

Utvärdering av framtida styrmedel

- Delprojekt 2 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)

Mattias Bisailon

Lisa Dahlén

Lia Detterfelt

Stig Edner

Johan Torén

Utvärdering av framtida styrmedel

- Delprojekt 2 inom projektet ”Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)

Evaluation of future policy instruments

- Project 2 within the project ”Perspectives on sustainable waste treatment (PFA)”

Mattias Bisailon, Profu
Lisa Dahlén, Luleå Tekniska Universitet
Lia Detterfelt, Renova
Stig Edner, Sysav Utveckling
Johan Torén, SP

Projektnummer WR-35

År: 2013

WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Box 857, 501 15 Borås

www.wasterefinery.se

wasterefinery@sp.se

ISSN 1654-4706

Sammanfattning

Det finns flera styrmedel som nyligen införts och nya möjliga som är av stort intresse att studera för att bedöma den framtida marknaden för svensk avfallsbehandling. Att med systemanalytiska modeller studera styrmedel har visat sig vara effektivt inom energiområdet för att förstå effekter och konsekvenser av styrmedel. Inom avfallsområdet däremot har sådana styrmedelsanalyser endast genomförts sporadiskt. Detta trots att man infört starkt påverkande styrmedel som t.ex. producentansvaret, deponiskatten och deponiförbudet. Dessa styrmedel har sammantagit bidragit till att deponering av hushållsavfall i Sverige i princip har upphört.

Målet med detta projekt var att med systemanalytiska modeller studera och utvärdera nyligen införda samt nya möjliga styrmedel som påverkar marknaden för svensk avfallsbehandling. I projektet har effekter av olika styrmedel studerats med avseende på:

- Fördelning av behandlingstekniker
- Avfallsmängder
- Utsläpp av växthusgaser
- Ekonomiska utfall

Projektet genomfördes under åren 2011 och 2012 som ett delprojekt inom forskningsprojektet ”Perspektiv på framtida avfallsbehandling” (PFA). Under projektets gång har diskussioner skett inom arbetsgruppen och med referensgruppen rörande vilka styrmedel som är mest intressanta och relevanta att studera. Vidare har även synpunkter inhämtats från Avfall Sveriges styrmedelsgrupp och från olika aktörer i branschen vid konferenser, presentationer och workshops. Detta har resulterat i att följande styrmedel har studerats:

1. Handel med utsläppsrätter och dess inverkan på avfallsförbränning i Sverige
2. Elcertifikat till avfallsförbränning i Norge
3. Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall
4. Klimatbonus till förnybara drivmedel
5. Metanreduceringsstöd till biogasproduktion från gödsel
6. Investeringsstöd till biogasproduktion från matavfall
7. Mål om förebyggande av mat- och textilavfall

De viktigaste slutsatserna från detta projekt är följande:

- Styrmedel 3, 4 och 7 bedöms få en påtaglig påverkan på hur mängden och typen av avfall till biologisk behandling respektive till avfallsförbränning med el- och värmeproduktion utvecklas fram till år 2020. Dessa styrmedel uppvisar också störst potential för minskning av utsläppen av växthusgaser.

- Styrmedel 3 innebär sänkta kostnader ur systemperspektiv. För att säkerställa måluppfyllelsen är det en fördel att kombinera detta styrmedel med ett ekonomiskt dito som gynnar biogasproduktion från matavfall, t.ex. styrmedel 4.
- Att förebygga mat- och textilavfall (styrmedel 7) ger den största klimatnyttan i studien. Nivån uppgår till 1,2 respektive 9,5 ton CO₂ ekv. per ton förebyggt avfall. Det pågår idag många aktiviteter med att ta fram, implementera och utvärdera styrmedel som förebygger uppkomst av avfall.
- Styrmedel 1,2 och 6 kommer sannolikt få begränsad effekt på förhållandet mellan biologisk behandling och avfallsförbränning av svenskt avfall fram till 2020.
- Styrmedlen 1 och 2 innebär att svensk avfallsförbrännings konkurrenskraft i första hand försämras gentemot avfallsförbränning i andra länder fram till 2020, men påverkan bedöms som relativt begränsad. Styrmedel 6 gynnar biogasproduktion från matavfall i förhållande till avfallsförbränning, men investeringsstödet är förhållandevis litet både i förhållande till de övriga faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet och i förhållande till effekten av de två andra styrmedel som gynnar biogasproduktion från matavfall (styrmedel 3 och 4).
- Metanreduceringsstödet (styrmedel 5) är gynnsamt för biogasproduktion från gödsel som annars ej skulle komma till stånd. Enligt projektets beräkningar är inte stödet tillräckligt stort för att få lönsamhet i biogasproduktionen givet förutsättningarna år 2020. Det kan dock finnas lokala och regionala skillnader i förutsättningarna som gör att stödet kan bli avgörande för att en investering trots allt skulle kunna ske.

Nyckelord: styrmedel, biologisk behandling, biogasproduktion, avfallsförbränning, klimatpåverkan

Summary

There are several recently introduced and future possible policy instruments that are of great interest to study in order to understand the future for the Swedish waste treatment market. In the energy sector, the use of system analysis models has proven to be effective in order to understand the effects and consequences of policy instruments. In the waste sector, however, such analyses have only been conducted sporadically. This in spite of the introduction of highly influential policy instruments such as producer responsibility, landfill tax and landfill ban, which together have contributed to landfilling of Swedish household waste practically has ceased.

The goal of this project was, by using system analysis models, to study and evaluate the newly introduced and future possible policy instruments which affect Swedish waste treatment. The assessment was made in terms of how policy instruments affect:

- the distribution of treatment technologies,
- waste amounts,
- greenhouse gas emissions and
- the economics of waste treatment.

The project was performed during 2011 and 2012 as a part of the research project "Perspectives on sustainable waste treatment (PFA)". During the project, discussions have taken place within the working group and the reference group on which instruments are most interesting and relevant to study. Furthermore, opinions have been gathered from the association Swedish Waste Management's policy instrument group and from various players in the industry at conferences, presentations and workshops. This has resulted in the following instruments that have been studied:

1. Including Swedish waste incineration with power and heat production in the EU Emissions Trading System for CO₂
2. Electricity certificates to Norwegian waste incineration with power and heat production
3. Goal of increased biological treatment (mainly biogas production) of food waste
4. Climate bonus to renewable vehicle fuels
5. Financial support for methane reduction through biogas production from manure
6. Investment support for biogas production from food waste
7. Goal of food waste and textile waste prevention

The main conclusions from this project are:

- Policy instruments 3, 4 and 7 are expected to have a significant impact on the amount and type of waste for biological treatment and for waste incineration with

power and heat production up to the year 2020. These instruments also show the largest potential for reducing greenhouse gas emissions.

- Policy instruments 3 means reduced costs from a system perspective. But to ensure goal achievement, it is advantageous to combine this instrument with an economic instrument that favours the production of biogas from food waste, e.g. policy instrument 4.
- Prevention of food waste and textile waste shows the largest reduction of greenhouse gas emissions in the study (1.2 and 9.5 CO₂ ekv. per tonne waste prevented respectively). Today many activities are underway to develop, evaluate and implement measures and policy instruments that promote waste prevention.
- Policy instruments 1, 2 and 6 will likely have a limited effect on the distribution of biological treatment and incineration of Swedish waste up to the year 2020.
- Policy instruments 1 and 2 mean that Swedish waste incineration loses competitiveness in comparison to waste incineration in other countries up to the year 2020, but the impact is expected to be relatively limited. Instrument 6 promotes biogas production from food waste in relation to waste incineration with power and heat production. The investment support, however, is relatively small both in relation to other factors that affect the financial result and in relation to the other two instruments that favour production of biogas from food waste (policy instruments 3 and 4).
- Policy instrument 5 is favourable for biogas production from manure that otherwise would have been handled without treatment. According to the project's calculations the support is not large enough to make biogas production profitable, given the conditions in 2020. There may be, however, local and regional differences in the conditions by which the support can be crucial for an investment to be made.

Keywords: *policy instruments, biological treatment, biogas production, waste incineration, climate change*

Innehållsförteckning

1	INLEDNING	1
1.1	PROBLEMBESKRIVNING – DELPROJEKT 2	3
1.2	SYFTE OCH MÅL	3
1.3	AVGRÄNSNINGAR	4
2	BAKGRUND	5
3	MODELLER OCH METODIK	7
3.1	STUDERADE SYSTEM	7
3.2	AVFALLSHANTERING I ORWARE	9
3.3	FJÄRRVÄRMEPRODUKTION I NOVA	11
4	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH STUDERADE STYRMEDEL	13
4.1	METODIK OCH ARBETSGÅNG	13
4.2	GRUNDFALL 2020	13
4.3	STUDERADE STYRMEDEL	15
5	RESULTAT	23
5.1	HANDEL MED UTSLÄPPSRÄTTER OCH AVFALLSFÖRBRÄNNING	23
5.2	ELCERTIFIKAT TILL AVFALLSFÖRBRÄNNING	25
5.3	MÅL OM ÖKAD BIOLOGISK BEHANDLING (FRÄMST BIOGASPRODUKTION) AV MATAVFALL	27
5.4	KLIMATBONUS	31
5.5	METANREDUCERINGSSTÖD	33
5.6	INVESTERINGSSTÖD	35
5.7	MÅL OM FÖREBYGGANDE AV MAT- OCH TEXTILAVFALL	36
6	DISKUSSION	38
7	SLUTSATSER	43
8	REKOMMENDATIONER OCH ANVÄNDNING	44
9	LITTERATUREREFERENSER	45
Bilagor		
	A FÖRUTSÄTTNINGAR I GRUNDFALL 2020	48
	B ÖVRIGA CENTRALA INDATA OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	55

1 Inledning

Projektet ”Perspektiv på framtida avfallsbehandling” (PFA) är delvis en fortsättning på tidigare WR-projekt (WR04 och WR21) men framförallt ett nytt projekt inom området systemanalys. Projektet avser att djupstudera fem olika delområden (i ansökan kallat för forskningsfokus) för den framtida svenska avfallsbehandlingen. De områden som valts ut är högaktuella för den svenska avfallshanteringen och enligt Profus bedömningar mycket väsentliga för hur den framtida svenska avfallsbehandlingen kommer att utvecklas. Områdena är svåra att greppa och bör studeras i ett övergripande systemperspektiv för att skapa mer kunskap om den framtida utvecklingen och insikter om hur man kan/bör påverka denna utveckling. Kunskaperna kan också användas för att styra inriktningen av mer detaljerade forsknings- och utvecklingsprojekt inom avfallsbehandlingssystemet, exempelvis den inom Waste Refinery. De fem delområdena behandlar frågor som har direkt koppling till hur avfallsbehandlingen med förbränning och biologisk behandling kan komma att utvecklas.

I sin helhet utnyttjar projektet befintlig systemanalytisk kunskap och befintliga beräkningsmodeller för att studera några utvalda områden som bedömts som väsentliga för utvecklingen av svensk avfallsbehandling. Stor vikt läggs också på kommunikationen ut från projektet till samhällets avfallsaktörer (forskare, verksamhetsutövare, myndigheter och beslutsfattare).

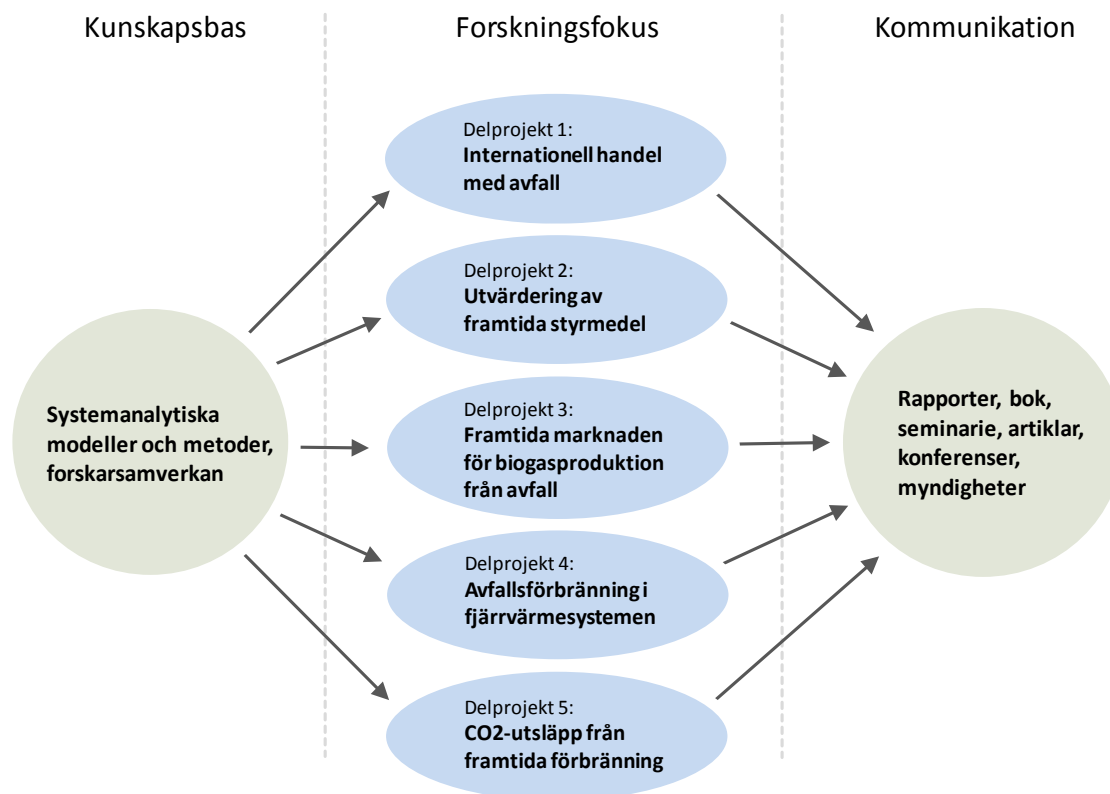
En övergripande sammanfattning av projektet ges i Figur 1. I figuren har projektet beskrivits i tre delar: **Kunskapsbas**, **Forskningsfokus** och **Kommunikation**.

