.

Målet är att ta fram ett fakta- och marknadsunderlag för berörda verksamhetsutövare, representanter för myndigheter och beslutsfattare. Underlaget omfattar bland annat bedömning av framtida importmängder och möjliga importmarknader, effekt av styrmedel, oro och farhågor, ekonomiska aspekter samt klimatpåverkan vid import av avfallsbränsle.

Tio slutsatser från projektet är:

- Import av avfallsbränsle kan öka till **1,5 miljoner ton år 2015**, och till omkring **2,5 miljoner ton år 2020**, om alla planerade avfallskraftvärmeverk byggs.
- Detta gäller vid uppfyllelse av nationella mål för materialåtervinning och biologisk behandling. En osäkerhet är konjunkturen, som har inverkan på avfallsmängderna.
- Import av avfallsbränsle kan bidra till att **EU når högre i avfallshierarkin** – om deponering undviks i ursprungslandet och ersätts med effektiv energiutvinning.
- **Energiutvinning av importerat avfallsbränsle leder till minskade utsläpp av växthusgaser.** Det beror på att deponering av avfall i ursprungslandet undviks, samt att användning av fossila bränslen i Sverige minskar.
- Processen att styra bort avfall från deponering sker i olika takt inom EU och **exporten bör successivt ”flytta vidare”** till länder med långsammare utveckling.
- **Export av avfallsbränsle från avsändarländerna drivs av en hög alternativkostnad för avfallsbehandling.** Tydligast är det just nu i Storbritannien.
- Det finns **oro och farhågor förknippade med import av avfallsbränsle**, bland annat oro för ökade utsläpp, transporter, ökade mängder aska att hantera, samt för en ökad ekonomisk risk när man är verksam utomlands.
- **Kommunikation och ökad kunskap ger en mindre andel personer med en negativ allmän inställning till import av avfallsbränsle.**
- **Svenska anläggningar bedöms få kostnadsökningar** och en försämrad konkurrenskraft jämfört med andra importländer. Orsakerna är inträdet i handelsystemet för utsläppsrätter för fossil koldioxid, samt ökade kostnader för flyg- och bottenaska.
- **Transportkostnaderna kan uppgå till 500 kr/ton**, beroende på att logistikkedjan är komplex, och kan bestå av: balning, en eller flera lastbils- och fartygstransporter, flera lastningar och lossningar av lastbil och fartyg, eventuell(a) mellanlagring(ar) och slutligen öppning av balar. Erfarenheter inom projektet visar att en bra logistiklösning kan vara avgörande för möjligheten till import.

Projektet är ett av fem delprojekt inom *Perspektiv på framtida avfallsbehandling*. Det har utförts genom datainsamling, modellberäkningar, intervjuer samt diskussion och analys i arbets- och referensgrupperna. Måluppfyllelsen bedöms vara god och det har varit ett stort intresse för resultaten, som redan innan projektet är klart, har används av flera verksamhetsutövare, både inom och utanför projektet. Även intresset från media har varit stort, och projektet har refererats till, samt presenterats på konferenser. Resultaten har därigenom redan god spridning.

**Nyckelord:** *avfallsförbränning, import av avfallsbränsle, klimatpåverkan, kraftvärmeproduktion, systemanalys.*

## Summary

Swedish imports of waste fuels may increase to 1.5 million tonnes by 2015, when new waste-fuelled combined heat and power plants are in operation; and to 2.5 million tonnes by 2020, if all planned capacity is built. This is the case if national targets for increased material recycling and biological treatment are reached; which means that smaller amounts of mixed waste remains for incineration.

When the import of the waste fuel into Sweden has increased, also need of knowledge has increased, as well as the concerns and fears. The aim of the project "Imports of waste to energy recovery in Sweden", therefore, is to create an improved basis for decisions and communications concerning the import of waste fuel, as well as to study its conditions, opportunities and obstacles.

The target group is interested operators, representatives of public authorities and decision-makers. Data includes analysis of future imported quantities, possible import markets, policy instruments and its effects, concerns and fears, economic aspects and effects on climate change while importing the waste fuel.

### Ten conclusions from the project:

- Imports of waste fuel may increase to 1.5 million tonnes by 2015 and to around 2.5 million tonnes by 2020, if all the planned waste-fuelled combined heat and power plants are built.
- This applies to the fulfilment of national targets for the material recycling and biological treatment. One uncertainty is the economy, which has effect on waste quantities.
- Imports of waste fuel can contribute to EU waste management reaching higher in the waste hierarchy—if landfilling of waste is avoided and replaced by efficient energy recovery.
- Energy recovery of the imported waste fuel leads to a reduction in greenhouse gas emissions. This is due to the avoided landfilling of waste in the country of origin, and that the use of fossil fuels in Sweden decreases.
- The process of reducing landfilling of waste is occurring at different rates within the EU, and exports should progressively "move on" to countries with slower growth rate.
- In the countries of origin, the waste exports are driven by a high alternative cost for waste treatment. Most obviously it is currently in the United Kingdom.
- There are concerns and fears associated with the imports of waste fuel, including concerns about increased emissions, transports, increased amounts of ash handling, as well as for increased financial risk when operating abroad.
- Communication and improved knowledge provides a smaller percentage of people with a negative public attitude towards the import of waste fuels.
- Swedish plants expect cost increases and a decrease in competitiveness compared to other countries within short. The causes are inclusion in the emissions trading system of fossil carbon dioxide, as well as increased costs for air and bottom ash handling.
- Transport costs could reach up to 500 SEK/tonne, depending on the complexity of the logistics chain when importing waste fuels to Sweden.

The project is one of five sub-projects in "*Perspectives on the future waste treatment*". The project has been carried out through data collection, computer modelling, interviews as well as discussion and analysis in the working and reference groups. The goal is estimated to having been reached, the results are already used. From media, there is an interest of the results, and the project has already been referred to and presented at conferences. The results are thus already well-spread.

Key words: waste-to-energy, imports of waste, climate change, combined heat and power production, systems analysis.



## Förord

Projektet har genomförts av en arbetsgrupp som har bestått av:

Johan Thorén SP och Luleå Tekniska Universitet,  
Lisa Dahlén och Anders Lagerkvist, Luleå Tekniska Universitet,  
Lia Detterfelt, Sara Boström och Jonas Axner, Renova AB,  
Stig Edner och Tommy Nyström, Sysav (Sydskånes avfallsaktiebolag), samt  
Mattias Bisailon och Jenny Sahlin (projektledare), Profu AB.

Arbetsgruppen har totalt haft sju arbetsgruppsmöten under projekttiden samt en återkommande kommunikation genom telefon och mejl.

Därtill har det också funnits en referensgrupp till hela projektet ”*Perspektiv på framtida avfallsbehandling*”. Värdefulla synpunkter och reflektioner har inhämtats från referensgruppens fyra möten under projekttiden rörande indata, resultat och slutsatser från delprojektet. Deltagarna framgår nedan.

### Referensgruppen:

Avfall Sverige, Weine Wqvist, Per Nilzén och Jakob Sahlén  
Borås Energi och Miljö, Per Karlsson  
E.ON, Elisabeth Söderpalm  
Energimyndigheten, Camilla Axelsson  
FTI, Annika Ahlberg  
Götaverken Miljö, Per Lindgren  
Göteborgs Energi, Ann-Marie Lindell  
JTI, Ulf Nordberg (Johan Laurell)  
Kretsloppskontoret, Jessica Granath och Agneta Sander  
Naturvårdsverket, Catarina Östlund  
NSR, Sanita Vukicevic  
Renova AB, Christian Baarlid och Christer Lundgren  
SIK, Katarina Lorentzon  
SP, Evalena Blomqvist och Christina Anderzén  
Stena Metall, Marianne Gyllenhammar  
Svensk Fjärrvärme, Charlotta Abrahamsson  
Sysav, Håkan Rylander

Samtliga påståenden, slutsatser och rekommendationer (kapitel 10-12) är författarnas ord, och det är inte säkert att hela arbetsgruppen står bakom dessa.

Projektet har finansierats av Waste Refinery samt de representerade företagen i arbets- och referensgrupperna.

Ett stort tack till alla deltagare som bidragit med kunskap, erfarenheter, åsikter, diskussioner och framförallt ett stort engagemang i frågan om import av avfallsbränsle.

Möln dal, januari 2013  
Jenny Sahlin

# Innehållsförteckning

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| Sammanfattning                                                      | V         |
| Förord                                                              | IX        |
| <b>1 INLEDNING</b>                                                  | <b>1</b>  |
| 1.1 PROBLEMBESKRIVNING                                              | 2         |
| 1.2 SYFTE OCH MÅL                                                   | 3         |
| 1.3 AVGRÄNSNINGAR                                                   | 3         |
| 1.4 LÄSANVISNINGAR                                                  | 4         |
| <b>2 BAKGRUND</b>                                                   | <b>5</b>  |
| 2.1 BAKGRUND TILL PROJEKTET                                         | 5         |
| 2.2 TIDIGARE ARBETE                                                 | 5         |
| <b>3 METOD, SYSTEM, OCH MODELLER</b>                                | <b>7</b>  |
| 3.1 METOD                                                           | 7         |
| 3.2 SYSTEMAVGRÄNSNING                                               | 7         |
| 3.3 AVFALLSHANTERING I ORWARE                                       | 9         |
| 3.4 FJÄRRVÄRMEPRODUKTION I NOVA                                     | 9         |
| <b>4 IMPORT AV AVFALLSBRÄNSLE TILL SVERIGE</b>                      | <b>10</b> |
| 4.1 IMPORT AV AVFALLSBRÄNSLE IDAG                                   | 10        |
| 4.2 IMPORT AV AVFALLSBRÄNSLE TILL ÅR 2020                           | 12        |
| <b>5 AVFALLSBEHANDLING I EUROPA</b>                                 | <b>15</b> |
| 5.1 AVFALLSBEHANDLING IDAG                                          | 15        |
| 5.2 VAD HÄNDER TILL ÅR 2020?                                        | 17        |
| 5.3 KRAFTIG UPPBYGGNAD AV ALTERNATIV TILL DEPONERING I VISSA LÄNDER | 17        |
| 5.4 LÅNGSAM UTVECKLING I ANDRA LÄNDER                               | 18        |
| <b>6 KLIMATPÅVERKAN VID IMPORT AV AVFALL</b>                        | <b>20</b> |
| 6.1 ÖVERGRIPANDE RESULTAT                                           | 20        |
| 6.2 UTSLÄPP FRÅN SKORSTENEN VID AVFALLSFÖRBRÄNNING (STAPEL 1)       | 21        |
| 6.3 SLUPPNA UTSLÄPP I AVSÄNDARLÄNDER (STAPEL 2)                     | 22        |
| 6.4 KLIMATPÅVERKAN FRÅN TRANSPORT (STAPEL 3)                        | 24        |
| 6.5 SLUPPNA UTSLÄPP I ENERGISYSTEMET (STAPEL 4-6)                   | 24        |
| 6.6 KÄNSLIGHETSANALYSER                                             | 26        |
| <b>7 STYRMEDEL</b>                                                  | <b>35</b> |
| 7.1 EU                                                              | 35        |
| 7.2 SVENSKA STYRMEDEL                                               | 37        |
| <b>8 MARKNADSANALYS</b>                                             | <b>40</b> |
| 8.1 NORGE                                                           | 40        |
| 8.2 STORBRITANNIEN                                                  | 41        |
| 8.3 POLEN                                                           | 43        |
| 8.4 TYSKLAND                                                        | 43        |
| 8.5 NEDERLÄNDERNA                                                   | 45        |
| <b>9 TRANSPORT AV AVFALLSBRÄNSLE VID IMPORT</b>                     | <b>46</b> |
| 9.1 TRANSPORT AV AVFALL IDAG                                        | 46        |
| 9.2 TRANSPORTKOSTNADER                                              | 49        |
| 9.3 LAGSTIFTNING GÄLLANDE TRANSPORT AV AVFALL                       | 51        |
| 9.4 FRAMTIDA IMPORT AV BRÄNSLEN MED BÅT                             | 52        |

|           |                                                         |           |
|-----------|---------------------------------------------------------|-----------|
| <b>10</b> | <b>ORO OCH FARHÅGOR VID IMPORT AV AVFALL</b>            | <b>53</b> |
| 10.1      | NATURVÅRDSVERKET                                        | 53        |
| 10.2      | NATURSKYDDSFÖRENINGEN                                   | 54        |
| 10.3      | BELLONA                                                 | 54        |
| 10.4      | TVÅ ENKÅTUNDERSÖKNINGAR                                 | 55        |
| 10.5      | RAPPORTERING I MEDIA                                    | 55        |
| <b>11</b> | <b>PERSPEKTIVET 2030</b>                                | <b>59</b> |
| 11.1      | AVFALL SOM RESURS, HANDEL MED AVFALL OCH AVFALLSBRÄNSLE | 59        |
| 11.2      | AVFALLSFÖRBRÄNNING I FJÄRRVÄRMESYSTEMEN                 | 60        |
| 11.3      | HANTERING AV BOTTEN- OCH FLYGASKA                       | 61        |
| <b>12</b> | <b>SLUTSATSER</b>                                       | <b>63</b> |
| <b>13</b> | <b>REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING</b>                  | <b>66</b> |
| <b>14</b> | <b>LITTERATURREFERENSER</b>                             | <b>67</b> |

## Bilagor

|          |                                                                      |           |
|----------|----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>A</b> | <b>AVFALLSSYSTEMET OCH OMGIVANDE SYSTEM</b>                          | <b>65</b> |
| <b>B</b> | <b>AVFALLSHANTERING I ORWARE-MODELLEN</b>                            | <b>67</b> |
| <b>C</b> | <b>AVFALLSMÄNGDER</b>                                                | <b>70</b> |
| <b>D</b> | <b>AVFALLSBEHANDLING</b>                                             | <b>75</b> |
| <b>E</b> | <b>OMVÄRLDSFAKTORER ÅR 2020</b>                                      | <b>77</b> |
| <b>F</b> | <b>EFFEKTER I FJÄRRVÄRMESYSTEMET OCH DATORMODELLEN NOVA</b>          | <b>79</b> |
| <b>G</b> | <b>EFFEKTER PÅ ELPRODUKTION OCH DATORMODELLEN MARKAL</b>             | <b>82</b> |
| <b>H</b> | <b>ATTITYDUNDERSÖKNINGAR</b>                                         | <b>87</b> |
| <b>I</b> | <b>INDATA FÖR BERÄKNINGAR AV KLIMATPÅVERKAN VID IMPORT AV AVFALL</b> | <b>90</b> |

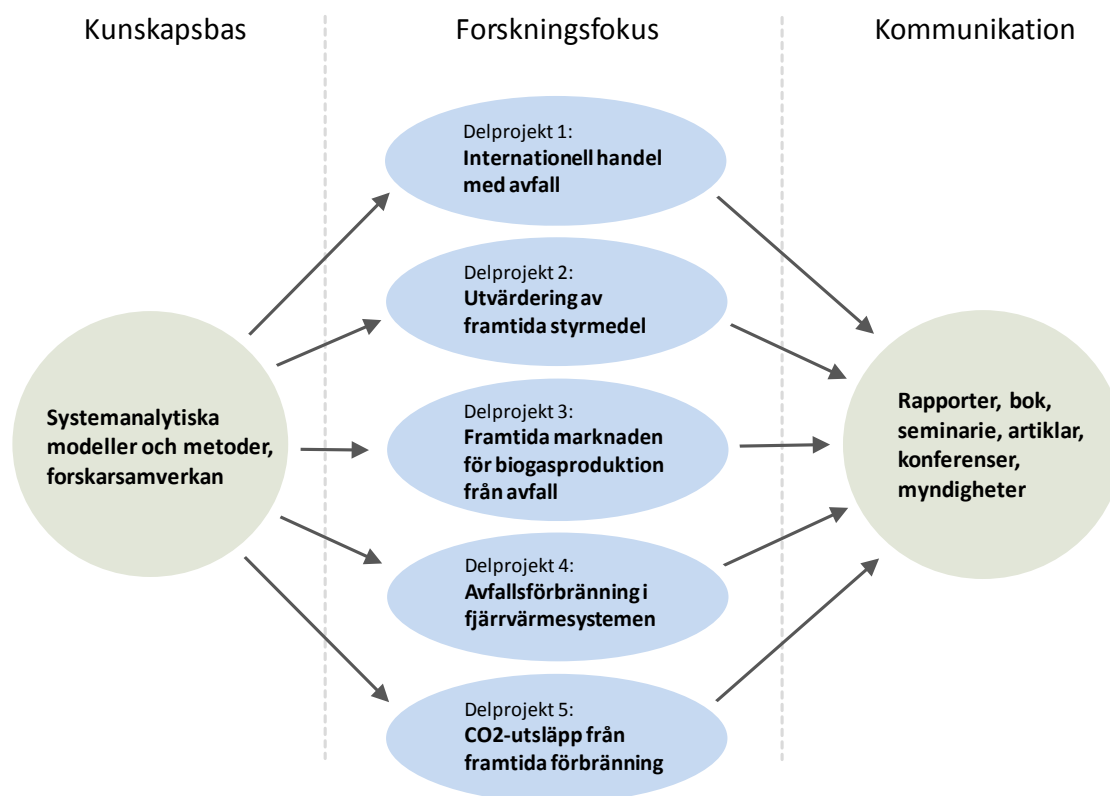


# 1 Inledning

Projektet ”Import av avfall till förbränning i Sverige” är ett delprojekt inom ”*Perspektiv på framtida avfallsbehandling*”, som studerar fem grundläggande områden, forskningsfokus i figur 1, för den framtida svenska avfallsbehandlingen. De områden som valts ut är aktuella för svensk avfallshanteringen och väsentliga för hur den framtida avfallsbehandlingen kommer att utvecklas. De fem forskningsprojekt som inkluderas är:

1. Import av avfall till energiutvinning i Sverige;
2. Utvärdering av framtida styrmedel;
3. Framtida marknad för biogasproduktion;
4. Avfallsförbränning i fjärrvärmessystemen, samt
5. Koldioxidutsläpp från framtida avfallsförbränning.

En övergripande illustration av projektet ges i figur 1.



Figur 1. Översikt av projektet ”Perspektiv på framtida avfallshantering” med de tre delarna Kunskapsbas, Forskningsfokus och Kommunikation.

Figure 1. Illustration of the project “Perspectives on future waste management.” with “Base of knowledge”, “Focus of research”, and “Communication” as the three parts of the project.

I sin helhet utnyttjar projektet befintlig systemanalytisk kunskap och befintliga beräkningsmodeller för att studera de utvalda områdena. Stor vikt läggs också på kommunikation från projektet till samhällets forskare, verksamhetsutövare, myndigheter och beslutsfattare. I figuren beskrivs projektet i tre delar: **Kunskapsbas**, **Forskningsfokus** och **Kommunikation**.

**Kunskapsbasen** är den grund med systemanalytiska modeller och metoder, nätverk, data och kunskaper som behövs för genomförandet av de fem delprojekten. Viktigt för genomförandet är att modelleringskonceptet redan är utvecklat, främst inom det tidigare WR-projektet *”Termisk och biologisk avfallsbehandling i ett systemperspektiv”* WR04 (etapp 1) och WR21 (etapp 2). Här kompletteras dock med andra modeller som utvecklats i andra forskningsprojekt samt befintliga systemkunskaper inom området. Här ingår även kunskapsutbyte med andra forskargrupper till exempel inom forskningsprogrammet Hållbar Avfallshantering, som finansieras av Naturvårdsverket.

**Forskningsfokus** är rubriken på det forskningsarbete som görs inom hela projektet. Här återfinns de fem olika delprojekten ovan som behandlar de utvalda aktuella områdena. Större delen av projektets arbete och därmed projektets resurser läggs på dessa delprojekt.

Presentationen av resultaten från projektet beskrivs under rubriken, **Kommunikation**. Att på ett effektivt sätt kommunicera resultaten från ett forskningsprojekt är ofta svårt och dessutom ett område som ofta inte prioriteras. Här är valt ett ambitiöst program för hur resultaten kan kommuniceras till en bred publik genom att definiera flera olika vägar fram till våra utvalda målgrupper.

I denna rapport redovisas delprojekt 1 “Import av avfall till energiutvinning i Sverige”. Titeln har ändrats sedan ansökan, med syftet att precist beskriva det som undersökts. Delprojekt 1,2 och 4 startade i början av 2011 medan delprojekt 3 och 5 startade vid årsskiftet 2011/2012. Samtliga delprojekt slutrapporteras vid årsskiftet 2012/2013. I alla delprojekt används samma förutsättningar för att beskriva omvärlden. Detta kan t ex gälla energipriser, skatter och andra styrmedel.

## 1.1 Problembeskrivning

Import av brännbart avfall till kraft- och värmeproduktion i Sverige har ökat de senaste åren. Det beror på att vi numera har mer kapacitet för att förbränna avfall än den mängd avfall som återstår efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling. Prognoser visar dessutom att detta överskott på behandlingskapacitet – och därigenom behovet av att importera avfall – kommer att öka framöver.

Den nya situationen gör att behovet av kunskap är stort. Utan kunskap får utövarna problem att planera och genomföra verksamheten inom området avfallsförbränning på ett långsiktigt hållbart sätt som är både ekonomiskt lönsamt och miljömässigt lämpligt.

## 1.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med detta projekt är att skapa förbättrade underlag för beslut om import av avfallsbränsle för energiutvinning i Sverige, och som en del i det studera förutsättningar, möjligheter och hinder. Målet är att ta fram ett faktaunderlag för aspekter kring import av avfallsbränsle och att underlaget skall kunna användas av olika aktörer.

### Projektet presenterar:

- Marknadsanalyser som beskriver de ekonomiska förutsättningarna för import från olika länder inom Europa.
- Lagar, styrmedel, mål på nationell nivå och inom EU som påverkar handeln med avfallsbränslen.
- Modellberäkningar som utvärderar ekonomiska konsekvenser av utvalda styrmedel.
- En undersökning av opinion och farhågor kring import till Sverige. Här inkluderas myndigheter, allmänhet och intresseorganisationer.
- Modellberäkningar som visar klimatkonsekvenser av ökad import av avfallsbränsle.
- Analys av relevanta skillnader mellan länder som skapar förutsättningar/hinder för import av avfall.
- Utvecklingen på kort och lång sikt. Med kort sikt avses här till år 2020, och lång sikt till år 2030.

Omfattningen har begränsats något jämfört med projektansökan. Bland annat berör projektet enbart avfallsbränslen till energiutvinning och inga andra behandlingsmetoder, samt att andra miljöaspekter än klimatpåverkan har exkluderats. Möjligheten för import av avfallsbränsle från länder utanför EU undersöktes i inledningen av projektet, men fick avskrivas på grund av ett komplicerat regelsystem. Efter dessa förändringar har titeln på projektet ändrats för att mer precist beskriva det som undersökts.

## 1.3 Avgränsningar

Projektet avgränsas av frågorna som beskrivits ovan. Sveriges avfallssystem är i fokus för studien, men delar av det interagerar på en marknad som sträcker sig längre bort, vilket vi tar hänsyn till (Systemavgränsningarna beskrivs vidare i avsnitt 3.1).

Resultaten ges i huvudsak i tidsperspektivet till år 2020. Till år 2030 diskuterar vi ett antal faktorer som vi bedömer kan ha inverkan på importen av avfallsbränsle.

Kapacitet och mängder returträflis (RT-flis) ingår inte i sammanställningen. Visserligen klassificeras RT-flis som avfall, men marknaden för RT-flisbränsle verkar till stor del skilt från de övriga avfallsbränslemarknaderna.

## 1.4 Läsanvisningar

Denna rapport är en faktasammanställning och analys av faktorer som bedöms påverka möjligheterna till import av avfall för energiutvinning, idag eller i framtiden.

Nedan beskrivs innehållet i de olika kapitlen:

Kapitel 1 är inledningen med beskrivning av hela projektet *Perspektiv på framtida avfallsbehandling*, problembeskrivning, syfte och mål, och avgränsningar.

Kapitel 2 ger en kortfattad bakgrund till hela projektet *Perspektiv på framtida avfallsbehandling*, samt närliggande forskning om avfallssystem.

I kapitel 3 Beskrivs det studerade systemet och kortfattat om använda modeller.

Kapitel 4 är det första resultatkapitlet och behandlar mängder importerat avfallsbränsle till Sverige, idag och till år 2020.

Kapitel 5 redovisar avfallsbehandling i Europa, nuläge och trend, som en grund för senare resultat om möjliga importmarknader och klimatpåverkan vid import av avfall.

Kapitel 6 vidare beräkningsresultat, grundfall och känslighetsanalyser vid klimatpåverkan vid import av avfall.

Kapitel 7 redovisar utvalda styrmedel med inverkan på möjligheterna för import av avfallsbränsle, samt kommenterar styrmedlens effekt.

Kapitel 8 innehåller en analys av möjliga importmarknader för avfall, samt kort om situationen i två konkurrentländer om importerat avfall.

Kapitel 9 behandlar transport av avfallsbränsle, transportsätt, kostnader, lagstiftning och framtid.

Kapitel 10 handlar om oro och farhågor som har noterats, och redovisar åsikter från ett antal instanser, samt resultat från två enkätundersökningar som har berört ämnet.

Kapitel 11 är en framåtblick till år 2030 och en diskussion om ett antal faktorer som kan ha inverkan på import av avfallsbränsle. Ämnena är avfall som resurs, avfallsförbränning i fjärrvärmesystemen, hantering av botten, och flygaska.

Kapitel 12 och 13 är slutligen slutsatser och rekommendationer från projektet. Dessa bygger på samtliga tidigare kapitel, samt på de efterföljande appendixen.

Appendix A-I innehåller underlag och detaljerade metodbeskrivningar.



## 2 Bakgrund

### 2.1 Bakgrund till projektet

Import av avfallsbränsle till Sverige har ökat de senaste åren. Det beror på att kapaciteten i avfallskraftvärme- och värmeverk är större än mängden avfall. Då avses den mängd blandat restavfall i Sverige, som återstår efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling, se vidare kapitel 4.

Samtidigt är Europas avfallsbehandling under förändring med främst en successiv övergång från deponering till andra behandlingsmetoder. I många länder saknas alternativ till deponering, och då kan export av avfall till länder och Sverige vara ett alternativ, se vidare kapitel 5.

När import av avfallsbränsle till Sverige har och kommer att öka, ökar även behovet av kunskap, och det utgör bakgrunden till projektet ”*Import av avfall till energiotvinning i Sverige*”.

### 2.2 Tidigare arbete

Avfallssystemet i Sverige har under lång tid genomgått förändringar som syftar till minskad miljöpåverkan från avfallshanteringen. Profu har under lång tid följt och analyserat styrmedel och förslag till sådana, samt förändringar av avfallssystemet både på forskningsbasis, konsultbasis och som experter i flertalet offentliga utredningar (SOU).

Inom ramen för Waste Refinery har Profu genomfört projektet ”Termisk och biologisk behandling ur ett systemperspektiv” (WR04 och WR21). Målsättningen med projektet var att ur ett systemperspektiv utvärdera nya och förbättrade tekniker för behandling av organiskt avfall från hushåll och verksamheter. Utvärderingen genomfördes genom detaljerade systemanalyser över avfalls- och energisystemen i Göteborg och Borås. Resultatet från projektet utgörs av kvantifierade ekonomiska och miljömässiga prestanda för ett flertal nya avfallsbehandlingstekniker under förutsättning att de implementeras i de bägge kommunernas avfallsbehandlingssystem. Dessa resultat är ämnade att nyttjas som underlag för beslutsfattare vid beslut om framtida utformning av behandlingssystemen i de två kommunerna. Som resultat har även erhållits aktuella och validerade modeller över avfallssystemen i Göteborg och Borås. Modellerna beskriver avfallsflöden samt befintliga och framtida behandlingstekniker. Som output från modellerna ges ekonomiska resultat, emissioner av växthusgaser samt emissioner av försurande och övergödande ämnen. Dessa modeller ingår i det som i detta projekt benämns Kunskapsbas.

Ett omfattande arbete med avfallssystemforskning har pågått de senaste sex åren inom forskningsprogrammet Hållbar Avfallshantering, ([www.hallbaravfallshantering.se](http://www.hallbaravfallshantering.se)) finansierat av Naturvårdsverket. Forskningsprogrammet, som nu är under avslutning, har samlat majoriteten av dem som arbetar med systemanalys av avfall just nu, och programmet beskrivs kortfattat här. Deltagare i programmet, utöver Profu är: IVL Svenska Miljöinstitutet, Chalmers, Göteborgs universitet, Högskolan i Gävle, Konjunkturinstitutet, Kungliga tekniska högskolan, Lunds universitet och Luleå tekniska universitet. Ett stort antal artiklar, rapporter, föredrag med mera har publicerats från programmet.

Inom Hållbar Avfallshantering forskar man kring vilka styrmedel och strategiska beslut som kan bidra till att utveckla avfallshanteringen i en mer hållbar riktning. Programmet utgår från fyra övergripande scenarier för omvärldsutvecklingen och analyserar bland annat möjligheten för och effekter av att införa nya styrmedel inom avfallssystemet. Metodiken beskrivs bland annat i konferensartikeln [1] och en analys av ett stort antal styrmedel finns i bland annat i konferensartikeln [2].

Inom projektet undersöks också bland annat attityder till materialåtervinning samt psykologiska aspekter av avfallshantering. Tidigt undersöktes effekter av införandet av förbränningsskatten vilken publicerades i en vetenskaplig artikel [3].

Övrigt i Norden pågår avfallssystemforskning på Danmarks tekniska universitet. Där har man nyligen avslutat arbetet med att ta fram en modell för att miljömässigt utvärdera olika avfallshanteringssystem samt både miljömässigt och ekonomiskt utvärderat ett antal insamlingssystem för material för återvinning och publicerat vetenskapliga artiklar [4-5].

Profu har även i ett flertal andra utredningsarbeten arbetat med frågeställningar som liknar dem som nu ämnas studeras i detta projekt. Denna kunskap har nyttjats vid arbetet i detta projekt. Nedan följer en lista på projekt där Profu arbetat eller arbetar med liknande frågeställningar:

- **Energy from Waste – an international perspective** (Avfall Sverige U2009:05)  
Beskriver energiutvinning (förbränning, rötning samt insamling av deponigas) från avfall i Europa idag och i ett framtidsperspektiv
- **Klimatpåverkan från import av avfall** (Avfall Sverige U2009:06)  
Beräknar klimatpåverkan från dagens import av brännbart avfall till Sverige
- **Energy from waste Potential contribution to EU renewable energy and CO<sub>2</sub> reduction targets** (Avfall Sverige U2009:18)  
Beräknar avfallssystemets möjliga bidrag till att uppnå EU:s mål om förnybar energi och minskade utsläpp av CO<sub>2</sub> till år 2020
- **Kapacitetsutredning 2011. Tillgång och efterfrågan på avfallsbehandling till år 2020** (Avfall Sverige F2012:03)  
En bedömning av framtida tillgång och efterfrågan på avfallsförbränning och biologisk behandling av organiskt avfall i Sverige. Liknande bedömningar har genomförts av Profu vid ett flertal tillfällen. Detta är den senast publicerade versionen
- **Assessment of increased trade of combustible waste in the European Union** (Avfall Sverige F2012:04)  
Studie av möjligheter och hinder för Sverige och fem andra länder i Europa att importera brännbart avfall från länder i östra Europa med stor andel deponering
- **Fjärrvärmens i framtiden – fjärrvärmens konkurrenssituation i ett framtida hållbart energisystem** (pågående Fjärrsynprojekt)  
Skall bland annat studera den framtida produktionsmixen i de svenska fjärrvärmesystemen
- **CO<sub>2</sub> från svensk avfallsförbränning** (2003, publicerad av Avfall Sverige)  
Beräkningar av utsläppet av CO<sub>2</sub> vid förbränning av avfall i Sverige

### 3 Metod, system och modeller

I den analys av import av avfallsbränsle som gjorts i detta arbete är systemanalys central. I detta kapitel över metod, system och modeller beskriver vi hur studierna gjorts, hur analysen byggts upp, vilka tekniska system som omfattas av systemstudien och vidare hur ansatsen med beräkningsmodeller utnyttjas för att studera dessa system.

#### 3.1 Metod

Metoden baseras på en kombination av datainsamling, modellberäkningar och intervjuer. Projektet har dessutom utnyttjat kunskap och erfarenheter hos deltagarna i arbets- och referensgruppen, och data har även kommit från dessa grupper. En viktig del av metoden har varit de diskussioner och analyser som hållits inom dessa grupper.

Datainsamling har utgjort huvuddelen av arbetat till varje kapitel. En stor mängd underlag har hämtats från Eurostat

([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main_tables))

bland annat när det gäller avfallsmängder och behandling i olika länder. För Sverige har data hämtats från Naturvårdsverket och Avfall Sverige.