Kunskapsbasen är den grund med systemanalytiska modeller/metoder, forskarnätverk mm som behövs för genomförandet av de fem delprojekten. Större delen av denna utgörs av det modelleringskoncept som togs fram i tidigare WR-projekt (WR04 och WR21) men här ingår även andra modeller som utvecklats i andra forskningsprojekt samt befintliga systemkunskaper inom området. Här ingår även kunskapsutbyte med andra forskargrupper t.ex. Naturvårdsverkets program Hållbar Avfallshantering. Kunskapsbasen finns till stora delar redan idag och kommer att tillföras detta projekt och endast mindre anpassningar, och därmed små resurser, kommer att krävas för att anpassa modellerna till de forskningsfrågor som ska lösas inom delprojekten.

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

1. Internationell handel med avfall
2. Utvärdering av framtida styrmedel
3. Framtida marknad för biogasproduktion
4. Avfallsförbränning i fjärrvärmessystemen
5. CO₂-utsläpp från framtida avfallsförbränning

Presentationen av resultaten från projektet beskrivs under en separat rubrik, **Kommunikation**. Att på ett effektivt sätt kommunicera resultaten från ett forskningsprojekt är ofta svårt och dessutom ett område som ofta har nedprioriterats. Vanligt är att man nöjer sig med en relativt snäv forskarkommunikation. Vi har här valt ett något mer ambitiöst program för hur resultaten kan kommuniceras till en bredare publik genom att definiera flera olika vägar fram till våra utvalda målgrupper.



Figur 1. Översikt av "Perspektiv på framtida avfallshantering"

Figure 1. Overview of "Perspectives on future waste treatment"

I denna rapport sker redovisningen av delprojekt 2 "Utvärdering av framtida styrmedel". 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. Delprojekt 2 har interagerat med alla övriga delprojekt. Delprojekt 1 studerar förutsättningarna vid import av avfall vilket gett underlag för antaganden kring importerat avfall i delprojekt 2. Delprojekt 2 och 3 har tillsammans utvärderat olika styrmedel för att stimulera ökad biogasproduktion från avfall. Delprojekt 4 har gett underlag till modelleringen av förändrad fjärrvärmeproduktion i delprojekt 2. Vidare ingår i delprojekt 2 utsläppsrätter för avfallsförbränning som ett av de studerade styrmedlen, vilket gjort att modelleringen i delprojekt 2 kunnat användas och vidareutvecklas i delprojekt 5 där åtgärder för minskade CO₂-utsläpp studerats.

1.1 Problembeskrivning – delprojekt 2

Inom energisystemforskningen och även på uppdrag av myndigheter som t.ex. Energimyndigheten och Naturvårdsverket är det vanligt förekommande med systemanalytisk utvärdering av styrmedel inom energisektorn. Detta görs för befintliga styrmedel men framförallt för förslag på nya styrmedel. Analyserna visar hur marknaden kan förmodas agera på ett styrmedel eller ett paket av styrmedel, hur ny teknik kan bli aktuell och vilka utsläppsreduktioner som man kan förvänta sig. Att med modeller studera effekterna av styrmedel har visat sig vara effektivt för att förstå effekter och konsekvenser av styrmedel. CO₂-skatter, kraftvärmebeskattning, NO_x-avgift och elcertifikat är några exempel på styrmedel som har föregåtts av omfattande modellberäkningar. Inom avfallssystemets utveckling har sådana styrmedelsanalyser endast genomförts sporadiskt, trots att man har infört stora och starkt påverkande styrmedel som t.ex. deponiförbud, deponiskatt, producentansvar mm. Det finns dock exempel där sådana analyser har genomförts, t.ex. vid införandet av avfallsförbränningskatten [1].

Det finns flera befintliga och kommande styrmedel som är av stort intresse att studera mer ingående för att därigenom ge kunskaper om hur den framtida avfallsbehandlingsmarknaden kommer att utvecklas. Inför Waste Refinerys etapp 2 genomfördes en sammanställning av alla styrmedel som bedömdes vara av intresse för den framtida utvecklingen, dock gjordes inga beräkningar eller bedömningar av hur dessa kommer att påverka marknaden (*WR30c - Lagar, direktiv och styrmedel viktiga för avfallssystemets utveckling*).

1.2 Syfte och mål

Det övergripande syftet med projektet är att bidra med kunskap till anläggningsägare, beslutsfattare, lagstiftare för avfall och andra intressenter i avfallsbranschen rörande hur befintliga och kommande styrmedel kommer att påverka avfallsmarknaden tekniskt och ekonomiskt samt ur klimatsynpunkt.

För de styrmedel som studeras har projektet som mål att presentera:

- Hur avfallsmarknaden utvecklas, givet införandet av valda styrmedel, med avseende på vilka behandlingstekniker som blir dominerande och påverkan på uppkomsten/sammansättningen av avfallet
- En värdering av vilka styrmedel som ger en stor påverkan på utvecklingen av avfallsmarknaden, respektive vilka styrmedel som inte påverkar marknaden i någon större omfattning
- Indikationer på om de befintliga och planerade styrmedlen styr i avsedd riktning
- Hur fördelningen mellan olika behandlingstekniker förändras givet införandet av olika styrmedel
- Eventuellt vilken nivå på styrmedel (ex skatte- eller stödnivå) som krävs för att en viss behandlingsteknik skall bli ekonomiskt intressant

- Hur miljöpåverkan (i form av klimatpåverkan) från svensk avfallshantering förändras givet införandet av valda styrmedel

Målgrupperna för detta projekt är verksamhetsutövare inom avfalls- och energisektorn, beslutsfattare, myndigheter och forskare.

1.3 Avgränsningar

Projektet avgränsas av frågeställningarna som beskrivits ovan. I fokus geografiskt är Sveriges avfallssystem, men delar av det interagerar på en marknad som sträcker sig längre bort, vilket tas hänsyn till. Ett exempel på detta är förebyggande av textilavfall, där insamling och hantering av avfallet sker i Sverige medan produktion av textil (som undviks genom avfallsförebyggandet) t.ex. kan ske i Sverige, i övriga Europa och/eller i Asien. De studerade systemen och systemavgränsningarna (t.ex. rörande materialåtervinning) beskrivs vidare i avsnitt 3.1. Avfallsförbränning modelleras som avfallskraftvärme motsvarande den genomsnittliga el- och värmeproduktionen på nationell nivå.

I projektet avgränsas resultaten till ekonomi och klimatpåverkan. För de åtgärder som studeras inkluderas i klimatpåverkan även de förändringar som sker av utsläpp av metan och lustgas (se även bilaga B). Ingen annan typ av miljöpåverkan i form av övergödning, försurning, toxicitet etc. studeras. Vidare inkluderas heller ingen analys av påverkan på människors hälsa, varken i användarledet (t.ex. när återvunnen råvara används i olika applikationer) eller i avfallshanteringsledet (t.ex. arbetsmiljö vid olika sorterings- och behandlingsprocesser).

2 Bakgrund

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) finansierat av Naturvårdsverket. Forskningsprogrammet, som nu är under avslutning, har samlat majoriteten av dem som arbetar med systemanalys av avfall idag, 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 [2] och en analys av ett stort antal styrmedel finns i [3].

Inom projektet undersöks också bland annat attityder till materialåtervinning samt psykologiska aspekter av avfallshantering. Tidigt undersöktes effekter av införandet av förbränningskatten [4].

Det är viktigt att notera att i Hållbar avfallshantering ligger fokus på att ur ett mer övergripande perspektiv analysera konsekvenser av tänkbara möjliga framtida styrmedel i ett långsiktigt perspektiv. Resultaten ska ge ett inspel till diskussioner om hur man i framtiden (2030) kan styra avfallshanteringen och ger därför inte en beskrivning av vart vi nu är på väg. Skillnaden är därmed att vi i detta projekt studerar beslutade styrmedel samt styrmedel som är på förslag att införas. Angreppssätten skiljer sig även tydligt åt då vi i

detta projekt har tillgång till en mer detaljerad modellbeskrivning av avfalls- och energisystemet.

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 avfallshanteringsystem [5] samt både miljömässigt och ekonomiskt utvärderat ett antal insamlingssystem för material för återvinning [6].

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 CO₂ reduction targets** (Avfall Sverige U2009:18)
Beräknar avfallssystemets möjliga bidrag till att uppnå EU:s mål om förnybar energi och minskade utsläpp av CO₂ 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
- **Fjärrvärmen i framtiden – fjärrvärmens konkurrenssituation i ett framtida hållbart energisystem** (pågående Fjärrsynprojekt)
Skall bland annat studera den framtida produktionsmixen i de svenska fjärrvärmesystemen
- **CO₂ från svensk avfallsförbränning** (2003, publ av Avfall Sverige)
Beräkningar av utsläppet av CO₂ vid förbränning av avfall i Sverige

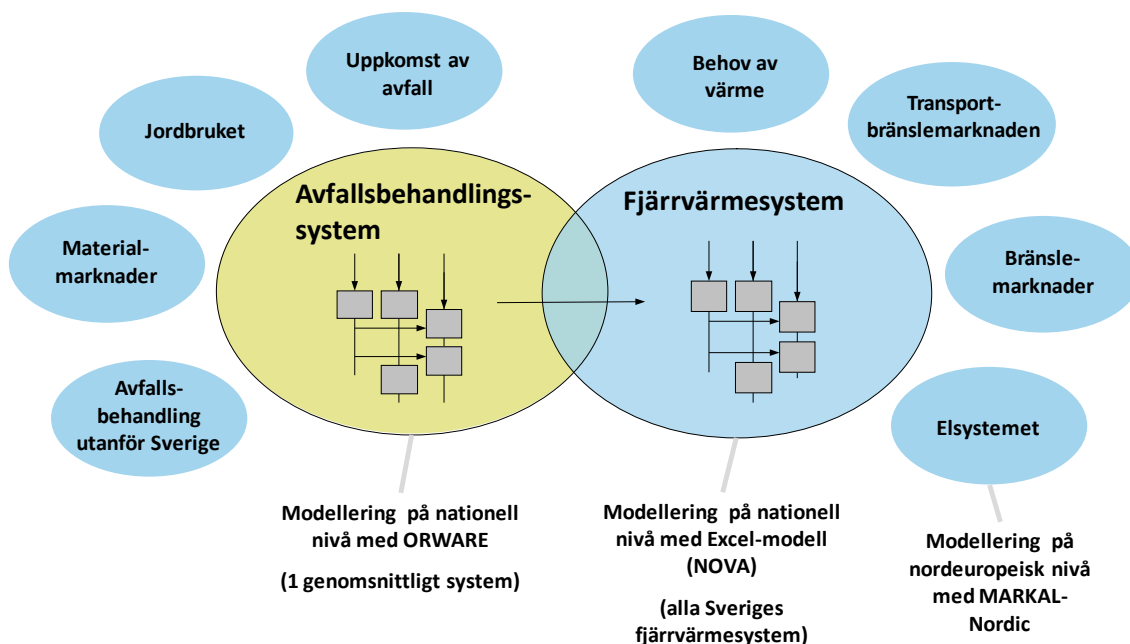
3 Modeller och metodik

I detta kapitel beskriver vi på en generell nivå vilka tekniska system som omfattas av systemstudien och vidare hur ansatsen med beräkningsmodeller utnyttjas för att studera dessa system.

3.1 Studerade system

Inom projektet utvärderas ur systemperspektiv hur olika styrmedel kommer att påverka avfallsmarknaden tekniskt och ekonomiskt samt ur klimatsynpunkt. 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) omfattar utvärderingen både avfalls- och energisystemet. I Figur 2 ges en schematisk beskrivning av avgränsningen för avfalls- och fjärrvärmesystemet och hur det interagerar med andra viktiga tekniska system i dess omvärld. Avfallssystemet illustreras med gulgrön färg och benämns ”Avfallsbehandlingssystem”.



Figur 2. Systemgräns och modeller

Figure 2. System boundary and models

De system som tillhör omgivningen är markerade med blå färg i Figur 2. Flera av dessa interagerar tydligt med avfallsbehandlingssystemet. För att beskriva konsekvensen av en förändring i systemet och därmed beskriva den resulterande miljömässiga och ekonomiska

effekten av denna förändring, måste effekterna även i dessa omkringliggande system studeras och kvantifieras. 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.

När det gäller återvinning följs materialet från insamling tills det bearbetats till sådan kvalitet att det kan ersätta motsvarande material producerat från jungfruliga råvaror. Analysen inkluderar de rejektmängder som uppstår längs de olika stegen insamling-sortering-upparbetning och den hantering som sker av dessa. Detta inkluderar även nyttiggörande av rejekt, t.ex. effekten att användning av kol minskar i cementindustrier när rejekt från plastsortering används.

Vid förbränning inkluderas hanteringen (inklusive transporter) av askor, inklusive avskiljning och återvinning av metaller.

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.

Förändringar i materialproduktion som får effekt i avfallssystemet eller påverkas av val i avfallssystemet inkluderas i analysen. Det förstnämnda gäller t.ex. övergång till förnybar råvara (etanol) för produktion av plast där hela effekten i produktionsledet inkluderas. Det sistnämnda gäller t.ex. när ökat förebyggande av matavfall leder till minskad produktion av mat.

I resultatanalysen studeras normalt förändringen av utsläpp till följd av en viss förändring eller åtgärd (t.ex. ökad utsortering av matavfall till biologisk behandling). 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. mer utsortering av matavfall till biologisk behandling och mindre matavfall till avfallsförbränning än i referenskörningen)

Om man minskar avfall till förbränning (t.ex. p.g.a. ökad utsortering matavfall till biologisk behandling) kommer en ledig kapacitet uppstå i förbränningsanläggningen. Genomgående i

projektet antas att denna lediga kapacitet fylls med import av brännbart avfall från länder där det annars skulle deponeras (se även avsnitt 4.2). 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. Sammantaget innebär detta att el- och värmeproduktionen från avfallsförbränning i Sverige antingen kommer att öka eller att minska samtidigt som deponering undviks i avsändarländerna¹. Det sistnämnda innebär att man måste ta hänsyn till avfallsbehandling utanför Sverige (se Figur 2).

När värmeproduktionen från avfallsförbränningen minskar måste övriga anläggningar i fjärrvärmesystemet öka produktionen och viceversa. Detta eftersom fjärrvärmebehovet inte påverkas av att avfallsbehandlingen förändras. Bland övriga anläggningar, som får förändrad drifttid, finns både anläggningar som producerar el (kraftvärmeanläggningar) och anläggningar som konsumerar el (värmepumpar). Produktionen av nettoel (produktionen – konsumtionen av el) i fjärrvärmesystemet kan därmed både öka och minska beroende på vilka bränslepriser, skatter och liknade som är aktuella för fjärrvärmeproduktion. Vidare innebär detta att den totala nettoelproduktionen i avfalls- och fjärrvärmesystemet både kan öka och minska. Detta har betydelse för resultaten då förändringar i den totala nettoelproduktionen i avfalls- och fjärrvärmesystemet kompenseras av förändringar i omvärldens elproduktion.

Tillkomst eller bortfall av elproduktion har värderats enligt metoden ”Långsiktig marginalet” vilken finns beskriven i bland annat [36]. Beräkningarna har uppdaterats för WR 35 och resulterat i en värdering motsvarande 670 kg CO₂-ekv/MWh_{el} (inklusive uppströms emissioner). Metodiken för denna värdering beskrivs i bilaga B.

Den ekonomiska analysen utförs på ett liknande sätt som för utsläppen. Men en väsentlig skillnad är att priser används för att hantera relationen mellan avfallsbehandlings- och fjärrvärmesystemet och omvärlden. Som exempel tas importerat avfall emot till ett marknadspris (mottagningsavgift) och ger en intäkt till avfallsbehandlingssystemet². På så sätt kan en nettokostnad (kostnader – intäkter) beräknas för avfalls- och fjärrvärmesystemet.

3.2 Avfallshantering i ORWARE

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, d.v.s. deras sammansättning av näringsämnen, kol, föroreningar som tungmetaller etc.

ORWARE-modellen har utvecklats sedan början av 1990-talet. Utvecklingen startade som ett forskningsarbete 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.

¹ Typ av behandling som undviks i avsändarländerna studeras och analyseras i delprojekt 1. För mer information och fördjupning, se [25].

² Mottagningsavgiften kan ses som ett netto av undviken kostnad i avsändarlandet och den tillkommande transportkostnaden av att skicka avfallet till Sverige istället för behandling i avsändarlandet.

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 kapitlet 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.

3.2.1 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. 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. När det t.ex. gäller insamling av plastförpackningar och plast från återvinningscentraler modelleras materialet som en kombination av rena plastströmmar (uppdelade på olika polymertyper som t.ex. polyeten och polypropen) och felsorterat material (t.ex. metall, matavfall, övrigt brännbart och obrännbart material). Denna modellering baseras på plockanalyser av det aktuella materialet.

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 etc.

Insamlings- och transportfordon i modellen består av indata som är plats specifika, t.ex. fordonslast och transportavstånd. Andra parametrar som energiförbrukning per km samt utsläpp från transporter är parametrar som generellt inte skiljer sig mellan olika studier.

Behandlingsanläggningar

Behandlingsanläggningar i ORWARE är optisk sortering, förbehandling innan biologisk behandling och innan förbränning, förbränningsanläggning, kompost, deponering, rötning, avvattning/behandling av rötrest, spridning till åkermark, reningsverk samt materialåtervinning. Modellen är dock flexibel och nya tekniker, åtgärder mm kan relativt enkelt läggas in och studeras med modellen.

De parametrar som är påverkbara för behandlingsanläggningar är olika prestandaparametrar som verkningsgrader, energianvändning för drift och skötsel av anläggning. Parametrar som inte är påverkbara är parametrar som påverkar inre processer i anläggningarna t.ex. mikrobiella aktiviteten i röttnings- och komposteringsanläggningar.

Ekonomi

För att belysa det ekonomiska resultatet för systemen kan investeringskostnaderna 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 alternativkostnad för växtnäring i form av fosfor och kväve.

3.2.2 Studierelaterade parametrar

Från modellen genereras stora mängder resultat i form av materialflöden. Materialflödena ut från modellen fördelas sedan som utsläpp till luft, vatten eller mark, återstod i material etc. 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 m.m. erhållas. Utsläpp av olika ämnen kan med hjälp av viktningfaktorer från livscykelanalys sammanställas till miljöpåverkanskategorier som växthuseffekt, övergödning etc.

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.

3.3 Fjärrvärmeproduktion i NOVA

När avfallsförbränningen ökar eller minskar i Sverige kommer den förändrade värmeleveransen påverka annan form av värmeproduktion. Anledningen är att fjärrvärmefterfrågan 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 kostnaden för och utsläppen från den alternativa värmeproduktionen använder vi här en modell som ursprungligen har tagits fram inom forskningsprojektet Nordic Energy Perspectives [7] och vidareutvecklats inom PFA delprojekt 4 ”Avfallsförbränning i fjärrvärmessystemen” [8].

Modellen (NOVA) utgår ifrån officiell statistik över värmeproduktionen i alla Sveriges fjärrvärmesystem. 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 (d.v.s. 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 (se även avsnitt 4.2) för bränsle-, el-, certifikat- och utsläppsrättspriser samt för övriga skatter och avgifter. Modellen beskrivs i detalj i rapporten för delprojekt 4 [8].

4 Förutsättningar och studerade styrmedel

4.1 Metodik och arbetsgång

Mattias Bisailon, Profu, har varit projektledare och haft huvudansvar för modelleringen. Det har funnits en arbetsgrupp knuten till projektet som förutom Mattias består av Lisa Dahlén, Luleå Tekniska Universitet, Lia Detterfelt, Renova, Stig Edner, Sysav och Johan Torén, SP. Arbetsgruppen har totalt haft 5 arbetsgruppsmöten under 2011-2012 förutom kontinuerlig 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 2011-2012 rörande indata och resultat från delprojekt 2. Deltagarna i referensgruppen framgår nedan:

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

4.2 Grundfall 2020

4.2.1 Allmänt

Grundfallet är gemensamt för hela PFA-projektet och utgör en referens att jämföra emot när man analyserar frågeställningarna i de olika delprojekten (t.ex. förändrade/nya styrmedel eller förändrade förutsättningar för import).

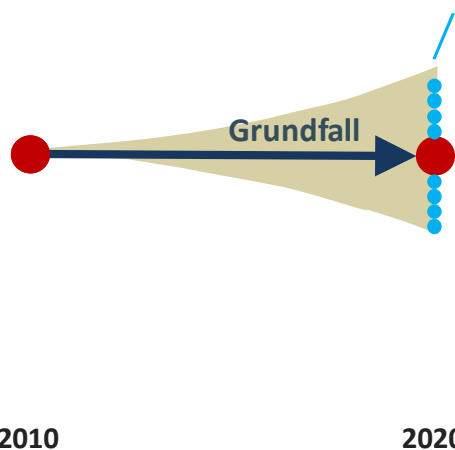
Grundfallet beskriver:

- en tänkbar utveckling för svensk avfallsbehandling avseende fördelningen av olika behandlingstekniker
- tänkbara värden för de omvärldsfaktorer som påverkar avfallsbehandlingen men som inte påverkas av de val man gör rörande avfallsbehandlingen. Urvalet görs baserat på erfarenheter från tidigare studier där vi funnit parametrar som har betydelse för utfallet för avfallssystemet. Exempel på dessa omvärldsfaktorer är utsläppsrätter, råoljepris, elcertifikat och materialpriser.

I analyserna för år 2020 görs sedan förändringar jämfört med och/eller känslighetsanalyser till Grundfall 2020 där olika parametrar förändras, var för sig, beroende på frågeställningarna i respektive delprojekt (se schematisk illustration i Figur 3). Utfallet jämförs sedan med utfallet i Grundfall 2020 för att bedöma påverkan av parametern. I detta delprojekt har förändringarna utgjorts av de styrmedel som har studerats och vilka beskrivs nedan under avsnitt 4.3. För några av styrmedlen (t.ex. utsläppsrätter och elcertifikat) görs känslighetsanalyser där olika värden på styrmedlen testas. Förutsättningarna i Grundfall 2020 beskrivs mer i detalj i bilaga A.

Huvudfokus i forskningsprojektet ligger kring analyser rörande år 2020, men för vissa delprojekt och frågeställningar görs även analyser i ett 2030-perspektiv. I detta delprojekt kommer 2030-perspektivet främst in i samband med diskussion om hur styrmedlen kan påverka efter 2020.

Förändringar (t ex åtgärder för minskad klimatpåverkan från avfallsförbränning) och/eller känslighetsanalyser (t ex pris på utsläppsrätter, elcertifikat) beroende på delprojekt



Figur 3. Schematisk illustration av Grundfall 2020

Figure 3. Schematic illustration of Base case 2020

4.3 Studerade styrmedel

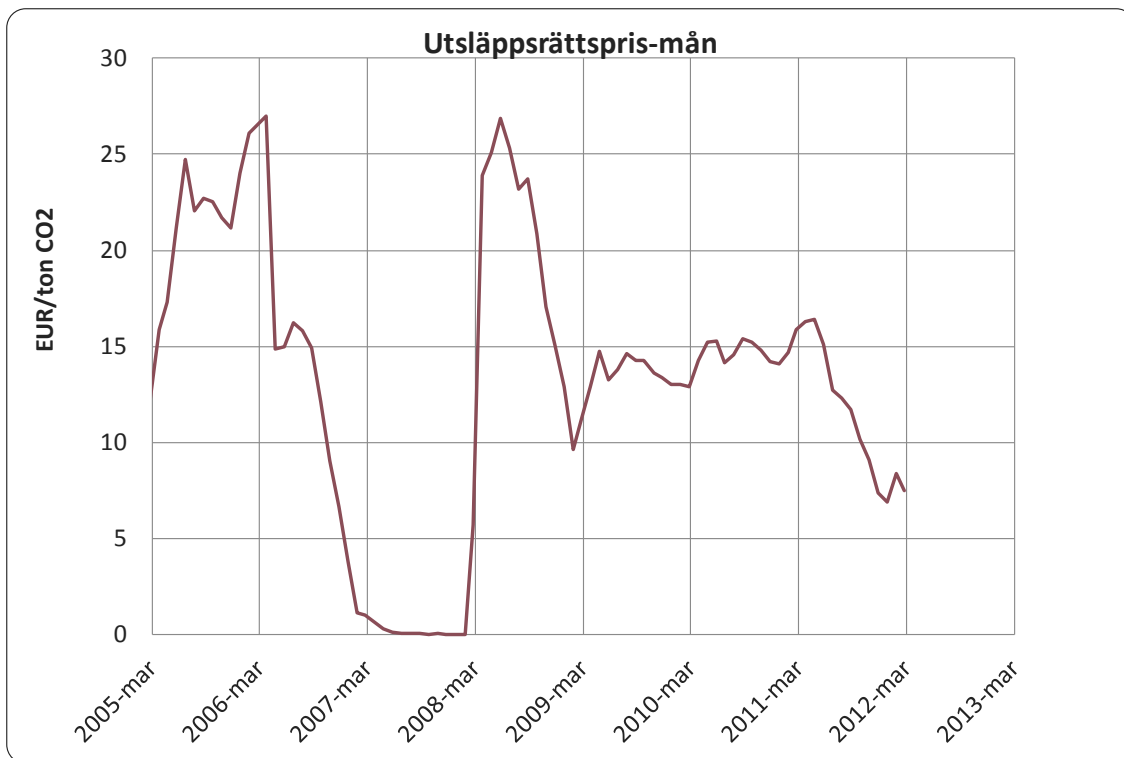
Exempel på tidigare införda styrmedel är t.ex. producentansvaret, deponiskatten och deponiförbudet. Dessa styrmedel har sammantagit bidragit till att deponering av hushållsavfall i Sverige i princip har upphört. Det finns flera befintliga och kommande styrmedel som är av stort intresse att studera mer ingående för att därigenom ge kunskaper om hur den framtida behandlingsmarknaden kommer att utvecklas. Inför Waste Refinerys etapp 2 genomfördes en sammanställning av alla styrmedel som bedömdes vara av intresse för den framtida utvecklingen (*WR30c - Lagar, direktiv och styrmedel viktiga för avfallssystemets utveckling*).

Denna sammanställning har utgjort en grund för urvalet av styrmedel. Under projektets gång har diskussioner skett inom arbetsgruppen och med referensgruppen rörande vilka styrmedel som är mest intressanta och relevanta att studera. Vidare har även synpunkter inhämtats från Avfall Sveriges styrmedelsgrupp och från olika aktörer i branschen vid konferenser, presentationer och workshops. Detta har resulterat i de styrmedel som presenteras under de nästkommande avsnitten.

4.3.1 Handel med utsläppsrätter och avfallsförbränning

I januari år 2005 införde EU ett system för handel med utsläppsrätter för koldioxid (EU ETS) som ett sätt att tackla de globala klimatproblemen. Systemet är nu inne i sin andra handelsperiod (2008-2012) vilken sammanfaller med Kyotoprotokollets första åtagandeperiod. 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 av koldioxid till tillsynsmyndigheten i respektive medlemsstat, för att sedan överlämna utsläppsrätter motsvarande sina koldioxidutsläpp där en utsläppsrätt motsvarar ett ton koldioxid. Företagen kan antingen köpa de utsläppsrätter det behöver, eller vidta utsläppsminskande åtgärder vid den egna anläggningen. Utifrån priset på utsläppsrätter kommer olika utsläppsminskande åtgärder att vara lönsamma. Detta är ett av handelssystemets huvudsyften, d.v.s. att nå utsläppsminskningar på ett så kostnadseffektivt sätt som möjligt [14].

Sedan introduktionen har priset på utsläppsrätter varierat mellan drygt 0 euro/ton till nästan 30 euro/ton (se Figur 4). I spåren av den ekonomiska krisen 2008 och den pågående lågkonjunkturen har priset på utsläppsrätter fallit och stabiliserat sig på en relativt låg nivå strax under 10 euro/ton. En viktig orsak till detta är att tilldelningen av utsläppsrätter blivit alltför stor i förhållande till behovet. Behovet har inte ökat i den takt som förutspåddes vilket framförallt beror på att lågkonjunkturen minskat industriproduktionen och därmed behovet av bränslen och energi i form av el, ånga och värme. Obalansen mellan tilldelning och behov har resulterat i ett växande ackumulerat överskott av utsläppsrätter. Vid årsskiftet 2011/12 uppgick överskottet till 955 miljoner utsläppsrätter, vilket motsvarar knappt hälften av de årliga utsläppen från de anläggningar som ingår i handelssystemet [15].