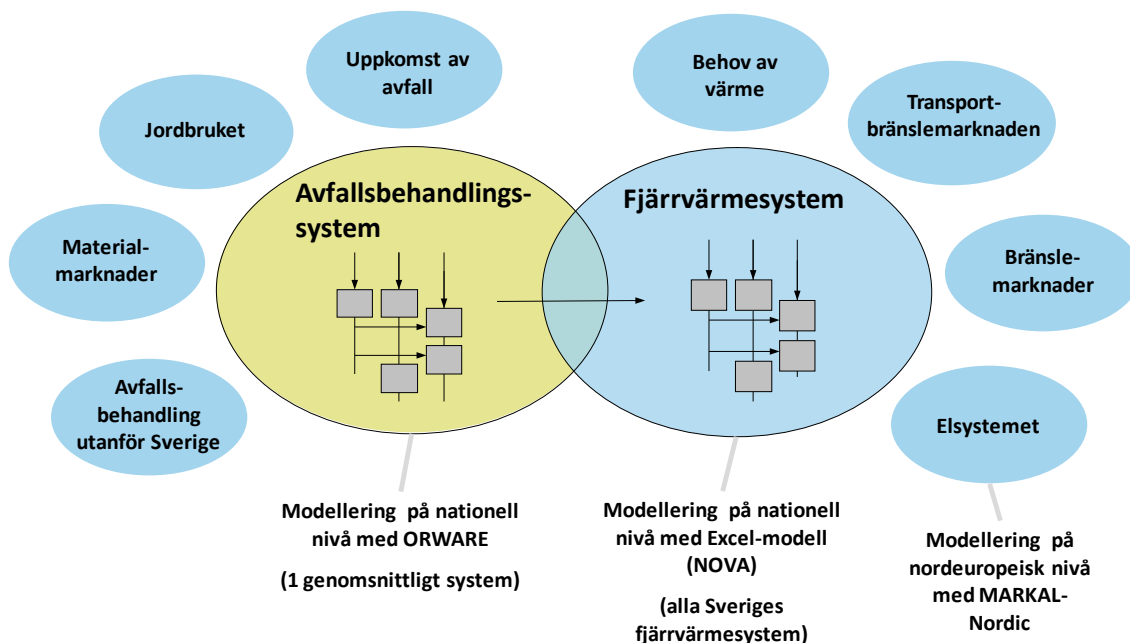
När data har varit på plats så har delar av denna använts när beräkningar har genomförts med modellerna, som beskrivs senare i detta kapitel. Modellering har främst använts för att ta fram resultaten om klimatpåverkan vid import av avfallsbränsle.

Undersökningen om oro och farhågor vid import av avfallsbränsle genomfördes genom intervjuer med representanter för Naturvårdsverket, Naturskyddsföreningen och Bellona, som representerar miljöorganisationer samt hos enskilda. För Naturskyddsföreningen har intervjun kompletterats med information från media. Åsikter, oro och farhågor hos enskilda personer har samlats in genom undersökning av debattinlägg. Projektet har även fått tillgång till resultat från två enkätundersökningar, som i delavsnitt har behandlat åsikter rörande import av avfall och effekter därav, se kapitel 10.4.

#### 3.2 Systemavgränsning

Avfallsförbränning ingår i avfallsbehandlingssystemet (figur 2), men är även en viktig del av energisystemet genom sin produktion av fjärrvärme och el. Studien omfattar därför både avfalls- och energisystemet. Dessa interagerar med andra viktiga tekniska system i dess omvärld, vilket visas schematisk i figur 2. Avfallsbehandlingssystemet illustreras med gulgrön färg. De system som tillhör omgivningen är markerade med blå färg i figur 2.

Med systemperspektiv menas att de olika delarna i ett avfallssystem och deras inbördes relationer ingår, såväl som avfallssystemets beroende av omgivningen som till exempel energi- och transportsystem.



Figur 2. Fokus för systemstudien, systemgräns och vilka datormodeller som använts för analys av olika delsystem: ORWARE, NOVA och Markal-Nordic.

Figure 2. System in focus, system borders, and the computer models used in the analyses of the sub-systems: ORWARE, NOVA and Markal-Nordic.

Flera av de omgivande systemen interagerar med avfallsbehandlingssystemet. För att beräkna konsekvensen av en förändring i systemet och därmed den resulterande miljömässiga och ekonomiska effekten av denna förändring, måste effekterna även i de omgivande systemen kvantifieras. Hur denna omvärld beskrivs och modelleras kan vara avgörande för resultaten, speciellt när den resulterande miljöpåverkan ska bedömas. Att beräkna effekter i omgivningen kan ibland innebära omfattande studier med kompletterande modeller.

Ett av de viktigaste omvärldssystemen är fjärrvärmesystemet. Inom begreppet fjärrvärmesystemet återfinns även elproduktion från kraftvärmeanläggningar. Fjärrvärmesystemet är viktigt för analyserna och studeras med en separat modell (NOVA). I praktiken innebär en modellstudie en iteration mellan två modeller, ORWARE för avfallssystemet och NOVA för fjärrvärmesystemet. NOVA används för att modellera de individuella fjärrvärmesystem som påverkas av förändrad avfallsförbränning.

Avgränsningen lämnar några delar av det övergripande avfallssystemet utanför systemet i fokus. Exempelvis finns inte avfallslämnarnas system med (hushållen, industrin mm). Studien gör inte heller anspråk på att beskriva och modellera alla flöden inom ett geografiskt avgränsat område, utan fokus ligger på de avfallsflöden som påverkas av de olika åtgärderna.

### 3.3 Avfallshantering i ORWARE

ORWARE-modellen har utvecklats sedan början av 1990-talet. Utvecklingen startade som ett forskningssamarbete mellan KTH, SLU, JTI och IVL. Numera används och vidareutvecklas modellen främst av Högskolan i Gävle, Profu, SLU och JTI.

ORWARE är en beräkningsmodell för utvärdering av miljöpåverkan från hantering av avfall. Modellen kan hantera både fasta och flytande, organiska och oorganiska avfall från olika källor. Grunden för modellering av avfallshantering i ORWARE är att de avfallslag som hanteras kan beskrivas på elementnivå, det vill säga deras sammansättning av näringsämnen, kol, föroreningar som tungmetaller med mera.

ORWARE är uppbyggd av ett antal moduler som beskriver en process eller behandling. Inom detta delprojekt används modulerna för avfallsförbränning och deponering i ursprungsländerna. Modellen och dess användning beskrivs utförligt i delprojekt 2.

### 3.4 Fjärrvärmeproduktion i NOVA

När avfallsförbränningen ökar eller minskar i Sverige kommer den förändrade värmeleveransen påverka annan form av värmeproduktion. Anledningen är att fjärrvärmeefterfrågan är konstant oavsett mängden avfallsförbränning. Vad den alternativa värmeproduktionen utgörs av är olika från ett fjärrvärmesystem till ett annat. Alternativet varierar också kraftigt under året. I vissa system har man idag ett överskott på värme sommartid vilket innebär att alternativet är att inte generera någon värme alls. Under vintertid är det vanligen dyrare alternativ som pellets, olje- och elpannor som är alternativet till avfallsbränslet.

För att bedöma utsläppen från den alternativa värmeproduktionen använder vi här en modell som ursprungligen tagits fram inom forskningsprojektet Nordic Energy Perspectives (<http://www.nordicenergyperspectives.org>) [6] och vidareutvecklats inom PFA delprojekt 4 ”Avfallsförbränning i fjärrvärmesystemen”.

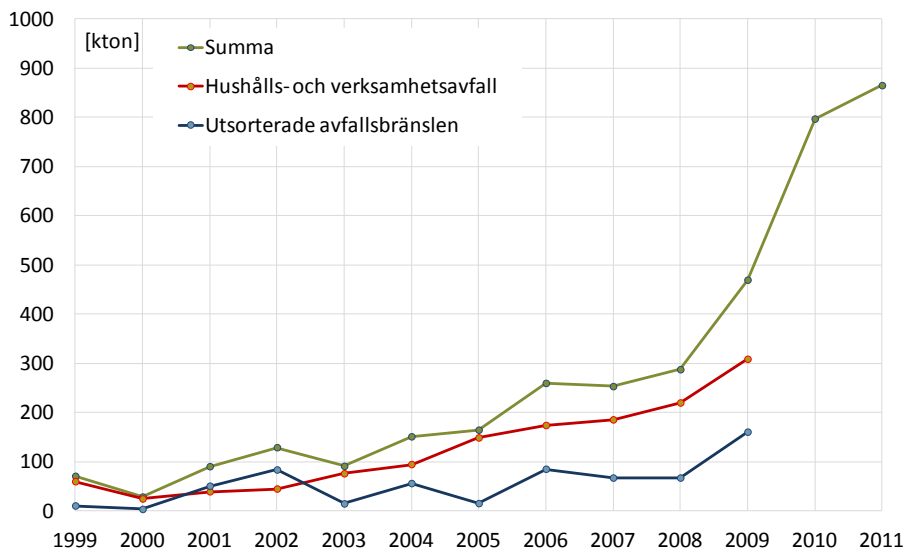
## 4 Import av avfallsbränsle till Sverige

### 4.1 Import av avfallsbränsle idag

Import av avfallsbränsle till Sverige har ökat de senaste åren. Det beror på att kapaciteten för avfallsförbränning i avfallskraftvärme- och värmeverk är större än mängden avfall. Då avses den mängd blandat restavfall som återstår efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling.

Figur 3 visar den historiska utvecklingen för import av brännbart avfall och avser summan av blandade och utsorterade avfallsfraktioner samt refuse derived fuel (RDF). Importen till förbränning uppgick under år 2011 till omkring 800 000 ton varav 7% till cementindustrin och resterande till avfallskraftvärme- och värmeverk.

Fram till och med år 2010 baseras figuren på Naturvårdsverkets statistik. Värdet för år 2011 är bearbetat underlag från olika källor: telefonintervjuer, uppgifter i media, (Avfall Sverige, 2011) samt data om export från Norge [7]. Importmängden år 2011 är ett preliminärt värde, och kan komma att korrigeras när Naturvårdsverket redovisar statistiken för året.



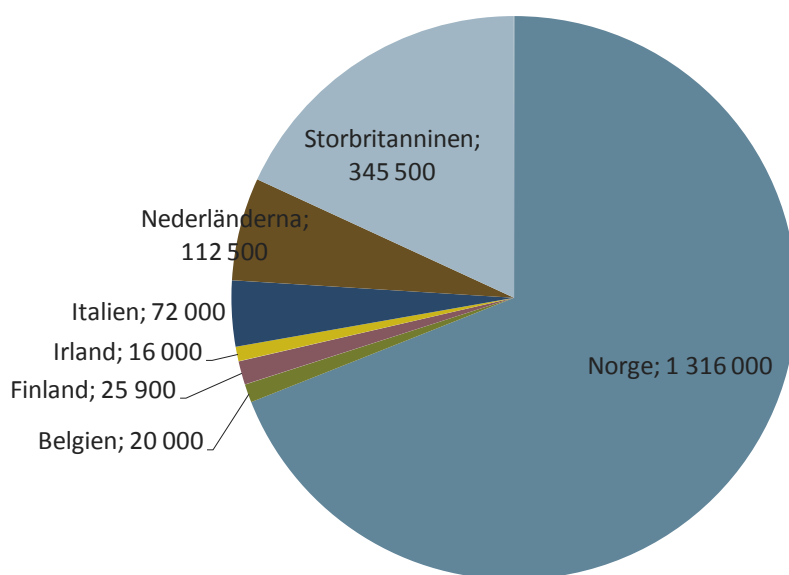
**Figur 3.** Importerade mängder avfallsbränsle till förbränning i Sverige baserad på data från Naturvårdsverket till och med år 2010 och bearbetade data från olika källor för år 2011. Avfallet i figuren går till förbränning även i cementugnar.

**Figure 3.** Imported quantities of waste fuels for combustion in Sweden. Until 2010 the source of data is the Swedish Environment Agency (EPA). For the year 2011, data is processed from several sources. The waste fuel in the figure goes to incineration also in cement kilns.

Importen, liksom utförsel av avfall från Sverige, skall anmälas till Naturvårdsverket. Verket ger import- och exporttillstånd, och kan därigenom följa upp utvecklingen av avfallsflödena till och från landet. Generellt kan konstateras att aktörerna ofta inte utnyttjar hela

mängden enligt tillstånden, vilket innebär att den verkliga importen och exporten blir mindre än den ansökta mängden enligt import- och exporttillstånden.

Hittills år 2012 (tom 2012-11-15) finns ett stort antal transporttillstånd givna för import av avfallsbränsle, främst från Norge, följt av Storbritannien och Nederländerna (figur 4). Det är oklart hur stor del av tillstånden som har eller kommer att utnyttjas, men totalt för 2012 kommer importen att vara omkring 1 miljon ton, det vill en ökning från år 2011 (figur 3). Data baseras på excelunderlag från Naturvårdsverket, som bearbetats, och i det ingår även avfallsbränsle som importeras till förbränning även i cementugnar.



*Figur 4. Givna transporttillstånd för import av avfallsbränsle, uppdelat på ursprungsland. Tillstånden är givna från den 1 januari 2012 till den 15 november 2012. Avfallet i figuren går till förbränning även i cementugnar. Källa Naturvårdsverket.*

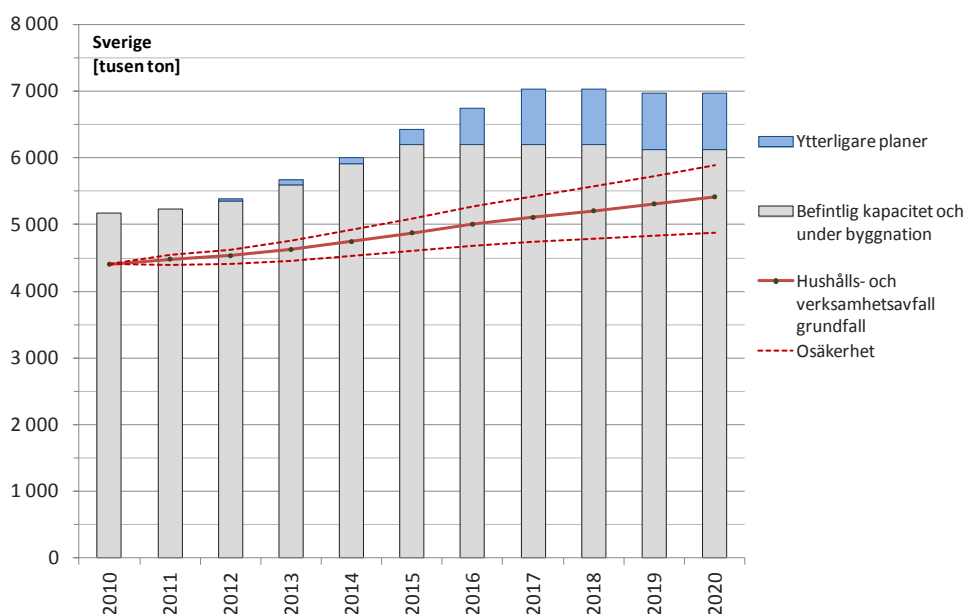
*Figure 4. Data on transportation permits for the import of the waste fuels, broken down by country of origin. The permits are given from January, 1, 2012 to November, 15, 2012. The waste fuels in the figure go also to incineration in cement kilns. Source: The Swedish EPA.*

## 4.2 Import av avfallsbränsle i framtiden

Importen av avfall till energiutvinning har ökat och år 2015 kan import av avfall uppgå till 1,5 miljoner ton när den kapacitet för förbränning som är under byggnation har tagits i drift (grå staplar) jämfört med grundfallet för avfallsmängderna (röd heldragen linje) (figur 5).

### Nya avfallskraftvärmeverk

Ny kapacitet i kraftvärmeverk för avfallsförbränning är idag under byggnation i Brista (Sigtuna kommun, genom Fortum), i Helsingborg (Öresundskraft), Västerås (Mälarenergi), Västervik (Västervik energi och miljö), och Lidköping. I Landskrona (Landskrona Energi) driftsätter man en panna för utsorterad PTP (papper, trä, plast) under år 2012.



**Figur 5.** Prognos för avfallsmängder till förbränning [tusen ton] (röd heldragen linje), med en osäkerhet (röd, streckad linje) jämfört med befintlig och planerad kapacitet för förbränning (grå plus blå stapel), november 2012. Avfallsmängder är uppskattade efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling.

**Figure 5.** Prognosis of quantities of waste for incineration [thousand tonnes] (red solid line), with an uncertainty (red, dotted lines) compared to existing and planned capacity for incineration (gray plus blue bar), in November 2012. Waste quantities are estimated after source separation for recycling and biological treatment.

I figur 5 framgår att kapaciteten för förbränning kan uppgå till knappt 7 miljoner ton år 2020 (grå plus ljusblå stapel), om alla nu kända planer realiserar (ljusblå stapeldel). Kapaciteten omfattar avfallsförbränning och pannor för utsorterat avfall såsom papper/trä/plast (PTP). Dock ingår ej kapacitet och mängder för RT-flis, eftersom det är utanför omfattningen av det här projektet.

Det bör noteras att det är möjligt att nya planer tillkommer och att vissa av de befintliga planerna ändras eller läggs ner. Särskilt osäkra är de planer som idag saknar miljötillstånd,



även om ett miljötillstånd i sig inte är en garanti för att planer förverkligas. Vi erfar att färdigställandet av planerade anläggningar ofta har tagit längre tid än först beräknat. Således är det möjligt att den planerade kapaciteten förskjuts med ett par år.

Data baseras intervjuer, kontroll av tidningsartiklar och uppgifter på hemsidor. Tillkommande kapacitet antas vara 25% det år som idrifttagning planeras, och utökas till 100% nästföljande år.

### Avfallsmängder

Samtidigt kan de svenska mängderna hushålls- och verksamhetsavfall till förbränning väntas uppgå till mellan knappt 5-6 miljoner ton (röda, streckade linjer). Avfallsmängderna visas efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling.

Prognosen för avfallsmängderna baseras för verksamhetsavfall på ett samband med prognoser för utvecklingen av BNP, och för hushållsavfall på utvecklingen av historiska avfallsmängder. (Se appendix C och [8])

År 2020 kan importen av avfall uppgå till omkring 2,5 miljoner ton (figur 5), om all planerad kapacitet för avfallsförbränning byggs, samtidigt som sortering till materialåtervinning och biologisk behandling utökas i enlighet med de nationella målen. Den slutliga importen är dock osäkert och beror på:

1. Hur stor andel av planer på ny kapacitet som slutligen realiserar;
2. Till vilken grad de nationella målen för avfallshantering nås, det vill säga främst utsorteringen till materialåtervinning och biologisk behandling, som ger mindre återstående mängder till förbränning; och
3. Utvecklingen av konjunkturen som har inverkan på avfallsmängderna.

### Uppfyllelse Sveriges miljömål

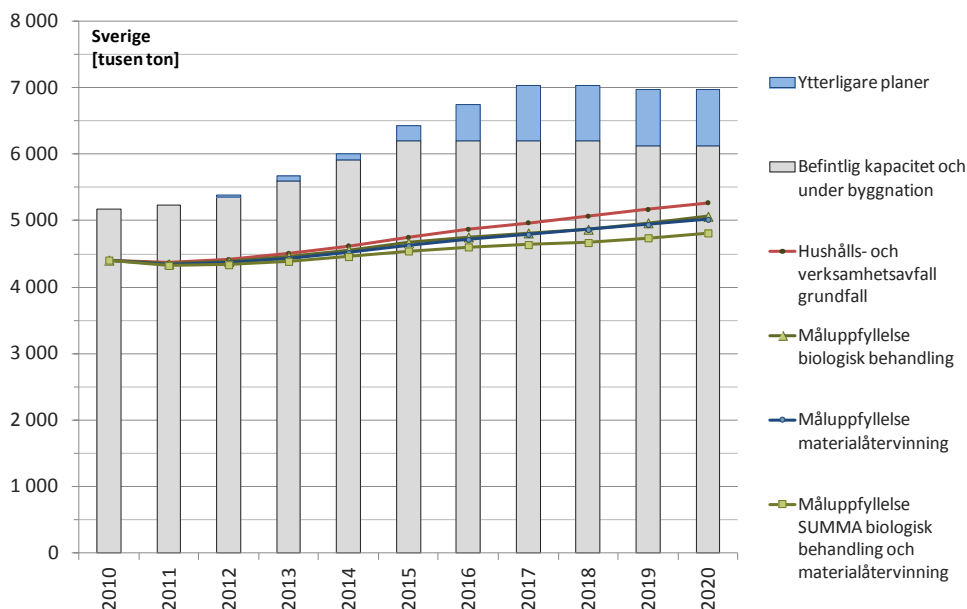
Figur 6 visar på samma sätt en prognos för avfallsmängderna som i förra figuren, men vid uppfyllelse av följande av Sveriges nationella miljömål [9], som bedöms ha inverkan på mängden avfall till förbränning:

- Senast år 2018 skall minst 50% av **matavfallet** från hushåll, storkök, butiker och restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt så att växtnäring tas tillvara. Minst 40% skall behandlas så att energi tas tillvara.
- För **byggnads- och rivningsavfall** skall senast år 2020 förberedandet för återanvändning, materialåtervinning och annat materialutnyttjande av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall vara minst 70%.

Figuren visar att om målen nås så innebär det ett ännu större nationellt överskott på kapacitet för avfallsförbränning. Om man uppfyller båda målen så får vi ett överskott på mellan 1,4 till 2,2 miljoner ton, beroende på hur mycket av den planerade kapaciteten som byggs.

Därutöver finns mål som ännu ej är kvantifierade till exempel genom att förebyggande av avfall, särskilt matavfall är ett prioriterat område inom EU och i Sverige. I det här projektet bedömer vi dock att det inte kommer att få genomslag under perioden för prognosen till år

2020. Beräkningarna för av underlaget vid effekter av måluppfyllelse redovisas i appendix C Avfallsmängder. Potential och konsekvenser vid förebyggande av matavfall beräknas inom delprojekt 3, som bland annat visar att utsortering och biologisk benadling idag är omkring 26 %.



Figur 6. Prognos för avfallsmängder till förbränning [tusen ton], grundfallet (röd heldragen linje), måluppfyllelse biologisk behandling (grön linje med trianglar), materialåtervinning (blå linje) och summan (grön linje med kvadrater.). Mängderna jämförs med befintlig och planerad kapacitet för förbränning (grå plus blå stapel), november 2012. Avfallsmängder är uppskattade efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling.

Figure 6. Prognosis of quantities of waste for incineration [thousand tones (metric)] base case (red solid line), Meeting of target for biological treatment (green line with triangles), for material recycling (blue line), and meeting both targets (green line with squares). The waste quantities are compared to existing and planned capacity for incineration (gray plus blue bar), in November 2012. Waste quantities are estimated after source separation for material recycling and biological treatment.

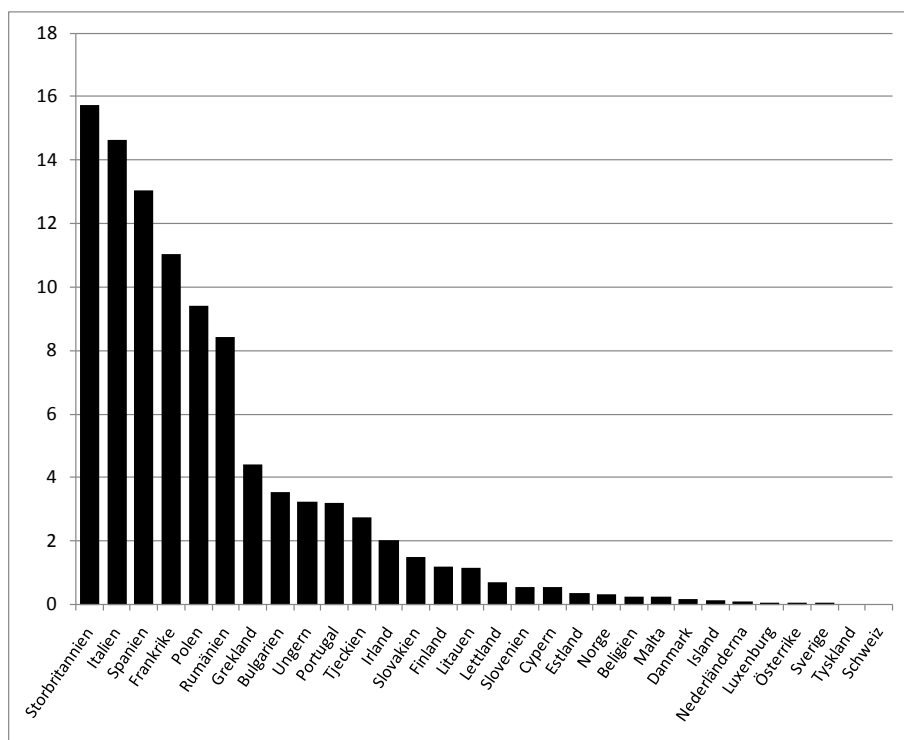
## 5 Avfallsbehandling i Europa

### 5.1 Avfallsbehandling idag

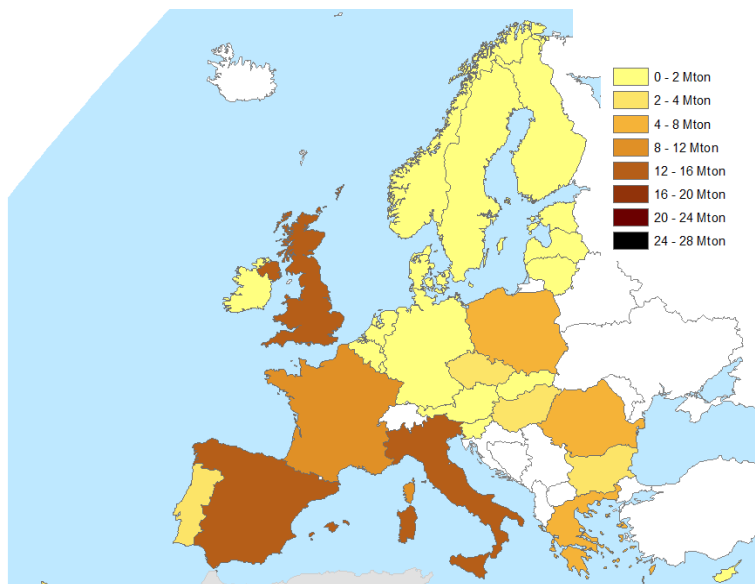
Europas avfallsbehandling är under förändring. Främst är det en successiv övergång från deponering till andra behandlingsmetoder, som pågår och som drivs av ländernas strävan efter att uppfylla EUs deponeringsdirektiv (1999/31/EG). Direktivet innebär att mängden biologiskt nedbrytbart avfall från hushåll (och därmed jämförligt avfall), som är tillåtet att deponeras år 2016, skall minska till 35 % av den totala mängd biologiskt nedbrytbart avfall som producerades år 1995.

Deponering har minskat, medan övriga behandlingsalternativ (materialåtervinning, biologisk behandling, energiutvinning) har ökat. I slutet av 1990-talet deponerades knappt 60% av mängden Municipal Solid Waste (MSW) inom EU-27. 2010 var motsvarande andel 38% [10].

Det är dock fortfarande stora mängder avfall som deponeras, både i Europa och i världen [11]. Figur 7-9 visar mängd och andel MSW som deponerades i olika länder inom EU år 2009. Underlaget från databasen Eurostat ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main_tables)), som bearbetats. Tidigare erfarenheter gör att vi bedömer att kvaliteten på data i varierar mellan länderna. I grova drag utgår vi ifrån att det ser ut som visat i figurerna, bland annat att de största mängderna avfall deponeras i Storbritannien, Spanien och Italien, medan andelen som deponerades var störst i de östra delarna av EU.

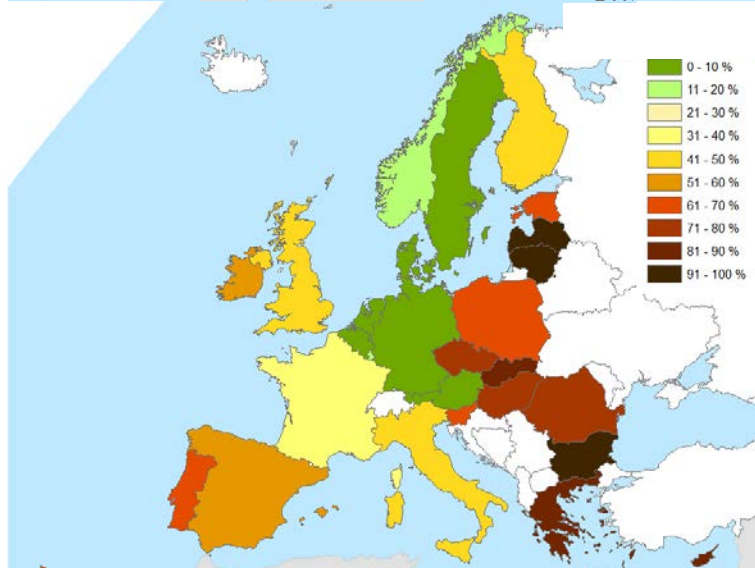


**Figur 7.** Mängd MSW till deponi (miljoner ton) år 2009 fördelat för EUs medlemsländer.  
Amount of MSW to landfill (million tonnes (metric)) year 2009 allocated for EU member countries. Source: Eurostat



**Figur 8.** W som deponerats i EU år 2009 (miljoner ton)  
Källa: Eurostat.

**Figure 7.**  
Quantity of MSW landfilled in the EU in 2009 (million tonnes (metric)).  
Source: Eurostat.



**Figur 9.** Andel MSW som deponerats i EU år 2009 (% , vikt)  
Källa: Eurostat.

**Figure 8.**  
Share of MSW landfilled in the EU in 2009 (% , weight)).  
Source: Eurostat.

Man kan konstatera att utvecklingen i Europa har nått olika långt. Länder som Sverige, Norge, Danmark, Tyskland, Schweiz, Österrike och Nederländerna har idag en låg andel deponering, till följd av tydliga och tidiga styrmedel för att begränsa deponering, såsom skatter och förbud [12]. Man har dessutom stimulerat alternativ behandling, till exempel genom producentansvar och olika stödsystem. De alternativ till deponering som har byggts ut har varit en kombination av materialåtervinning, biologisk behandling och förbränning med energiutvinning.

## 5.2 Vad händer till år 2020?

Enligt EG-direktivet 1999/31 ska mängden biologiskt nedbrytbart avfall från hushåll och därmed jämförligt avfall, minska till 35 % år 2016, jämfört med mängden biologiskt nedbrytbart avfall som producerades år 1995. De länder som år 1995 deponerade mer än 80 % har kunnat söka om anstånd om dispens att förlänga tidskravet till år 2020.

I [13] har man bedömt att endast tio länder klarar deponidirektivet till år 2020. Länderna är: Belgien, Danmark, Frankrike, Luxemburg, Nederländerna, Sverige, Tyskland, Österrike samt Schweiz och Norge. Resultatet fås i studiens baseline-scenario, där man tar hänsyn till införda styrmedel, samt till historiska trender i respektive land. Man uppskattar vidare att MSW till deponi sjunker till 78 miljoner ton (motsvarar andelen 28 %) år 2020. År 2010 var mängden 95 miljoner ton (andelen 38 %). Även England är på god väg att klara deponidirektivet år 2013 och 2020 [14]-[15].

Bland annat mot bakgrund i det låga, förväntade måluppfyllandet håller man på att analysera medlemsstaternas efterlevnad av deponeringsdirektivet. Baserat på ovanstående drar vi slutsatsen att fram till år 2020 kommer brännbart avfall att fortsatt deponeras i stor utsträckning, och att antagandet om alternativ deponering i ursprungsländerna gäller. Den fortsatta utvecklingen till år 2030 diskuteras i kapitel 11.

## 5.3 Kraftig uppbyggnad av alternativ till deponering i vissa länder

Utbyggnaden av alternativ avfallsbehandling och införandet av styrmedel har drivit upp kostnaderna för avfallshantering, till exempel i England. Där införde man en kraftigt progressiv deponeringskatt tillsammans med successivt minskande deponeringstillstånd. Skatten är nu så hög att den ensamt styr bort från deponering och göra att tillstånden har spelat ut sin roll och avskaffas under år 2013 [14]- [15], se vidare avsnitt 8.2. På lång sikt ger kostnadsökningarna ökade möjligheterna för att få lönsamhet vid import av avfallsbränsle till Sverige.

I Norge har man under ett antal år byggt ut avfallsförbränning som följd av landets deponiförbud, se vidare avsnitt 8.1.

Samtidigt finns det i flera länder skillnad mellan avfallsmängder och behandlingskapacitet. Det är tydligt i Nederländerna och Tyskland, där deponiförbud innebar en stark utbyggnad av alternativ behandling, samtidigt som avfallsmängderna föll till följd av den tidigare ekonomiska krisen med start år 2008. Det pressade ned mottagningsavgifterna i Nederländerna och Tyskland och gjorde import från andra länder till ett aktuellt alternativ.

I nuläget bedöms överkapaciteten av avfallsförbränning i Nederländerna och Tyskland vara drygt 5 miljoner ton, varav ca 80 % i Tyskland [16]. Många aktörer arbetar aktivt för att finna avfallsbränsle att fylla den outnyttjade kapaciteten med och importerar bland annat från Storbritannien.