Figur 4. Priset på utsläppsrätter för CO₂ 2005-2012 (Källa: <http://www.eex.com/en/>)

Figure 4. The price of CO₂ emission allowances 2005-2012 (Source: <http://www.eex.com/en/>)

Från och med 1 januari 2013 startar den tredje handelsperioden som löper till år 2020. Denna period innebär en rad förändringar jämfört med tidigare [15]:

- Ett enda utsläppstak för hela EU. Hittills har man haft 27 nationella tak.
- Höjd ambitionsnivå. Utsläppen skall minska 21 % senast år 2020 jämfört med år 2005. Taket för år 2013 är 2039 miljoner utsläppsrätter och det skall minska linjärt med 1,74 % per år till år 2020.
- Auktionering som huvudsaklig tilldelningsmetod. 2013 kommer över hälften av alla utsläppsrätter att auktioneras ut och denna andel kommer gradvis att öka varje år. Målet är att full auktionering skall nås senast år 2027.

Det bör också noteras att Kommissionen undersöker möjligheter att få en bättre balans mellan utbud och behov av utsläppsrätter. Bakgrunden är att man bedömer att överskottet kommer att öka till närmare 1500-2000 miljoner utsläppsrätter i slutet av 2013 om inga åtgärder införs [15]. I ett pressmeddelande 14 november 2012 lade man fram ett förslag att minska antalet utsläppsrätter för auktionering med 900 miljoner för perioden 2013-2015 och ökar dem lika mycket för perioden 2019-2020 [16]. Totalt sett innebär detta ingen förändring av antalet utsläppsrätter, men det minskar utbudet i första delen av handelsperioden när överskottet annars bedöms vara som störst. Vidare diskuterar man även sex mer långtgående strukturåtgärder av handelssystemet. Det bör noteras att varje

lagförslag om strukturåtgärder som Kommissionen lägger fram kommer att vara föremål för ett offentligt samråd och en fullständig konsekvensbedömning, d.v.s. det är en omfattande process innan någon av dessa åtgärder skulle kunna införas:

1. Öka EUs mål om reduktion av växthusgasemissioner från 20 % till 30 % år 2020 jämfört med år 1990
2. Helt ta bort auktioneringen av ett antal utsläppsrätter i tredje handelsperioden.
3. Öka den årliga reduktionen av utsläppsrätter till mer än 1,74 % per år
4. Ta in fler sektorer i EU ETS³
5. Minska möjligheten att använda sk internationella reduktionsåtgärder via t.ex. CDM-projekt⁴
6. Introducera prisreglerande mekanismer

För anläggningar som ingår i handelssystemet och som producerar värme till ett fjärrvärmenät ges en gratis tilldelning av en viss mängd utsläppsrätter. Tilldelningen baseras på ett värmeriktmärke på 62,3 utsläppsrätter per levererad TJ värme till fjärrvärmenätet (0,22 utsläppsrätter/MWh). Tilldelningen baseras på historisk värmeleverans åren 2005-2008 eller 2009-2010 (valfritt). Den beräknade tilldelningen justeras ned linjärt under perioden, från 80 % år 2013 till 30 % år 2020. Dessutom minskas tilldelningen med ytterligare 1,74 % per år för kraftvärmeanläggningar. För nya anläggningar tillämpas särskilda regler.

Ur ett avfallsperspektiv är en stor förändring att Sverige valt att inkludera i stort sett alla avfallsförbränningsanläggningar i den tredje handelsperioden. 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 [17].

Inom ramen för projektet har vi under 2011 och 2012 studerat effekterna av att svensk avfallsförbränning inkluderas i den tredje handelsperioden. Utvärderingen har skett i flera omgångar där de första resultaten togs fram i form av ett resultatblad i maj 2011 [18].

4.3.2 Elcertifikat till avfallsförbränning

Elcertifikatsystemet är ett marknadsbaserat stödsystem för förnybar elproduktion som har varit i bruk i Sverige sedan maj 2003. Målet med stödsystemet är att öka den förnybara elproduktionen med 25 TWh till och med år 2020 jämfört med startåret 2003. Vid

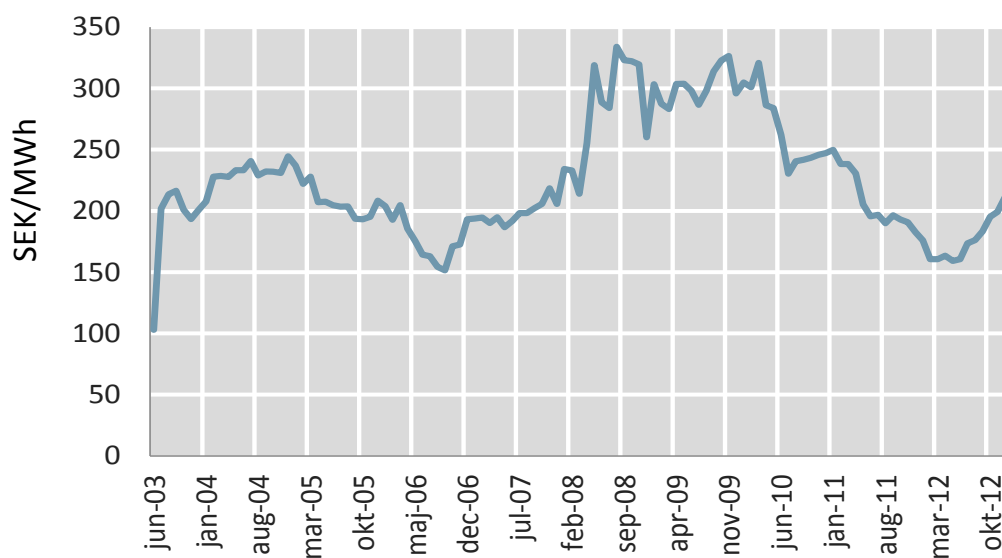
³ EU ETS = EU Emissions Trading System

⁴ CDM (Clean Development Mechanism) innebär att länder med ett utsläppsåtagande får tillgodoräkna sig utsläppsminskningar som generas inom projekt som genomförs i länder utan bindande utsläppsåtagande enligt Kyotoprotokollet [15].

ingången av 2003 producerades ca 6,5 TWh som direkt kom att omfattas av elcertifikatsystemet. Målet om 25 TWh är alltså formulerat utöver de 6,5 TWh som fanns med från början. De produktionsslag som är berättigade till elcertifikat omfattar vindkraft, solkraft, vågkraft, geotermi, biobränslebaserad kraft enligt förordning (2003:120) om elcertifikat, torv i kraftvärmeverk samt (huvudsakligen småskalig) vattenkraft [21].

Från och med 1 januari 2012 har vi ett gemensamt system med Norge. Trots att marknaden nu är gemensam, finns det ändå några förutsättningar som skiljer mellan Sverige och Norge. En sådan är att man i Norge endast erhåller elcertifikat för anläggningar som byggs fram till 2020. Även om systemet finns kvar fram till 2035 ges inga elcertifikat till anläggningar som byggs efter 2020. I Sverige däremot får även anläggningar som byggs efter 2020 elcertifikat. Dock erhåller en sådan anläggning elcertifikat under en kortare tid än 15 år eftersom slutåret 2035 ligger fast. Ytterligare en skillnad är att torv erhåller elcertifikat i Sverige men ej i Norge (torv används dock knappt alls i Norge) samtidigt som den förnybara andelen av brännbart avfall från nya anläggningar får elcertifikat i Norge men ej i Sverige. Det sistnämnda återkommer vi till nedan.

Marknadspotentialen på elcertifikat styrs av tillgången och efterfrågan. Här avses såväl aktuell som framtida balans. Möjligheten att spara elcertifikat leder till att priset kan påverkas kraftigt av hur marknaden ser på den framtida balansen (jämför Figur 5).



Figur 5. Priset på elcertifikat 2003-2012 (Källa: Cesar, Svenska Kraftnäts system för kontoföring av elcertifikat)

Figure 5. The price of electricity certificates 2003-2012 (Source: Cesar, Svenska Kraftnät's system for accounting of electricity certificates)

Efterfrågan inom elcertifikatsystemet bestäms av en förutbestämd kvotkurva multiplicerat med den kvotpliktiga elförbrukningen. Den historiska och framtida utvecklingen för behovet av elcertifikat enbart i Sverige, beräknat utifrån den fördefinierade kvotkurvan och en förväntad utveckling för kvotpliktig elanvändning, framgår av Figur 6 (röd linje). Utvecklingen för efterfrågan på elcertifikatberättigad elproduktion efter samgåendet med Norge redovisas också i Figur 6 (blå linje). För år 2012 är kvotnivån i Sverige konstant.

Den ökade efterfrågan står istället Norge för, som med sitt inträde ger en ökad efterfrågan på drygt 2 miljoner elcertifikat (se Figur 6; 1 TWh motsvarar 1 miljon elcertifikat). Därefter växer kvoten i Norge med knappt 1,5 miljoner elcertifikat per år.

Att elcertifikatkurvan avtar år 2013 samt år 2020-2035 förklaras av det faktum att anläggningar kontinuerligt fasas ut ur systemet då man tillåts generera elcertifikat i som mest 15 år. Dock förutsätts naturligtvis att de flesta anläggningar fortsätter driften även utanför systemet så att den totala mängden förnybar elproduktion växer. År 2013 fasas de anläggningar ut som var i drift vid uppstarten av systemet (maj 2003).



Figur 6. Elcertifikatbehovets utveckling i Sverige (röd linje) och i Sverige plus Norge (blå linje) (Källor: [21][22][23])

Figure 6. The development of the demand for electricity certificates in Sweden (red line) and in Sweden plus Norway (blue line) (Source: [21] [22] [23])

Inom ramen för projektet har vi under 2011 och 2012 studerat effekterna av att ny norsk avfallsförbränning men inte svensk dito inkluderas i det gemensamma systemet.

4.3.3 Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall

Det finns sedan några år tillbaka politiska mål om att öka utsorteringen av matavfall och behandla det biologiskt istället för termiskt. Trots att målet om 35 % utsortering av allt matavfall till 2010 inte uppfylldes [26] ökade mängderna utsorterat matavfall kraftigt och idag behandlas ca 275 kton matavfall vid centrala anläggningar [26].

I april 2012 beslutade regeringen om ett etappmål om ökad resurshushållning i livsmedelskedjan. Enligt målet ska 50 % av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och

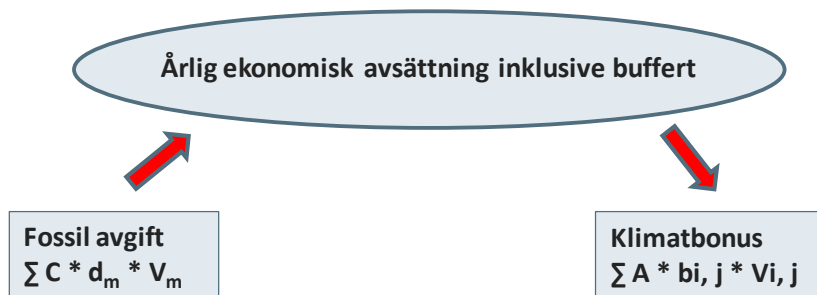
restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt så att växtnäring tas tillvara, där minst 40 % behandlas så att även energi tas tillvara senast 2018.

Inom ramen för projektet har vi under 2011 och 2012 i flera omgångar studerat ekonomiska och klimatomfattiga effekter av ökad biologisk behandling av matavfall. Modelleringen skedde inledningsvis inom ramen för delprojekt 2 och har utvecklats och fördjupats genom delprojekt 3 (Framtida marknaden för biogas från avfall) som startade under 2012. Resultaten och de förutsättningar som ligger till grund för dem hämtas här från delprojekt 3 [27].

4.3.4 Klimatbonus

Klimatbonus är ett styrmedel tänkt för att stödja förnybara drivmedel. Styrmedlet har ursprungligen tagits fram av Gasföreningen (numera Energigas Sverige) under 2009 och vidareutvecklats av Profu i samarbete med Energigas Sverige under 2009 och 2011. Nedan ges en relativt kortfattad beskrivning av styrmedlet och en mer detaljerad beskrivning av styrmedlet återfinns i [28]. Det bör också nämnas att detta styrmedel tillsammans med styrmedlen metanreduceringsstöd (avsnitt 4.3.5) och investeringsstöd (avsnitt 4.3.6) valts ut inom ramen för arbetsgrupperna för delprojekt 2 och 3 samt referensgruppen som styrmedel att studera för att stimulera ökad biogasproduktion från avfall.

Klimatbonusen fungerar i praktiken som ett avgiftsbaserat transfereringssystem. Systemet har vissa likheter med NO_x -avgiftssystemet. Kortfattat innebär systemet att försäljning av fossila drivmedel belastas med en avgift. De medel som tas in utgår som en ekonomisk ersättning till producerade biodrivmedel (jämför Figur 7). Både avgiftens och ersättnings storlek relateras till de aktuella drivmedlens egenskaper ur klimatperspektiv.



Figur 7. Schematisk beskrivning av huvudprinciperna för systemet med klimatbonus.

Figure 7. Schematic illustration of the main principles for the system of climate bonus.

Den totalt inbetalda fossilavgiften motsvarar $\sum C * d_m * V_m$ där

- C motsvarar en basnivå för avgiften (kr/MWh)
- d_m är den relativa klimatpåverkan per energienhet för **fossilt drivmedel m**. Det fossila drivmedel som innebär störst utsläpp av klimatpåverkande gaser per

energienhet i ett livscykelerspektiv tilldelas värdet 1. Övriga fossila drivmedel tilldelas värden mindre än 1 baserat på deras lägre deras klimatpåverkan.

- V_m är energimängd (i MWh) av **fossilt drivmedel m** som belastas med fossilavgift

Den totalt utbetalda klimatbonusen är $\sum A * b_{i,j} * V_{i,j}$ där

- A motsvarar en basnivå för ersättningen (kr/MWh)
- $b_{i,j}$ är andel av klimatpåverkande utsläpp som reduceras när **biodrivmedel i**, producerat från **substrat j**, ersätter ett fossilt drivmedel
- $V_{i,j}$ är energimängd (i MWh) av **biodrivmedel i**, producerat från **substrat j**, som omfattas av klimatbonus

Som framgår av ekvationerna ovan finns flera parametrar som påverkar resultatet. Först och främst gäller detta om klimatbonusens basnivå (A) eller fossilavgiftens basnivå (C) skall läggas fast. För att få beräkningen att gå ihop krävs att endera av dessa läggs fast medan den andra beräknas som ett resultat.