På längre sikt skulle man åter kunna nå balans mellan avfallsmängder och kapacitet i dessa länder. Då bör även mottagningsavgifterna kunna återgå till ett mer ”normalt” marknads-läge kring 100 €/ton för förbränning [16]. En sådan nivå skulle kunna göra import av avfallsbränsle från dessa länder till Sverige intressant ur ett ekonomiskt perspektiv. Dock är inte klimat- eller miljönyttan självklar.

Energiutvinningen i avfallskraftvärmeverken är förvisso högre i Sverige än i de flesta andra länder [16], men samtidigt har vi en god tillgång på biobränsle, som alternativ till fjärr- och kraftvärmeproduktion. I till exempel Tyskland och Nederländerna ersätter energin från avfallsförbränningen huvudsakligen de fossila energibärarna naturgas och kol [16].

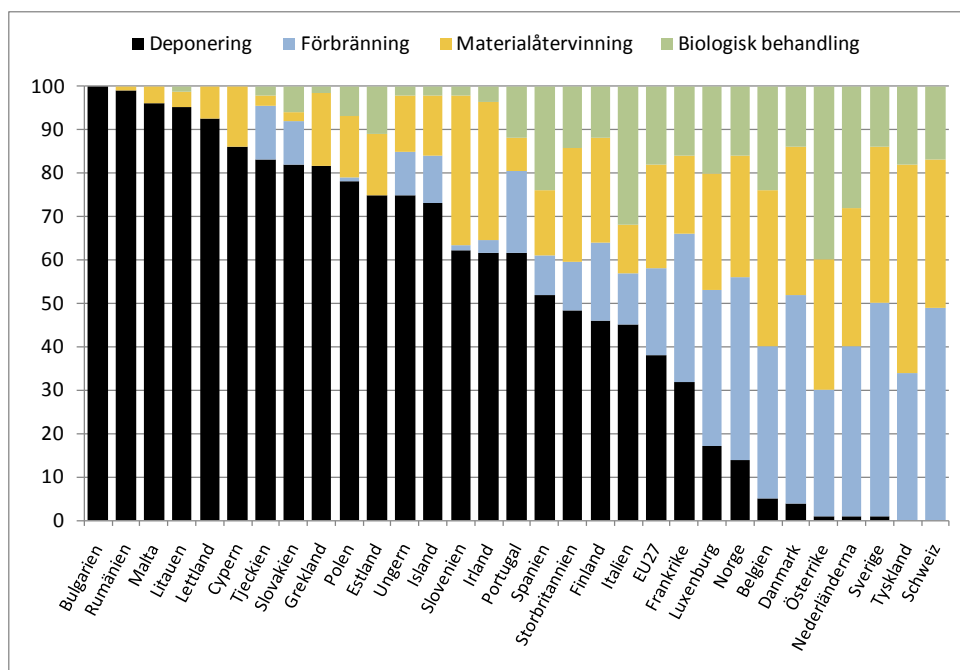
## 5.4 Långsam utveckling i andra länder

I den andra änden av den europeiska skalan finner man de flesta forna öststatsländer (t ex Bulgarien, Rumänien, Polen och de baltiska länderna). Dessa karakteriseras av hög andel deponering och en hittills långsam övergång till övrig behandling. Figur 9 visar Eurostats data ([http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main_tables)) över andelen till olika behandling av kommunalt avfall (MSW) i EU27 samt Norge och Schweiz år 2009. Återigen är dataunderlaget osäkert, men ändå det bästa underlaget från en samlad källa som vi känner till. Förändringar för en bättre avfallshantering har påbörjats, bland annat i Polen, se avsnitt 8.3.

Flera av länderna har problem med illegal deponering. Brist på styrmedel och övervakning gör att deponering kan fortsätta till låg kostnad, vilket gör det mycket svårt att under nuvarande förhållanden få lönsamhet vid import till Sverige.

Däremot är miljönyttan tydlig då man ersätter deponering med effektiv energiutvinning av avfallsbränslet. På sikt kan miljönyttan av import från flera av dessa länder minska då man har etablerade fjärrvärmesystem där man skulle kunna uppnå en hög energiutvinningsgrad vid förbränning. Ett exempel på detta i Litauen är Fortums startade byggnation av ett avfallskraftvärmeverk i maj 2011. Anläggningen kommer att drivas med MSW, industriavfall och biomassa och ersätta en naturgaseldad anläggning [17].

Ett antal andra länder såsom övriga Storbritannien, Frankrike och Spanien, arbetar successivt med att bygga ut alternativ till deponering och det har skett en gradvis minskning av andelen avfall till deponi. I och med att dessa länder (förutom Tyskland) har störst befolkning i EU så står de därigenom också för störst mängder avfall till deponi.



Figur 10. Fördelning (%) av behandling av kommunalt avfall (MSW) i EU27 samt Norge och Schweiz år 2009. Källa: Eurostat

[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main_tables)

Figure 9. Distribution (%) of treatment of municipal waste (MSW) in the EU-27 plus Norway and Switzerland in 2009. Source: Eurostat

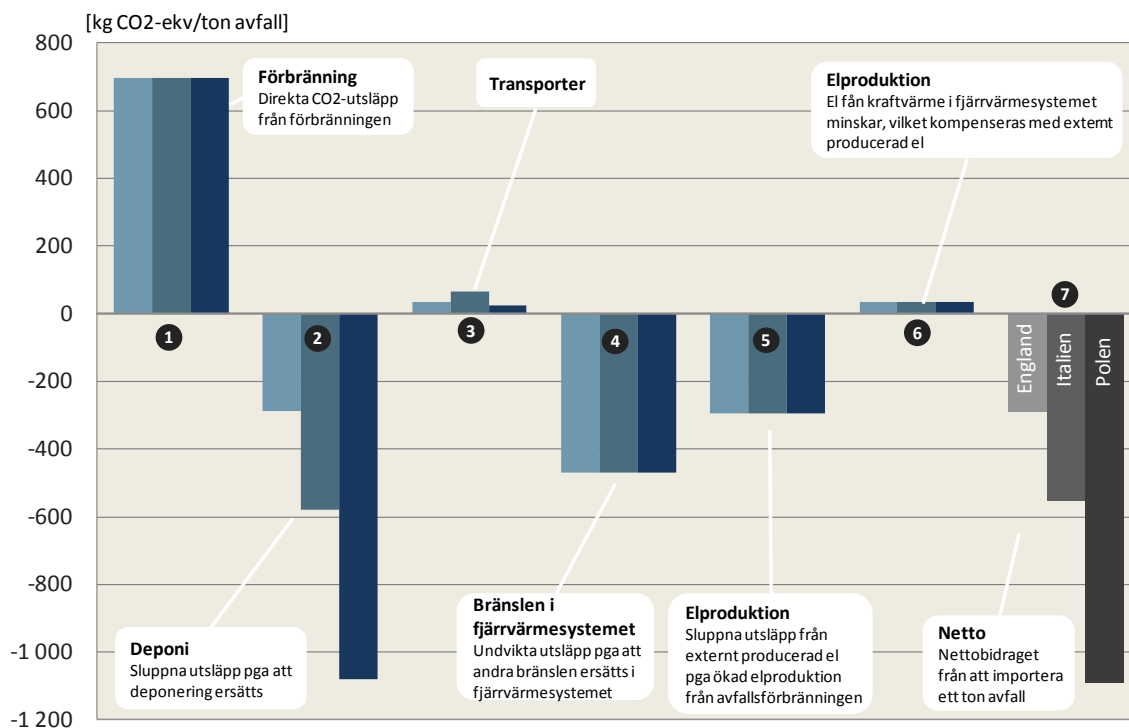
[http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main\\_tables](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/waste/data/main_tables)

## 6 Klimatpåverkan vid import av avfall

Sammanfattningsvis visar kapitlet att import av avfallsbränsle, ur ett systemperspektiv leder till minskade utsläpp av växthusgaser. Det beror på att deponering av avfall i ursprungslandet undviks, samt att användning av fossila bränslen i Sverige minskar. Processen att styra bort avfall från deponering sker i olika takt inom EU. Därför är det centralt att importen successivt ”flyttar vidare” till andra länder där utvecklingen går långsammare. På så sätt kan man hela tiden bidra till att respektive land och EU som helhet kommer uppåt i avfallshierarkin.

### 6.1 Övergripande resultat

Studien visar att import av avfall leder till minskade utsläpp av växthusgaser, uttryckt som koldioxidekvivalenter, se figur 11 för länderna England, Italien och Polen. Det beror främst på att deponering av avfall kan undvikas i ursprungslandet (stapel 2 i figur 11) och att användningen av fossila bränslen i Sverige minskar (stapel 4 och 5) när energi från avfallsförbränning ökar. Dessutom bidrar import av avfall till att EU som helhet kan komma uppåt i avfallshierarkin, när deponering undviks och ersätts med effektiv energiutvinning.



Figur 11. Förändringen i klimatpåverkan vid import och förbränning av 1 ton utsorterat avfall från England, Italien och Polen (kg CO<sub>2</sub>-ekv./ton avfall).

Figure 10. The change in climate impact upon importation and incineration of 1 tonne (metric) of waste fuel from England, Italy and Poland (kg CO<sub>2</sub>-eq/ton waste).



Analysen tar hänsyn till både ökade och minskade utsläpp, som import av avfall leder till. Detta visas i figur 11 vars summa (netto) är stapel 7, längst till höger. De utsläpp som ökar är de direkta utsläppen från skorstenen (stapel 1) och utsläpp från transport av avfallet (stapel 3). Men samtidigt undviks emissioner, vilket beskrivs nedan.

I grundfallet vid import från England, Italien och Polen minskar nettoutsläppet med 250, 550 respektive 1 100 kg CO<sub>2</sub>-ekv/ton avfall. Den viktigaste skillnaden mellan länderna är den allmänna standarden för deponierna. Deponier i England har i allmänhet en form och teknik, som ger upphov till lägre utsläpp [16] – och därmed en lägre ”vinst” när de undviks. Det motsatta gäller för Polen, som har en generellt eftersatt avfallshantering bland annat när det gäller teknologi och skötsel av deponier [18].

Utsläppen från transporter är högst vid import från Italien beroende på ett längre avstånd, men har liten inverkan på resultatet (stapel 3). Stapel 1 i figuren visar att förbränningen av avfall som delvis har ett fossilt ursprung ger ett tydligt bidrag till att öka utsläppen.

## 6.2 Utsläpp från skorstenen vid avfallsförbränning (stapel 1)

Det utsorterade avfall som importeras har antagits ha sammansättningen enligt tabell 1. Det är innehållet av plast, syntetiska textilier och syntetiskt gummi, som ger upphov till fossila koldioxidutsläpp när det förbränns. Sammansättningen på avfallet varierar och är en viktig fråga för anläggarna som importerar avfall. Det görs ansträngningar för att kontrollera och övervaka sammansättningen med syftet att säkerställa kvalitén och undvika problem vid förbränning, askhantering, emissioner och transport.

I känslighetsanalysen undersöks två andra alternativ för sammansättningen på avfallet: blandat hushålls- och verksamhetsavfall respektive ett avfall med halverat innehåll fossilt material. Det senare representerar en möjlig framtida sammansättning om man har ökat utsorteringen av plast

Tabell 1. Sammansättning på avfallsbränslet i grundfallet, viktsprocent [24].

Table 1. Composition of the waste fuel in the base case, weight percent [24].

|                                       | Grundfall, %<br>vikt |
|---------------------------------------|----------------------|
| Tidningar                             | 21                   |
| Wellpapp                              | 21                   |
| Förpackningar:                        |                      |
| -mjukplast                            | 15                   |
| -hårdplast                            | 15                   |
| -papper                               | 22                   |
| -glas                                 |                      |
| -metall                               |                      |
| Elektriska och elektroniska produkter |                      |
| Matavfall                             |                      |
| Blöjor                                |                      |
| Trädgårdsavfall                       |                      |
| Övrigt glas                           |                      |
| Övrig plast                           |                      |
| Övriga metaller                       |                      |
| Frigolit                              |                      |
| Textilier                             | 6                    |
| Trä                                   |                      |
| Övrigt brännbart                      |                      |
| Övrigt                                |                      |
| Farligt avfall                        |                      |

### 6.3 Sluppna utsläpp i avsändarländer (stapel 2)

När avfall importeras till Sverige leder det till att annan avfallsbehandling kan undvikas i avsändarlandet. I grundfallet antar vi att samma mängd och sammansättning på avfallet som importeras slipper deponeras, och att motsvarande emissioner därigenom kan undvikas. Vi baserar antagandet på att det är stora mängder avfall som fortfarande deponeras inom EU, trots målet att minska deponering av biologiskt nedbrytbart avfall i enlighet med EU:s deponeringsdirektiv.

Det är dock viktigt att notera att processen att styra bort avfall från deponering sker i olika takt inom EU. Därför är det centralt att importen successivt ”flyttar vidare” till andra länder där utvecklingen går långsammare. På så sätt kan man även fortsättningsvis bidra till att respektive land och EU som helhet kommer uppåt i avfallshierarkin. I känslighetsanalysen undersöker vi andra alternativ i avsändarländerna.

Vi noterar också att import av avfall möjliggör att de sorteringsanläggningar, som genererar det utsorterade avfallet, får avsättning för denna fraktion. Därigenom kan sorteringsanläggningarna bedriva sin verksamhet, vilken i normalfallet även genererar fraktioner till

materialåtervinning och biologisk behandling, samt inerta fraktioner till deponering. Detta tar vi inte hänsyn till det i beräkningarna, men skulle ytterligare förbättra resultaten för import av avfall.

Även i övriga världen, utanför EU, kan man konstatera att deponering (inklusive dumpning) är det helt dominerande sättet att hantera avfall.

Avgörande för hur stor klimatpåverkan man får från deponering är: (1) Vilket avfall som läggs på deponin; (2) hur stor andel av den bildade metangasen som samlas in, (3) hur stor andel av metangasen som oxideras i deponins ytskikt och (4) hur stor andel av den insamlade gasen som används för elproduktion. Den insamlade gasen måste kompenseras för och det antas ske med en produktionsmix för el, som ger utsläpp motsvarande respektive lands klimatränskap.

I grundfallet har följande värden använts (tabell 2):

**Tabell 2. Sammanställning för antaganden om deponiernas prestanda i de undersökta fallen.**

**Table 2. Compilation of assumptions on landfills performance in the cases studied.**

| Deponins prestanda [%]                                                    |           |            |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|------------|
| Insamlingsgrad                                                            |           |            |
|                                                                           | Grundfall | Källa:     |
| England                                                                   | 70        | [16]       |
| Italien                                                                   | 50        | [19]       |
| Polen                                                                     | 25        | [19]       |
| Metanoxidation                                                            |           |            |
| England                                                                   | 30        | [14]       |
| Italien                                                                   | 25        | [12]       |
| Polen                                                                     | 12,5      | Antaget    |
| Andel insamlad gas till elproduktion                                      |           |            |
| England                                                                   | 60        | [12], [17] |
| Italien                                                                   | 60        | [12], [17] |
| Polen                                                                     | 30        | Antaget    |
| Beräknade nettoutsläpp från deponi<br>[kg CO <sub>2</sub> ekv/ton avfall] |           |            |
| England                                                                   | 268       |            |
| Italien                                                                   | 580       |            |
| Polen                                                                     | 1080      |            |

Vi antar att protein, fett och kolhydrater bryts ned totalt, medan cellulosa endast till 70 %. Polyeten och andra plastsorter är även de organiska men bryts enbart ned mellan 1-5 % i ett 100-årsperspektiv [20].

## 6.4 Klimatpåverkan från transport (stapel 3)

Transport av avfallsbränslet sker på både lastbil och båt. Dessutom används ytterligare fordon vid lastning och lossning. För varje situation är logistikkedjan olika, både med avseende på kombinationen fartyg och lastbil, liksom lastning och lossning samt avstånden.

I grundfallet har vi antagit att avfallet transporteras 100 km på lastbil (summa för avstånd både i avsändarlandet och i Sverige) samt 4500 km (från Italien, Port of Gioia Tauro) respektive 2250 km (från England, Blythe) med fartyg. Resultaten visar att transportererna har ett litet bidrag till utsläppen av klimatgaser, och liten effekt på resultaten.

I beräkningarna antas emissionerna från en båt av medelstandard [21], lastkapacitet på 3 500 ton [22]. Båttransporten antas gå tom halva vägen tillbaka, och lastad med andra varor halva vägen tillbaka.

Emissionerna från sortering, lastning och lossning antas vara små, liksom bidraget från nedbrytningen av avfallet under tiden för transporten.

## 6.5 Slupna utsläpp i energisystemet (stapel 4-6)

När vi tillför importerat avfall till en specifik anläggning för avfallsförbränning i Sverige, antar vi att denna eller någon annan anläggning slipper gå tom eller på dellast. Det innebär att en ökad import av avfallsbränsle till Sverige gör att vi totalt ökar fjärrvärmeproduktionen från avfallskraftvärme. Med en konstant värmeefterfrågan, minskar användningen av andra bränslen och tekniker i fjärrvärmesystemen. Detta är ett marginalperspektiv på kort sikt, när import av avfall inte antas påverka alternativa investeringar eller värmeefterfrågan.

Vi vet inte vilken anläggning det är som slipper gå på dellast. Därför har effekten beräknats i varje enskilt fjärrvärmesystem, som har ett avfallskraftvärme- eller värmeverk. För alla dessa 30 system har vi beräknat marginaleffekten vid mer producerad värme från avfallsförbränning. Därefter beräknas medelvärdet för alla dessa effekter. Beräkningarna har gjorts inom ramen för delprojekt 4 *Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem*, med datormodellen NOVA. Beräkningarna beskrivs i slutrapporten från projektet samt illustreras i Appendix F.

Resultatet visar att det är en bränslemix med sammansättning i tabell 3 som ersätts. Man kan konstatera att hälften av marginaleffekten utgörs av skogsflis och pellets, och att 44 % av fossila bränslen (inklusive torv). De 6 % som spillvärme utgör beror på vissa omständigheter under sommaren. Effekten på spillvärme är antagligen överskattad i modelleringen, men bedöms ha liten inverkan på resultatet.

I känslighetsanalysen är olja ersatt med bioolja, vilket kan vara en möjlig förändring som kan ske i fjärrvärmesystemen på sikt.

**Tabell 3.** *Mix av bränslen (%) för fjärrvärmeproduktion som ersätts på marginalen när avfallsbränsle ökar, grundfallet. Källa: delprojekt 4 Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem.*

**Table 3.** *Mix of fuels (%) for district heating output that is replaced at the margin when the waste fuel is increasing, the base case. Source: subproject 4 Waste incineration in the Swedish district heating systems.*

| Bränsle               | Grundfall % |
|-----------------------|-------------|
| Skogsflis och pellets | 50          |
| Olja                  | 25          |
| Torv                  | 9           |
| Naturgas              | 6           |
| Spillvärme            | 6           |
| Kol                   | 4           |

### El från kraftvärme (stapel 5-6)

Vid förändrad användning av bränslen och tekniker för fjärrvärmeproduktion, påverkas även produktionen av el från kraftvärme. Detta eftersom olika tekniker och bränslen ger olika elutbyte på ett givet värmeunderlag. Import av ytterligare avfall ger en ökad elproduktion från avfallskraftvärme, men samtidigt trängs annan produktion undan, som kan vara kraftvärme med ett högre elutbyte.

I figuren illustreras detta med två staplar (figur 11):

- En stapel för *den el som avfallsförbränningen ger* (stapel 5) genom kraftvärme-produktion, och
- En stapel för *den el från annan kraftvärme, som trängs undan då avfallsförbränningen ökar* (stapel 6).

Båda måste kompenseras för genom annan elproduktion. Denna antas ske genom marginalproduktion i det nordeuropeiska elsystemet, Hur marginaelen är producerad har beräknats med hjälp av energimodellen Markal. Modellen visar att det är en mix av olika produktionsslag som ökar då efterfrågan på marginalen ändras. Beräkningarna beskrivs närmare i appendix G. Vidare studeras två andra antaganden för mixen för elproduktionen i känslighetsanalysen.

## 6.6 Känslighetsanalyser

I studien har känslighetsanalyser utförts för parametrarna i tabell 4. Det gäller sammansättning på avfallsbränsle som importeras, alternativ typ av avfallsbehandling i ursprungslandet, alternativa bränslen som påverkas i de svenska fjärrvärmesystemen och bränslemixen för hur den externa elen är producerad. Samtliga känslighetsanalyser exemplifieras för import av avfall från England. Antaganden som användes i grundfallet framgår i kolumnen med samma namn, och antaganden i känslighetsanalyserna i kolumnerna fall 1 och fall 2.

*Tabell 4. Känslighetsanalyser som har genomförts för fyra parametrar A-D. Respektive antaganden framgår i de tre kolumnerna: grundfall, fall 1 och fall 2.*

*Table 4. Sensitivity analyses that have been carried out for four parameters A-D. The respective assumptions are shown in the three columns: base case, case 1 and case 2.*

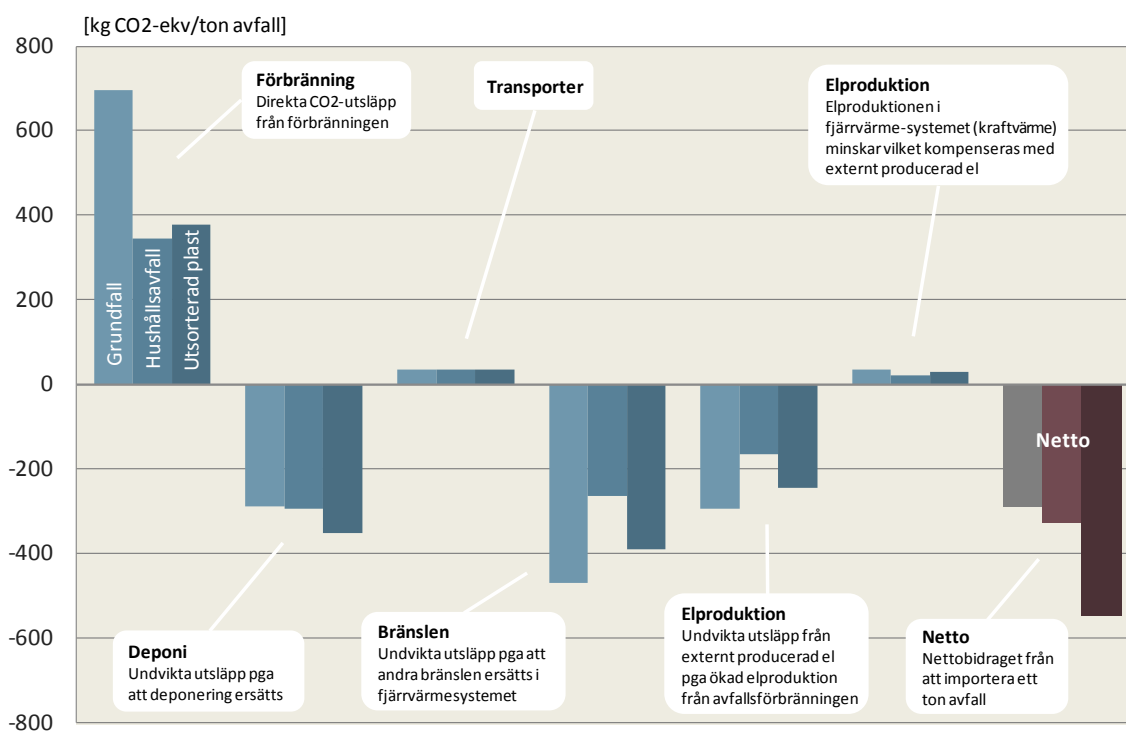
| Parameter                                                      | Grundfall                                                 | Fall 1                                                                             | Fall 2                                                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. Sammansättning på avfallsbränsle som importeras</b>      | Utsorterat avfallsbränsle                                 | Blandat hushållsavfall                                                             | 50 % mindre plast i det utsorterade avfallet, jämfört med i grundfallet |
| <b>B. Alternativ avfallsbehandling i ursprungslandet</b>       | Deponering                                                | Avancerad typ av deponi, med lägre utsläpp av klimatgaser (koldioxid-ekvivalenter) | Förbränning med energiutvinning                                         |
| <b>C. Alternativa bränslen i de svenska fjärrvärmesystemen</b> | Mix av bränslen på marginalen i fjärrvärmesystemen        | Bioolja ersätter olja i mixen på marginalen i fjärrvärmesystemen.                  |                                                                         |
| <b>D. Externt producerad el [kg CO<sub>2</sub>/MWh el]</b>     | Marginalproduktion i det nordeuropeiska elsystemet<br>515 | Höga CO <sub>2</sub> -utsläpp<br>630                                               | Låga CO <sub>2</sub> -utsläpp<br>400                                    |

### 6.6.1 Sammansättning på avfallsbränsle som importeras (Parameter C)

I grundfallet antar vi att det är utsorterat avfallsbränsle som importeras. Om import istället sker av blandat hushållsavfall (fall A1) blir de direkta utsläppen från skorstenen lägre, på grund av en lägre fossil andel (figur 12). Detsamma gäller med 50 % mindre plast i det utsorterade avfallet, jämfört med i grundfallet (fall A2). Även övriga beräknade effekter ändras, förutom transporten.

Deponering av blandat hushållsavfall och ett utsorterat avfall med 50 % mindre plast ger båda upphov till högre utsläpp av motsvarande klimatgaser (koldioxidekvivalenter) än i grundfallet, eftersom de har högre andel av lättnedbrytbart biologiskt avfall, som är det som i första hand genererar emissionerna av metangas.

Nettoresultatet blir att båda de undersökta fallen (A1 och A2) ger en större klimatvinst än i grundfallet. Det beror främst på att i båda fallen i känslighetsanalysen, har avfallsbränslet en lägre andel plast än i grundfallet, vilket ger upphov till lägre utsläpp av koldioxid vid förbränning.



Figur 12. Resultat från känslighetsanalys för avfallets sammansättning: grundfallet (utsorterat avfallsbränsle), fall A1 Blandat hushållsavfall och fall A2 50% mindre plast än i grundfallet med utsorterat avfallsbränslet. För samtliga fall visas för import från England.

Figure 11. The results of sensitivity analysis of the composition of the waste fuel: base case (sorted waste fuel), case A1 MSW and case A2 50% less plastic than in the base case with the sorted waste fuel. In all cases, the imports are made from England.

För mängden utvunnen energi är det värmevärdet hos det importerade avfallsbränslet som har betydelse. Med energiutvinningen avses de ändrade alternativa bränslena för fjärrvärme samt el från kraftvärme. Blandat hushållsavfall (fall A1) har det lägsta värmevärdet och ger minst effekter på alternativa bränslen och mängden el från kraftvärme. Med 50 % mindre plast i det utsorterade avfallet, jämfört med i grundfallet (fall A2) fås effekter mellan grundfallet och fall A1.

**Tabell 5. Sammansättning och egenskaper på avfallsbränslet i känslighetsanalyserna A1 och A2, samt i grundfallet.**

**Table 5. Composition and characteristics of the waste fuel in the sensitivity analyses A1 and A2, as well as in the base case.**

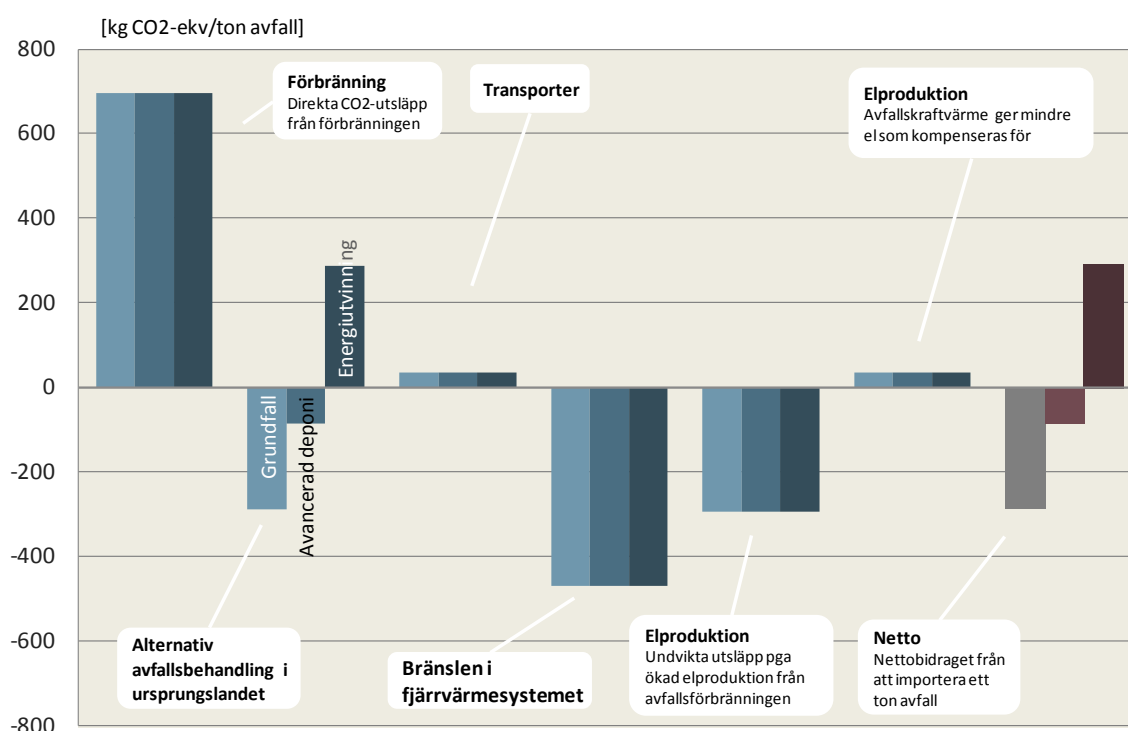
| % vikt                                | Grundfall | Fall A1 | Fall A2 |
|---------------------------------------|-----------|---------|---------|
| Tidningar                             | 21        | 23,2    | 25,5    |
| Wellpapp                              | 21        |         | 25,5    |
| <b>Förpackningar:</b>                 |           |         |         |
| -mjukplast                            | 15        | 9,4     | 7,5     |
| -hårdplast                            | 15        | 3,3     | 7,5     |
| -papper                               | 22        |         | 26,7    |
| -glas                                 |           | 1,4     |         |
| -metall                               |           | 2,9     |         |
| Elektriska och elektroniska produkter |           | 0,3     |         |
| Matavfall                             |           | 29,9    |         |
| Blöjor                                |           | 16,0    |         |
| Trädgårdsavfall                       |           | 1,5     |         |
| Övrigt glas                           |           |         |         |
| Övrig plast                           |           | 0,8     |         |
| Övriga metaller                       |           |         |         |
| Frigolit                              |           | 0,3     |         |
| Textilier                             | 6         | 1,4     | 7,3     |
| Trä                                   |           | 0,4     |         |
| Övrigt brännbart                      |           | 6,8     |         |
| Övrigt                                |           | 2,7     |         |
| Farligt avfall                        |           | 0,1     |         |
| Fukt                                  | 30 %      | 46,5    |         |
| TS                                    | 70 %      | 53,5    |         |
| Värmevärde (LWH)<br>[MWh/ton]         | 4,7       | 2,6     | 3,9     |



### 6.6.2 Alternativ avfallsbehandling i ursprungslandet (Parameter B)

I känslighetsanalysen undersöks effekterna av olika alternativ för avfallsbehandlingen i England, det vill säga den behandling som undviks när avfallet importeras till energiutvinning i Sverige istället. I grundfallet antogs alternativet vara en deponi av normalstandard i England, och dess emissioner beräknades. I känslighetsanalysen lägger vi till fall B1 en avancerad typ av deponi (data i tabell 6) och fall B2 som är förbränning med energiutvinning i en kondensanläggning. Detta illustreras i figur 13.

Man ser att om alternativet utgörs av en avancerad typ av deponi, så ges ändå en minskning av utsläppta klimatgaser (koldioxidekvivalenter). Däremot om alternativet är förbränning med energiutvinning (med antaganden här), så ökar utsläppen av klimatgaser. Det beror på att energiutvinningen i England måste kompenseras för, vilket antas ske med en produktionsmix för el, som ger utsläpp motsvarande landets klimatränskap.



Figur 13. Resultat från känslighetsanalys för vilken alternativ avfallsbehandling som man undviker i ursprungslandet England: grundfallet (deponi av normalstandard), fall B1 (avancerad typ av deponi) och fall B2 förbränning med energiutvinning.

Figure 12. The results of the sensitivity analysis for the avoided, alternative waste treatment in the country of origin (England): the base case (landfill by normal standards), case B1 (advanced type of landfill) and case B2 incineration with energy recovery.