I beräkningarna läggs storleken på klimatbonusen basnivå (A) fast för att öka tryggheten för biodrivmedelsproducenterna. Fossilavgiftens basnivå (C) bestäms varje år utifrån prognos för drivmedelsanvändningen. När det aktuella året har passerat så görs en avräkning mot faktiskt utfall. Om t.ex. avgiftsinbetalningarna är större än ersättningsutbetalningarna och administrationskostnader, väljs en lägre basnivå (C) nästa år (och viceversa). Sett över flera år är avsikten att bufferten skall bibehållas på samma nivå.

Detta styrmedel har studerats under 2012 inom ramen främst för delprojekt 3. Resultaten och de förutsättningar som ligger till grund för dem hämtas här från delprojekt 3 [27].

4.3.5 Metanreduceringsstöd

Energimyndigheten inkluderade i sin rapport "Förslag till en sektorövergripande Biogasstrategi (ER 2010:14)" ett förslag att den gödselbaserade biogasen skulle kompenseras för produktionens klimatnytta med ett så kallat metanreduceringsstöd på 20 öre per kWh producerad biogas. Förslaget stöds av bland annat Centerpartiet och Socialdemokraterna men har ännu inte införts [32][33].

Detta styrmedel har studerats under 2012 inom ramen främst för delprojekt 3. Resultaten och de förutsättningar som ligger till grund för dem hämtas här från delprojekt 3 [27].

4.3.6 Investeringsstöd

Investeringsstöd används ofta mot tekniker med en hög initial kostnad. Inom ramen för EU's statsstödsregler är det tillåtet att ge investeringsstöd till förnybar energiproduktion. Stödet kan t.ex. utformas som ett bidrag till investeringen eller som lån med förmånliga villkor. Bidrag mellan 20 och 40 % av investeringen är vanliga inom EU.

I Sverige har tidigare investeringsstöd som Lokala investeringsprogram (LIP) och Klimatinvesteringsprogrammet (Klimp) bidragit till ökad utbyggnad av rötnings- och uppgraderingsanläggningar. Inom Klimp har drygt 600 miljoner kronor investerats inom 200 åtgärder [37].

En fördel med investeringsstöd är att anläggningsägaren vet hur stort stödet blir och att man erhåller det direkt. Stödet är därmed i princip en motsats till elcertifikat där stödet varierar utifrån marknadspriset på elcertifikatmarknaden och man erhåller stödet under en period på 15 år.

Detta styrmedel har studerats under 2012 inom ramen främst för delprojekt 3. Resultaten och de förutsättningar som ligger till grund för dem hämtas här från delprojekt 3 [27].

4.3.7 Mål om förebyggande av mat- och textilavfall

I Naturvårdsverkets avfallsplan som publicerades under 2012 pekar man på behovet av att öka förebyggandet av avfall [34]. Man introducerar bland annat mål om att matavfallet ska minska och att återanvändningen av textilavfall skall öka. Bägge dessa mål innebär att mindre mängder blir aktuella för termisk och biologisk behandling.

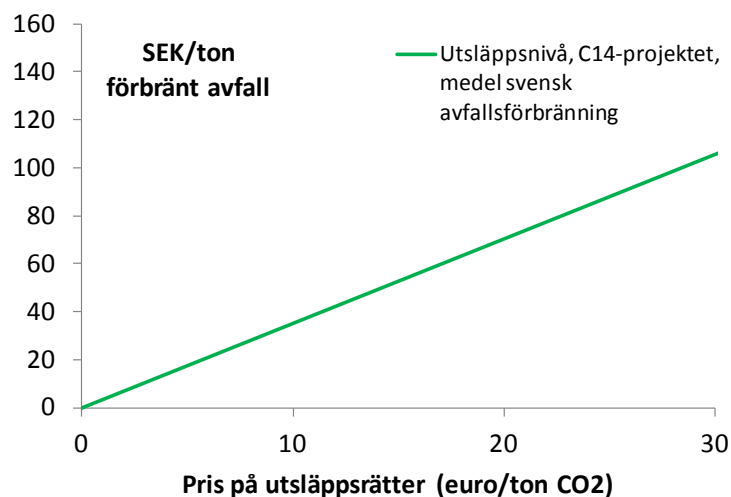
Inom ramen för projektet har vi under 2011 och 2012 studerat klimatmässiga effekter av förebyggande av mat- och textilavfall. Modelleringen har huvudsakligen skett inom ramen för delprojekt 2 men förebyggande av matavfall har även studerats i delprojekt 3. De resultat som presenteras i avsnitt 5.7 kommer från modelleringen inom delprojekt 2.

5 Resultat

5.1 Handel med utsläppsrätter och avfallsförbränning

Behovet av utsläppsrätter beror av den typ av avfall som eldas. Om det fossila innehållet är stort, t.ex. på grund av en hög plastandel, så innebär detta höga fossila CO₂-emissioner. Kostnaden för utsläppsrätterna beror vidare på priset på utsläppsrätter, vilket sin tur är beroende av utbud och efterfrågan i det europeiska handelssystemet.

I Figur 8 illustreras kostnaden för utsläppsrätter, exklusive tilldelning, för svensk avfallsförbränning som funktion av priset på utsläppsrätter. I figuren används ett medelutsläpp (370 kg fossilt CO₂/ton förbränt avfall) som baseras på resultaten från Avfall Sveriges omfattande studie kring fossila CO₂-utsläpp från svensk avfallsförbränning⁵ [9].



Figur 8. Kostnad för utsläppsrätter för svensk avfallsförbränning med el- och värmeproduktion, exklusive tilldelning, som funktion av priset på utsläppsrätter

Figure 8. The cost of emission allowances for Swedish waste incineration with power and heat production, excluding free allocation, as a function of the price of emission allowances

Givet den nivå som antas gälla för priset på utsläppsrätter år 2020 i Grundfall 2020 (25 euro/ton) och medelutsläppet enligt ovan hamnar utsläppsrättskostnaden, exklusive tilldelning, på knappt 90 SEK/ton. Inklusivt den gratis tilldelning som sker år 2020 hamnar nettokostnaden år 2020 på drygt 50 SEK/ton⁶.

Utifrån resultaten i delprojekt 5 [20] kan vi konstatera att priset på utsläppsrätter är för lågt för att göra åtgärder som minskar utsläppen av fossil CO₂ vid avfallsförbränningen

⁵ Utsläppet är beräknat utifrån huvudresultatet i [9] att den fossila kolhalten ligger på ca 10 vikt-% i en avfallsblandning.

⁶ Tilldelningen år 2020 kan beräknas utifrån de premisser som redovisades i avsnitt 4.3.1 och modellresultat (inklusive effekten av den svenska utbyggnaden av nya anläggningar beräknat enligt delprojekt 4 [8]) om att svensk avfallsförbränning i genomsnitt genererar ca 2,6 MWh värme/ton avfall. Tilldelningen motsvarar då $2,6 * 0,22 * 0,3 * (1 - 7 * 1,74\%) = 0,15$ utsläppsrätter/ton förbränt avfall.

lönsamma. Åtgärderna som studeras i delprojekt 5 (övergång till förnybar råvara för plastproduktion, ökad insamling och materialåtervinning av förpackningsplast, insamling av kommunplast⁷ och materialåtervinning, deponering eller förbränning i cementindustri, avskiljning och deponering av förnybar och fossil CO₂ samt ökad elverkningsgrad vid avfallsförbränning) innebär kostnader i intervallet 80-190 euro/ton CO₂ vilket ligger långt över både dagens pris på utsläppsätter (knappt 10 euro/ton CO₂) och de nivåer som förväntas kring 2020 och 2030 (ca 20-30 euro/ton CO₂ respektive ca 40-60 euro/ton CO₂). Det är möjligt att enstaka avfallsleveranser som tydligt innehåller en helt dominerande del plast från specifika källor kan styras till annan hantering. Det är också möjligt att åtgärderna (t.ex. ökad insamling och materialåtervinning av förpackningsplast respektive insamling av kommunplast vid återvinningscentraler) drivs fram av andra skäl än de ekonomiska, t.ex. på grund av mål om ökad materialåtervinning på nationell eller kommunal nivå.

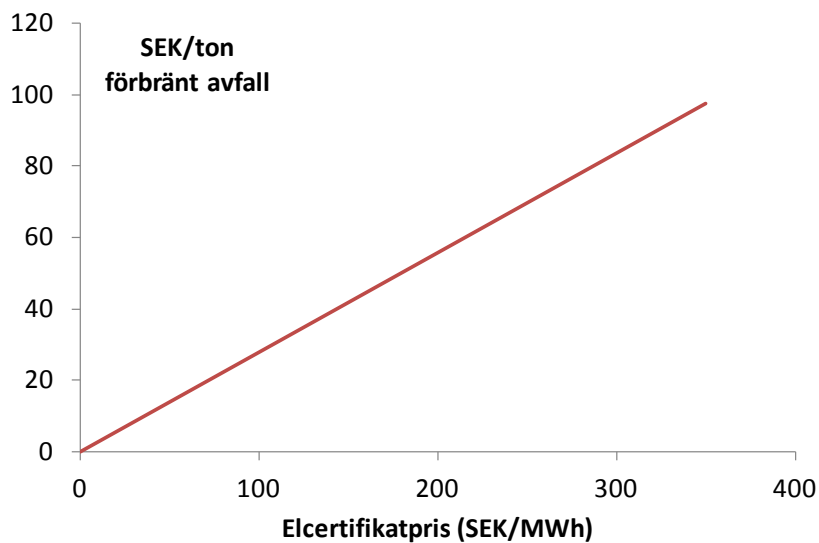
Givet modellresultaten (och inte andra mål som t.ex. ökad materialåtervinning) kommer inkludandet av avfallsförbränningen ha liten effekt på den förbrända mängden och utsläppen av växthusgaser. Förändringen i utsläpp kommer i sådana fall troligen bero på marginellt minskad import och ökad behandling av avfall i avsändarländer eller i andra länder. Orsaken till detta är att förutom Sverige planerar endast ett fåtal länder att inkludera avfallsförbränning i den tredje handelsperioden. T.ex. pågår en process i Norge där man dock ligger en bit efter Sverige [19]. Därmed kan svenska avfallsförbränningsanläggningar tappa i konkurrenskraft vid import, vilket i sin tur innebär att avfall antingen behandlas i avsändarlandet eller i ett annat land.

⁷ Annan plast än förpackningsplast, t.ex. möbler, leksaker, dunkar, rör, hinkar, pulkor, backar och pallar.

5.2 Elcertifikat till avfallsförbränning

Tilldelningen av elcertifikat till avfallsförbränning beror av den typ av avfall som eldas och hur stor andel av den utvunna energin som är att betrakta som förnyelsebar. Här måste man beakta att de fossila fraktionerna i de flesta fall har högre energiinnehåll per ton material. Den totala intäkten beror vidare på vilken elproduktionsprestanda som anläggningen har (d.v.s. producerad mängd el/ton förbränt avfall) och priset på elcertifikat.

I Figur 9 illustreras intäkten för elcertifikat för nya norska kraftvärmeverk som funktion av priset på elcertifikat. I figuren används en elproduktionsprestanda på 0,6 MWh/ton förbränt avfall och ett antagande om att 50 % av elproduktionen är att betrakta som förnybar.



Figur 9. Intäkt för elcertifikat för nya norska kraftvärmeverk som funktion av priset på elcertifikat

Figure 9. Revenue for electricity certificates for new Norwegian power plants as a function of the price of electricity certificates

Givet den nivå som antas gälla för priset på elcertifikat år 2020 i Grundfall 2020 (225 SEK/MWh) och den förnybara energiandelen enligt ovan så hamnar elcertifikatintäkten på drygt 60 SEK/ton.

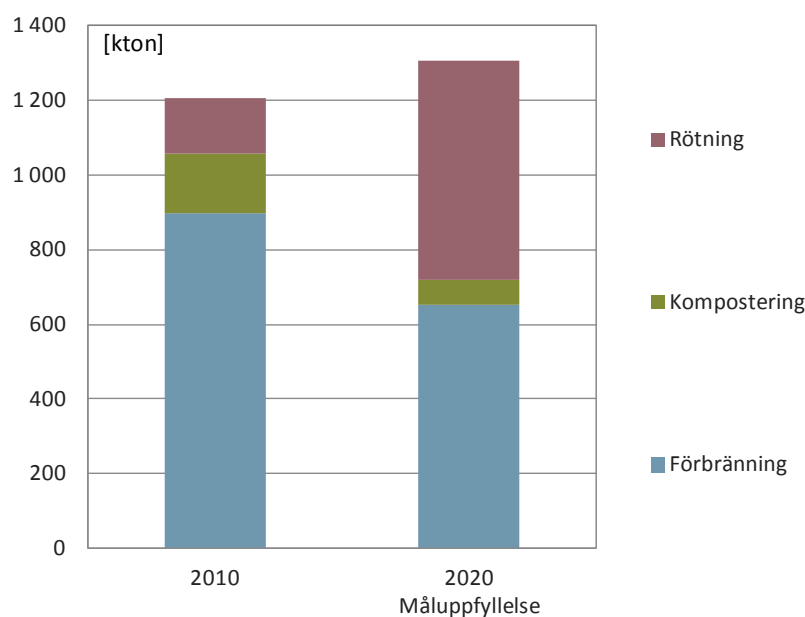
Vår bedömning är denna skillnad i regelsystemet mellan nya norska och svenska anläggningar sannolikt får litet genomslag under perioden fram till 2020 eftersom norsk avfallsförbränning redan byggts ut i stor grad och har problem att nå fullt kapacitetsutnyttjande. På den gemensamma norsk-svenska avfallsförbränningsmarknaden bedöms kapacitetsöverskott råda fram till 2020 enligt [24]. D.v.s. tittar man på detta styrmedel enskilt kommer det ha liten effekt på den förbrända mängden och utsläppen av växthusgaser i Sverige. Förändringen i utsläpp kommer i sådana fall troligen bero på marginellt förändrade flöden mellan Sverige och Norge och därmed eventuellt marginellt förändrad behandling av avfall i avsändarländer eller i andra länder. Det sistnämnda måste inte inträffa då man mycket väl kan tänka sig att nettoimporten till den gemensamma

norsk-svenska avfallsförbränningsmarknaden består samtidigt som flödena mellan Norge och Sverige förändras.