*Tabell 6. Sammanställning för antaganden om deponiernas prestanda i de undersökta fallen.**Table 6. Compilation of assumptions on landfill performance in the cases studied.*

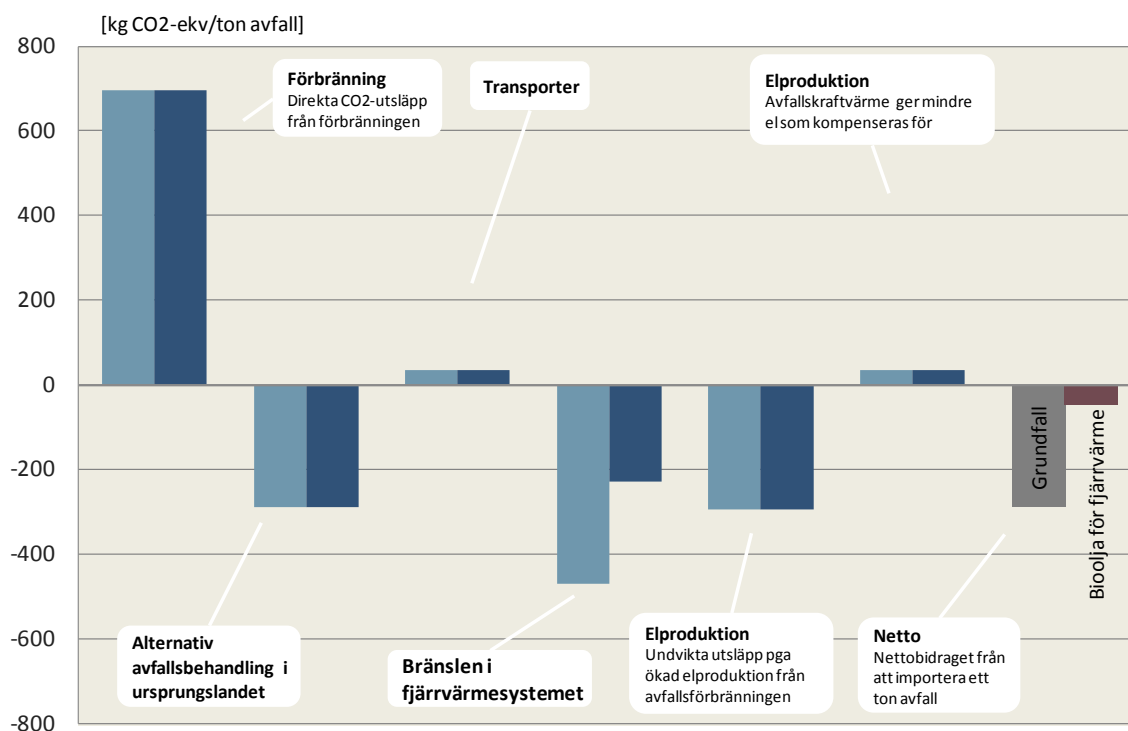
| Deponins prestanda [%]                                                 |           |               |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|---------------|
| Insamlingsgrad                                                         |           |               |
|                                                                        | Grundfall | Fall B1       |
| England                                                                | 70        | 80 [16]       |
| Italien                                                                | 50        |               |
| Polen                                                                  | 25        |               |
| Metanoxidation                                                         |           |               |
| England                                                                | 30        | 40 [antaget]  |
| Italien                                                                | 25        |               |
| Polen                                                                  | 12,5      |               |
| Andel insamlad gas till elproduktion                                   |           |               |
| England                                                                | 60        | 100 [antaget] |
| Italien                                                                | 60        |               |
| Polen                                                                  | 30        |               |
| Beräknade nettoutsläpp från deponi<br>[kg CO <sub>2</sub> /ton avfall] |           |               |
| England                                                                | 268       | 84            |
| Italien                                                                | 580       |               |
| Polen                                                                  | 1080      |               |

### 6.6.3 Alternativa bränslen i de svenska fjärrvärmesystemen (Parameter C)

I känslighetsanalysen undersöks alternativet att bioolja (fall C1) har ersatt olja i bränslemixen på marginalen i fjärrvärmesystemen (tabell 7 och figur 14). Utsläppen på marginalen sjunker från 112 till 56 kg CO<sub>2</sub>-ekv/MWh<sub>värme</sub>.

Effekten i fjärrvärmesystemet ändras om de slupna emissionerna minskar, eftersom marginalen baseras på mindre andel fossila bränslen. Man ser att i så fall ges fortfarande en minskning av utsläpp av klimatgaser (koldioxidekvivalenter) vid import av avfall, men en ganska liten sådan, 45 kg CO<sub>2</sub>/ton. Konvertering från olja till bioolja är en förändring som antas kunna ske framöver, givet till exempel hårdare styrning för att minska utsläpp av klimatgaser.

Beräkningarna visar att biobränslekraftvärme inte utökar sin andel av produktion på marginalen, eftersom den typen av anläggningar ligger långt ned i belastningsdiagrammet, och inte påverkas av ändringar på marginalen. Beräkningarna kommer från delprojekt 4 *Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem*.



Figur 14. Resultat från känslighetsanalys för alternativ mix av bränslen i de svenska fjärrvärmesystemen: i grundfallet en mix enligt tabell 3 och i fall C1 har bioolja ersatt olja i mixen av bränslen på marginalen.

Figure 13. The results of sensitivity analysis for alternative mix of fuels in the Swedish district heating systems: in the base case a mix as indicated in table 5 and in the case C1 bio-oil replaces oil in the mix of fuels in the margin.

**Tabell 7.** Känslighetsanalysens mix av bränslen för fjärrvärmeproduktion som ersätts på marginalen när avfallsbränsle ökar i jämförelse med grundfallet. Källa för bränslemixen är delprojekt 4 Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem.

**Table 7.** Sensitivity analysis of the mix of fuels used for district heating that is replaced at the margin when heat from waste fuel increases in comparison to the base case. Source of the fuel mix is the subproject 4 Waste incineration within the Swedish district heating system.

| Bränsle               | Grundfall % | Fall C1<br>% |
|-----------------------|-------------|--------------|
| Skogsflis och pellets | 50          | 50           |
| Olja                  | 25          | 0            |
| Bioolja               | 0           | 25           |
| Torv                  | 9           | 9            |
| Naturgas              | 6           | 6            |
| Spillvärme            | 6           | 6            |
| Kol                   | 4           | 4            |

#### 6.6.4 Externt producerad el (Parameter D)

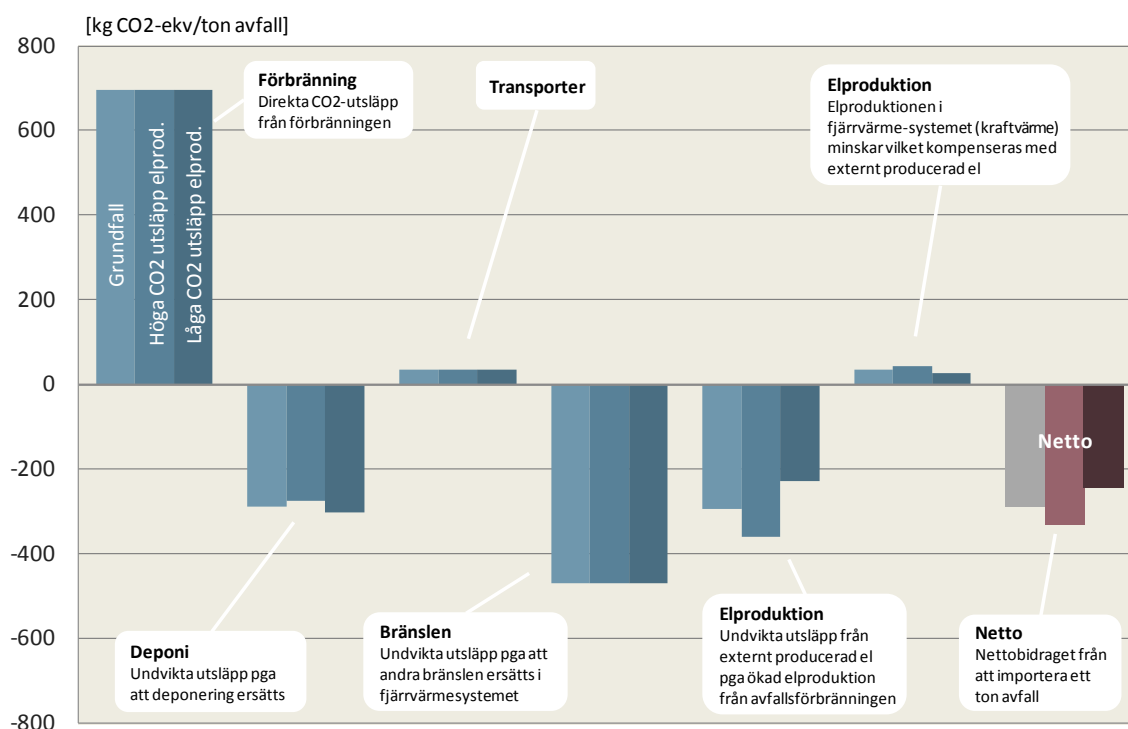
I känslighetsanalysen undersöks två andra alternativ för hur den kompenserande elen är producerad och ger högre respektive lägre emissioner än i grundfallet (tabell 8). Dessa är hämtade från två scenarier som representerar en omvärldsutveckling med stor respektive liten klimatstyrning, se appendix G.

Resultaten illustreras i figur 15. Man ser att i båda fallen (D1 och D2) är de resulterande nettoemissionerna fortfarande negativa, det vill säga importen av avfallsbränsle ger en minskning av utsläpp av klimatgaser. Störst minskning blir det i fall D1 med högst utsläpp vid produktionen av marginael.

**Tabell 8.** Antaganden i känslighetsanalysens för emissioner från marginalproduktion i det nordeuropeiska elsystemet i jämförelse med grundfallet.

**Table 8.** Assumptions on emissions from marginal electricity production in the north European electricity system in the sensitivity analysis in comparison to the base case.

| Externt producerad el        | Grundfall | D1  | D2  |
|------------------------------|-----------|-----|-----|
| [kg CO <sub>2</sub> /MWh el] | 515       | 630 | 400 |



**Figur 15.** Resultat från känslighetsanalysen för alternativ produktionsmix för externt producerad el. Emissionerna ges av tabell 8 för grundfallet respektive fall D1 och D2.

**Figure 14.** The results of sensitivity analysis of the production mix of externally produced electricity. The emissions are provided in table 10 of the base case and the cases D1 and D2.



## 7 Styrmedel

Ett av de övergripande målen för avfallsslagstiftningen i EU är minskad deponering av avfall. Strävan mot minskad deponering är en av de huvudsakliga drivkrafterna bakom import av avfallsbränsle till Sverige, genom att fler länder har infört styrmedel som fördyrar eller stoppar deponering. Istället börjar man använda dyrare alternativa sätt att behandla avfall. I kapitlet redogörs för ett antal styrmedel som vi bedömer påverkar eller kan ha inverkan på importen av avfallsbränsle (tabell 9).

### 7.1 EU

**Tabell 9. Styrmedel inom EU som är relevanta för import av avfallsbränsle till Sverige, nuvarande och eventuellt kommande styrmedel.**

**Table 9. Policy instruments within the EU with influence on the import of the waste fuel to Sweden, present and possibly future instruments.**

| Styrmedel                                                 | Påverkan                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nuvarande styrmedel:</b>                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>1999:<br/>Deponidirektivet</b><br>(1999/31/EG)         | Innebär att varje medlemsstat fram till år 2016 kraftigt skall reducera mängden biologiskt nedbrytbart <sup>1</sup> kommunalt avfall som deponeras. Vissa länder med hög andel deponering har utnyttjat möjligheten att förskjuta uppfyllandet av målen fyra år, till år 2020.<br><i>Kommentar: Är en av de huvudsakliga drivkrafterna bakom import av avfallsbränsle till Sverige. Fler länder har infört styrmedel som fördyrar eller stoppar deponering och istället börjar man använda alternativa sätt att behandla avfall, alternativ som ofta är dyrare.</i> |
| <b>2008:<br/>Ramdirektiv för avfall</b><br>(2008/98/EG)   | Pekar ut en tydlig inriktning för alla medlemsstater att fram till 2020 förebygga avfall, öka återvinning (materialåtervinning, biologisk behandling, energiutvinning) och därigenom minska deponering och förbränning med låg eller ingen energiutvinning. Olika målnivåer skall uppnås.<br><i>Kommentar: Bidrar till en strävan att minska deponering, med samma effekt som Deponidirektivet (ovan).</i>                                                                                                                                                          |
| <b>2008:<br/>EU:s Energi och klimatpaket</b> (2020-målen) | Samtliga mål utom energieffektiviseringsmålet bedöms ha en stark drivkraft för minskad deponering och ökad avfallsförbränning och biologisk behandling. Både avfallsförbränning och biogasproduktion från rötning kan ge ett tydligt bidrag till uppfyllandet av målen.<br><i>Kommentar: Bidrar till en strävan att minska deponering, med samma effekt som Deponidirektivet (ovan).</i>                                                                                                                                                                            |

<sup>1</sup> Med biologiskt nedbrytbart avses följande i direktivet: "allt avfall som kan genomgå aerob eller anaerob nedbrytning såsom livsmedels- och trädgårdsavfall, papper och kartong"

|                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>2010:</b><br><b>Industriemissions-</b><br><b>direktivet (IED)</b><br>(2010/75/EU)                  | Direktivet är en sammanslagning av sju olika direktiv. Syftet är att skärpa tillämpningen av bästa tillgängliga teknik (BAT) och skärpa utsläppsgränsvärdena för stora förbränningsanläggningar.<br><i><b>Kommentar:</b> Bidrar till en strävan att minska deponering. Men kan också leda till att medlemsländerna strävar efter att själva utnyttja energi från biogent avfall inom det egna landet, för att minska fossilandelen i energisystemet samt fossila CO2-utsläpp.</i>                                                                                                                                                  |
| <b>2011 och framåt:</b><br><b>End-of-waste-kriterier</b>                                              | Kriterier för när avfall upphör att vara avfall upprättas för att underlätta materialåtervinning. Hittills finns kriterier för bland annat glas och ett antal typer av metallskrot. Framöver avser man fastställa kriterier för återvunnet papper, plast och bionedbrytbart avfall.<br><i><b>Kommentar:</b> Bedöms på kort sikt ha liten inverkan på import av avfallsbränsle, och ännu finns inte kriterier för papper och plast som ingår i det utsorterade avfallsbränsle som främst importeras idag. På längre sikt kan kriterierna bidra till ökad materialåtervinning och därmed mindre avfallsbränsle.</i>                  |
| <b>Eventuellt kommande styrmedel:</b>                                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>2014?:</b><br><b>Översyn av återvinnings-</b><br><b>mål i ramdirektivet för</b><br><b>avfall</b>   | Översynen kan innebära att målnivåerna höjs och/eller utökas till att omfatta ytterligare avfallsfraktioner. Kan även innebära ytterligare ökade målnivåer efter år 2020.<br><i><b>Kommentar:</b> Bör ytterligare driva på processen att styra över avfall från deponering till övrig behandling.</i>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>2014?:</b><br><b>Utvärdering och</b><br><b>framtagande av mål om</b><br><b>avfallsförebyggande</b> | Enligt ramdirektivet 2008/98/EG skall ett avfallsförebyggande program vara upprättat i respektive medlemsstat senast 12 december 2013. Det finns idag inga krav- eller målnivåer för minskning av avfall som gäller generellt på EU-nivå. Under 2014 skall Kommissionen skall utvärdera medlemsstaternas avfallsförebyggande program och återkomma med generella målnivåer.<br><i><b>Kommentar:</b> Kan på sikt minska avfallsmängderna och ge mindre avfall som behöver behandlas och därmed mindre avfallsbränsle.</i>                                                                                                           |
| <b>2020?:</b><br><b>Mål om separat insamling</b><br><b>av bioavfall</b>                               | Kommissionen lagt ett förslag om framtida steg för en förbättrad hantering av bionedbrytbart avfall och förslaget har varit på konsultation. Bland annat innehåller förslaget att minst 36,5 % av bioavfallet skall samlas in och behandlas separat genom biologisk behandling. Förslaget utreds vidare.<br><i><b>Kommentar:</b> Detta bör ytterligare stimulera att avfall styrs från deponi till biologisk behandling. Samtidigt innebär det att restfraktionen som återstår i högre grad blir befriad från organiskt lättnedbrytbart och fuktigt material, vilket är positivt ur transportsynpunkt vid import till Sverige.</i> |
| <b>2020-2025?:</b><br><b>Gemensamt</b><br><b>deponiförbud?</b>                                        | Kommissionen överväger ett förslag kring detta då man bedömer att omställningen sker alltför långsamt i vissa länder. Förbudet skulle innebära klart tuffare målsättning än det existerande deponidirektivet både genom målnivån och genom att annat avfall än kommunalt avfall omfattas.<br><i><b>Kommentar:</b> Ett förbud borde få fart på omställningen i framförallt de forna öststatsländerna i EU.</i>                                                                                                                                                                                                                      |



## 7.2 Svenska styrmedel

### 7.2.1 Handel med utsläppsrätter

Från och med år 2013 ingår svenska avfallskraftvärme- och värmeverk (klassade som samförbränningsanläggningar) i EU:s handelssystem för utsläppsrätter för fossil koldioxid. Enligt det reviderade handelsdirektivet 2009/29/EC omfattas inte rena biobränsleanläggningar av handelssystemet från och med 2013. Samtidigt har Sverige en så kallad ”opt-in” vilket inkluderar alla anläggningar som är anslutna för leverans till ett fjärrvärmenät på minst 20 MW. Detta gör att samtliga sådana anläggningar, oavsett bränsle, omfattas av handelssystemet och därmed kan ansöka om fri tilldelning [23].

#### *Om handelssystemet*

Handelssystemet är av typen ”cap-and-trade” vilket innebär att koldioxidutsläppen från de verksamheter som omfattas av systemet begränsas av ett utsläppstak som bestäms på förhand. De verksamhetsutövare som finns inom systemet skall övervaka och rapportera sina utsläpp samt inneha utsläppsrätter motsvarande sina koldioxidutsläpp. Företagen kan antingen köpa de utsläppsrätter de behöver, eller vidta åtgärder för utsläppsminskning vid den egna anläggningen. Utifrån priset på utsläppsrätter kommer olika utsläppsminskande åtgärder att vara lönsamma.

#### *Utsläpp av fossilt CO<sub>2</sub> från avfallsförbränning*

Avfall är ett heterogent bränsle, vilket gör att behovet av utsläppsrätter beror på den typ av avfall som eldas. Om det fossila innehållet är stort, till exempel på grund av en hög andel plast, så innebär det höga fossila CO<sub>2</sub>-emissioner. Därav är det väsentligt att bestämma emissionerna.

Bestämningen av utsläppen kommer att ske på olika sätt beroende på storleken på anläggningen för avfallsförbränning. Små anläggningar kan beräknas av fossilandelen genom en schablon. Därigenom kommer det inte att kosta mer att förbränna avfall av fossilt än av biogent ursprung. Stora anläggningar har mätkrav för bestämning av fossilandelen. Nyligen har en omfattande studie genomförts inom Avfall Sverige. Där har man kommit fram till att utsläppen från svensk avfallsförbränning är omkring 370 kg fossilt CO<sub>2</sub>/ton förbränt avfall [24]<sup>2</sup>.

#### *Tilldelning av utsläppsrätter*

Anläggningar som ingår i handelssystemet och som producerar värme till ett fjärrvärmenät ges en gratis tilldelning av en viss mängd utsläppsrätter. Tilldelningen kommer att minska under perioden mellan år 2013 och 2020. Systemet med tilldelning är avsedd att ge verksamhetsutövaren en ekonomisk anpassningsperiod och man kan förutsätta att tilldelningen försvinner under nästföljande handelsperiod.

<sup>2</sup> Utsläppet är beräknat utifrån huvudresultatet i [71] att den fossila kolhalten ligger på ca 10 vikt-% i en avfallsblandning.

### ***Kostnader för utsläpp***

I delprojekt 2 beräknar man kostnaden för utsläppsrätter till knappt 90 SEK/ton CO<sub>2</sub>, exklusive tilldelning. Då utgår man från priset på utsläppsrätter om 25 euro/ton, som antas gälla år 2020, och medelutsläppet ovan. Inklusivt den gratis tilldelning som sker år 2020 hamnar nettokostnaden år 2020 på drygt 50 SEK/ton. För detaljer se delprojekt 2.

Till detta kommer kostnader för bland annat mätning och administration.

### ***Konsekvenser för avfallskraftvärmeverk och import av avfallsbränsle***

Generellt kommer handelssystemet att innebära både kostnader och inledningsvis en intäkt för avfallskraftvärme- och värmeverken. Kostnaden uppkommer för köp av utsläppsrätter liksom bland annat för administration och mätningar. Intäkten genereras av gratis tilldelning av utsläppsrätter för fjärrvärmeproducerande enheter. Tilldelningen kommer dock att successivt att minska under perioden.

I delprojekt 2 Styrmedel har man beräknat kostnaden för utsläppsrätter till 90 SEK/ton CO<sub>2</sub> år 2020, eller inklusive tilldelning till 50 SEK/ton. Detta beräknas i delprojekt 5 vara för lågt för att åtgärder som minskar utsläppen av fossil CO<sub>2</sub> från avfallskraftvärme- och värmeverken skall vara lönsamma. Dock skriver man att det är möjligt att enstaka avfallsleveranser, som tydligt innehåller en dominerande del plast från specifika källor kan styras till annan hantering.

Resultaten visar att inkludandet av avfallsförbränningen har en liten effekt på den förbrända mängden avfallsbränsle, samt på utsläppen av växthusgaser. Förändringen i utsläpp kommer i sådana fall troligen bero på marginellt minskad import och ökad behandling av avfall i avsändarländer eller i andra länder.

Orsaken till detta är att endast ett fåtal länder utöver Sverige planerar att inkludera avfallsförbränning i den tredje handelsperioden. Därmed kan svenska anläggningar tappa i konkurrenskraft vid import, vilket i sin tur innebär att avfall antingen behandlas i avsändarlandet eller i ett annat land.

Möjliga effekter av inträdet i handelssystemet kan vara höjda mottagningsavgifter, att det kan bli aktuellt att sortera ut plast, att undvika avfall med högt plastinnehåll eller att differentiera taxan efter plastinnehållet.

## **7.2.2 Nationella mål för matavfall och materialåtervinning**

Under år 2012 har det upprättats nya mål inom avfallsområdet, genom att regeringen har beslutat om nya etappmål [9] och Naturvårdsverket har slutfört arbetet med den Nationella avfallsplanen [25]. Följande etappmål finns numera:

- Senast år 2018 skall minst 50% av **matavfallet** från hushåll, storkök, butiker och restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt så att växtnäring tas tillvara. Minst 40% behandlas så att energi tas tillvara.
- För **byggnads- och rivningsavfall** skall senast år 2020 förberedandet för återanvändning, materialåtervinning och annat materialutnyttjande av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall vara minst 70%.

Därtill lägger Naturvårdsverket i den Nationella avfallsplanen målen:

- Materialåtervinningen av hushållens avfall skall öka.
- Matavfallet skall minska

### ***Konsekvenser för import av avfallsbränsle***

Målen bedöms ge en drivkraft för ökad källsortering till biologisk behandling och materialåtervinning. Med en högre grad av källsortering kan det kvarvarande avfallet till förbränning minska. Den tidigare visade figur 2 (kapitel 3) visar att om målen uppfylls, så innebär det ett ännu större nationellt överskott på kapacitet för avfallsförbränning, och en större import av avfall, om man vill fylla kapaciteten. Om man uppfyller både målen för biologisk behandling och materialåtervinning så får vi ett överskott på mellan 1,4 till 2,2 miljoner ton, beroende på hur mycket av den planerade kapaciteten som byggs.

Effekten av ökad källsortering till biologisk behandling är minskade utsläpp när producerad fordonsgas från rötning ersätter användning av bensin och diesel. Detta har beräknats i delprojekt 2. Man konstaterar också att den lediga kapaciteten för förbränning kan användas för att ersätta deponering av blandat avfall. Detta innebär att metanemissioner vid deponering kan undvikas. Samtidigt innehåller det importerade avfallet en viss fossil andel som ger ett ökat fossilt CO<sub>2</sub>-utsläpp vid förbränningen.

## 8 Marknadsanalys

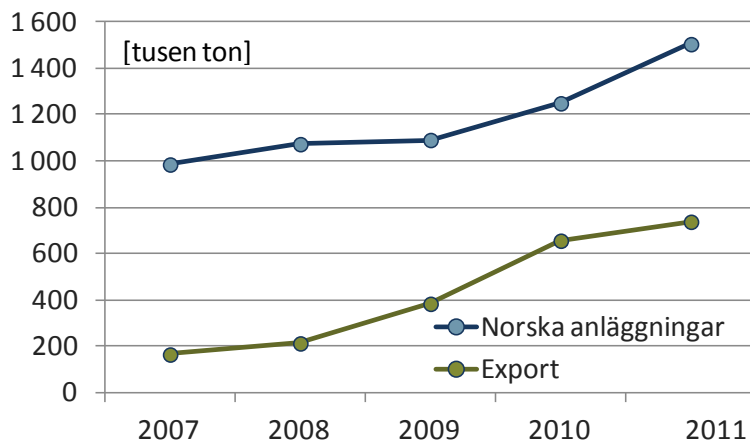
När deponering av avfall minskar till följd av att nya styrmedel införs, ökar behovet av alternativa behandlingsmetoder för avfall. Alternativen tar ofta tid att bygga upp, och är normalt dyrare än deponering av avfall. I kapitlet görs en analys av situationen på avfallsmarknaden i ett antal länder med avseende på behovet av att finna alternativ behandling till deponering, samt kostnader.

I tillägg beskrivs situationen i Tyskland och Nederländerna, som är två konkurrerande länder vad gäller import av avfallsbränsle.

### 8.1 Norge

Norge har hittills varit den mest attraktiva marknaden för import av avfallsbränsle till Sverige, och import av avfallsbränsle från Norge har hittills dominerat. Tidigare hade man brist på alternativ behandling till deponering, men numera har man byggt ut alternativ, främst förbränningskapacitet. Mottagningsavgifterna i Norge har sjunkit, efter att många svenska avfallsförbrännare kunnat erbjuda lägre sådana.

Exporten till Sverige har lett till att man i Norge nu ser sig om efter att importera avfall från andra marknader, bland annat England och Irland. Under 2011 vann även ett antal norska företag upphandlingar om förbränning av hushållsavfall i Sverige, så mindre mängder avfall går numera även från Sverige till Norge för förbränning.



Figur 16. Energiutvinning av norskt avfall (från hushåll och verksamheter) i norska anläggningar respektive det som exporterats till Sverige [tusen ton] Källa: [9].

Figure 15. Energy recovery of Norwegian waste (households and business waste) in Norwegian plants, and waste exported to Sweden for energy recovery [thousand tonnes (metric)] source: [9].

År 2011 var exporten av avfall från Norge till avfallsplanor i Sverige omkring 0,75 miljoner ton [9]. Samtidigt fortgick utbyggnaden av norska (och svenska) avfallskraftvärmeverk. Vid slutet av år 2010 var den totala kapaciteten i avfallsplanor i Norge knappt 1,3 miljoner ton.

Samma år förbrändes cirka 1,1 miljoner ton i dessa anläggningar. Differensen beror på att flera anläggningar driftsattes under året och därmed inte använde hela sin kapacitet. År 2011 förbrändes 1,5 miljoner ton i norska anläggningar [9].

Tidigare bidrog den svenska importen av avfall till att uppfylla deponeringsförbudet som infördes den 1 juli 2009 i Norge.

Givet de anläggningar som tagits i drift under 2011 och de anläggningar som är i byggnadsfas bedöms den totala kapaciteten i Norge öka till ca 1,65 miljoner ton vid utgången av år 2013. Om avfallsmängderna i Norge inte ökar från 2010 års nivåer skulle därmed Norge från år 2014 nästan ha tillräcklig kapacitet att ta hand om de mängder som idag går till Sverige.

Framväxten av de norska anläggningarna och den geografiska närheten (speciellt i gränsområden) gör att vi alltmer går mot en gemensam norsk-svensk marknad för avfallsförbränning. På denna marknad beräknas den totala kapaciteten idag vara större än de tillgängliga mängderna totalt i Norge och Sverige. Trenden förstärks givet att de anläggningar som är i planerings- och byggnadsfas blir färdiga, framförallt i Sverige.

Det som framförallt kan dämpa denna utveckling, är en ökad import från andra europeiska länder. Både norska och svenska förbränningsaktörer arbetar i den riktningen. Hittills är det små mängder som importeras till den norsk-svenska marknaden, men väntas öka med ny kapacitet i drift.

Trenden mot en ökad konkurrens förstärks på lång sikt av ambitioner i båda länderna om att öka förebyggandet av avfall samt att öka utsorteringen av avfall till materialåtervinning och biologisk behandling. Det finns flera faktorer som kan motverka trenden mot en ökad konkurrens:

- Ökad import till båda länderna från andra länder i Europa
- Planer för nya avfallskraftvärmeverk faller bort
- Vissa äldre anläggningar stängs när större reinvesteringar är nödvändiga. Detta är inte troligt till 2020, men kan vara möjligt till 2030
- En starkare konjunkturutveckling som driver upp avfallsmängderna

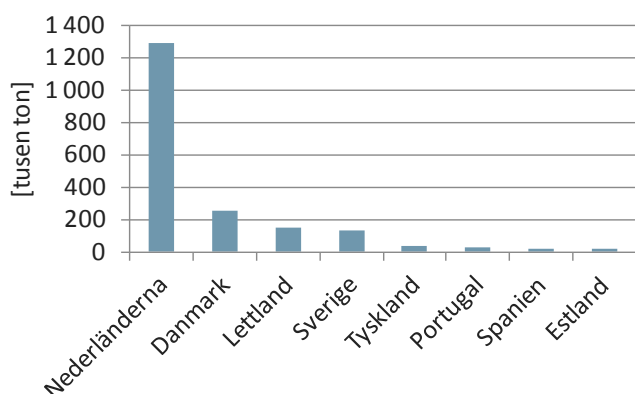
## 8.2 Storbritannien

I Storbritannien, främst England och Wales, har man kraftigt minskat mängden avfall till deponering. Drivkraften har varit den progressiva deponeringsskatten, tillsammans med ett handelssystem för deponeringstillstånd (Landfill Allowance Trading Scheme, LATs), där tillstånden för deponering successivt har minskat. Skatten är nu så hög att den ensamt styr bort från deponering. LATs har därför spelat ut sin roll och avskaffas under år 2013 [14]-[15]. På lång sikt ger kostnadsökningarna ökade möjligheter för att få lönsamhet vid import av avfallsbränsle till Sverige.

Framöver diskuterar man deponeringsförbud för trä, samt textil och bionedbrytbart avfall [26]. Flera aktörer i Sverige har initierat kontakt med leverantörer av avfall i Storbritannien, och även tagit emot avfall.

Marknaden för RDF uppgick till omkring 4,8 miljoner ton år 2011, och uppskattningsvis 0,5-1 miljon ton exporteras under år 2012 [27]. Exporten av RDF till förbränning var knappt 300 000 ton under perioden 1 januari 2011 till 24 februari 2012 [28]. Det skall jämföras med knappt 70 000 ton export för perioden september 2010 – september 2011.

De givna tillstånden för export var dock betydligt större och fördubblades nästan, från 1,1 miljoner ton i september 2011 till 1,9 miljoner ton i februari 2012. De sökta tillstånden domineras av leveranser till Nederländerna. Figur 17 visar tillstånd för export av avfall till förbränning under perioden 1 januari 2011 till 24 februari 2012. Totalt till Sverige fanns tillstånd utfärdat för 132 000 ton.



Figur 17. Tillstånd givna för export av avfall från Storbritannien under perioden 1 januari 2011 till 24 februari 2012, uppdelat per mottagande land [28].

Figure 16. Permission granted for the export of waste from the United Kingdom for the period 1 January 2011 to 24 February 2012, by receiving country [28].

Kostnaden för att deponera avfallet består av mottagningsavgift plus skatt. År 2011 låg summan för dessa mellan ungefär 820-1350 SEK/ton (73-127 pund/ton [29]), med skattnivån 56 pund/ton för år 2011. Deponiskatten höjs varje år med 8 pund per ton, och är efter den 1 april 2012, 64 pund per ton. Höjningen är planlagd att ske två gånger till, till 72 pund per ton den 1 april 2012, och till 80 pund per ton ett år senare. Detta ingår i Storbritanniens strategi för att år 2020 uppnå EUs deponeringsdirektiv (1999/31/EG), som man har fått fyra års dispens för efter 2016.

Den höga alternativkostnaden för att deponera avfallet är ett sätt att uppskatta betalningsviljan vid export, om drivkraften är att hitta billigare behandlingsalternativ. Hela betalningsviljan kan dock inte komma svenska anläggningar till godo. Dels avgår transportkostnaden (se kapitel 8), dels måste en potentiell ekonomisk vinst finnas från båda sidor, för att möjliggöra en affär, och eventuella mellanhänder kommer att påverka det slutliga priset.

### 8.3 Polen

I Polen råder brist på alternativ behandling till dagens omfattande deponering av avfall. Deponeringen sker dessutom i stor utsträckning på icke-godkända deponier. Detta trots att man har tilldelats stöd från EU:s strategifond för en förbättrad avfallshantering, men stödet har inte använts. Situationen håller dock på att förändras.

Under 2012 har lagstiftningen kring den kommunala avfallshanteringen i Polen ändrats med syftet att ge en förbättrad avfallshantering. Det är kommunernas ansvar för insamling och behandling som har ökat, samt dess tillgång till avfallet, tillsammans med deras möjlighet till intäkter via avfallstaxan [30]. Under hösten 2012 pågår upphandling om uppförande av ett antal avfallsförbränningsanläggningar [32]. Dessutom planeras utökad MBT, biologisk behandling och samt förbättrad teknik för deponering [18], [31].