5.3 Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall

I analysen antas att etappmålet till 2018 blir uppfyllt år 2020. Figur 10 illustrerar de totala mängderna uppkommet avfall samt behandling år 2020 ("Måluppfyllelse") vilket jämförs med situationen år 2010. De uppkomna mängderna matavfall per person antas vara konstanta fram till 2020 medan de totala mängderna uppkommet matavfall antas följa SCBs prognos för mängden invånare i Sverige till år 2020 [38].

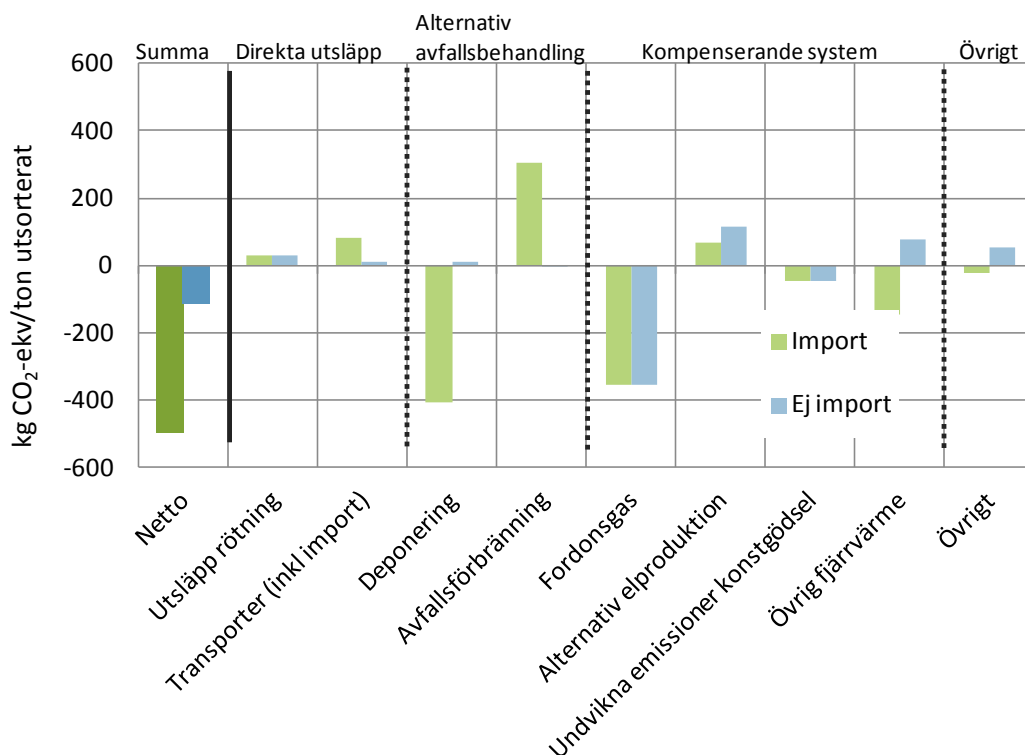
I figuren antas att 45 % av mängderna rötas år 2020 då flertalet av de större kompostanläggningarna enligt delprojekt 3 kommer att skicka sitt material till rötning istället. Hemkompostering antas minska med 20 % under perioden.



Figur 10. Totala mängder matavfall i Sverige fördelat på de olika behandlingsalternativen för år 2010 och för år 2020 Måluppfyllelse. Fördelningen mellan rötning och kompostering baseras år 2010 på statistik från Avfall Sverige.

Figure 10. Total amounts of food waste and its treatment in Sweden in year 2010 and for the year 2020; "Goal achievement". Treatment in year 2010 is based on statistics from Avfall Sverige.

I Figur 11 illustreras hur utsläppen av växthusgaser år 2020 påverkas per ton utökad sortering av matavfall enligt ovan. I figuren illustreras två fall, dels grundfallet att ledig kapacitet vid förbränning som uppstår då mängderna matavfall till förbränning minskar till följd av den ökade utsorteringen ersätts med importerat avfall och dels ett fall där ingen ersättning sker av det utsorterade matavfallet. Nettot är en tydlig utsläppsminskning som motsvarar knappt 0,5 (import) och knappt 0,1 (ingen import) ton CO₂-ekv./ton utsorterat matavfall. Totalt minskar utsläppen med 170 (import) respektive 40 (ingen import) kton CO₂-ekv.



Figur 11. Förändring av utsläpp av växthusgaser vid ökad utsortering av matavfall uttryckt i kg CO₂-ekvivalenter/ton utsorterat matavfall. Den gröna stapeln visar fallet då frilagd kapacitet i avfallsförbränningsanläggningar ersätts med import av avfall; den blå stapeln visar fallet då kapaciteten inte fylls.

Figure 11. Change in GWP expressed as kg CO₂-eq/tonnes separated food waste. The green bar shows the case where free capacity in waste incineration plants are replaced by imports of waste, the blue bar shows the case where capacity is not filled.

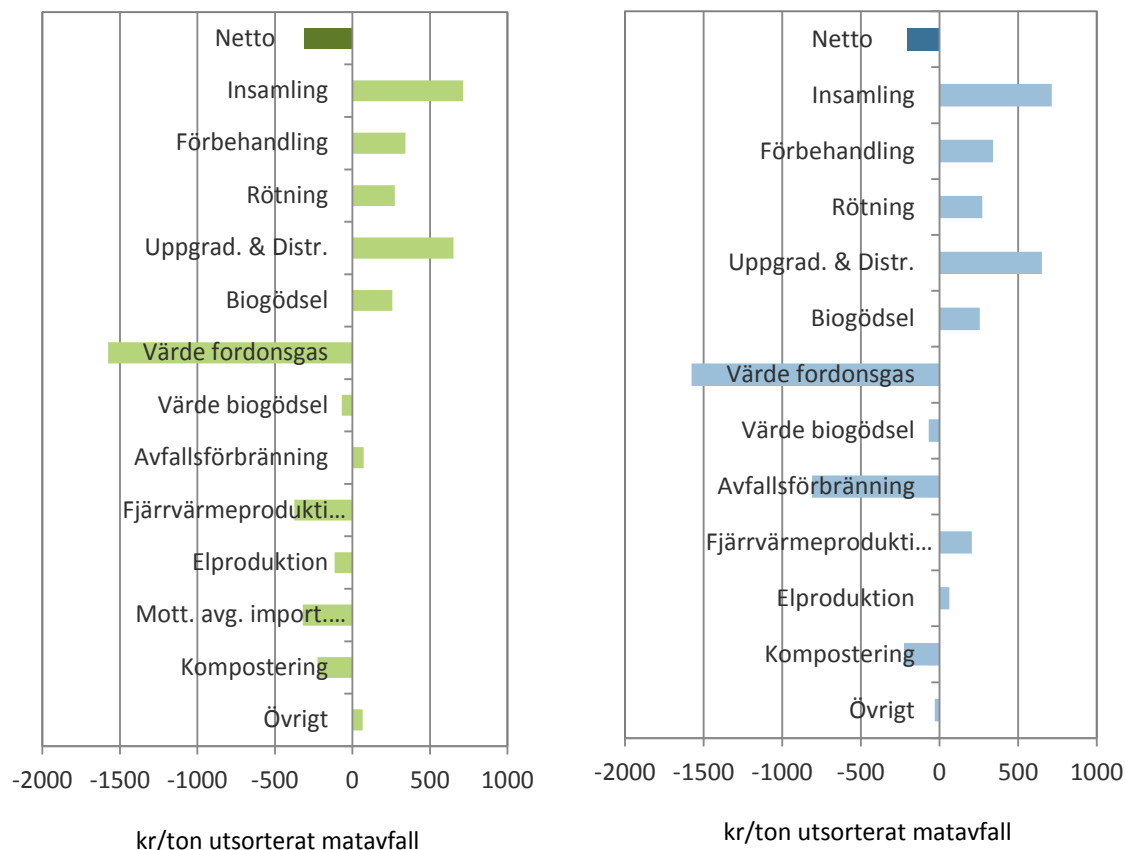
Ur ett systemperspektiv är de dominerande effekterna minskade utsläpp när producerad fordonsgas ersätter användning av bensin och diesel och, i fallet med import, minskade utsläpp från deponering och ökade utsläpp från förbränning. Den två sistnämnda effekterna beror på att den lediga förbränningskapaciteten används för att ersätta deponering av blandat avfall utomlands. Detta innebär att metanemissioner vid deponering undviks. Samtidigt innehåller detta importerade avfall en viss fossil andel vilket är orsaken till ett ökat fossilt CO₂-utsläpp vid förbränningen.

I övrigt domineras utsläppsförändringarna av:

- Ökade utsläpp från alternativ elproduktion vilket beror på att hela behandlingskedjan som krävs för att röta matavfallet innebär en nettokonsumtion av el. I fallet med import blir utsläppen från alternativ elproduktion något lägre då den ökade avfallsförbränningen genererar mer el än den fjärrvärmeproduktion som trängs undan.
- Ökade (ej import) eller minskade (import) utsläpp från övrig fjärrvärme. Utan import som ersätter det utsorterade matavfallet så minskar fjärrvärmeproduktionen

något från avfallsförbränningen, vilket måste ersättas med övrig fjärrvärmeproduktion. Det omvända gäller i fallet med import eftersom det importerade avfallet har ett högre värmevärde än det utsorterade matavfallet.

I Figur 12a illustreras hur kostnader ökar eller minskar för hela systemet per ton ytterligare utsorterat matavfall i grundfallet (d.v.s. då import används för att ersätta matavfall vid förbränning). Nettot är en kostnadsminskning som motsvarar 310 SEK/ton utsorterat matavfall. I fallet då ingen ersättning av frilagd kapacitet görs motsvarar nettot en kostnadsminskning på 210 kr/ton utsorterat matavfall (se Figur 12b).



a.

b.

Figur 12. Förändring av kostnader för systemet vid ökad utsortering av matavfall med import (a.) och utan att import (b.) av avfall fyller upp frilagd kapacitet.

Figure 12. Changes in the cost on a systems level at increased sorting of food waste with import (a) and without the import (b) of waste.

Det är viktigt att notera att resultatet är summan av relativt stora kostnads- och intäktsförändringar. Redan relativt små förändringar av vissa av de ingående posterna kan därmed få ett stort genomslag på om nettoresultatet är en kostnadsminskning eller en kostnadsökning.

Resultatet domineras av merkostnaden för separat insamling av matavfall, kostnaderna för hela hanteringskedjan till färdig fordonsgas (förbehandling – rötning – uppgradering & distribution) samt intäkten för fordonsgasen.

I övrigt domineras resultatet främst av kostnadsminskningar och ökade intäkter. I fallet med import innebär den ökade värme- och elproduktionen från avfallsförbränning att kostnaderna för övrig fjärrvärmeproduktion minskar, samtidigt som elintäkterna ökar. Kostnaderna vid avfallsförbränning ökar något, vilket enbart beror på att de fossila utsläppen ökar och belastas med utsläppsrättskostnader. I fallet utan import minskar kostnaderna för avfallsförbränning (eftersom mindre mängd avfall förbränns) samtidigt som kostnaderna för övrig fjärrvärmeproduktion minskar och elintäkterna minskar.

Vidare undviks kostnaderna för kompostering i bägge fallen då komposteringen minskar enligt förutsättningarna. Slutligen, i fallet med import, innebär det importerade avfallet en minskad kostnad genom den intäkt som erhålls i form av mottagningsavgift. (Mottagningsavgiften kan ses som ett netto av undviken kostnad i avsändarlandet och den tillkommande transportkostnaden av att skicka avfallet till Sverige istället för behandling i avsändarlandet).

5.4 Klimatbonus

Som konstaterades i avsnitt 4.3.4 finns det ett antal parametrar som påverkar hur stor den totala klimatbonusen blir och därmed också den totala fossilavgiften. Förutom valet av basnivå för ersättningen (A) beror utfallet på de förnybara och fossila drivmedelsvolymerna, hur stor del av de förnybara drivmedelsvolymerna som inkluderas i systemet, klimatpåverkan från de fossila drivmedlen och den växthusgasreduktion som uppnås med respektive förnybart drivmedel.

I dessa beräkningar har vi valt att lägga fast basnivån för ersättningen (A) på samma nivå som metanreduceringsstödet, d.v.s. på 200 SEK/MWh. Drivmedelsvolymerna år 2020 antas enligt Tabell 1 nedan (vilken baseras på [27] och [29]). Vidare antas biodrivmedelsproduktionen i Sverige motsvara ”rena” biodrivmedel (Etanol i E85, FAME, talloljediesel och biogas) och att endast dessa berättigar till klimatbonus. Faktorerna $\mathbf{b}_{i,j}$ baseras på beräkningar av substrat-biodrivmedelkedjor i [30] och faktorerna \mathbf{d}_m baseras på utsläpp ur livscykelperspektiv för fossila drivmedel enligt [31].

Tabell 1. Antagna drivmedelsvolymmer år 2020 i beräkningarna för klimatbonus.

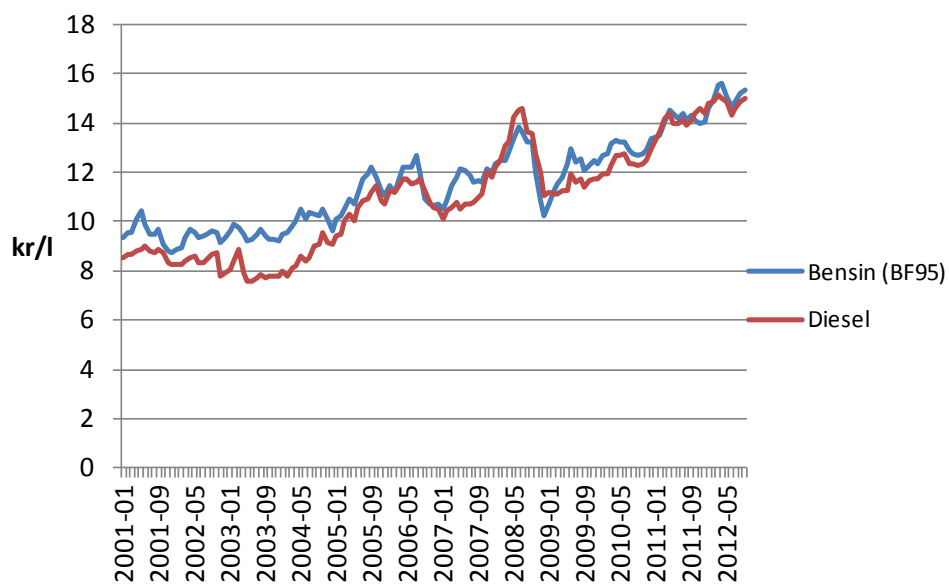
Table 1. Assumed vehicle fuel volumes in 2020 in the calculations for climate bonus.

Etanol, låginblandad	1,3	0 %	Sockerrör
Etanol, ”ren”	2,2	100 %	Vete, sockerbetor
FAME (biodiesel)	3,0	100 %	Raps
Talloljediesel	1,0	100 %	Talloolja
Biogas	3,5	100 %	35 % gödsel, 33 % hushålls- och industriavfall, 18 % avloppsslam 14 % vall och sockerbetor
Bensin	20,2	-	-
Diesel	29,1	-	-

Det bör kommenteras att volymerna i Tabell 1 innebär en kraftig men möjlig omställning av drivmedelsvolymerna jämfört med dagsläget [29]. Utfall med mindre omfattande omställning innebär både lägre total klimatbonus och lägre fossilavgift.

Den valda basnivån på klimatbonusen (A) innebär ett stöd för biogasproduktion från knappt 140 kr/MWh till 180 kr/MWh beroende på vilken substrat-biogaskedja som avses. I fallet med biogas från matavfall (från hushåll) blir klimatbonusen t.ex. 175 kr/MWh. Den totala klimatbonusen uppgår till knappt 1,4 miljarder kr.

Den utbetalda klimatbonusen motsvaras av en lika stor inbetald fossilavgift. Basnivån för fossilavgiften (C) blir 29 kr/MWh. För bensin och diesel motsvarar fossilavgiften ca 33 öre/liter **inklusive** moms. Avgiften är därmed förhållandevis liten i förhållande till nuvarande prisnivåer och prisvariationer för bensin och diesel (se Figur 13).



Figur 13. Prisutveckling för bensin och diesel, **inklusive moms**, månadsstatistik 2001-2012 (källa: SPBI)

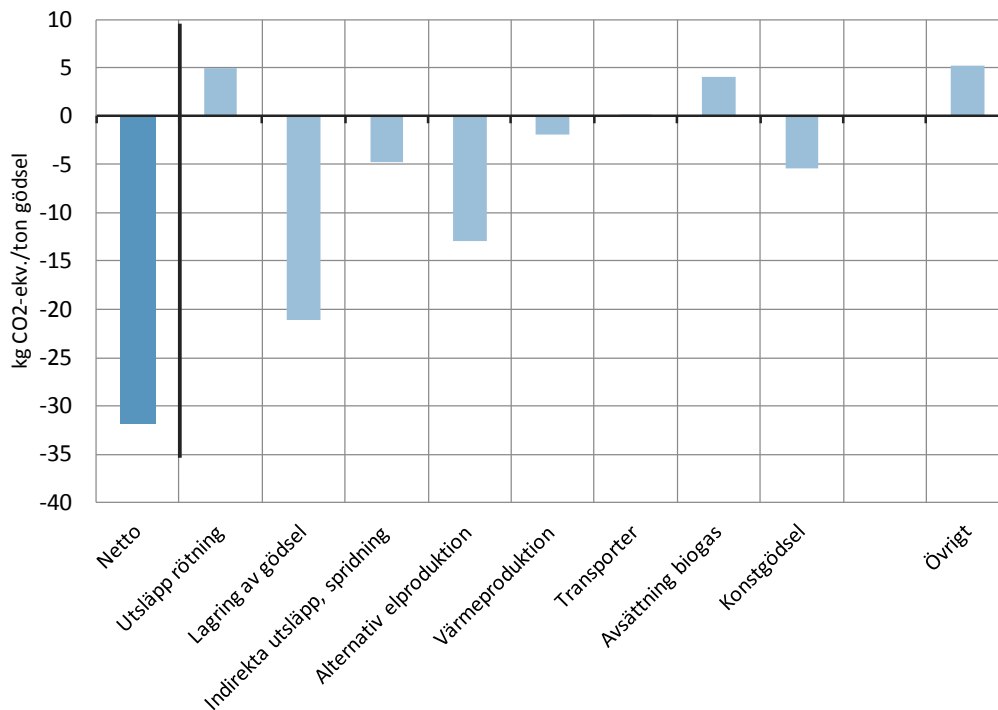
Figure 13. Price history for petrol and diesel, **including VAT**, monthly 2001-2012 (source: SPBI)

5.5 Metanreduceringsstöd

Inom ramen för delprojekt 3 har utökad gårdsrötning av gödsel studerats. I beräkningarna antas att den producerade gasen enbart används för produktion av el och värme. Den producerade biogödseln sprids på åkermark. I analysen inkluderas även effekterna av att hantering (lagring, spridning etc) av örötad gödsel undviks.

I Figur 14 illustreras hur utsläppen av växthusgaser påverkas per ton utökad rötning av gödsel. Nettot är en utsläppsminskning som motsvarar drygt 30 kg CO₂-ekv./ton rötad gödsel.

Resultatet domineras av två effekter: dels minskade utsläpp från lagring av örötad gödsel (då detta undviks) och dels minskade utsläpp från alternativ elproduktion som undviks genom den elproduktion som sker från rötningen.



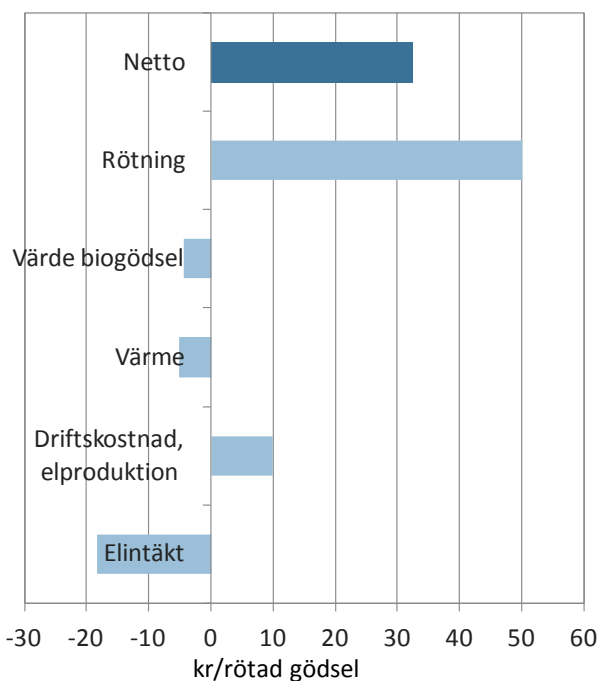
Figur 14. Förändring av utsläpp av växthusgaser vid gårdsrötning av gödsel för el- och värmeproduktion. "Övrigt" motsvarar huvudsakligen kolinlagring i åkermark.

Figure 14. Change in GWP when manure is digested in farm-scale digestion plants with power and heat production. "Övrigt" is mainly carbon storage in soil.

I Figur 15 illustreras hur kostnader ökar och minskar per ton utökad rötning av gödsel. Nettot är en tydlig kostnadsökning som motsvarar drygt 30 SEK/ton rötad gödsel.

Den största kostnadsökningen fås för rötningen. Observera att denna kostnadspost endast inkluderar rötningen fram till produktion av rågas. Dessutom tillkommer en betydande kostnadspost för förbränning av producerad rågas och genereringen av el- och värmeproduktion ("Driftkostnad, elproduktion" i figuren nedan). Elintäkten ger det

dominerande bidraget till minskade kostnader. Här bör noteras att elintäkten beräknas utifrån att elproduktionen tilldelas elcertifikat.



Figur 15. Förändring av kostnader vid gårdsrötning av gödsel för el- och värmeproduktion.

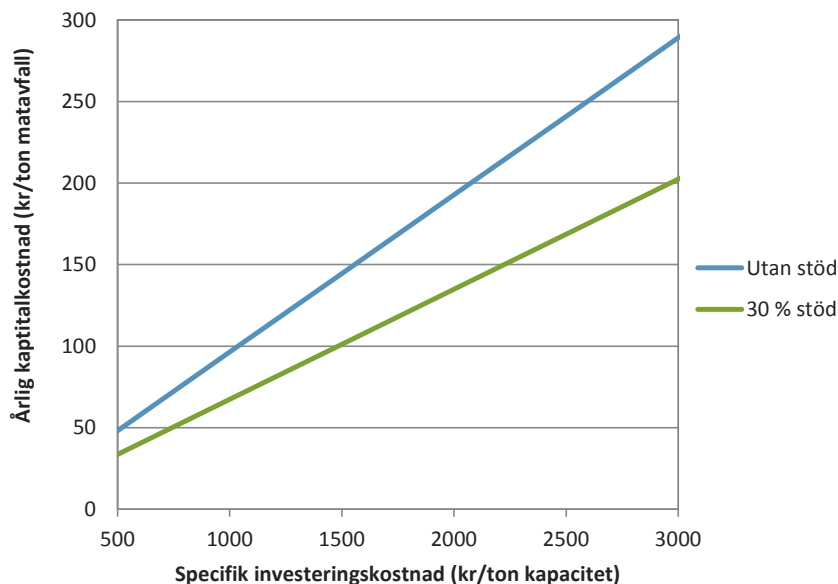
Figure 15. Change in costs in farm-scale digestion plants with power and heat production.

Nettokostnadsökningen enligt Figur 15 kan också illustreras utslaget per kWh producerad rågas. Varje ton rötad gödsel ger en rågasproduktion på ca 100 kWh, vilket innebär att nettokostnaden motsvarar knappt 34 öre/kWh producerad rågas. Detta är klart mer än det föreslagna stödet på 20 öre/kWh. För att denna nivå skall räcka krävs t.ex. avsevärt sänkta rötningkostnader eller en betydligt högre total intäkt för elpris och elcertifikat.

5.6 Investeringsstöd

I analysen har vi tittat på hur det ekonomiska utfallet skulle förbättras i fallet med ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall. Vi utgår därmed från de förutsättningar och de resultat som presenterades under avsnitt 5.3.

Vidare antas att tillkommande rötning ges ett investeringsstöd på 30 % av investeringen. Givet den specifika investeringskostnaden som använts för förbehandling och rötning på 1 800 kr/ton matavfall och en avskrivning på 15 år med 5 % ränta motsvarar investeringskostnaden en årlig kapitalkostnad på 173 kr/ton matavfall. Ett stöd på 30 % innebär då att de årliga kapitalkostnaderna sänks med 52 kr/ton matavfall. Detta motsvarar en ytterligare kostnadsänkning på knappt 17 % jämfört med resultatet i avsnitt 5.3. I Figur 16 visas hur kapitalkostnaden förändras med storlek på specifik investering och inverkan av ett investeringsstöd på 30 %.



Figur 16. Årlig kapitalkostnad som funktion av den specifika investeringskostnaden med och utan investeringsstöd motsvarande 30 % av total investering. I figuren har en avskrivning motsvarande 15 år och 5 % ränta använts.

Figure 16. Annual capital cost as a function of the specific investment cost with and without an investment reduction of 30 % of total investment. In the figure, a depreciation equal to 15 years and 5 % interest rate used.

Baserat på detta kan vi konstatera att investeringsstödet är förhållandevis litet i förhållande till de övriga faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet (jämför Figur 12). Givetvis är det gynnsamt med ett stöd, men det är inte tillräckligt stort för att märkbart reducera utfallet beroende av de parametrar som störst betydelse, det vill säga merkostnaden för separat insamling av matavfall, kostnaderna för hela hanteringskedjan till färdig fordonsgas (förbehandling – rötning – uppgradering & distribution) samt intäkten för den försålda fordonsgasen.

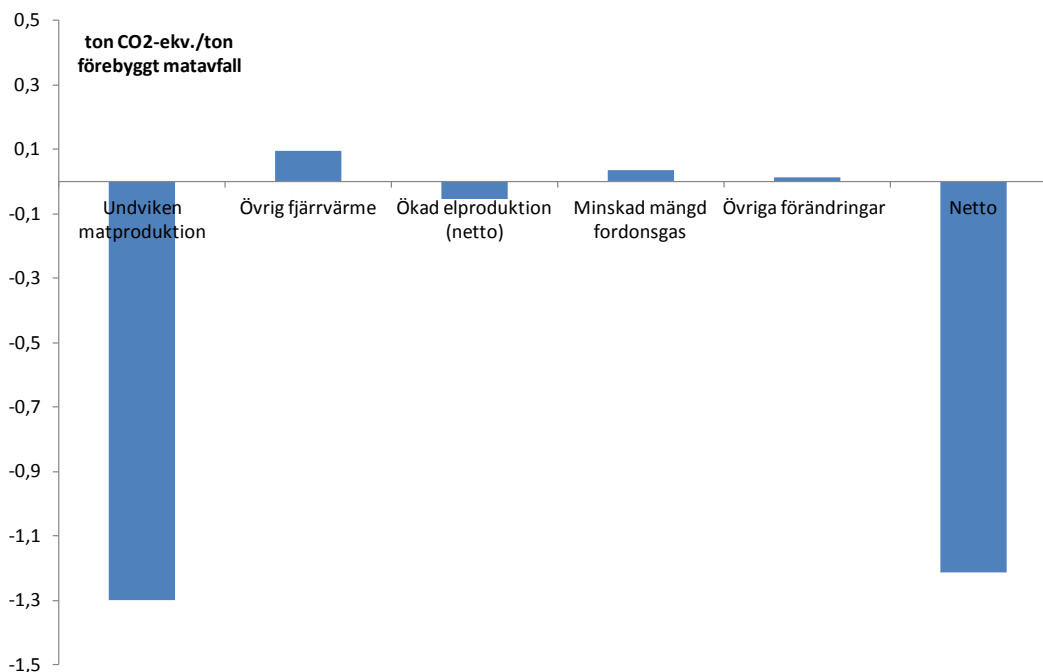
5.7 Mål om förebyggande av mat- och textilavfall

I den slutliga versionen av Naturvårdsverkets avfallsplan [34] ingår ingen kvantifiering av hur mycket mängden matavfall skall minska. Inte heller ingår någon kvantifiering av hur mycket återanvändningen av textilavfall skall öka.