Omställningen i Polen handlar även om organisation och ansvar förutom insamlingssystem och behandlingstekniker i enlighet med EU:s krav. Det är både administrativa och organisatoriska hinder för att ställa om systemet. Förändringarna nu kan vara en följd av att EU-kommissionen under år 2012 har anmält och föreslagit böter för Polen (tillsammans med Bulgarien, Ungern och Slovakien) för att man inte har implementerat EUs Ramdirektiv (2008/98/EG) för avfall i respektive nationell lagstiftning [32]. Ramdirektivet innehåller bland annat avfallshierarkin, R1-formeln för avfallsförbränning, end-of-waste-kriterier, med mera.

Betalningsviljan i Polen för att exportera avfall bedöms i dagsläget vara begränsad, baserad på låga alternativkostnader. Dock planerar man för höjda avgifter för deponering med start från år 2014 [18]. Det är ännu oklart vilka nivåer avgiften läggs på, och om det i så fall kommer att vara tillräcklig höga för att alternativet att exportera avfall för förbränning i Sverige kan bli ekonomisk intressant.

### 8.4 Tyskland

Tyskland bedöms vara ett land med konkurrerande importörer av avfall. Man har ett stort behov av import av avfall till förbränning framöver, om man skall fylla sina anläggningar. Tyska anläggningar kan därför komma att bli allt mer aktiva på importmarknaden framöver.

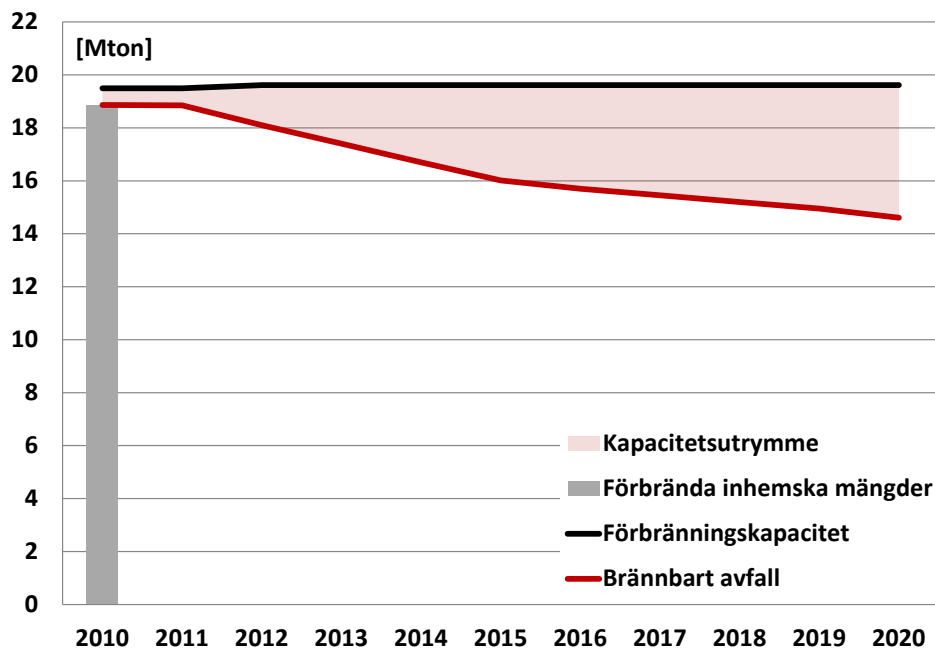
Vid ett "business as usual"-scenario visar prognosen för mängden restavfall tillgänglig för förbränning är 18,4 miljoner ton medan i två utsorteringsscenarioer varierar mellan 13,7-15,4 miljoner ton [34]. Prognosen beräknar hur mängden restavfall från MSW och "commercial waste" som finns tillgänglig för förbränning kan komma att utvecklas i Tyskland till år 2020, beroende på hur mycket biologiskt avfall som samlas in separat.

I figur 18 visas utvecklingen av kapacitetsöverskott till år 2020. Med kapacitetsöverskott avses skillnaden (röd yta) mellan avfallsförbränningskapacitet (svart linje) och mängden restavfall (röd linje). Vi har för restavfallsmängderna antagit en utveckling som är ett medelvärde av företaget Prognos två utsorteringsscenarioer.

År 2020 bedöms således restavfallsmängderna i Tyskland uppgå till 14,6 kton. Överskottet kan ses som ett utrymme ledigt för import, och för möjligheten att kunna behandla sitt avfall om avfallsmängderna skulle komma att öka med mer än vad som prognostiserats. Givet figurens utveckling av kapacitet och avfallsmängder kan Tyskland år 2020 ha en import på hela 5 miljoner ton, om man skall fylla kapaciteten. Detta kan jämföras med dagens importmängd om 0,6 miljoner ton. Därtill kan komma ett överskott på kapacitet i anläggningar för RDF-förbränning.

Mottagningsavgifterna för hushållsavfall återfinns inom ett mycket stort spann. Fortfarande till år 2015 har vissa anläggningar kontrakt upp mot 200 €/ton, vilka tecknades omkring år 2005 när Tyskland hade brist på förbränningskapacitet. Vid upphandlingar under år 2011 har nivåerna legat på 45€/ton [35].

För mottagningsavgifterna för verksamhetsavfall har överkapaciteten inneburit att de har sjunkit kraftigt **Fel! Hittar inte referenskälla..** Från mycket höga nivåer, har man nu priser ner mot €40-45 [37]. Mer och mer avfall hanteras på en spotmarknad för avfall och färre långtidskontrakt tecknas. Hög återvinning av el och värme bör dock ge svenska anläggningar en konkurrensfördel.



Figur 18. Jämförelse mellan en prognos för tillgängligt brännbart avfall i Tyskland och landets kapacitet för avfallsförbränning år 2010-2020. Den röda ytan visar på ett behov av import om kapaciteten skall fyllas. Källa: [34], projektets bearbetning.

Figure 17. Comparison between a forecast of available combustible waste in Germany and the country's capacity for waste incineration in 2010-2020. The red area shows a need for imports if the capacity is to be filled. Source: [34], data processed in the project.



## 8.5 Nederländerna

I figur 17 framgår att Nederländerna dominerar som mottagare av avfall till förbränning ifrån Storbritannien i de tillstånd som var givna under perioden 1 januari 2011 till 24 februari 2012. Även i Nederländerna finns ett överskott på inhemsk kapacitet. Jämfört med svenska anläggningar har man en fördel av kortare och enklare transporter som kan bli billigare. Förutom import på båt används även lastbil på färja vid importen.

Den största importören är anläggningen AEB i Amsterdam, som mottagit avfall även från Italien. Även om den anläggningen har en hög elverkningsgrad på 30% bör ändå de svenska kraftvärmeanläggningarna ha en konkurrensfördel.

## 9 Transport av avfallsbränsle vid import

Majoriteten av det importerade avfallsbränslet till Sverige kommer från Norge, och transporten sker med lastbil. Från andra länder är dock logistikkedjan mer komplex, vilket beskrivs i kapitlet. Import från andra länder än Norge är till viss del under uppstart varför transportkedjor och -priser, villkor, krav, med mera förhandlas och ändras.

Kostnaderna för transport inklusive balning och lastning/lossning har stor betydelse för möjligheten att få lönsamhet vid import till Sverige. Erfarenheter inom projektet visar att en bra logistiklösning kan vara helt avgörande för möjligheten till import.

Erfarenheterna visar också att den verkliga, slutliga transportkostnaden varierar från fall till fall, och bör beräknas för varje importaffär. Detta eftersom den slutliga transportkostnaden avgörs av specifika förhållanden i den aktuella transportkedjan, och kan variera kraftigt

### 9.1 Transport av avfall idag

Avfall som importeras till Sverige transporteras idag främst med lastbil, och i mindre utsträckning med eller båt. Valet beror på ursprungsland samt på geografiskt läge i Sverige. Till exempel har Igelstaverket i Södertälje en egen kaj som underlättar importen av avfallsbränsle med båt.

I dag transporteras dock den största mängden avfallsbränsle med lastbil från Norge. Kostnaden påverkas av att Norge har fler godstransporter till än från landet. Således finns tillgång på transporter till Norge, vilka kan användas vid leverans av avfall från Norge, och som annars skulle gå tomma. Generellt är dock lastbilstransport dyrt för långa transporter. Av avgörande betydelse är alltså om lastbilen får returtransport eller ej.

För långa transporter är tåg och båt oftast mer kostnadseffektiva alternativ och dessutom normalt bättre ur miljösynpunkt. Centralt för den totala transportkostnaden är omlastningskostnaden, både lastning och lossning. Har man väl lastat avfallet på båt och även tåg, så kan man transportera avfallet mycket långa sträckor.

Tabell 10 visar en sammanställning av fördelar och nackdelar med de olika transportsätten.

**Tabell 10. Bedömda fördelar och nackdelar med transportsätten lastbil och båt för avfallsbränsle.**

**Table 10. Assessed advantages and disadvantages of different waste fuel transportation via truck and boat.**

|         | Fördelar                      | Nackdelar                                                                                                                                                                                                    |
|---------|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Lastbil | Flexibelt                     | Dyrt för långa transporter<br>Krav på returtransport<br>Rengöring efter transport, vid vissa retur                                                                                                           |
| Båt     | Billigt för långa transporter | Stora leveranser. Om problem med leveransen är det ett omfattande problem (i ton räknat).<br>Oflexibelt, kombination med lastbil kan behövas, om man inte ligger med kajläge.<br>Lastning och lossning krävs |

Balning är nästan alltid nödvändigt för det importerade avfallsbränslet. Genom balning minskar problem med lukt och nedskräpning, samt sanitära och hygieniska olägenheter. Även risken för självantändning minskar. Dessutom får man en produkt som går att lagra, vilket under vissa omständigheter är önskvärt, till exempel under sommartid.

Bilderna i figur 19 visar ett exempel med fyrkantbalar som levereras till EGE, Oslo från Storbritannien. Bilden till vänster visar lossning från frakutrymmet i fartyget, och bilden till höger visar öppnade balar vid en stickprovskontroll i mottagningshallen. I figur 20 visas lastade rundbalar, också från Storbritannien. I figur 21 kommer istället balarna från Malta. Där har de packats i container, som gått med reguljärtrafik och lossas hos Skövde Energi [38].



*Figur 19. Balar med avfall som levereras till EGE, Oslo. Lossning från frakutrymmet i fartyget och i mottagningshallen, sedan balarna öppnats för kontroll.*

*Figure 18. Bales of waste delivered to EGE, Oslo. Unloading from the cargo compartment of the boat and into the reception hall, then bales are opened for inspection.*



*Figur 20. Balar med avfall som lastats i Storbritannien.*

*Figure 19. Bales of waste loaded into the United Kingdom.*



*Figur 21. Balar med avfall som lastats på Malta, packats i container och lossas hos Skövde Energi. Källa: [39].*

*Figure 20. Bales of waste loaded in Malta, packed in containers and unloaded in Skövde. Source: [39].*

## 9.2 Transportkostnader

Kostnaderna för transport inklusive balning och lastning/lossning har stor betydelse för möjligheten att få lönsamhet vid import till Sverige. Erfarenheter inom projektet visar att en bra logistiklösning kan vara helt avgörande för möjligheten till import.

Erfarenheterna visar också att den verkliga, slutliga transportkostnaden varierar från fall till fall, och bör beräknas för varje importaffär. Detta eftersom den slutliga transportkostnaden avgörs av specifika förhållanden i den aktuella transportkedjan, och kan variera kraftigt, till exempel med avseende på;

- Förutsättningar hos avsändaren i ursprungslandet till exempel: tillgänglig teknik, geografi som påverkar avstånd och transportsätt, tillstånd, kostnader.
- Vilka lämpliga båttransporter som finns, med passande rutten och möjlighet till returtransporter,
- Lokalisering av hamnar och deras tillstånd, vilja och möjlighet till lastning, lossning, och lagring, samt
- Slutligen transport och möjlighet till hantering, lagring och öppning av balar eller tömning av container hemma vid anläggningen.

Nedan görs en sammanställning av uppskattade kostnader för transport av avfallsbränsle. Notera dock att kostnaderna är ungefärliga och varierar kraftigt, se ovan. En transportkedja kan bestå av följande moment med ungefärliga kostnader efter insamling till en uppsamlingsplats (tabell 11):

Tabell 11. Ett exempel på transportkedja och de olika momentens ungefärliga kostnader vid import av avfallsbränsle med fartyg.

Table 11. An example of one chain of transportation when importing waste fuels and the approximate costs.

| Moment                                                                                  | Kostnad<br>(OBS<br>ungefärlig)<br>(SEK/ton) |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Balning                                                                                 | 200                                         |
| Transport till hamn                                                                     | 50                                          |
| Lastning av fartyg                                                                      | 40                                          |
| Fartygstransport, ungefär från Italien<br>(inklusive returtransport)                    | 150                                         |
| Lossning av fartyg                                                                      | 50                                          |
| Transport till från hamn till anläggning                                                | 30                                          |
| <b>SUMMA</b>                                                                            | <b>520</b>                                  |
| <u>Tillkommande ej kvantifierat:</u>                                                    |                                             |
| <i>Eventuell omlastning mellan båtar</i>                                                |                                             |
| <i>Lastning för transport till anläggning</i>                                           |                                             |
| <i>Lossning vid anläggning</i>                                                          |                                             |
| <i>Öppning av balar: Plast och<br/>ståltråd/plastband) innan inmatning i<br/>bunker</i> |                                             |

Flera moment kan undvikas i gynnsamma fall, till exempel transport till hamn efter balning, om balarna kan lyftas direkt i en båt.

Totalt uppskattar vi kostnaden inklusive balning och annan kringhantering för import med båt från Italien till en anläggning i Sverige till ungefär 500 SEK/ton. Från Storbritannien är avståndet kortare, men transportkedjan kan vara lika komplex, så kostnaden behöver inte minska så mycket. Varje moment kostar pengar. I sammanställningen ovan saknas också hantering och öppning vid anläggningen.

Det bör dock betonas att uppgifterna är baserade på ett begränsat antal fall och att utformning av hela transportkedjan har stor betydelse för utfallet, så kostnaden varierar med varje enskilt fall.

Båttransporten påverkas också av konjunkturläget, om det generellt är stor eller liten efterfrågan på båttransporter i förhållande till tillgänglig lastkapacitet. Möjlighet att utnyttja returtransporter kan ha stor påverkan på den resulterande transportkostnaden. Bland annat Sundsvall Energi utnyttjar det befintliga logistiksystemet som skogsindustrin har byggt upp för export av varor till Storbritannien.

Kostnaderna för båttransporter väntas öka från år 2015 när gränsvärdena för svavel i marint bränsle skärps för transporter i Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen [40].

### 9.3 Lagstiftning gällande transport av avfall

År 2007 började Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1013/2006 av den 14 juni 2006 om gränsöverskridande transport av avfall att gälla. Dess huvudsakliga och överordnade syfte och innehåll är miljöskydd, medan dess följder för den internationella handeln endast är av underordnad betydelse.

I förordningen fastställs de förfaranden och kontrollsystem som skall användas för avfalls-transporter, beroende på avfallets ursprung och destination och transportväg, det slags avfall som transporteras samt den typ av behandling som avfallet skall genomgå på destinationsorten. Följande transporter av avfall omfattas:

- Mellan medlemsstater, inom gemenskapen eller med transitering genom tredje-länder.
- Avfall som importeras till gemenskapen från tredjeländer
- Avfall som exporteras från gemenskapen till tredjeländer
- Avfall som transiteras genom gemenskapen på väg från och till tredjeländer

Transportförordningen innehåller även information om när behöriga mottagar- och av-sändarmyndigheter får resa invändningar mot en planerad transport av avfall avsett för bortskaffande eller för återvinning.

Enligt förordningen skall transporter av blandat kommunalt avfall (MSW, EWC-kod 20 03 01) som samlats in från privata hushåll, inbegripet när insamlingen även omfattar sådant avfall från andra producenter, till anläggningar för återvinning eller bortskaffande omfattas av samma bestämmelser som transporter av avfall som är avsett för bortskaffande. Således måste transporter av kommunalt avfall föregås av en skriftlig föransmälan och skriftligt förhandsgodkännande.

Noterbart är också att man i det nya ramdirektivet för avfall (2008/98/EG) gjorde en speciell skrivning av vad som krävs i form av förbehandling för att det kommunala avfallet (t ex vid framtagande av RDF) inte längre skall kunna betraktas som kommunalt avfall och därmed inte längre omfattas av de hårdare transportbestämmelserna:

”Vid tillämpning av Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1013/2006 av den 14 juni 2006 om transport av avfall (4), ska blandat kommunalt avfall enligt artikel 3.5 i denna förordning anses vara blandat kommunalt avfall även då det har genomgått en avfallsbehandling som inte väsentligen har ändrat dess egenskaper.”

Detta är en form av gråzon då det inte finns någon tydlig definition vad som avses med ”inte väsentligen har ändrat dess egenskaper”. Sannolikt får praxis utifrån ett antal verkliga fall visa hur respektive lands myndigheter väljer att tolka detta.

Viktigt vid import av avfallsbränsle med båt är även att mottagande hamn skall ha tillstånd att hantera avfallsbränsle.

## 9.4 Framtida import av bränslen med båt

För framtiden finns följande reflexioner om storskalig import av *biobränsle* med båt [41]. Författarna avser import och handel av biobränslen, men tankarna är relevanta även för avfall i aspekten att handel med bränslen kan öka som en följd av bland annat förnybarhetsdirektivet.

- Om internationell handel med biobränsle ökar kraftigt till år 2050, skulle det innebära en ökning av efterfrågan på bulktonnage för fast material. Konkurrensen om tillgänglig fraktkapacitet skulle öka, vilket kan ge ökade fraktkostnader. I ett kort perspektiv är det sannolikt inte något problem, men närmare år 2020-2030 kan man tänka sig ökade frakter och fraktkostnader av biobränslen jämfört med idag.
- Biobränslen har ett relativt lågt värde gentemot att andra produkter. Beroende på hur hamnar och fraktfirmor sätter priser, finns det en risk att man hellre väljer produkter med högre värde om kapaciteten är begränsad. Detta kan innebära ökade kostnader för både frakt och lastning/lossning vid begränsade kapaciteter. Vår bedömning är att detta gäller i ännu högre grad för avfall som i de flesta fall har ett negativt pris.
- I ett kort perspektiv, om man inte har egen hamn, är det även relevant vilken inriktning och vilken utrustning för lastning/lossning som finns i de svenska hamnarna. Bland annat finns exemplet med pelletsimport till Göteborg Energi som 2004 gick via Varbergs hamn på grund av att Göteborgs hamn fokuserade på andra typer av varor och därmed inte var intresserade av att hantera biobränslen.



## 10 Oro och farhågor vid import av avfall

När import av avfallsbränsle till Sverige har ökat, har även oro och farhågor kring importen ökat. Genom att undersöka oron är syftet att bidra till ett förbättrat underlag för beslut och kommunikation.

Projektet har funnit oro för ökade utsläpp, transporter, mängder aska att hantera. Dessutom finns en oro för ett ökat ekonomiskt risktagande när man är verksam utomlands, samt oro för eventuella oegentligheter och samröre med illegala verksamheter. Svenskt näringsliv frågar i utredningen *"Avfallsbolag – i vems tjänst? En granskning av kommunalt agerande på avfallsmarknaden i Halland, Västra Götaland och Värmland"* [42] huruvida ett kommunalt bolag är rätt huvudman för riskfyllda satsningar inom avfallsområdet utomlands, samt om man har rätt kompetens för sådana uppdrag.

Irritation finns också för att avsändarländerna, genom att exportera avfallet, undviker att ta ansvar för den egna (försummade) avfallshanteringen. Kommunikation och ökad kunskap har visat sig ge en mindre andel personer med en negativ allmän inställning till import av avfall.

Undersökningen baseras på intervjuer med representanter för Naturvårdsverket, som representant för en myndighet, med Naturskyddsföreningen och Bellona, som representerar miljöorganisationer och hos enskilda. För Naturskyddsföreningen har intervjun kompletterats med information från media. Vid intervjuerna har vi ställt frågan: Vilken åsikt har er organisation om import av avfall till förbränning?

Åsikter, oro och farhågor hos enskilda personer har samlats in genom undersökning av debattinlägg. har även fått tillgång till resultat från två enkätundersökningar, som i delavsnitt har behandlat åsikter rörande import av avfall och effekter därav.

### 10.1 Naturvårdsverket

Naturvårdsverket är den statliga förvaltningsmyndighet som svarar för avfallsfrågorna i Sverige. Man ansvarar bland annat för att ge tillstånd för införsel av avfall, för att reglerna kring införsel av avfall följs och kartlägger mängderna avfall som förs in i landet. En representant för Naturvårdsverket finns med i referensgruppen för projektet.

Den officiella inställningen till import av avfall är [43]:

*"Naturvårdsverket har ingen generell åsikt om införsel/import av avfall för förbränning. Avfallsdirektivets principer om självförsörjning (inom EU) och närhet ska naturligtvis tillämpas, liksom Baselkonventionen och tillhörande EU-regleringar i de enskilda fallen.*

*I det stora hela och långa perspektivet ser vi att avfallsförbränningen bör minska till förmån för materialåtervinning, återanvändning och avfallsförebyggande. Också i enlighet med avfallsdirektivet."*

## 10.2 Naturskyddsföreningen

Naturskyddsföreningen är en ideell miljöorganisation.

Enligt Palm-Nicholls, kontaktperson för Avfallsgruppen inom Naturskyddsföreningen, har föreningens inte någon officiell policy gällande import av avfall till förbränning [44]. I policydokumentet om avfall och avfallshantering [45] finns inget skrivet om import av avfall till förbränning. Däremot är man emot förbränning av avfall i generella termer, eftersom man vill sikta högre i avfallshierarkin (ibid).

Representanter för Naturskyddsföreningen har uttalat sig mot import av avfall både i generella termer och med hänvisning till specifika fall. I en debatt i radiosändning beskrev föreningens generaldirektör Svante Axelsson att han grundar motståndet mot import på följande [46]:

- Genom importen så gör man sig *beroende av avfall som energikälla*,
- Import av avfall till förbränning *tränger undan materialåtervinning*, som ligger högre upp i avfallshierarkin, eftersom vi har en konkurrens om material,
- Import av avfall till förbränning ger upphov till *stora mängder aska*, som klassas som farligt avfall.
- Importen ger också upphov till *ökade transporter*, särskilt om vi måste exportera biobränsle till exempelvis Italien, när de själva inte förbränner avfallet.

I en annan radiosändning uttalar sig Lina Jansson, sekreterare i sektion Västmanland om planerna på att importera avfall till förbränning i Mälarenergis anläggning i Västerås [47]. Dels kommenterar hon att man ser det positivt att man fasar ut det fossila bränslet hos Mälarenergi, men säger också att ”i det långa loppet ser inte vi att sopförbränning är det miljöbästa alternativet”. Specifikt om import av avfall till anläggningen säger hon att [47]:

- De bedömer att det inte är hållbart på lång sikt att *frakta sopor så långväga*;
- Genom sopförbränningen uppkommer en *stor andel aska* att uppkomma, som innehåller en hel del farliga ämnen.

## 10.3 Bellona

Bellona är en internationell, oberoende stiftelse, som grundades i Norge 1986. Man arbetar för att öka den ekologiska medvetenheten i samhället, för att hindra föroreningar och begränsa klimatförändringar.

Bellona strävar mot att avfall skall användas som råmaterial i så stor utsträckning som möjligt, samt att materialåtervinning är att föredra framför förbränning, i enlighet med avfallshierarkin. Gällande import av avfall till förbränning anser organisationen att man accepterar import av avfall som annars skulle ha deponerats, under ett antal förutsättningar [48]:

- Materialåtervinning är inte ett alternativ för det aktuella avfallet;
- Förbränningen har effektiv rökgasrening samt energiutvinning;
- Importen sker under en övergångsperiod, i väntan på att avsändarländerna bygger upp egen behandlingskapacitet för avfall;

- Miljöbelastningen av transporterna inte överstiger vinsten med att byta metod för avfallsbehandling. Positiva miljövinster skall bevisas genom dokumenterade livscykelanalyser.

## 10.4 Två enkätundersökningar

Projektet har haft tillgång till resultat från två enkätundersökningar, vilka har innehållit frågor om import av avfall. Enkätundersökningarna har genomförts på uppdrag av Kretsloppskontoret, Göteborg under våren 2012 [49], respektive av Öresundskraft, Helsingborg 2011 [50].

En av farhågorna som framförts inom projektet var att det föreligger en risk att personer blir mer negativa till att källsortera avfall, vid det faktum att vi importerar avfall till förbränning. I enkätundersökningen som genomfördes på uppdrag av Kretsloppskontoret, Göteborg undersökte man den risken. Resultatet visade att mycket små andelar av dem som känt till att vi importerar avfall till Göteborg, anser att det har gjort dem mer negativa till att källsortera och återvinna. I studien var det 54% av Göteborgarna, boendes i lägenhet, som uppgav att de känner till att vi importerar avfall till Sverige för att förbränna.

Undersökningen som genomfördes på uppdrag av Öresundskraft, Helsingborg visade att andelen svarande som hade en negativ allmän inställning till import av avfall för el och värme minskade, när man fick information om att importen gör att deponering av avfall kan undvikas utomlands. I analysen av resultaten skriver man att "... den initialt negativa inställningen baseras på bristande kunskap" [50].

## 10.5 Rapportering i media

I en systematisk undersökning om medias rapportering om fjärrvärme [51], finns ett avsnitt om import av avfall till förbränning. Slutsatsen från den studien är att media i huvudsak har rapporterat om att de importerande företagen enbart ser importen ur ekonomisk synvinkel, utan att ta hänsyn till eventuella ökade utsläpp. Studien kartlade artiklar i sju olika tidningar under åren 1996-2007.

I samband med medias rapportering om import av avfall till förbränning i enskilda anläggningar har ett stort antal enskilda individer redovisat sin åsikt i insändare och elektroniska kommenteringsfält. Under hösten 2011 läste vi och sammanställde insändare och kommentarer, och här redovisar vi ett litet urval av dem. Vi baserar urvalet på att:

- Texten skall vara förståelig och innehålla en motivering, eftersom det är motivet till åsikten som är intressant, snarare än själva åsikten i sig. Kommentarer utan motivering har inte inkluderats.
- Motiven skall representera ett antal olika kategorier.

Man kan konstatera att inläggen mot avfallsimport främst har rört sig inom följande kategorier: miljö, transporter, samhällsekonomi, inblandning av maffia, undvikande av ansvar och övrigt, som också är indelningen nedan. I den första kolumnen tillhörande respektive inlägg redovisas till vilken anläggning som importen avsågs samt datum och plats för insändaren.

**Tabell 12. Sammanställning av åsikter i insändare och kommentarer i samband med medias rapportering om import av avfallsbränsle.**

**Table 12. Compilation of opinions in letters to the editor and comments in connection with the media's reporting on the import of waste fuels.**

### Miljö

|                                          |                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Halmstad<br>(Hallandsposten.se 20110729) | "Då man kan förvänta sig utsläpp av koldioxid under transport samt utsläpp av NOx och dioxiner under förbränningen, har jag svårt att se att det kan bli en miljömässig vinst ur såväl ett globalt som lokalt perspektiv." |
| Halmstad<br>(Hallandsposten.se 20110621) | "Vi har renare sopor här än i Italien.... Tungmetallutsläppen kommer att öka"                                                                                                                                              |
| Halmstad<br>(Hallandsposten.se 20110621) | "Soporna skall tas omhand i närmiljön, inte skita ned Halmstad"                                                                                                                                                            |
| Kiruna (NSD 20090302)                    | Sverige = hela världens soptipp                                                                                                                                                                                            |
| Halmstad (Hallandsposten.se 20110621)    |                                                                                                                                                                                                                            |

### Transporter

|                                          |                                                                                                              |
|------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Halmstad<br>(Hallandsposten.se 20110621) | "...att transportera sk. avfall så långt sett ut vår globala omvärldshänsyn kan inte ses som något bra "     |
| Sundsvall<br>(Nyheter P4 Västernorrland) | "Det är inte speciellt miljövänligt att köra sopor från Norge, men det är en bra affär för Sundsvall energi" |
| Kiruna<br>(NSD 20090302)                 | "Soporna fraktas flera hundra mil. Det kan inte vara någon miljövinst i det."                                |

### Samhällskostnader

|                                          |                                                                                                      |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Borås<br>(Nyheter P4 Sjuhärad, 20080602) | "...stora samhällskostnader i form av energi, belastning på vägar, och olycksrisk under transporter" |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|

### Eventuellt olaglig verksamhet

|                                          |                                                                                                                                          |
|------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Halmstad<br>(Nyheter Ekot, 20110815)     | "Kommer avfallet från Neapel? ... var försiktig med motparten så att den inte kommer med ett erbjudande som kommunen inte kan acceptera" |
| Halmstad<br>(Hallandsposten.se 20110621) | "..att importera deras sopor är att gynna organiserad brottslighet"                                                                      |

| <u>Undviker ansvar</u>                                            |                                                                                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SYSAV</b><br>( <a href="#">efterarbetet.etc.se 20110621</a> )  | ”Dels sker utsläpp i samband med transport och dels ... att exportländerna då får en enkel lösning på sitt eget lands försummade sophantering”       |
| <u>Övrigt</u>                                                     |                                                                                                                                                      |
| <b>Renova AB</b><br>( <a href="#">Ekot P4 Göteborg 20110903</a> ) | ”Om vi minskar (avfallet) så kan vi ju inte samtidigt ersätta den minskningen med import utifrån. Hela avfallsplanen kan man säga mister sitt värde” |
| <b>Halmstad</b><br>( <a href="#">Hallandsposten.se 20110621</a> ) | ”Då får vi väl in en del ohyra med från Neapel. Spindlar och kackerlackor...”                                                                        |
| <b>Sundsvall</b><br>( <a href="#">Nyheter P4 Västernorrland</a> ) | ”Här är livlig frekvens på lastbilar och det innebär problem för dem som bor närmast här”                                                            |
| <b>Allmänt</b><br>( <a href="#">Dagens samhälle 20091109</a> )    | ”import av avfall hindrar spillvärme och återvinning.”                                                                                               |

Specifikt rörande importen från Norge – eller snarare exporten därifrån, fanns följande kommentarer, listade i tabell 13 nedan.

*Tabell 13. Sammanställning av åsikter i insändare och kommentarer i samband med medias rapportering om import av avfall från Norge.*

*Table 13. Compilation of views in letters to the editor and comments in connection with the media's reporting on the import of waste from Norway.*

#### Exempel mot import:

|                            |                                                                 |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| <b>Långa transporter</b>   | ”Avfallet körs förbi anläggningen i Bergen (BIR) till Sverige ” |
| <b>Ekonomiska aspekter</b> | (Nystartade) anläggningar utnyttjas inte                        |
|                            | Avfall är en resurs som Norge bör ta tillvara                   |
| <b>Principiellt</b>        | Ett land bör ha egen kapacitet att ta hand om sitt avfall       |

#### Exempel för import:

|                            |                                                                                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Energieffektivitet</b>  | Bättre energieffektivitet i Sverige                                                     |
| <b>Mottagningsavgifter</b> | Mer konkurrens, bättre villkor i Sverige, särskilt när förbränningsskatten tagits bort. |

|                    |                                                            |
|--------------------|------------------------------------------------------------|
| <b>Transporter</b> | Transporter har liten inverkan på den totala miljöpåverkan |
| <b>Deponering</b>  | Undviker deponering i Nordnorge                            |

---

## 11 Perspektivet 2030

I perspektivet till år 2030 bedöms avfallsbränsle komma att betraktas och behandlas mer som en resurs än idag. Med det avses bland annat en statushöjning och en ökad efterfrågan på råvaror. Det kommer i så fall att påverka attityder kring avfall, dess handel och hantering. Prognoser visar också en vikande fjärrvärmeefterfrågan under perioden fram till år 2025. En utbyggnad av avfallskraftvärme gör att andelen avfallsbränsle kommer att öka i fjärrvärmesystemen.

I kapitlet diskuteras dessa och andra ämnen, som bedöms ha inverka på importen av avfallsbränsle till år 2030.

### 11.1 Avfall som resurs, handel med avfall och avfallsbränsle

Inom arbets- och referensgruppen förväntar sig flera medlemmar att ytterligare avfallsfraktioner kommer att betraktas och behandlas mer som en resurs i framtiden. Med det avses en allmän statushöjning, ökad efterfrågan och frågan ställdes om avfall över huvud taget kommer att kallas avfall år 2030? Även handel avfall i form av utsorterade bränslefraktioner, väntas kunna vara en av många material- eller bränsleslag, som det handlas med i större utsträckning. Om avfall blir betraktat mer som en resurs, så kommer det påverka attityder kring avfall och handel.

I dagsläget har vi en handel med avfallsbränsle mellan Sverige och Norge, samt en utveckling av handel med avfall inom Nordkalotten. Det kan även bli en utveckling av avfallshandel mellan världsdelar, till exempel en utvidgning av den handel med plastavfall med Kina. Under perioden 1999 -2011 ökade exporten av plastavfall till Kina från omkring 1 miljon ton till drygt 5 miljoner ton [52]. Plastavfall används redan som råvara vid tillverkning av råjärn i Kina och Tyskland, och till år 2030 kan efterfrågan öka. I kombination med strävan att förebygga avfall och ökad materialåtervinning, kan den tillgängliga mängden avfallsbränsle minska framöver. Kanske kan då energiutvinning av avfall utvecklas inom hela EU, och EU blir en nettoimportör av avfallsbränsle?

Vidare förväntar man sig att energipriserna kommer att gå upp. Även en framtida förväntad knapphet i resurser liksom strävan mot resurshushållning, bör leda till en högre värdering av avfall som resurs både såsom material och bränsle. Detta eftersom energipriserna bland annat är viktiga vid tillverkning och jungfruliga råvaror bör öka i värde (och pris).

Kan landfill mining<sup>3</sup> utvecklas liksom återanvändning av askan utvecklas? Bland projektets deltagare skilde sig åsikterna. Vissa ansåg att det är tveksamt. Till exempel gällande landfill mining, har både Sysav och Renova gjort undersökningar. Där har man kommit fram till att det inte ger så mycket med avseende på fraktioner som går att handla med.

Andra deltagare i projektet ansåg att det finns en potential för landfill mining. Detta skulle bland annat drivas av en ökad metallutvinning, och då avses både ur nyproducerad slagg och aska samt ur äldre askdeponier. Ur deponier med hushållsavfall bedömer man att det

<sup>3</sup> Landfill mining innebär att avfall som tidigare deponerats återtas. Det kan till exempel gälla metaller som finns i gamla deponier.

också kan bli aktuellt, men det kan vara mer avlägset. Ett ytterligare skäl som framfördes till landfill mining var minska deponivolymer.

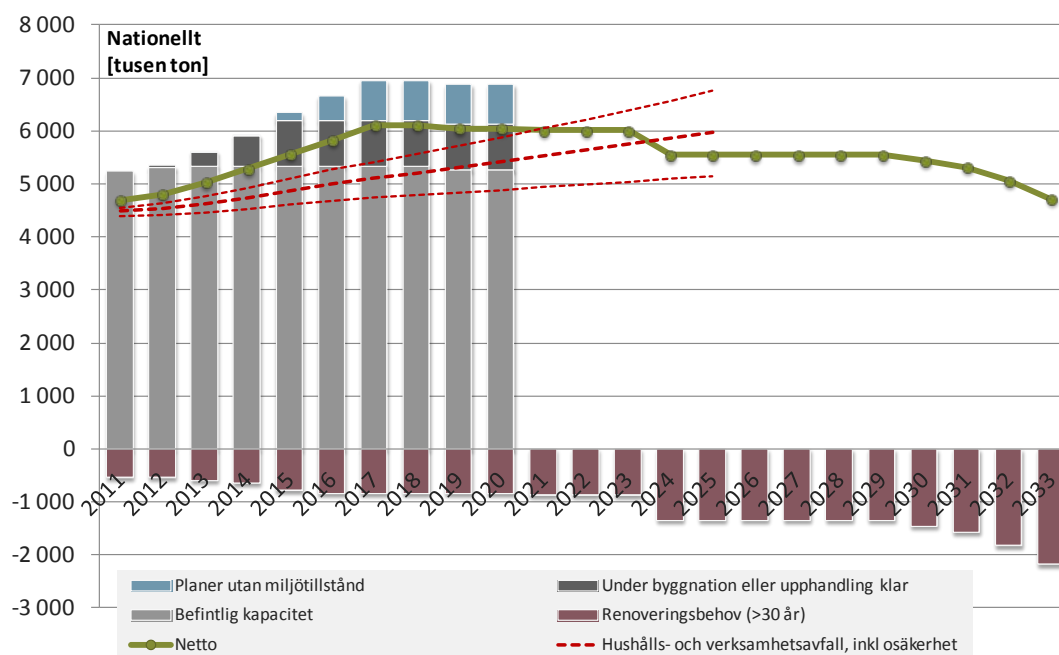
## 11.2 Avfallsförbränning i fjärrvärmesystemen

Under projektet har flera olika frågor som berör avfallsförbränning och fjärrvärmesystemen i Sverige, diskuterats. De frågor som diskuteras i det här avsnittet berör: den framtida efterfrågan på fjärrvärme generellt, åldersstruktur och renoveringsbehov hos avfallskraftvärme- och värmeverk, samt samverkan med andra bränslen i fjärrvärmesystemen.

Prognoser visar en vikande fjärrvärmeefterfrågan under perioden fram till år 2025 [52]. Det beror främst på åtgärder för energieffektiviseringar vid ombyggnation av äldre flerbostadsområden (ibid).

### *Åldersstruktur och renoveringsbehov*

Inom projektet undersökte vi åldersstrukturen på de befintliga avfallspannorna. I figur 22 visas den befintliga kapaciteten (ljusgrå stapeldelar, tusen ton), kapacitet som är under byggnation (mörkgrå stapeldelar) och planer på ny kapacitet, som ännu är utan miljötillstånd (blå stapeldelar). De vinröda, negativa staplarna motsvarar den kapacitet för avfallsförbränning som är 30 år eller äldre, räknat från pannornas eller anläggningarnas ursprungliga byggnadsår.



Figur 22. Tillgång och efterfrågan på avfallsförbränning i Sverige, juni 2012 kompletterad med ålderstrukturen på pannorna. 30 år efter ursprungligt byggår bedöms de ha ett renoveringsbehov. Avfallsmängder efter källsortering till materialåtervinning och biologisk behandling.

Figure 21. Supply and demand on the incineration of waste in Sweden, June 2012, supplemented by the age structure of the waste incineration boilers. The boilers are



*assumed to have a need for renovation 30 years after initial construction. Quantities of waste after sorting at source for recycling and organic recycling.*

I figuren framgår att vi redan nu har uppemot 500 000 ton kapacitet (cirka 10%), som är 30 år eller äldre, och där det bör föreligga ett stort renoveringsbehov. Nettovärdet mellan befintlig kapacitet, kommande kapacitet och kapacitet med renoveringsbehov visas av den gröna linjen. Man kan även konstatera att planerna på ny kapacitet ungefär motsvarar kapaciteten med en ålder på över 30 år.

### ***Avfallsförbränning i samverkan med andra bränslen i fjärrvärmesystemen***

Inom delprojekt 4 *Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem* gjordes en framåtblick för avfallsförbränningens utveckling till år 2030. Givet antaganden, så var slutsatsen att avfallsförbränning är ett fortsatt konkurrenskraftigt alternativ för fjärrvärmeproduktion och som främst konkurrerar med biobränslekraftvärme när det gäller nyinvesteringar.

Metoden baseras på modellberäkningar med MARKAL-modellen. Utbyggnaden av avfallsförbränning begränsats av ett maximalt tak i modellen, vilket satts till 60 % av det totala energibehovet i fjärrvärmesystemet. Detta motsvarar ungefär 30 % av maximalt effektbehov. Till den nivån tilläts modellen välja den utbyggnad av avfallskraftvärme, som ger den lägsta systemkostnaden för fjärrvärmesystemen.

Med gjorda antaganden så beräknar modellen att det är ekonomiskt lönsamt att bygga ut avfallsförbränning upp till det satta taket. Detta ger en kapacitetsutbyggnad under perioden upp till 7,6 miljoner ton. I huvudsak är det biobränslekraftvärme som hade varit den alternativa investeringen. För antaganden och en mer utförlig beskrivning, se vidare antaganden i rapporten för delprojekt 4 *Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem*.

## **11.3 Hantering av botten- och flygaska**

Mängden aska från avfallsförbränning uppgick till 1,1 miljoner ton år 2011, varav 880 000 ton var bottenaska [54]. Bottenaskan innehåller det icke brännbara materialet i avfallet och består bland annat av metallskrot som sorteras ut och återvinns. Dessutom innehåller den föroreningar såsom metaller och lättlösliga ämnen som klorider. Det är risken för utlakning av dessa ämnen som begränsar möjligheten till återanvändning av bottenaska. Dessutom innebär de ökade kostnader för deponering.

Genom siktnings utvinns fraktionen slaggrus, som kan ersätta naturgrus vid täckning av deponier och provas vid vägbyggen, men användningen är idag begränsad [55].

Ytterligare rester är flygaskan, samt rester från de torra respektive våta rökgasreningsstegen vid avfallsförbränning. Flygaska avskiljs i filter och slam separerats i de våta reningsstegen. Dessa innehåller lakbara metaller samt bland annat klorider och sulfater.

De nuvarande alternativen för hantering av flygaska är [56]:

- Neutraliseringsmedel vid återställning av kalkstensbrottet på Langöya, Norge, se nedan.
- Vissa deponier har egen stabilisering och tillstånd för deponering av så kallad Bambergkaka, som är flygaska blandat med slam från vattenrening.
- Stabilisering med cement (genomförs av Sörab)

- Bergrum som utgjort gamla oljelager (i Norrköping och Gävle)
- Vattentvätt av främst klorider (Sundsvall).

Ön Langöya i Norge utgör ett tidigare kalkstensbrott, som företaget NOAH via norska staten håller på att restaurera. Verksamheten klassas som återvinning och består i att aska och kalksten neutraliserar svavelsyra från annan industriell verksamhet. Den bildade gipsen används som fyllmaterial i de gamla brotten. Man tar årligen emot ca 200 000 ton aska och verksamheten med fyllning av brotten beräknas pågå till omkring år 2023-2025 [58]. Därefter kommer sluttäckning att ske.

Vattentvätt av klorider har uppvisat goda resultat med avseende på att sänka kloridinnehållet i flygaska från avfallsförbränning [57]. Dock var det mer kostsamt än nuvarande alternativ för hantering av flygaska. De undersökta alternativen i studien utgjordes av transport, behandling och deponering på Langöya samt stabilisering med Bambergmetoden och deponering.

Framtida alternativ för flygaska från avfallsförbränning kan vara[56]:

- Vattentvätt av klorider vid fler anläggningar.
- Återställning av ytterligare kalkstensbrott i Tyskland och Norge.
- Djuplagring i saltgruvor i Tyskland.

## 12 Slutsatser

### Kapacitet och framtida import av avfallsbränsle

- Import av avfallsbränsle till kraft- och värmeproduktion har ökat och kan öka till 1,5 miljoner ton år 2015, när ny kapacitet är i drift.
- År 2020 kan import av avfallsbränsle uppgå till omkring 2,5 miljoner ton, om alla planerade kraftvärmeverk byggs, samtidigt som sortering till materialåtervinning och biologisk behandling utökas i enlighet med de nationella målen. Osäkerheter finns dock. (se nästa punkt).
- **Osäkerheten kring hur stort behovet av att importera avfallsbränsle slutligen blir beror på:** (1) hur stor andel av planer på ny kapacitet som realiseras; (2) till vilken grad de nationella målen för avfallshantering nås, det vill säga främst utsorteringen till materialåtervinning och biologisk behandling, som ger mindre återstående mängder till förbränning; (3) utvecklingen av konjunkturen som har inverkan på avfallsmängderna.
- **Ytterligare nya avfallskraftvärmeverk byggs och planeras för importerat avfallsbränsle.** Det beror på att avfall är ett kostnadseffektivt bränslealternativ i fjärrvärmesystemen givet de importpriser man bedömer kunna erhålla.
- **Cirka 10 % av avfallskraftvärme- och värmeverken är idag 30 år eller äldre** och det bör finnas ett stort renoverings- eller reinvesteringsbehov, alternativt en potential för stängning av anläggningar. Kapaciteten med renoveringsbehov motsvarar ungefär planerna på ny kapacitet.

### EU:s avfallshierarki och utsläpp av växthusgaser

- Import av avfallsbränsle till kraftvärmeproduktion kan bidra till att EU som helhet kan komma uppåt i avfallshierarkin – om deponering undviks i ursprungslandet och ersätts med effektiv energiutvinning.
- Import av avfallsbränsle leder till minskade utsläpp av växthusgaser. Det beror på att deponering av avfall i ursprungslandet undviks, samt att användning av fossila bränslen i Sverige minskar.
- **Processen att styra bort avfall från deponering sker i olika takt inom EU.** Därför är det centralt att importen successivt ”flyttar vidare” till andra länder där utvecklingen går långsammare. På så sätt kan man hela tiden bidra till att respektive land och EU som helhet kommer uppåt i avfallshierarkin.

### Oro, farhågor och behov av kommunikation

- **Det finns oro och farhågor förknippade med import av avfallsbränsle.** Projektet har funnit oro för ökade utsläpp, transporter, mängder aska att hantera. Dessutom finns en oro för en ökad ekonomisk risk när man är verksam utomlands, samt oro för eventuella oegentligheter och samröre med illegala verksamheter i samband med import. Irritation finns också för att avsändarländerna, genom att exportera avfallet, undviker att ta ansvar för den egna (försummade) avfallshanteringen.
- **Kommunikation och ökad kunskap ger en mindre andel personer med en negativ allmän inställning till import av avfall.**

### Avsändarländer, konkurrens och framtida kostnadsökningar

- **Export av avfallsbränsle från avsändarländerna drivs av en hög alternativkostnad för avfallsbehandling.** Tydligast är det just nu i Storbritannien.
- **Konkurrens med aktörer i Tyskland och Nederländerna ges av att även där har ett stort överskott på kapacitet.** Hög återvinning av el och värme bör dock ge svenska anläggningar en konkurrensfördel, som skall vägas mot att främst Nederländerna har kortare avstånd från Storbritannien och möjlighet till billigare transporter.
- **Svenska avfallskraftvärme- och värmeverk bedöms få kostnadsökningar och därmed en försämrad konkurrenskraft under de närmaste åren.** Två huvudfaktorer bidrar till det: (1) inträdet i handelsystemet för utsläppsrätter för koldioxid av fossilt ursprung år 2013, samt (2) ökade kostnader för hantering av flyg- och bottenaska. Det sista beror bland annat på att behov av aska för sluttäckning av deponier minskar.

### Transportkostnader

- **Transportkostnaderna kan uppgå till 500 kr/ton vid import av avfall till Sverige.** Då inkluderas de tillkommande kostnaderna för en komplex logistikkedja, som kan bestå av: balning, en eller flera lastbils- och fartygstransporter, flera lastningar och lossningar av lastbil och fartyg, eventuell(a) mellanlagring(ar) och slutligen öppning av balar. Erfarenheter inom projektet visar att en bra logistiklösning kan vara avgörande för möjligheten till import.
- **Kostnaderna för båttransporter väntas öka från år 2015** när gränsvärden för svavel i marint bränsle skärps för transporter i Östersjön, Nordsjön och Engelska kanalen.

**2030**

- **I perspektivet till år 2030 bedöms avfallsbränsle komma att betraktas och behandlas mer som en resurs.** Med det avses en statushöjning och ökad efterfrågan på råvaror. Om så blir fallet, kommer det påverka attityder kring avfall, dess handel och hantering.
- **Prognoser visar en vikande fjärrvärmeefterfrågan under perioden fram till år 2025.** En utbyggnad av avfallskraftvärme gör att andelen avfallsbränsle kommer att öka i fjärrvärmesystemen.

## 13 Rekommendationer och användning

- Resultaten från projektet är tänkta att bidra till att öka kunskapen för de aktörer som berörs av frågor om import av avfallsbränsle. Det gäller bland annat importörer, de som transporterar eller på andra sätt hanterar avfallsbränslet och även till exempel handläggare av tillståndsärenden vid import.
- Eftersom projektet visar att import av avfallsbränslen kommer att bestå under lång tid, rekommenderas aktörerna att strategiskt förbereda sig på att det krävs ytterligare ökad kunskap kring möjligheter för import från olika länder, logistiklösningar, bränslets kvalité, sammansättning och hantering. Förändringar i marknadsförhållanden och lagstiftning sker kontinuerligt, vilket man bör ha beredskap för.
- Med ökad verksamhet utomlands genom import av avfallsbränsle, kan riskerna öka, vilket man rekommenderas att bereda sig på. Det kan till exempel ske förändringar med avseende på lagstiftning, risk för valutaförändringar eller på grund av det osäkra ekonomiska läget inom EU.
- Aktörerna rekommenderas att förbereda sig på komplexa frågor kring importen, och att det är kostnader och teknik för logistik kring hanteringen av avfallsbränslet, som kan vara en av de största ekonomiska utmaningarna, som förhållandena är nu.
- Författarna rekommenderar också aktörer att förbereda sig på kommunikation kring sina avsikter vid import av avfallsbränsle och att bemöta eventuella frågor, oro och farhågor.
- Processen att styra bort avfall från deponering sker i olika takt inom EU, som nämndes i slutsatserna. Därför rekommenderas aktörer att bevaka när import av avfall bör ”flytta vidare” till andra länder där utvecklingen går långsammare. På så sätt kan man hela tiden bidra till att respektive land och EU som helhet kommer uppåt i avfallshierarkin.
- Kommande arbete som rekommenderas är en kontinuerlig bevakning av ovanstående, genom att marknadsförhållanden och lagstiftning förändras.

## 14 Litteraturreferenser

- [1] Ljunggren Söderman, M, Björklund, A, Ekvall, T, Eriksson, O, Östblom, G, Sjöström, M, Stenmarck, Å and Sundqvist, J-O; "An integrated concept for assessing policy instruments for a more sustainable waste management", Proceedings of 4th International Conference on Life Cycle Management, Cape Town, 6-9 September, 2009
- [2] Bisailon M, Finnveden G, Noring M, Stenmarck Å, Sundberg J, Sundqvist J-O, och Tyskeng S; "Nya styrmedel inom avfallsområdet?", TRITA-INFRA-FMS 2009:7, ISSN 1652-5442, Stockholm, 2009
- [3] Sahlin J, Ekvall T, Bisailon M, Sundberg J; "Introduction of a waste incineration tax: Effects on the Swedish waste flows", Resources, Conservation and Recycling 51(4), p. 827–846, 2007
- [4] Bhander G S, Christensen T H, Hauschild M Z; "EASEWASTE - life cycle modeling capabilities for waste management technologies", International Journal of Life Cycle Assessment 15, p. 403-416, 2010
- [5] Larsen A, Merrild H, Møller J, och Christensen T H; "Waste collection systems for recyclables: An environmental and economic assessment for the municipality of Aarhus (Denmark)", Waste Management 30, p. 744-745, 2010
- [6] Rydén, B., (redaktör), Towards a Sustainable Nordic Energy System, 20 Perspectives on Nordic Energy10 Opportunities and Challenges, April 2010, Mölndal, 2010.
- [7] Mepex Consult AS (2012) Notat Energiutnyttelse av restavfall 2011.
- [8] Profu (2012). Kapacitetsutredning 2011. Tillgång och efterfrågan på avfallsbehandling till år 2020. Avfall Sverige rapport F2012:03. <http://www.avfallsverige.se/rapporter-projekt/f201203/>
- [9] [www.regeringen.se](http://www.regeringen.se) 13 etappmål, publicerad 25 april 2012, senaste besöksdatum 20120607.
- [10] European Environment Agency. (2009). Diverting waste from landfill - Effectiveness of waste-management policies in the European Union. Denmark: EEA.
- [11] World bank 2012. What a waste. A global review of solid waste management. Urban development series. March 2012, No 15. Washington.
- [12] Watkins E, Hogg, D., Mitsios, A., Mudgal, S., Neubauer, A., Reisinger, H., Troeltzsch, J., Acoleyen, M., 2012 Use of economic instruments and waste management performances. Final report April 2012. European Commission, Directorate-General for the Environment.
- [13] Bakas I., Sieck, M., Hermann, T., Møller-Andersen, F., and Larsen, H. 2011. Projections of Municipal Waste Management and Greenhouse Gases, August 2011. ETC/SCP working paper 4/2011. Köpenhamn 2011.
- [14] DEFRA. (2010). Spending Review 2010 - Changes to Waste PFI Programme. Department for Environment Food and Rural Affairs.
- [15] DEFRA. (2012). Ending of the Landfill Allowance Trading Scheme. Department for Environment Food and Rural Affairs. 20120117.

- [16] Avfall Sverige (2012). Assessment of increased trade of combustible waste in the European Union. Rapport 2012:04, ISSN 1103-4092.
- [17] Fortum (2010). Fortum investerar i nytt kraftverk för avfallsförbränning i Litauen. Pressrelease 20100223.
- [18] Manfredi, S., Tonini, D., & Christensen, T. H. (2009). Landfilling of waste: accounting of greenhouse gases and global warming contributions. Waste Management & Research, 27, ss. 825-836.
- [19] Spokas et al, K. (2005). Methane mass balance at three landfill sites: What is the efficiency of capture by gas collection system. Waste Management, 26, 516-525.
- [20] Sklarzewska, M., Polish strategy towards effective waste management. Identiplast conference Warsawa, 2012-11-06.
- [21] Gentil, E., Clavreul, J., & Christensen, T. H. (2009). Global warming factor of municipal solid waste management in Europe. Waste Management & Research, 8 (27), 850-860.
- [22] Stenmarck, Å., och Sundqvist J.-O., 2010. Användning av LCA för utveckling av avfallsdeponering. Avfall Sverige rapport D2010:02. ISSN 1103-4092.
- [23] Naturvårdsverket (2010). Miljökostnader för sjöfartens avgasutsläpp - ekonomiska konsekvenser.
- [24] Cook, J. 2012. Personlig kommunikation, 20111214.
- [25] <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Lagar-och-styrning/Ekonomiska-styrmedel/Handel-med-utslappsatter/Handelsperioden-20132020/Tilldelning-till-stationara-anlaggningar/>, nedladdat 2012-11-19
- [26] Avfall Sverige 2012. Bestämning av andel fossilt kol i avfall som förbränns i Sverige. 2012:02.
- [27] Naturvårdsverket (2012). Mindre avfall mer resurser, Sveriges nationella avfallsplan 2012-2017.
- [28] ISWA, 2012. State of the nation: Landfilling Practices and Regulation in England and Wales.
- [29] Marøen, A., 2012. Personlig kommunikation senast 2012-12-05.
- [30] Let's Recycle (2012). www.Letsrecycle.com 2012. RDF exports quadruple in five months. Publicerad 20120307, besökt 20120612.
- [31] Waste and resources action plan (WRAP) 2012. Gate fees report, 2012.
- [32] Chojnacki, D. New regulation on municipal waste in Poland. Identiplast conference Warsawa, 2012-11-06.
- [33] Steiner, M. (April 2010). Status and trends in MBT across Europe, and relevant features. ISWA Beacon Conference.
- [34] Lindgren, P. Götaverken Miljö. Personlig kommunikation, senast 2012-11-28.
- [35] EUWID Recycling and Waste Management (2012). www.euwid-recycling.com First ECJ procedures because of late WFD implementation. Publicerad 20120426, besökt 20120612.
- [36] Prognos (2011) Personlig kommunikation Bärbel Birnstengel 2011-11-05
- [37] EUWID 25/2011. The municipal waste treatment market in Germany
- [38] TIM Consult (2010). "Preise für die thermische Abfallbehandlung im freien Fall" Newsletter IV/2010



- 
- [39] EUWID 26/2010. Recycling and waste management.
  - [40] Andersson, C.-J., 2011. Personlig kommunikation 20111004.
  - [41] Svt.se 2012. Sopor från Malta värmer Skövde. 20110530.
  - [42] IMO (2008). IMO environment meeting adopts revised regulations on ship emissions. IMO news 4/2008.
  - [43] Hansson, J., Berndes, G. och Börjesson, P. The prospects for large-scale import of biomass and biofuels into Sweden – a review of critical issues. *Energy for Sustainable Development*, 2006, X (1): 82-94.
  - [44] Svenskt Näringsliv, 2012. ”Avfallsbolag- i vems tjänst. En granskning av kommunalt agerande på avfallsmarknaden i Halland, Västra Götaland och Värmland” Februari 2012. Stockholm.
  - [45] Wrådhe, H., Personlig kommunikation 2011-12-30.
  - [46] Palm-Nicholls, S., 2011. Personlig kommunikation, senaste kontakten 20111118.
  - [47] Naturskyddsföreningen, 2004. Kemikalier och avfall. Svenska Naturskyddsföreningens policy. Antagen av Svenska Naturskyddsföreningens styrelse 20040618. ISBN 91 558 7821-0
  - [48] Sveriges radio, 2011. P1 morgon: Sverige köper sopor. <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=1650&artikel=4645462> Publicerad 20110825, senaste besök 20111121
  - [49] Sveriges radio, 2011. Nyheter P4 Västmanland: Kritik mot import av sopor. <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=112&artikel=4783539> Publicerad 20111104, senaste besök 20111121.
  - [50] Kristensen, K., 2011. Personlig kommunikation, senaste kontakt 20111117.
  - [51] IMA Marknadsutveckling AB, 2012. Marknadsundersökning: Attitydundersökning – lägenhetskunder för Kretsloppskontoret. Resultat, Sammansfattning/Slutsatser och rekommendationer. IMA Marknadsutveckling AB. 2012-06-11, Lerum.
  - [52] Reagera 2011. Uppföljning. Kännedom- och attitydmätning. Filbornaprojektet. Öresundskraft. November 2011. Helsingborg.
  - [53] Palm J., och Magnusson, D., 2009. Medias rapportering om fjärrvärme – framställning och budskap nationellt och lokalt. Svensk Fjärrvärme AB 2009. ISBN 978-91-7381-047-0.
  - [54] European Environment Agency (EEA) 2012. Movements of waste across the EU's internal and external borders. EEA report 07/2012.
  - [55] Göransson, A., Sköldberg, H., Unger T., och Johnsson, J., 2009. Fjärrvärmen i framtiden – Behovet. Fjärrsynrapport 2009:21. Stockholm.
  - [56] Avfall Sverige, 2012. Svensk avfallshantering 2012, Malmö.
  - [57] Hansson, N 2012. DIANAS Användning av slaggrus i bundna konstruktionsmaterial. Q9-722. ISSN 1653-1248. Värmeforsk Service AB, Stockholm.
  - [58] Flyhammar, P. 2011. Personlig kommunikation senast 2012-05-30.
  - [59] Steenari B.-M., och Zhao, D., 2010. Vattentvätt av flygaska från avfallsförbränning. Waste Refinery-rapport WR-17. ISSN 1654-4706
  - [60] [www.noah.no](http://www.noah.no) senast besökt 2012-12-12.
  - [61] Naturvårdsverket; ”Mindre avfall mer resurser”, Sveriges nationella avfallsplan 2012-2017, 2012

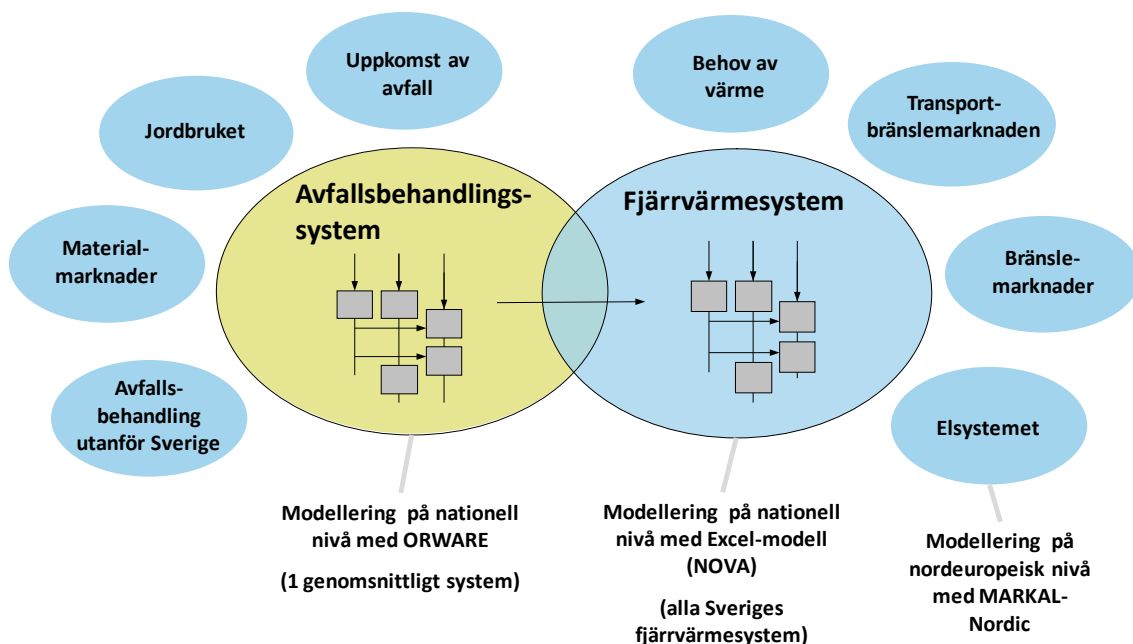
- [62] Vukucevic S., Bohn I., Bernstad Saraiva Schott A.; ”Oundvikligt och onödigt matavfall” Biogas Syd, Augusti 2012,
- [63] Naturvårdsverket, 2010. Avfall i Sverige 2008. Rapport 6362
- [64] Sundqvist, J.-O., Jensen, C., Stenmarck, Å., Sörme, L., Szudy, M. (2011). Miljömålsindikatorer baserade på avfallsstatistik. Svenska miljöemissionsdata (SMED) rapport 2011-47.
- [65] Sörab (2011). Johansson, S. personlig kommunikation 20110704
- [66] Linné M., Ekstrandh A., Englesson R., Persson E., Björnsson L., Lantz M.; ”Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror”. Avfall Sverige rapport 2008:02, Malmö juli 2008
- [67] Elforsk 2008, Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – Modellberäkningar, Elforsk rapport 08:30

## A Avfallssystemet och omgivande system

Inom ramen för projektet utvärderas hur olika styrmedel kommer att påverka avfallsmarknaden tekniskt och ekonomiskt samt ur klimatsynpunkt i ett systemperspektiv. Med systemperspektiv menas att de olika delarna i ett avfallssystem och deras inbördes relationer ingår, såväl som avfallssystemets beroende av omgivningen som t.ex. energi- och transportsystem. Utvärderingen sker på nationell nivå i Sverige.

Eftersom avfall även är en viktig del av energisystemet genom exempelvis förbränning (fjärrvärme, el) och biogasproduktion (värme, el, fordonsgas) så omfattar utvärderingen både avfalls- och energisystemet. I figur 23 ges en schematisk beskrivning av avgränsningen för avfalls- och energisystemet och hur det interagerar med andra tekniska system i dess omvärld. Avfallssystemet illustreras med gulgrön färg och benämns ”Avfallsbehandlings-system”.

De system som tillhör omgivningen är markerade med blå färg. Flera av dessa interagerar tydligt med avfallsbehandlingsystemet. För att beskriva konsekvensen av en förändring i systemet (t ex till följd av ett styrmedel) och därmed beskriva den resulterande miljömässiga och ekonomiska effekten av denna förändring, måste effekterna även i dessa omkringliggande system studeras och kvantifieras.



Figur 23. Fokus för systemstudien, systemgräns och vilka datormodeller som använts för analys av olika delsystem: ORWARE, NOVA och Markal-Nordic.

Figure 22. System in focus, systemborder, and the computer models used in the analyses of the sub-systems: ORWARE, NOVA och Markal-Nordic.

---

Hur denna omvärld beskrivs och modelleras kan vara avgörande för resultaten, speciellt när den resulterande miljöpåverkan ska bedömas. Att fånga konsekvenserna i omgivningen kan ibland innebära omfattande analyser med kompletterande modeller.

Ett av de viktigaste omvärldssystemen är fjärrvärmesystemet. Inom begreppet fjärrvärmesystemet återfinns även elproduktion från kraftvärmeanläggningar kopplade till fjärrvärmesystemet. Fjärrvärmesystemet är viktigt för analyserna och studeras med en separat modell (NOVA-modellen). I praktiken innebär en modellstudie en iteration mellan två modeller, ORWARE för avfallssystemet och NOVA för fjärrvärmesystemet. NOVA används för att modellera de individuella fjärrvärmesystem som påverkas av förändrad avfallsförbränning.

Avgränsningen lämnar några delar av det övergripande avfallssystemet utanför systemet i fokus. Exempelvis finns inte avfallslämnarnas system med (hushållen, industrin mm). Studien gör inte heller anspråk på att beskriva och modellera alla flöden inom ett geografiskt avgränsat område, utan fokus ligger på de avfallsflöden som påverkas av de olika åtgärderna.

I resultatanalysen studeras normalt förändringen av utsläpp till följd av en viss förändring. Praktiskt sett beräknas effekten som differensen mellan två modellkörningar:

- En referenskörning där modellerna ställs in efter en tänkt utveckling utan någon förändring
- En körning där den tänkta åtgärden genomförs (t.ex. introduktion av ett styrmedel)

Om man minskar mängden avfall till förbränning (t.ex. p.g.a. av att ett mål om utökad utsortering av matavfall antas uppfyllas) kommer en ledig kapacitet uppstå i förbränningsanläggningen. Genomgående i projektet antas att denna lediga kapacitet fylls med importerat brännbart avfall från länder där det annars skulle deponerats. Det importerade avfallet består av en blandning av papper, trä, plast och några ytterligare avfallsfraktioner och kan ha ett högre eller lägre värmevärde än det avfall som sorteras ut i exemplet med utökad utsortering av matavfall. Sammantaget innebär detta att både el- och värmeproduktionen från avfallsförbränning i Sverige kan öka eller minska samtidigt som deponering undviks i avsändarländerna. Det sistnämnda innebär att man måste ta hänsyn till avfallsbehandling utanför Sverige).

---

## B Avfallshantering i ORWARE-modellen

ORWARE är en beräkningsmodell för utvärdering av miljöpåverkan från hantering av avfall. Modellen kan hantera både fasta och flytande, organiska och oorganiska avfall från olika källor. Grunden för modellering av avfallshantering i ORWARE är att de avfallslag som hanteras kan beskrivas på elementnivå, det vill säga deras sammansättning av näringsämnen, kol, föroreningar som tungmetaller et cetera.

ORWARE-modellen har utvecklats sedan början av 1990-talet. Utvecklingen startade som ett forskningssamarbete mellan KTH, SLU, JTI och IVL. Utvecklingsarbetet ledde till en rad forskningsartiklar, avhandlingar och större studier. Numera används och vidareutvecklas modellen främst av Högskolan i Gävle, Profu, SLU och JTI.

Profu har inom ramen för projekt under 2010-2012 (framförallt PFA) utvecklat ORWARE för nationella studier av avfallshantering. Detta gäller såväl tekniska data som t ex avfallsflöden och verkningsgrader hos olika behandlingstekniker som ekonomiska data (t ex behandlingskostnader och intäkter utvunna produkter) och data rörande klimatpåverkande utsläpp. Vidare har beskrivningen och analysmöjligheterna av olika typer av materialåtervinning och biologisk behandling breddats och fördjupats.

ORWARE är uppbyggd av ett antal moduler som beskriver en process eller behandling. För att kunna beskriva dessa olika delar som utgör avfallshanteringen krävs en stor mängd information. Inför varje nytt projekt görs en avvägning hur mycket av informationen som måste inventeras i det specifika fallet. Avfallen följs genom modellen från hushållen via insamling och transporter till behandlingsanläggningar tills slutlig användning, nya produkter eller deponering.

I det följande presenteras de viktigaste parametrarna för modellens funktion med avseende på hantering av fast avfall. Guiden är indelad i systemrelaterade parametrar - hur det ser ut på ort och ställe - och studierelaterade parametrar - vilken typ av undersökning och vilken typ av resultat som önskas.

### B.1 Systemrelaterade parametrar

Nedanstående visar en översikt över de möjligheter som finns i ORWARE för att simulera avfallshantering. Varje del kräver olika mängder indata för att kunna fungera, vissa indata är allmänna för en viss process och påverkas inte nämnvärt, andra parametrar är mer kopplade till en existerande anläggning.

#### Avfallets ursprung

Avfallet som hanteras i modellen har sitt ursprung i hushåll, verksamheter och industrier. Dessutom kan andra material som inte är avfall - men som sambehandlas med avfall i syfte att öka en anläggnings kapacitet, t.ex. vallgröda och gödsel som samrötas med avfall - infogas i modellen. De olika avfallen delas sedan upp i mindre fraktioner som exempelvis organiskt avfall, brännbart avfall, förpackningar av metall, kartong, glas mm. beroende på hur avfallet är beskaffat.

Parametrar som är platsspecifika är mängderna avfall och hur olika avfallsfraktioner är sammansatta. Som exempel kan hushållsavfall användas. Hushållen genererar en mängd

---

avfall som matavfall, förpackningar, brännbar och icke brännbar rest, med mera. Den information som krävs är hur mycket som finns av respektive fraktion och hur stor andel som sorteras ut som komposterbart och till materialåtervinning, och hur stor andel som hamnar i brännbar rest respektive inert fraktion. Övriga avfallskategorier hanteras på likartat vis.

### **Insamling och transporter**

Avfall och andra material samlas in och transporteras till, från och mellan olika anläggningar för behandling eller omhändertagande. Modellen kan hantera ett antal olika fordon för insamling och transporter: insamlingsfordon, lastbil med eller utan släp, tankbil för pumpbara substrat med mera.

Insamlings- och transportfordon i modellen består av indata som är platsspecifika, t.ex. fordonslaster och transportavstånd. Andra parametrar som energiförbrukning per km samt utsläpp från transporter är parametrar som generellt inte skiljer sig mellan olika studier utförda vid samma tidpunkt.

### **Behandlingsanläggningar**

Behandlingsanläggningar i ORWARE är optisk sortering, förbehandling innan biologisk behandling, förbränning med energiutvinning, kompostering, deponering, rötning, uppgradering av biogas till fordonsgas, biogasfordon, avvattning/behandling av rötrest, spridning av biogödsel och kompost på åkermark, reningsverk samt materialåtervinning. Modellen är dock flexibel och nya tekniker (t.ex. termisk förgasning), åtgärder med mera kan relativt enkelt läggas in och studeras med modellen.

De parametrar som är påverkningsbara för behandlingsanläggningar är olika prestandaparametrar för drift och skötsel av anläggning som verkningsgrader, energi-användning, reningsgrader med mera. Parametrar som normalt inte är påverkningsbara är parametrar som påverkar inre processer i anläggningarna t.ex. mikrobiella aktiviteten i rötnings- och komposteringsanläggningar.

### **Ekonomi**

För att belysa det ekonomiska resultatet för systemen kan investeringskostnader samt drifts- och behandlingskostnader för respektive anläggningar inventeras. I systemanalysen bedöms kostnader för hela hanteringskedjan, behandling samt eventuell lagring av slutprodukter. Parametrar som är aktuella för resultatet är exempelvis, investeringskostnader, transportkostnader, elpris, pris på fordonsgas samt alternativkostnader för olika avfallsprodukter som t.ex. växtnäring i form av fosfor och kväve.

---

## B.2 Studierelaterade parametrar

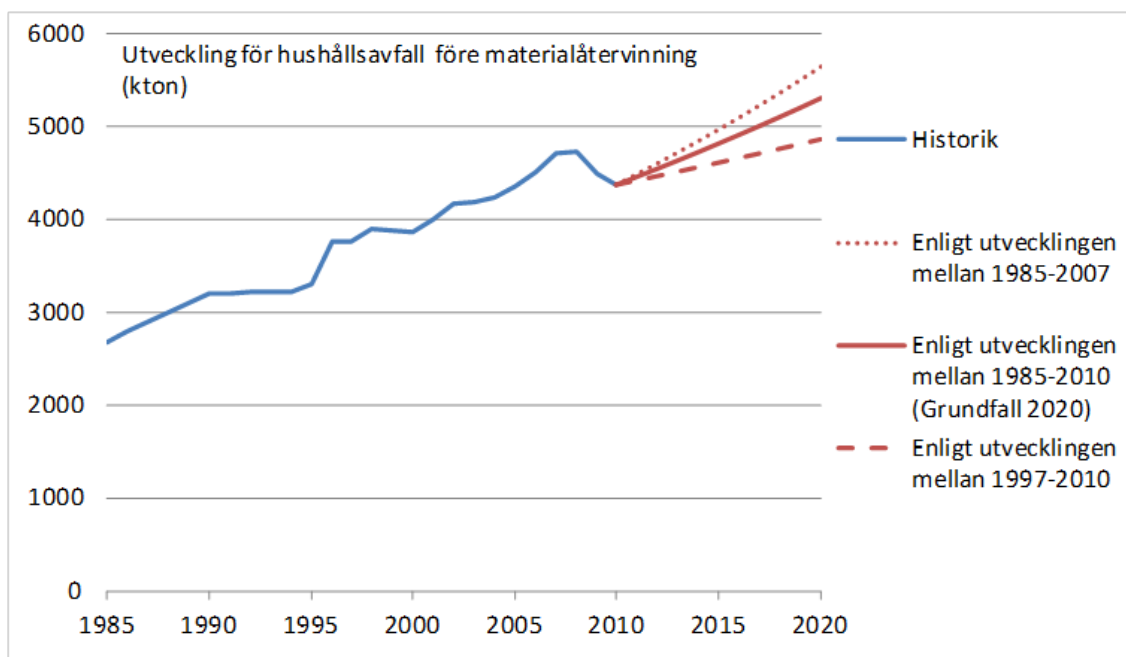
Från modellen genereras stora mängder resultat i form av materialflöden. Materialflödena ut från modellen fördelas som utsläpp till luft, vatten eller mark, kvar i material et cetera. Dessutom tillkommer energi tillförd till avfallshantering och energi utvunnen från hanteringen.

Resultat kan erhållas som utsläpp av enskilda ämnen t.ex. koldioxid till luft eller utsläpp av övergödande ämnen till vatten. Vidare kan resultat som mängd växtnäring, fosfor eller kväve till åkermark, tungmetaller till mark och vatten med mera erhållas. Utsläpp av olika ämnen kan med hjälp av viktningsfaktorer från livscykelanalys sammanställas till miljö-påverkanskategorier som klimatpåverkan, övergödning et cetera.

Utifrån de studerade parametrarna analyseras systemen utifrån både företagsekonomiska, samt miljömässiga aspekter. Detta ger en bild av både de direkta kostnaderna och vinsterna av behandlingsanläggningarna, samt för de indirekta aspekter som påverkar samhället som helhet.

## C Avfallsmängder

Avfallsmängderna skrivs fram under perioden 2010-2020 utifrån historisk utveckling och prognoser för den ekonomiska tillväxten. För hushållsavfall används i den genomsnittliga tillväxttakten under perioden 1985-2010, vilket motsvarar en årlig ökningstakt på 2,0 %. I figur 24 illustreras hur den totala mängden hushållsavfall då ökar från knappt 4,4 miljoner ton år 2010 till 5,3 miljoner ton år 2020. Figuren visar även några alternativa utvecklingar till 2020 om man skulle utnyttja historisk utveckling för perioder med låg avfallstillväxt (1997-2010, 1,1 % per år) respektive med hög avfallstillväxt (1985-2007, 2,6 % per år).



Figur 24. Utvecklingen för mängden hushållsavfall före materialåtervinning (Källa: Profus bearbetning av statistik från Avfall Sverige)

Figure 23. Development for the amount house hold waste before material recycling (Source: Profus processing of statistics from Avfall Sverige).

Mängden verksamhetsavfall antas följa utvecklingen för BNP. Här har vi utnyttjat de uppdateringar av de ekonomiska prognoserna som diverse konjunkturbedömare (Storbankerna, Konjunkturinstitutet etc) kontinuerligt gör för ekonomin. Dessa kortsiktiga prognoser sträcker sig fram till 2015. För utvecklingen därefter har vi använt Konjunkturinstitutets bedömningar. Baserat på dessa prognoser antas BNP (och därmed även mängderna verksamhetsavfall) växa med en årstakt på 2,2 % under perioden 2010-2020. Detta motsvarar en total ökning på 25 % under perioden 2010-2020.



---

## C.1 50 % utsortering av matavfall

I april 2012 beslutade regeringen om ett etappmål om ökad resurshushållning i livsmedelskedjan. Enligt målet ska 50 % av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt så att växtnäring tas tillvara, där minst 40 % behandlas så att även energi tas tillvara senast 2018.

Målet kan ses som en fortsättning på målet om 35 % utsortering till år 2010. Det finns redan en stark vilja i såväl kommunerna som genom nationell styrning från myndigheter att öka utsorteringen av matavfall. Införande av ett nytt insamlingssystem är dock en utmanande och tidskrävande process för en kommun. Det innebär även en merkostnad för kommunen jämfört med enbart insamling av restavfall. Införande av ett nytt insamlingssystem för matavfall tar, enligt den guide framtagna av Avfall Sverige, cirka 3-7 år..

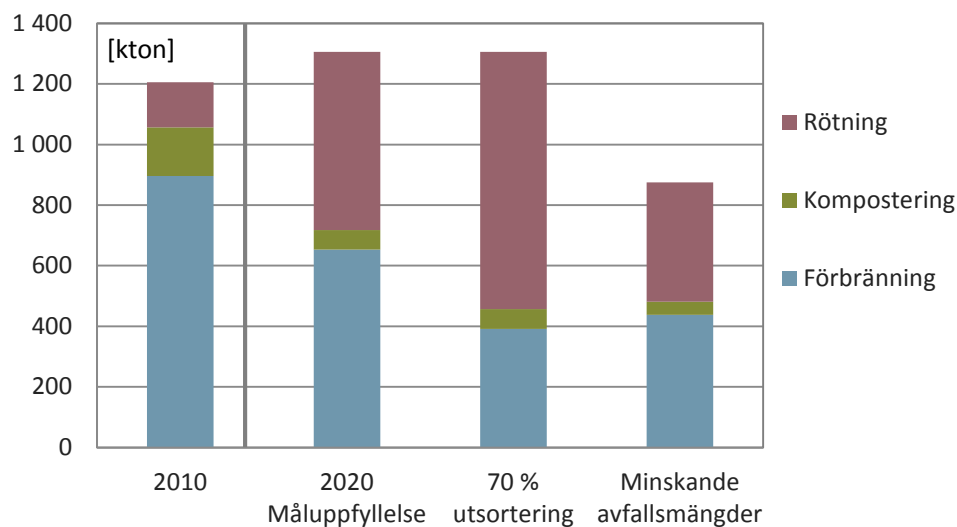
Till år 2018 finns målet att 50 % av matavfallet skall sorteras ut och behandlas biologiskt, varav minst 40 % med energiutvinning. I figur 25 visas hur avfallsmängderna kommer att behandlas vid måluppfyllelse, tillsammans med ytterligare två alternativa scenarier för avfallsmängder och behandling till år 2020. Dessa är hämtade ur delprojekt 3 "Den framtida marknaden för biogas". Endast Måluppfyllelse 2020 används här.

I scenariot Måluppfyllelse 2020 utgår vi från att målet nås till år 2020. Det bedöms vara möjligt enligt Avfallsutredningen, om det samtidigt införs ett krav på att kommunerna skall tillhandahålla adekvata insamlingssystem för medborgarna. Enligt Avfallsutredningens förslag som presenterades i augusti 2012 föreslås att:

Avfallsförordningen kompletteras med en paragraf med krav på att kommunen ska tillhandahålla medborgarna ett insamlingssystem för matavfall i den utsträckning det inte kan anses orimligt utifrån ett samhällsekonomiskt eller insamlingstekniskt perspektiv.

Det finns redan en stark vilja i såväl kommunerna som genom nationell styrning från myndigheter att öka utsorteringen av matavfall. Införande av ett nytt insamlingssystem är dock en utmanande och tidskrävande process för en kommun. Det innebär även en merkostnad för kommunen jämfört med enbart insamling av restavfall.

Som grundfall antas de uppkomna mängderna matavfall per person antas vara konstanta fram till 2020. De totala mängderna uppkommet matavfall antas följa SCBs prognos för mängden invånare i Sverige till år 2020.



Figur 25. Totala mängder matavfall i Sverige fördelat på de olika behandlingsalternativen för år 2010 och tre framtida scenarier för år 2020 Måluppfyllelse, 70 % insamlingsgrad, och Minskade avfallsmängder. Fördelningen mellan rötning och kompostering baseras år 2010 på statistik från Avfall Sverige.

Figure 24. Total amounts of food waste and its treatment in Sweden in year 2010 and in three future scenarios for the year 2020; "Goal achievement", "70 % source separation" and "decreased waste amounts". Treatment in year 2010 is based on statistics from Avfall Sverige.

I figuren antas dock att 45 % av mängderna rötas år 2020 då flertalet av de kommuner som tidigare komposterat sitt matavfall kommer att skicka sitt avfall till rötning istället. Hemkompostering antas minska med 20 % under perioden.

Kort om övriga scenarier kan sägas att i scenariot 70 % insamling visas hur stora mängder matavfall som skulle kunna behandlas med rötning om utsorteringsgraden av matavfall nådde 70 %, förutsatt att de totala mängderna var de samma i scenariot om måluppfyllelse. Nivån 70 % antas inom delprojekt 2 vara en maximal potential som kan uppnås om det införs krav på obligatorisk insamling av matavfall. Matavfallsmängder till rötning blir i detta scenario 850 kton.

Slutligen visas ett scenario som även inkluderar minskade avfallsmängder till år 2020. Det baseras på att högst upp i avfallshierarkin finns mål om att minska mängderna avfall. Dessutom diskuteras en utvidgning av etappmålen till att även omfatta minskade uppkomna mängder matavfall. Nu finns det med som ett icke-kvantifierat mål i den Nationella Avfallsplanen [59].

En studie visade att 33 % av matavfallet slängs i onödan [60]. Med ett antagande om att enbart det oundvikliga matavfallet, det vill säga avfall från beredning och inte sådant som är ätbart såsom kaffesump, potatisskal och fruktskal, skulle uppstå skulle de totala mängderna matavfall bli knappt 900 kton. Detta skulle innebära att knappt 400 kton matavfall skulle rötas med andelen till rötning skulle motsvara 45 %.

---

## C.2 Måluppfyllelse 70% återanvändning och materialåtervinning av bygg- och rivningsavfall

Den uppkomna mängden bygg- och rivningsavfall i Sverige är omkring 3 miljoner ton, varav 2,25 miljoner ton är mineralavfall [61]. Av detta har man uppskattat att materialåtervinningen är drygt 50% [61]<sup>4</sup>.

Målet avser främst tyngre fraktioner såsom muddermassor, jord och mineralavfall. De material som enligt kommissionens working paper räknas som bygg- och rivningsavfall, och som är intressanta för den här utredningen, är plastavfall (av vilket det uppkommer 275 ton inom byggsektorn) och träavfall (100 000 ton) år 2008 [61]. Förutom dessa avfallsslag har Naturvårdsverket inkluderat även ”Blandade och ej differentierade material och sorteringsrester” (530 000 ton) eftersom det däri bedöms finnas mycket bygg- och rivningsavfall. Denna kategori bedöms innehålla mycket träavfall, men även ytterligare plastavfall. Det bör observeras att flera avfallsslag som förekommer i byggsektorn inte räknas som bygg- och rivningsavfall, t.ex. pappersavfall (räknas som förpackning), med mera.

Baserat på intervjuer med sorteringsanläggningar antar vi att det rena träavfallet (100 000 ton) kan kategoriseras som rt-flis, varför det inte ingår i studien.

Det avfall som återstår är då plastavfall och blandade och ej differentierade material samt sorteringsrester på totalt cirka 530 000 ton. Vi antar att dessa fraktioner till stor del går till förbränning. Om vi antar att återvinning och återanvändning av det avfallet idag är 50% (samma som totalsiffran) och skall öka till 70% innebär det att ytterligare 212 000 ton av dessa fraktioner skulle försvinna från förbränning. Uppräknat med en tillväxt av avfallsmängder enligt grundfallet, skulle det innebära knappt 270 000 ton år 2020.

Vid sorteringsanläggningar sorteras avfall bland annat i fraktionerna i returbränsle, finkross, grovkross och krossat trä [63]. Vi antar att 25% är krossat trä som kan likställas med rt-flis, och inte ingår i studien. Konsekvensen blir då att drygt 200 000 ton skulle styras bort från avfallsförbränning år 2020.

Notera att det genomgående är grova uppskattningar, och stora osäkerheter finns i alla led. Syftet är att ge en ungefärlig bild av konsekvenserna för mängderna avfall till förbränning.

## C.3 Avfallsförebyggande (inklusive återanvändning)

I mars 2011 föreslog Miljömålsberedningen nya etappmål som syftar till att öka resurshushållningen i livsmedelskedjan till år 2015 (SOU 2011:34). De föreslagna målen för matavfall ska öka resurshushållningen genom att:

- Matavfallet minskar med minst 20 procent jämfört med år 2010.

---

<sup>4</sup> Beräkningarna baseras på ett utkast till beräkningsmetodik publicerat i: Working Paper on rules on the application and calculation methods for verifying compliance with the targets set out in Article 11 (2) of Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council (10 May 2010) i Sundqvist et al (2011).

---

Detta mål fanns även inskrivet i remissversionen av den nya nationella avfallsplanen. I Grundfall 2020 antas att detta mål uppfylls till år 2020.

I *Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror* [64] används nyckeltalet 128 kg matavfall/invånare för att beräkna den totala mängden matavfall som uppstår årligen totalt sett från hushåll, restauranger, storkök och butiker. Tillsammans med statistik från SCB över befolkningsmängden i Sverige kan den totala mängden matavfall som uppstod år 2010 därmed uppskattats till ca 1 200 kton matavfall.

Utifrån antagandet ovan om att man uppnår en minskning av uppkomna mängder med 20 % jämfört med 2010 krävs att de uppkomna matavfallsmängderna år 2020 har minskat med ca 240 kton. Enligt dessa antagande uppstår det 960 kton matavfall år 2020 inom hushåll, restauranger, storkök och butiker om målet uppfylls.

Vidare finns i den nya nationella avfallsplanen följande mål:

- Återanvändning av textilier och materialåtervinning av textilavfall ska öka

I Grundfall 2020 antas att detta mål innebär att mängden textilavfall minskar med 10 % jämfört med år 2020. Enligt SMED (2011) slängs idag ca 8 kg textilavfall per person i säck- och kärlavfallet som går till förbränning. Givet befolkningsmängden år 2010 motsvarar detta en total mängd på drygt 75 kton år 2010. Med måluppfyllelse år 2020 uppgår denna mängd till knappt 68 kton år 2020.

---

## D Avfallsbehandling

### D.1 Materialåtervinning

Följande mål antas vara uppfyllda år 2020:

- *Senast år 2020 ska förberedandet för återanvändning, materialåtervinning och annat materialutnyttjande av icke-farligt byggnads- och rivningsavfall vara minst 70 viktprocent.* Målet finns i Miljömålsberedningens förslag till etappmål (SOU 2011:34) såväl som i den nya nationella avfallsplanen.
- *Materialåtervinning av papper, metall, plast och glas från hushåll skall vara minst 50 % år 2020, enligt EUs ramdirektiv (2008/98/EG).* Målet uppnås redan idag för alla avfallsslag utom plastförpackningar<sup>5</sup>. Vi antar därför att målet på 50 % materialåtervinning av plastförpackningar uppnås. Noterbart är att i Miljömålsberedningens förslag till etappmål (SOU 2011:34) skriver man att Sverige bör sätta upp mer ambitiösa mål.

En uppskattning av måluppfyllelsen visar att mängden avfall till förbränning skulle minska med omkring 250 kton/år till år 2020, varav det första målet står för cirka 200 kton och det andra målet för cirka 50 kton. Hänsyn är tagen till avfallstillväxt enligt ovan.

### D.2 Biologisk behandling

I mars 2011 föreslog Miljömålsberedningen nya etappmål som syftar till att öka resurshushållningen i livsmedelskedjan till år 2015 (SOU 2011:34). Följande mål (som även finns inskrivet i remissversionen av den nya nationella avfallsplanen) gäller biologisk behandling:

- Minst 40 procent av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och restauranger behandlas biologiskt så att växtnäring och energi tas tillvara.

I utgångsläget har det antagits att utsorteringsgraden för matavfall år 2010 är 24 % (Avfall Sverige, 2011). I Grundfall 2020 antas ovanstående mål uppnås år 2015 och utsortering fortsätter sedan att öka till 50 % år 2020. Den beräknade mängden matavfall som utsorteras till biologisk behandling år 2020 är med dessa förutsättningar ca 480 kton.

Baserat på ovanstående data om avfallsökning, avfallsförebyggande och ökad utsortering av matavfall till biologisk behandling samt data från Avfall Sverige (2011, 2011b) om övriga avfallsmängder till biologisk behandling och Profus sammanställningar av biologisk behandlingskapacitet så ges följande bild av situationen år 2010 och år 2020 (i Grundfall 2020):

---

<sup>5</sup> Målet i ramdirektivet omfattar inte enbart förpackningar. Vi beräknar ändå måluppfyllelse för förpackningar, eftersom dessa omfattas av det svenska producentansvaret.

---

|                                                        | 2010 (kton) | 2020 (kton) |
|--------------------------------------------------------|-------------|-------------|
| Kapacitet (existerande, byggstartad och övriga planer) | 560         | 1010        |
| Inhemska mängder                                       | 490         | 730         |
| Outnyttjad kapacitet                                   | 70          | 280         |

Av den totala kapaciteten år 2020 så utgör drygt 900 kton rötning.

---

## E Omvärldsfaktorer år 2020

Här inkluderas omvärldsfaktorer som påverkar avfallsbehandlingen men som inte påverkas av de val man gör rörande avfallsbehandlingen och som vi från tidigare studier har konstaterat har betydelse för utfallet när man utvärderar olika avfallsbehandlingstekniker.

**Priser på återvunnet material:** Dessa antas realt ha stigit jämfört med år 2010. Motivet är att en fortsatt global råvaruefterfrågan driver upp efterfrågan på jungfruliga råvaror, vilket i sin tur driver upp efterfrågan på återvunnet material. Följande prisnivåer antas år 2020 för insamlat och försorterat material fritt återvinningsföretag (i dagens penningvärde):

- Tidningar: 650 SEK/ton
- Pappersförpackningar: 420 SEK/ton
- Metallförpackningar: 1300 SEK/ton
- Glasförpackningar: 650 SEK/ton

**Fjärrvärmeefterfrågan:** I linje med basfallet i rapporten "Fjärrvärmen i framtiden – behovet" (Svensk Fjärrvärme Rapport 2009:21) antas att fjärrvärmeefterfrågan nationellt minskat år 2020 jämfört med år 2010. I referensen bedöms den normalårskorrigerade fjärrvärmeefterfrågan minska med 10 % under perioden 2007-2025. Huvudorsaken är ökad energieffektivisering i den existerande, fjärrvärmeanslutna bebyggelsen. Här antas att den nationella normalårskorrigerade efterfrågan på fjärrvärme år 2020 är 5 % lägre än år 2010.

**Energi- och CO2-skatter på bränslen och drivmedel:** Här utgår vi ifrån 2011 års nivåer och gör endast de justeringar som är beslutade under perioden 2011-2020.

### **Bränslepriser (exklusive skatter, fritt anläggning):**

Enligt följande förslag år 2020 (i dagens penningvärde)

- Råolja: \$100/fat
- Eldningsolja 1: 560 SEK/MWh
- Eldningsolja 5: 470 SEK/MWh
- Naturgas: 330 SEK/MWh
- Skogsflis: 240 SEK/MWh
- Träpellets: 370 SEK/MWh
- Torv: 150 SEK/MWh

Här har vi generellt lutat oss mot de bedömningar våra kollegor inom energigrupperna på Profu gjort för analyser rörande år 2020 under sommaren/hösten 2011.

Råoljepriset baseras på OECD/IEAs publikation "World Energy Outlook 2010". För 2020 har man tre olika scenarier, där råoljepriset varierar mellan \$90/fat och \$110/fat. Vi har här valt att lägga oss mitt i detta intervall.

Priset för eldningsolja 1 och 5 är direkt avhängigt råoljepriset.

Även bedömningen av naturgaspris har sin grund i "World Energy Outlook 2010" med anpassning till de förhållanden som gäller vid leveranser i Sverige.

---

För skogsflis baseras priset på dagens nivåer och en rimlig utveckling baserat på fortsatt ökad nationell och internationell efterfrågan på biobränslen. För träpellets ligger prisnivåerna idag ca 130 SEK/MWh över priset på skogsflis och detta förhållande antas gälla även år 2020.

Priset för torv relateras till priset för skogsflis minus kostnaden för utsläppsrätter (torv belastas med detta vilket minskar betalningsviljan för detta bränsle i förhållande till skogsflis)

**Priser på el, elcertifikat och utsläppsrätter:**

Enligt följande år 2020 (i dagens penningvärde)

- El: 475 SEK/MWh el
- Elcertifikat: 225 SEK/MWh el
- Utsläppsrätter: 25 euro/ton CO<sub>2</sub>

Elpriset matchar väl priset på långa terminer (2013-2016) och ligger också i linje med bedömningar som gjorts i forskningsprojekt inom energiområdet.

Priset på elcertifikat antas sättas av kostnaden för landbaserad vindkraft och elpriset. Produktionskostnaden för vindkraft inkl investering uppgår till ca 600-800 SEK/MWh (enligt ”El från nya anläggningar 2011”). Summan av el plus elcertifikat bör därför ligga inom detta spann varför vi valt en nivå på elcertifikaten som gör att vi hamnar mitt i detta intervall. Terminspriser på elcertifikat för år 2015 och 2016 ligger på ca 230 SEK/MWh. Priset på utsläppsrätter baseras på bedömningar som gjorts i forskningsprojekt inom energiområdet.



---

## F Effekter i fjärrvärmesystemet och datormodellen NOVA

När produktionen från avfallskraftvärmeverken ökar eller minskar förändras el- och värmeleveransen. Detta påverkar annan el- och värmeproduktion, eftersom efterfrågan på el- och fjärrvärme är konstant. Vilken som är den alternativa värmeproduktionen varierar från ett fjärrvärmesystem till ett annat. Alternativet varierar också under året. I vissa system har man idag ett överskott på värme sommartid, vilket innebär att alternativet är att inte generera någon värme alls. Under vintertid är det vanligen dyrare alternativ som pellets, olje- och elpannor som är alternativet till avfallsbränslet.

### F.1 Metod och resultat

När vi tillför importerat avfall till en specifik anläggning för avfallsförbränning i Sverige, antar vi att denna eller någon annan anläggning slipper gå tom eller på dellast. Det innebär att vid en ökad import av avfallsbränsle till Sverige ökar produktionen av el och fjärrvärme från avfallskraftvärme (illustreras med Avfall KV i figur 26-27).

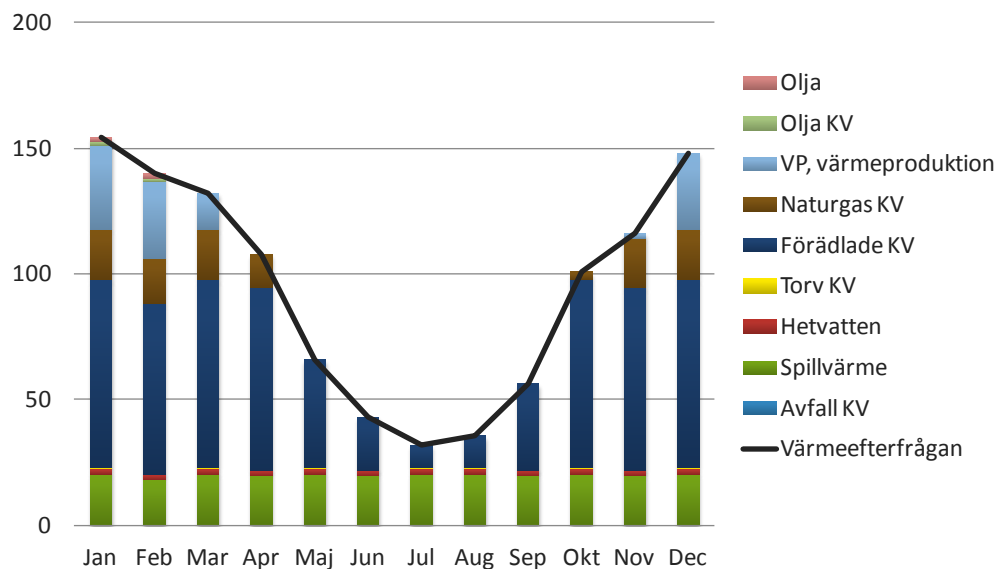
Vid en konstant värmeefterfrågan, minskar användningen av andra bränslen och tekniker i fjärrvärmesystemen. Den skuggade ytan i figur 27 representerar den minskade användningen på marginalen i ett exemplarsystem. Detta är ett marginalperspektiv på kort sikt, när import av avfall inte antas påverka alternativa investeringar eller den totala värmeefterfrågan. Förändringen antas jämnt över året.

Vi vet inte vilken anläggning det är som slipper gå på dellast. Därför har effekten beräknats i varje enskilt fjärrvärmesystem, som har en avfallskraftvärme- eller värmeverk. För alla dessa 30 system har vi beräknat marginaleffekten vid mer producerad värme från avfallsförbränning. Slutligen beräknar vi den totala effekten som medelvärdet för effekterna i alla 30 system.

Resultatet visar att det är en bränslemix som ersätts. Man kan konstatera att hälften av marginaleffekten utgörs av skogsflis och pellets, och att 44 % av fossila bränslen (inklusive torv). De 6 % som spillvärme utgör beror på vissa omständigheter under sommaren. Effekten på spillvärme är antagligen överskattad i modelleringen, men bedöms ha liten inverkan på resultatet. Notera att figurerna visar ett exempel och inte illustrerar resultatet.

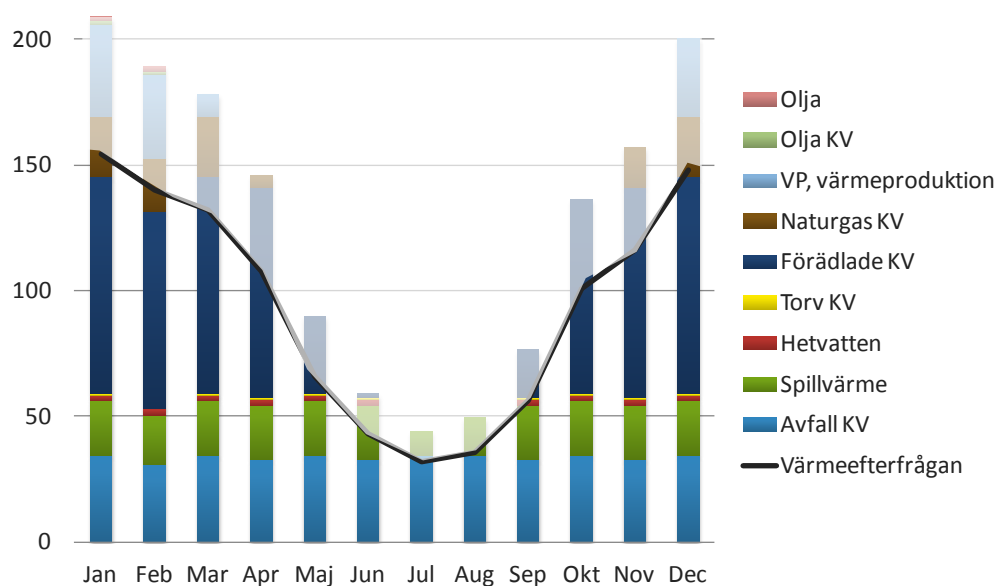
Därefter beräknas medelvärdet för alla dessa effekter. Beräkningarna har gjorts inom ramen för delprojekt 4 *Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem*, och beskrivs i slutrapporten från projektet.

Bland övriga anläggningar, som får ökad eller minskad drifttid, finns både anläggningar som producerar el (kraftvärmeanläggningar) och anläggningar som konsumerar el (värmepumpar). Nettoproduktionen av el (produktionen – konsumtionen av el) i fjärrvärmesystemet kan därmed både öka och minska beroende på vilka bränslepriser, skatter och liknade som är aktuella för fjärrvärmeproduktionen. Vidare innebär detta att den totala nettoelproduktionen i avfalls- och fjärrvärmesystemet både kan öka och minska. Detta har stor betydelse för resultaten då förändringar i den totala nettoelproduktionen i avfalls- och fjärrvärmesystemet kompenseras av förändringar i omvärldens elproduktion.



Figur 26. Exempel på en mix av produktionsenheter och en lastkurva i ett fjärrvärmesystem.

Figure 25. Example of a mix of production units and a heat load curve in a district heating system.



Figur 27. Samma fjärrvärmesystem som ovan fast vid utökande av produktion från avfallskraftvärme. Det skuggade området illustrerar alternativ produktion som minskar.

Figure 26. The district heating system as above, and with increasing production from the waste-fuelled combined heat and power plant. The shaded area illustrates the decreases in heat generation of the alternative production units.

---

## F.2 Datormodellen NOVA

För modelleringen används datormodellen NOVA, som ursprungligen tagits fram inom forskningsprojektet Nordic Energy Perspectives [6] och vidareutvecklats inom PFA delprojekt 4 ”Avfallsförbränning i fjärrvärmessystemen” (<http://www.nordicenergyperspectives.org>).

NOVA utgår ifrån officiell statistik över värmeproduktionen i alla Sveriges fjärrvärme-system. Denna har använts för att bygga upp fjärrvärmeproduktionen i alla system. Modellen har sedan använts för att studera vilka produktionsenheter som ligger på marginalen i svenska fjärrvärmesystem med avfallsförbränning (det vill säga de anläggningar som direkt påverkas av en förändrad efterfrågan eller produktion av värme). En genomsnittlig marginalvärmeproduktion för dessa fjärrvärmesystem har skapats genom att systemen viktats samman baserat på deras totala värmeleverans.

I och med att modellen innehåller uppgifter om vilken typ av anläggning som ligger på marginalen kan man beräkna såväl bränsleanvändning som kostnader för denna produktion. Modellen har därmed använts för att här beskriva kostnaden och utsläppet som uppstår när avfallsförbränningen minskar eller ökar. För beräkningarna har använts prognostiserade värden för 2020 för bränsle-, el-, certifikat- och utsläppsrättspriser samt för övriga skatter och avgifter.

Modellen beskrivs i detalj i rapporten för delprojekt 4.

---

## G Effekter på elproduktion och datormodellen MARKAL

### G.1 Effekter på elproduktion

Såsom har beskrivits, så förändras el- och värmeleveransen när produktion från avfalls-kraftvärmeverken ändras, till exempel vid användning av mer avfallsbränsle. Detta påverkar annan form av el- och värmeproduktion, eftersom efterfrågan på el- och fjärrvärme är konstant oavsett mängden el och värme från avfallsförbränning.

Tidigare erfarenheter har visat att den alternativa elproduktionen, alltså den som ändras på marginalen, ofta har stor betydelse för den resulterande klimatpåverkan. Detta eftersom den alternativa elproduktionen ofta baseras på relativt stor andel fossila bränslen.

När vi importerar och förbränner 1 ton avfallsbränsle i något kraftvärmeverk, produceras mer el och värme, vilken, slipper produceras någon annan stans. I beräkningarna krediteras då nyttan av den ökade elproduktionen från avfallskraftvärme genom minskade utsläpp från marginalelproduktion i det nordeuropeiska elsystemet.

### G.2 Miljövärdering av el

Till skillnad från exempelvis direkt användning av fossila bränslen är en miljövärdering av elanvändning avsevärt mer komplicerad. Det kan till exempel handla om att uppskatta effekten på CO<sub>2</sub>-utsläppen av att man byter från oljvärme till elvärme eller värmepump. Svårigheterna beror som bekant på dels att el produceras på väldigt olika sätt och dels att en viss elanvändning inte direkt kan kopplas till en viss typ av elproduktion. Detsamma gäller en miljövärdering av elproduktionen. Vad är till exempel miljövärdet av att bygga ett nytt kraftvärmeverk? I en sådan analys måste man förhålla sig till hela det system inom vilket kraftvärmeverket finns och vilka systemförändringar som kraftvärmeverket ger upphov till.

#### Metod

Vår ansats för att göra en klimatvärdering (uppskatta CO<sub>2</sub>-utsläppen) av elanvändning (eller elproduktion) fokuserar på kärnfrågan, det vill säga: vilka blir *systemeffekterna* av en *förändring* i elanvändning (eller elproduktion). Generellt är det nämligen just förändringar gentemot ett referensfall som vi vill studera: till exempel en *ökning* eller *minskning* i elanvändning alternativt en *ökning* i elproduktion genom en investering i till exempel ett nytt vindkraftverk eller kraftvärmeverk eller en *minskning* i elproduktion genom utfasning av ett kolkraftverk eller ett kärnkraftverk.

Vi förhåller oss alltså egentligen inte direkt till de principer som man idag ofta nämner i samband med miljö- eller klimatvärdering av el, till exempel medelel eller marginalel. Medelelvärdering, det vill säga att man använder svensk, nordisk eller nordeuropeisk medelel, för att bedöma climateffekten av el är en princip som används relativt ofta. Den har dock uppenbara svagheter eftersom den inte ger oss svaret på *effekten av förändringar* i elanvändning eller elproduktion. Medelel är istället en statistisk bild av hur el totalt sett produceras i ett land eller en region. Marginalel i sin tur definieras som (små) förändringar i elproduktion till följd av (små) förändringar i elanvändning (eller elproduktion) på kortare sikt.

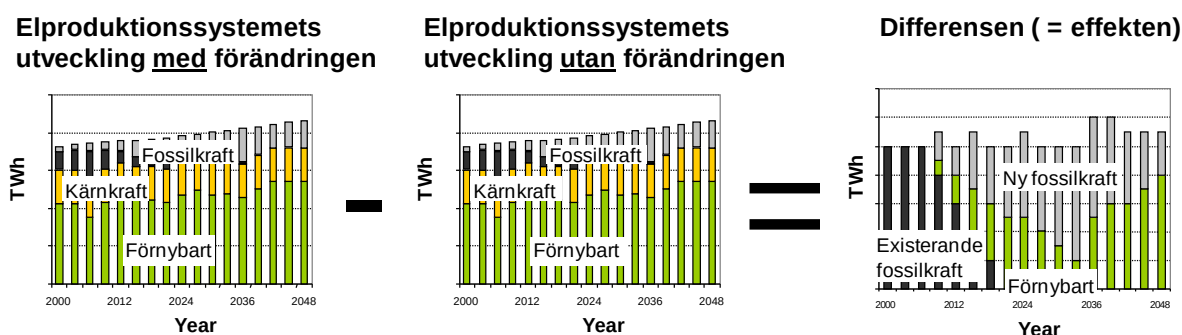
Den ”klassiska” marginaleden är därmed kolkondens i det nordiska systemet eftersom det är det dyraste kraftslaget och det som mest påverkas av att elanvändningen (eller produktionen) förändras av något skäl. Marginalsynsättet har med andra ord mycket gemensamt med vår metod.

Som vi nämnde ovan är vi oftast intresserade av att studera effekter av långsiktiga förändringar gentemot ett referensfall, till exempel en ökning i elanvändning på grund av att en ny industrianläggning etableras eller på grund av ett skifte från oljevärme till elvärme eller värmepump. Effekterna av sådana långsiktiga förändringar är naturligtvis också i sin tur långsiktiga till sin karaktär.

Som vi kommer att se leder sådana långsiktiga förändringar inte bara till effekter på befintlig kraftproduktion utan påverkar även nyinvesteringar, till exempel genom tidigareläggning (på grund av ökad elanvändning) eller senareläggning (på grund av minskad elanvändning). Vi definierar därför vår klimatvärdering som den *långsiktiga marginaleffekten* (av en förändrad elanvändning eller elproduktion). Ibland används även begreppet komplex marginaleffekt för att understryka att det generellt rör sig om en mix av olika produktionsslag och en blandning av befintlig och ny produktionskapacitet.

Den långsiktiga marginaleffekten beräknas utifrån två på varandra följande modellberäkningar. Den första beräkningen, ”referensfallet”, beskriver ett energisystem som utvecklas på ett sådant sätt som vi idag bedömer vara troligt. Det inkluderar utveckling av energibehov, teknisk utveckling, styrmedel, utvecklingen på energi- och bränslemarknaderna med mera.

Den andra beräkningen, ”förändringsfallet” beskriver samma utveckling som referensfallet *så när* som på att den förändring vars effekter vi vill studera, inkluderas. Är det då klimateffekten av en ökning i elanvändning som skall studeras så läggs just denna ökning i elanvändning in i förändringsfallet (utöver den eventuella ökning över tiden som redan finns med i referensfallet). Eftersom vi intresserar oss för effekter på elproduktionssidan så studerar vi differensen i elproduktion mellan alternativfallet och referensfallet. På motsvarande sätt kan vi bedöma effekten på CO<sub>2</sub>-utsläppen genom att analysera differensen i CO<sub>2</sub>-utsläpp mellan de bägge modellberäkningarna. I figur 28 åskådliggörs principen för den beskrivna beräkningsmetoden.



Figur 28. Metodprincipen för att bestämma den långsiktiga marginaleffekten av en förändring.

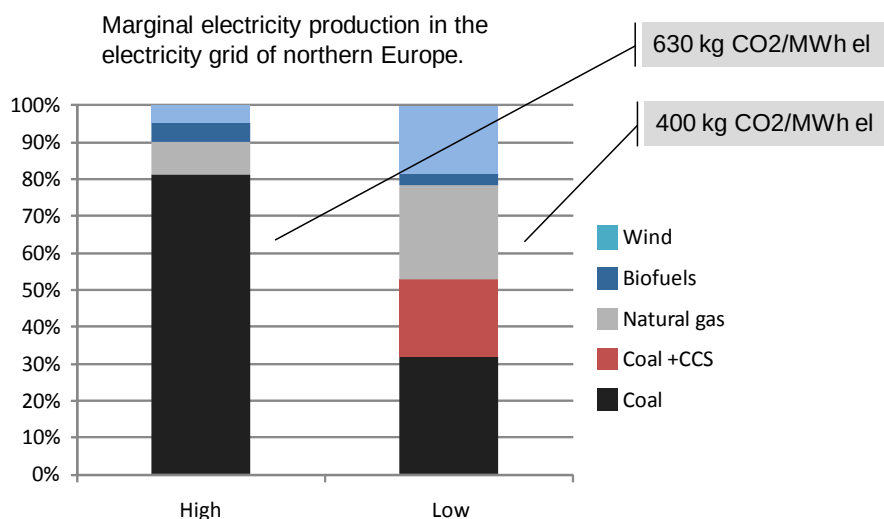
Figure 27. Methodology for determining the long-term marginal impact of a change.

Vi har då på ett modellkonsistent vis isolerat orsak-verkan-sambandet mellan förändringen och dess effekt. Eftersom modellen omfattar även andra delar i energisystemet så kan vi också studera i vilken utsträckning den analyserade förändringen leder till effekter utanför elsystemet. Oftast utgörs dessa av andra ordningens effekter.

## Resultat

Resultaten visar att det är en mix av olika produktionsslag som påverkas. Vilka produktionsslag beror på vilket scenario som studeras. I figur 29 illustreras resultatet från två scenarier från modellberäkningarna, där det framgår vilken mix av olika produktionsslag som påverkas i hög och lågfallet.

Det första fallet (vänster stapel) visar utfallet för en omvärldsutveckling med relativt liten klimatstyrning. Det andra fallet (höger stapel) visar utfallet vid en kraftig klimatstyrning. För beräkningarna i denna studie har ett medelvärde av dessa två fall används som grundantagande.



**Figur 29.** Två scenarier för produktion av marginael i det nordeuropeiska elsystemet, scenarier med låg respektive hög klimatstyrning, som resulterar i olika användning av fossila bränslen. De två resultaten är gjorda i en scenarioanalys med Markalmodellen.

**Figure 28.** Two scenarios for the production of marginal electricity in the northern European electricity system, scenarios with low and high climate control, resulting in different use of fossil fuels. The two results are made in a scenario analysis with the model Markal.

I grundfallet beräknas emissionen 515 kg CO<sub>2</sub>/MWh el (tabell 14) och de två värdena som används i känslighetsanalysen är 400 respektive 630 CO<sub>2</sub>/MWh el.

Elproduktionen från förbränningen av 1 ton avfall beräknas uppgå till 0,3 MWh, vilket motsvarar ett medelvärde för svensk avfallsförbränning.

**Tabell 14. Beräkningar av om emissioner från marginalproduktion i det nordeuropeiska elsystemet i jämförelse med grundfallet.**

**Table 14. Estimates of emissions from the marginal production in the northern European electricity system in comparison to the base case.**

| Externt producerad el        | Grundfall | D1 Hög | D2 Låg |
|------------------------------|-----------|--------|--------|
| [kg CO <sub>2</sub> /MWh el] | 515       | 630    | 400    |

Utifrån våra modellanalyser av den långsiktiga marginaleffekten i en rad tidigare beräkningsuppdrag har vi kunnat konstatera det som nämndes ovan, nämligen att effekten är en blandning av olika energislag (egentligen olika elproduktionssätt) och en blandning av existerande och ny kapacitet. Därmed är synsättet ”kolkondens på marginalen”, vilket präglar den kortsiktiga marginalesprincipen, enligt vårt förmenande en kraftig förenkling av bilden, i synnerhet över ett lite längre tidsperspektiv.

### G.3 MARKAL-modellen

MARKAL (MARKet Allocation)-modellen utvecklades i början av 1980-talet (<http://www.ica-etsap.org/web/Markal.asp>). Modellen optimerar det tekniska energisystemets utveckling under en vald period, med målfunktionen kostnadsminimering. Då ingår energiflöden, från utvinning av bränslen och råvaror via omvandling för kraft- och fjärrvärmegenerering, till slutlig användning av bränslen, el och fjärrvärme i en rad olika sektorer, exempelvis hushåll och industrier. Teknikerna i modellen beskrivs med investeringskostnader, kostnader för drift och underhåll, livslängd, verkningsgrad, tillgänglighet och utsläppsdata (ex koldioxid, svavel och kväveoxider). I MARKAL finns en lastkurva för el och fjärrvärme som beskriver den årliga variationen.

Modellen bygger på linjärprogrammering, d v s. en matematisk algoritm för att lösa optimeringsproblem där målfunktion (den som ska optimeras) och randvillkor är uttryckta som linjära ekvationer. Målfunktionen är generellt den diskonterade totala systemkostnaden och skall minimeras. En alternativ målfunktion kan exempelvis vara emissioner. Randvillkor kan utgöras av verkningsgrader för en viss typ av anläggning, miljökrav, kraftöverföringsförbindelser mellan länder, energianvändning i en viss sektor mm. Lösningen på en MARKAL-beräkning är den kombination av tekniker i hela kedjan från bränsleutvinning eller -import via omvandling till exempelvis el och fjärrvärme till slutlig användning, som uppfyller den lägsta totalkostnaden uttryckt i diskonterat nuvärde.

Inom detta projekt används en MARKAL-modell med namnet MARKAL-NORDIC. Modellen omfattar en beskrivning av de stationära energisystemen i de fyra nordiska länderna Sverige, Norge, Finland och Danmark. Med det stationära energisystemet avses produktion av el, fjärrvärme och processånga samt slutlig energianvändning inom bostäder, service och industri. Dessutom ingår en något förenklad beskrivning av Tysklands och Polens elproduktion. Samtliga länder är i modellen förbundna med varandra via elöverföringsförbindelser som kan utökas genom nyinvesteringar.

Tidshorisonten i modellen är från idag till och med 2050. I modellen inkluderas också de koldioxidutsläpp som är relaterade till energiomvandling. Därmed lämpar sig modellen väl

---

för att studera climateffekter av de långsiktiga förändringar i elanvändning (eller elproduktion) som vi är intresserade av här.

MARKAL-NORDIC beskriver utvecklingen i energisystemen, givet en lång rad randvillkor och antaganden, från idag och fram till 2050. Särskild vikt har lagts vid beskrivningen av de existerande energi- och koldioxidskatterna, det europeiska handelssystemet för utsläppsrätter samt stödssystem för förnybar energi som t ex det svenska elcertifikatsystemet.

Modellverktyget MARKAL-NORDIC handhas och uppdateras av Profu (Projektinriktad forskning och utveckling i Göteborg AB).

Tillkomst eller bortfall av elproduktion har värderats enligt metoden ”Långsiktig marginal-el” vilken finns beskriven i bland annat [65].



---

## H Attitydundersökningar

Projektet har haft tillgång till resultat från två enkätundersökningar, vilka har innehållit frågor om import av avfall. Enkätundersökningarna har genomförts på uppdrag av Kretsloppskontoret, Göteborg under våren 2012 respektive av Öresundskraft, Helsingborg i november 2011.

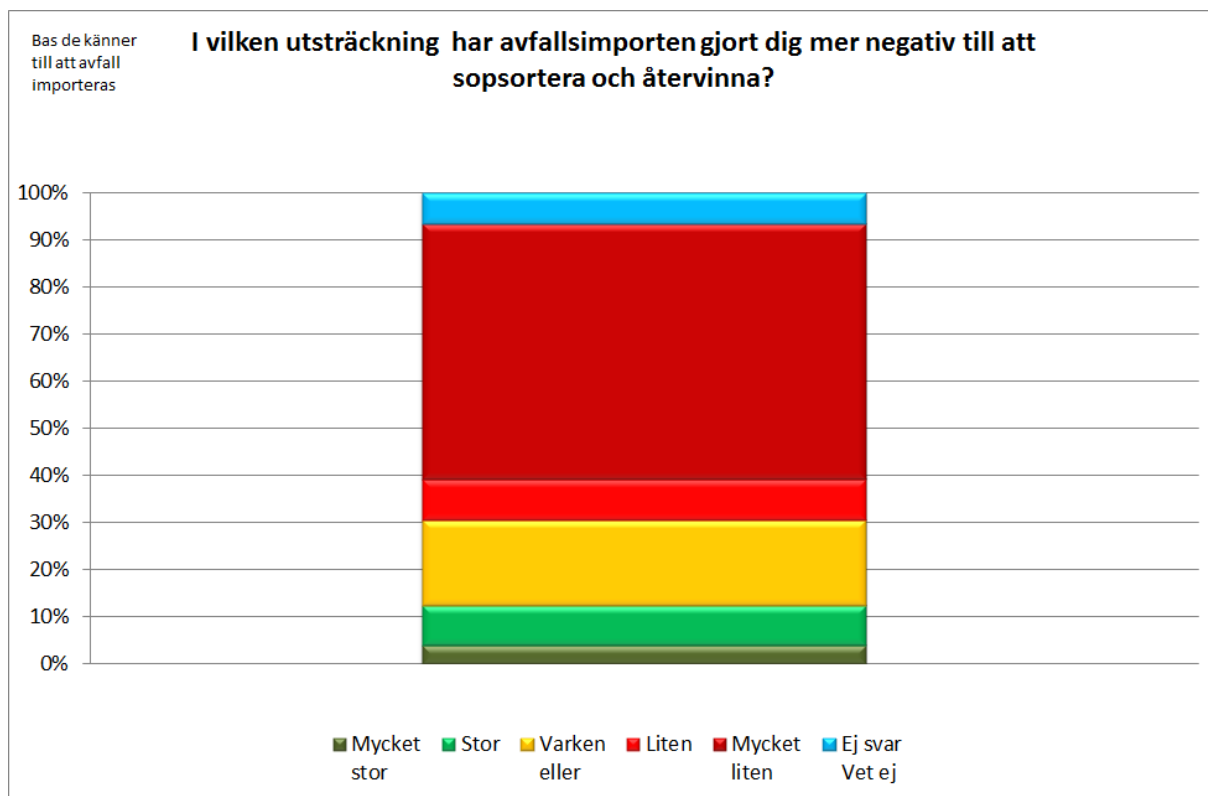
Studien i Göteborg var en del i en attitydundersökning bland lägenhetskunder och genomfördes av företaget ima. Ett slumpmässigt urval av boendes i lägenhet har intervjuats via telefon.

Studien i Helsingborg var del i uppföljningen av en kännedom- och attitydmätning med avseende på Filbornaprojektet och genomfördes av företaget Reagera. Målgruppen var Helsingborgsbor 18-79 år. Metoden var webbaserade enkäter via en telefonrekryterad web-panel och antalet var 200 stycken.

### H.1 Resultat från undersökningen (Kretsloppskontoret, Göteborg)

En av farhågorna som framförts inom projektet var att det föreligger en risk att personer blir mer negativa till att källsortera avfall, vid det faktum att vi importerar avfall till förbränning. I enkätundersökningen som genomfördes på uppdrag av Kretsloppskontoret, Göteborg undersökte man den risken.

Av de svarande uppger 54%, boendes i lägenhet, att de känner till att vi importerar avfall till Sverige för att förbränna. Mycket små andelar av dem som känt till att vi importerar avfall till Göteborg för att sedan förbränna det, anser att det har gjort dem mer negativa till att källsortera och återvinna (figur 30) [49].



Figur 30. Svar på frågan "I vilken utsträckning har avfallsimporten gjort dig mer negativ till att sopsortera och återvinna?" i studien på uppdrag av Kretsloppskontoret, Göteborg.

Figure 29. Answers the question "To what extent has the waste imports made you more negative to source separation for material recycling and recovery?" in the study on behalf of Kretsloppskontoret, Göteborg.

## H.2 Resultat från undersökningen (Öresundskraft, Helsingborg)

Studien gick till så att först svarade panelen på frågan "Vad är din allmänna inställning...?" (figur 31). Därefter visades texten i rutan "Soptippar, även kallade deponier...." och panelen fick svara på den nedre frågan "I vilken utsträckning....?"

Undersökningen som genomfördes på uppdrag av Öresundskraft, Helsingborg visade att andelen svarande som hade en negativ allmän inställning till import av avfall för el och värme minskade, när man fick information om att importen gör att deponering av avfall kan undvikas utomlands. I analysen av resultaten skriver man att "... den initialt negativa inställningen baseras på bristande kunskap." [50].

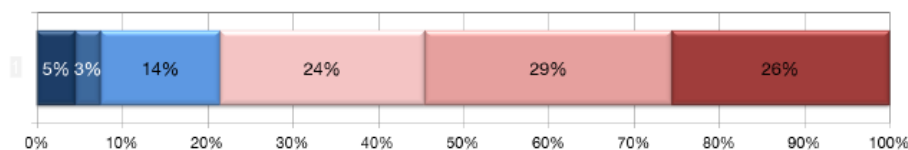
## ATTITYDER TILL FJÄRRVÄRME

19

**Vad är din allmänna inställning till import av avfall för förbränning för produktion av el och fjärrvärme?**

Skala 1-6, där 1 innebär mycket negativ och 6 innebär mycket positiv

6= mycket positiv 5 4 3 2 1= mycket negativ



### VISAD TEXT:

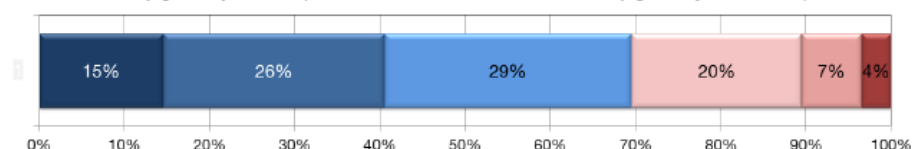
Soptippar, även kallade deponier, utsöndrar betydande utsläpp av metan som är en mycket aggressiv växthusgas. I flera länder har man idag en brist på behandlingskapacitet för sopor och de deponeras därför. Men genom import och förbränning av sopor i Sverige minskar deponeringen, vilket innebär en tydlig reduktion i utsläppet av växthusgaser.

Ur miljösynpunkt är det alltså bättre att importera och utvinna energi ur avfallet än att lägga det på deponi. Det gäller även om man räknar in utsläppen från transporterna.

**I vilken utsträckning påverkas din inställning till import av avfall efter att ha tagit del av denna information?**

Skala 1-6, där 1 innebär jag blir mycket mindre positiv och 6 innebär jag blir mycket mer positiv

6= jag blir mycket mer positiv 5 4 3 2 1= jag blir mycket mindre positiv



Spontant är den klara majoriteten negativt inställda till import av avfall. Dock blir helsingborgarna klart mer positiva då de får ta del av ovan information om sopimport vilket antyder att den initialt negativa inställningen baseras på bristande kunskap.

Reagera™

Figur 31. Svar på frågan "Vad är din allmänna inställning... ?" och "I vilken utsträckning påverkas din inställning... ?" i studien på uppdrag av Öresundskraft, Helsingborg.

Figure 30. Answer to the question "What is your general attitude ...?" and "To what extent are your attitudes affected by ...?" in the study on behalf of Öresund, Helsingborg.

## I Indata för beräkningarna om klimatpåverkan vid import av avfall

Antaganden för indata till beräkningarna om klimatpåverkan, sammanställning av undersökta fall (tabell 15) och redovisning utav parametrar och variabelvärden som används vid grundfallet och känslighetsanalyserna (tabell 16).

Värden som antas för olika parametrar/variabler vid grundfallet och känslighetsanalyserna. För känslighetsanalyserna anges endast värden som förändrats från grundfallet.

*Tabell 15. Känslighetsanalyser som har genomförts för fyra parametrar A-D. Respektive antaganden framgår i de tre kolumnerna: grundfall, fall 1 och fall 2.*

*Table 15. Sensitivity analyses that have been carried out for four parameters A-D. The respective assumptions are shown in the three columns: base case, case 1 and case 2.*

| Parameter                                                      | Grundfall                                                 | Fall 1                                                                             | Fall 2                                                                  |
|----------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| <b>E. Sammansättning på avfallsbränsle som importeras</b>      | Utsorterat avfallsbränsle                                 | Blandat hushållsavfall                                                             | 50 % mindre plast i det utsorterade avfallet, jämfört med i grundfallet |
| <b>F. Alternativ avfallsbehandling i ursprungslandet</b>       | Deponering                                                | Avancerad typ av deponi, med lägre utsläpp av klimatgaser (koldioxid-ekvivalenter) | Förbränning med energiutvinning                                         |
| <b>G. Alternativa bränslen i de svenska fjärrvärmesystemen</b> | Mix av bränslen på marginalen i fjärrvärmesystemen        | Bioolja ersätter olja i mixen på marginalen i fjärrvärmesystemen.                  |                                                                         |
| <b>H. Externt producerad el [kg CO<sub>2</sub> /MWh el]</b>    | Marginalproduktion i det nordeuropeiska elsystemet<br>515 | Höga CO <sub>2</sub> -utsläpp<br>630                                               | Låga CO <sub>2</sub> -utsläpp<br>400                                    |

Tabell 16. Antaganden för indata till beräkningarna om klimatpåverkan. För känslighetsanalyserna anges endast värden som förändrats från grundfallet.

Table 16. Assumptions for the input to the calculations of climate impacts. For sensitivity analyses indicated only values which changed from the base case.

|                             |                                             | Grundfall | A1             | A2          | B1                           | C1                   | D1           | D2 |
|-----------------------------|---------------------------------------------|-----------|----------------|-------------|------------------------------|----------------------|--------------|----|
|                             |                                             |           | Sammansättning |             | Alternativ<br>behandlin<br>g | Svensk<br>fjärrvärme | Elproduktion |    |
| Bränslets<br>sammansättning | Tidning                                     | 21 vikt % | 23,2 vikt %    | 25,5 vikt % |                              |                      |              |    |
|                             | Wellpapp                                    | 21 vikt % |                | 25,5 vikt % |                              |                      |              |    |
|                             | Mjukplast-<br>förp.                         | 15 vikt % | 9,4 vikt %     | 7,5 vikt %  |                              |                      |              |    |
|                             | Hårdplast-<br>förp.                         | 15 vikt % | 3,3 vikt %     | 7,5 vikt %  |                              |                      |              |    |
|                             | Pappers-<br>förp.                           | 22 vikt % |                | 26,7 vikt % |                              |                      |              |    |
|                             | Glasförp.                                   |           | 1,4 vikt %     |             |                              |                      |              |    |
|                             | Metallförp.                                 |           | 2,9 vikt %     |             |                              |                      |              |    |
|                             | Elektriska och<br>elektroniska<br>produkter |           | 0,3 vikt %     |             |                              |                      |              |    |
|                             | Matavfall                                   |           | 29,9 vikt %    |             |                              |                      |              |    |

|                                                          |                     |                                       |            |                |
|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------------------------|------------|----------------|
|                                                          | Blöjor              | 16,0 vikt %                           |            |                |
|                                                          | Trädgårdsavfall     | 1,5 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Övrigt glas         |                                       |            |                |
|                                                          | Övrig plast         | 0,8 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Övriga metaller     |                                       |            |                |
|                                                          | Frigolit            | 0,3 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Textilier           | 6 vikt %                              | 1,4 vikt % | 7,3 vikt %     |
|                                                          | Trä                 | 0,4 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Övrigt brännbart    | 6,8 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Övrigt              | 2,7 vikt %                            |            |                |
|                                                          | Farligt avfall      | 0,1 vikt %                            |            |                |
| <b>Fukt</b>                                              |                     | 30 %                                  | 46,5       |                |
| <b>TS</b>                                                |                     | 70 %                                  | 53,5       |                |
| <b>Värmevärde (LWH)</b><br><b>[MWh/ton]</b>              |                     | 4,7                                   | 2,6        | 3,9            |
| <b>Skorstensemissioner</b><br><b>[kg CO2/ton avfall]</b> |                     | 696                                   | 345        | 378            |
| <b>Deponins</b><br><b>prestanda</b><br><b>[%]</b>        | Insamlings-<br>grad | England 70<br>Italien: 50<br>Polen 25 |            | England:<br>80 |
|                                                          | Metanoxidering      | England:<br>30<br>Italien:25          |            | England:<br>40 |

---

|  |                |             |            |
|--|----------------|-------------|------------|
|  |                | Polen: 12,5 |            |
|  | Andel insamlad | England:    | England 10 |
|  | gas till       | 60          | 0          |
|  | elproduktion   | Italien:60  |            |
|  |                | Polen: 30   |            |

---

|                                                                                                                                     |                                              |                                               |                 |                 |                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Nettoutsläpp från deponi<br>[kg CO2/ton avfall]                                                                                     |                                              | England:<br>268<br>Italien: 580<br>Polen 1080 | England:<br>274 | England:<br>326 | England:<br>84 |
| Utsläpp vid<br>marginalelproduktion<br>[kg CO2/MWh <sub>el</sub> ]                                                                  | vid                                          | 515                                           |                 |                 | 630 400        |
| Utsläpp vid<br>marginalfjärrvärme<br>produktion<br>[kg CO2/MWh <sub>värme</sub> ]                                                   |                                              | 112                                           |                 | 56              |                |
| Utsläpp vid transport till<br>Sverige<br>[kg CO2/ton avfall]<br>(räknat på att<br>returtransporten går tom<br>halva vägen tillbaka) | England<br>(Blythe: 225 mil)                 | 70                                            |                 |                 |                |
|                                                                                                                                     | Italien (Port of<br>Gioia Tauro: 448<br>mil) | 140                                           |                 |                 |                |
|                                                                                                                                     | Polen<br>(Świnoujście, 18<br>mil)            | 20                                            |                 |                 |                |
| Transport med lastbil i två<br>länder (antaget 100 km)<br>[kg CO2 ekv/ton avfall]                                                   |                                              | 7                                             |                 |                 |                |







**WASTE REFINERY**

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut  
Box 857, 501 15 Borås  
[wasterefinery@sp.se](mailto:wasterefinery@sp.se)  
[www.wasterefinery.se](http://www.wasterefinery.se)