I arbetet har vi utgått från remissversionen av avfallsplanen (som publicerades i september 2011) där en kvantifiering ingick för målet rörande minskningen av matavfall. Enligt detta mål skulle mängden matavfall minska med 20 % till år 2015. I modelleringen har vi studerat en minskning av mängden matavfall i hushållens kärll- och säckavfall (till förbränning) med 20 % och en minskning av mängden utsorterat matavfall (till biogasproduktion och kompostering) med 20 % jämfört med Grundfall 2020. Rörande textilavfall har vi antagit att ökad återanvändning leder till att mängden textilavfall till förbränning minskar med 20 %.

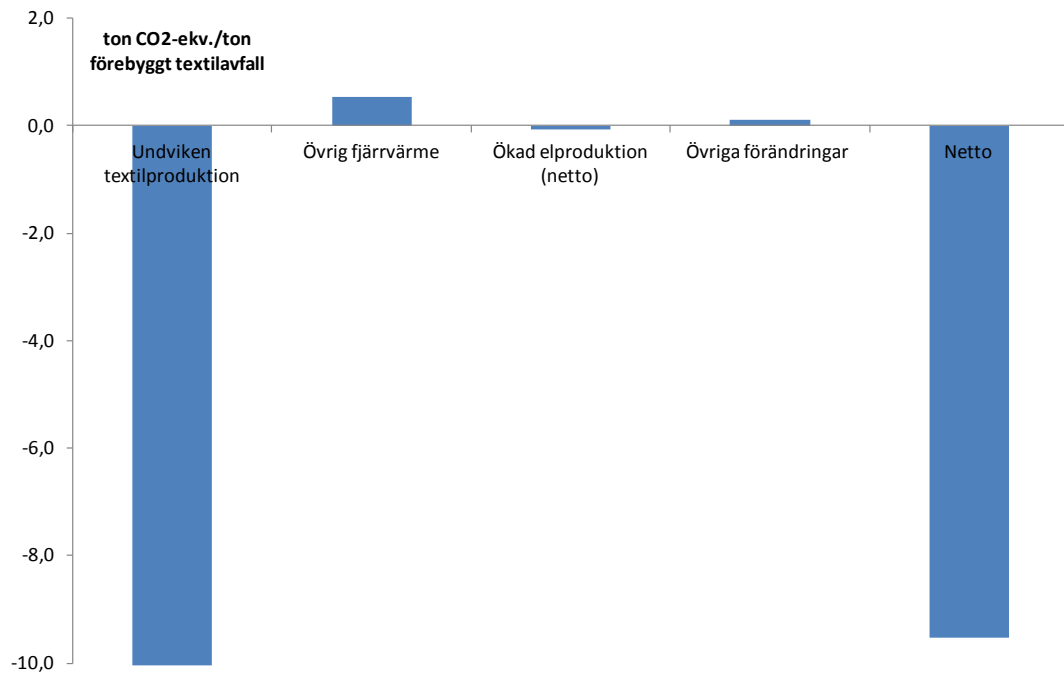
I Figur 17 och Figur 18 illustreras hur utsläppen av växthusgaser påverkas per ton förebyggt matavfall respektive ton förebyggt textilavfall. Nettot är mycket tydliga utsläppsminskningar som motsvarar ca 1,2 ton CO₂-ekv./ton förebyggt matavfall respektive 9,5 ton CO₂-ekv./ton förebyggt textilavfall.

Bägge figurerna visar samma sak, d.v.s. att det stora värdet ligger i att förebygga avfallet och därmed undvika hela produktionen av mat respektive textil. Bägge figurerna visar också att för avfallsbehandlings- och fjärrvärmesystemet (inklusive omkringliggande system) ökar emissionerna något, men denna ökning är klart mindre än minskningen genom avfallsförebyggandet.



Figur 17. Förändring av utsläpp av växthusgaser vid förebyggande av matavfall

Figure 17. Change in GWP when food waste is prevented



Figur 18. Förändring av utsläpp av växthusgaser vid förebyggande av textilavfall

Figure 18. Change in GWP when textile waste is prevented

6 Diskussion

Påverkan på avfallsmarknaden, behandlingstekniker och avfallsmängder

I delprojektet studerades följande styrmedel:

1. Handel med utsläppsrätter och dess inverkan på avfallsförbränning i Sverige
2. Elcertifikat till avfallsförbränning i Norge
3. Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall
4. Klimatbonus till förnybara drivmedel
5. Metanreduceringsstöd till biogasproduktion från gödsel
6. Investeringsstöd till biogasproduktion från matavfall
7. Mål om förebyggande av mat- och textilavfall

Biologisk behandling påverkas av styrmedlen 3-7 och leder i de flesta fall till en förändrad fördelning av behandlingstekniker där biogasproduktion gynnas i förhållande till central kompostering och hemkompostering. Enda undantaget är styrmedel 7 där förebyggandet av matavfall bedöms ske i samma utsträckning oavsett hur avfallet sedan skall behandlas.

Framförallt styrmedel 3 (speciellt i kombination med styrmedel 4) bedöms ha störst påverkan och kraftigt öka mängderna till biogasproduktion. Mängderna till biogasproduktion ökar från 150 kton år 2010 till 585 kton år 2020, en total ökning på cirka 435 kton. Huvuddelen kommer från ökad utsortering (som annars skulle gått till förbränning) medan övriga mängder beror på minskad central kompostering, minskad hemkompostering och att mängderna matavfall generellt ökar med befolkningmängden mellan 2010 och 2020.

Metanreduceringsstödet (styrmedel 5) är gynnsamt för biogasproduktion från gödsel som annars skulle ha hanterats utan behandling, d.v.s. styrmedlet påverkar inte mängderna till central kompostering eller hemkompostering. Enligt projektets beräkningar är inte stödet tillräckligt stort för att få lönsamhet i biogasproduktionen givet förutsättningarna år 2020. Det kan dock finnas lokala och regionala skillnader i förutsättningarna som gör att stödet kan bli avgörande för att en investering skall ske. Analysen visar att den specifika kostnaden för rötning är den enskilt viktigaste faktorn och denna kan minskas ju större anläggning som byggs. Samtidigt innebär det att större mängder gödsel måste samlas in och behandlas och att större mängder biogödsel skall återföras till åkermark. Eftersom både gödsel och biogödsel har ett högt vatteninnehåll är transporterna förknippade med förhållandevis höga kostnader. De lokala och regionala förutsättningarna påverkar vilka mängder som finns tillgängliga och på vilka transportavstånd vilket påverkar det ekonomiska utfallet. Man kan också konstatera att elintäkten är viktigt för kalkylen och denna är sin tur beroende av utvecklingen av elpriset och elcertifikatpriset.

Samtliga styrmedel utom styrmedel 5⁸ styr principiellt avfall från svensk avfallsförbränning med el- och värmeproduktion, genom: att försäkra avfallsförbränningens ekonomiska

⁸ Styrmedel 5 riktas in mot gårdsanläggningar som rötar gödsel, vilket inte används i svensk avfallsförbränning.

konkurrenskraft (styrmedel 1), att förbättra den ekonomiska konkurrenskraften för alternativen i Sverige eller i utlandet (styrmedel 2, 4, 6) eller genom mål som ökar alternativ behandling/förbyggande av avfall (styrmedel 3 och 7). Rent principiellt innebär detta att svensk avfallsförbränning fram till 2020 blir mer beroende av importerat avfall för att utnyttja sin kapacitet när/om styrmedlen införs.

Resultaten i delprojektet har visat att vissa av styrmedlen sannolikt kommer få en liten och begränsad påverkan på mängderna avfall till svensk avfallsförbränning med el- och värmeproduktion. Detta gäller styrmedel 1, 2 och 6. De två första styrmedlen innebär att svensk avfallsförbrännings konkurrenskraft i första hand försämras relativt avfallsförbränning i andra länder fram till 2020. Nivån på dessa styrmedel är inte tillräckligt hög för att styra avfall till annan avfallsbehandling i Sverige utom endast i undantagsfall.

Däremot innebär styrmedel 1 att svensk avfallsförbränning fördyras i jämförelse med avfallsförbränning som inte inkluderas i handelssystemet i andra länder. Detta kan påverka ifrån vilka länder och med vilken lönsamhet svenska anläggningar har möjlighet att importera avfall. Med dagens låga priser på utsläppsätter blir påverkan relativt liten då merkostnaden, exklusive tilldelning, hamnar i storleksordningen 30 SEK/ton. Med stigande utsläppspriser fram till 2020 ökar påverkan, men den bedöms ändå som relativt begränsad eftersom tilldelningen mildrar nettoeffekten till att landa kring drygt 50 SEK/ton år 2020 (givet att utsläppspriset stiger till 25 euro/ton).

Styrmedel 2 påverkar specifikt konkurrensen mellan svensk och norsk avfallsförbränning, men styrmedlet är begränsat till att gälla nya anläggningar fram till 2020. Utifrån den starka utbyggnad som redan skett i Norge de senaste 5-10 åren och dagens överskott av behandlingskapacitet på den norsk-svenska avfallsmarknaden så är bedömningen att enbart enstaka anläggningar i Norge kommer att åtnjuta detta stöd, vilket i sin tur innebär en marginell påverkan på marknaden. Styrmedel 6 gynnar biogasproduktion från matavfall i förhållande till avfallsförbränning, men baserat på resultaten kan vi konstatera att investeringsstödet är förhållandevis litet både i förhållande till de övriga faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet och i förhållande till effekten av de två andra styrmedel som gynnar biogasproduktion från matavfall i förhållande till avfallsförbränning (styrmedel 3 och 4).

Styrmedel 3, 4 och 7 bedöms kunna få en mer tydlig påverkan på mängderna svenskt avfall till avfallsförbränning med el- och värmeproduktion i Sverige. Genom att kombinera mål om (främst) ökad biogasproduktion (styrmedel 3) med ett ekonomiskt styrmedel i form av klimatbonus (styrmedel 4) ökar sannolikheten tydligt för att målet skall uppnås. Beräkningarna i delprojektet visar att enbart målet i sig leder till reducerade kostnader ur systemperspektiv på drygt 200-300 SEK/ton matavfall. Den högre nivån gäller i det fall den ökade utsorteringen av matavfall kombineras med ökad import av brännbart avfall för att nyttiggöra den kapacitet som friläggs vid avfallsförbränningen genom den ökade utsorteringen. Samtidigt visar analysen att resultatet är känsligt även för relativt begränsade förändringar av vissa parametrar som t.ex. insamlingskostnader, kostnaden för hela kedjan rötning-uppgradering-distribution och värdet av producerad fordonsgas. Lokala förutsättningar kan därmed påverka den ekonomiska kalkylen och begränsa möjligheterna till måluppfyllelse på nationell nivå. I detta perspektiv skulle ett ekonomiskt styrmedel som klimatbonus kunna bli "tungan på vågen" för vissa investeringar då stödet uppgår till ca 150 SEK/ton matavfall. Måluppfyllelsen innebär att mängderna till förbränning minskar

netto med knappt 260 kton. Utsorteringen innebär att cirka 330 kton styrs över till förbehandling innan biogasproduktion. Men vid förbehandlingen genereras ett rejekt som motsvarar 20 % av inkommande matavfall. Dessa rejektmängder som går till förbränning stiger med knappt 70 kton.

Även styrmedel 7 innebär en klar påverkan på mängderna till avfallsförbränning. Det är framförallt minskningen av de uppkomna mängderna matavfall som ligger bakom att avfallsmängderna till förbränning minskar med ca 210 kton år 2020 givet förutsättningarna i avsnitt 5.7. Observera att denna analys gäller för effekten av styrmedel 7 ensamt, d.v.s. utan att det kombineras med andra styrmedel.

Klimatpåverkan

Utifrån ovanstående diskussion om påverkan på mängder avfall till olika behandlingstekniker kan man slå fast att styrmedel 1, 2, 5 och 6 bedöms få högst begränsad effekt på utsläppen av växthusgaser. Orsaken är att de får liten effekt på vilka behandlingsmetoder som används för avfallet.

Styrmedel 3 (speciellt i kombination med styrmedel 4 för att säkerställa måluppfyllelse) och styrmedel 7 bedöms däremot innebära tydligt reducerade utsläpp av växthusgaser. Räknat per ton avfall ger styrmedel 7 (förebyggande av mat- och textilavfall) klart störst effekt. Den stora minskningen ligger i att produktion av mat respektive textil kan undvikas. Enligt projektets resultat uppgår de reducerade utsläppen till ca 1,2 ton CO₂-ekv./ton förebyggt matavfall respektive 9,5 ton CO₂-ekv./ton förebyggt textilavfall. Detta ger totala utsläppsminskningar på drygt 170 respektive 140 kton CO₂-ekv.

Vidare visar projektets resultat en klar klimatnytta av styrmedel 3. Räknat per ton matavfall är den inte lika stor som nyttan av att förebygga matavfall, men likväl innebär det ett tydligt bidrag till Sveriges ambitioner att minska klimatpåverkan. Klimatnyttan förstärks om frigjord kapacitet i svenska avfallsförbränningsanläggningar används för att behandla europeiskt avfall som annars skulle ha deponerats. I så fall innebär målet en minskning av de klimatpåverkande utsläppen med ca 170 kton CO₂-ekv. jämfört med om dagens fördelning av matavfallsbehandlingen skulle bestå även år 2020. Motsvarande minskning av utsläppen om Sverige inte utnyttjar sin frigjorda kapacitet för avfallsförbränning uppgår till 40 kton CO₂-ekv.

Kan styrmedlen förändras för att ge större effekt?

Styrmedel 1 (utsläppsrätter för svensk avfallsförbränning) förväntas ge en liten effekt fram till 2020. Avgörande är kombinationen av ett lågt utsläppspris och höga kostnader för de åtgärder som studerats för att minska utsläppen av fossilt CO₂ från avfallsförbränning (vilka studerats i detalj i delprojekt 5, se [20]). För att öka utsläppspriset krävs att man på EU-nivå enas om att utsläppen skall minska kraftigare än vad man tidigare kommit överens om (t.ex. 30 % till år 2020 istället för 20 %). I avsnitt 4.3.1 redovisas även fem andra åtgärder som Kommissionen överväger och som kan få prisökande effekt. I ett 2030-perspektiv med högre förväntade priser på utsläppsrätter (ca 40-60 euro/ton) kan viss utsortering av plast bli lönsam (speciellt i kombination med stigande råoljepris). Avfallsförbränning blir med dessa utsläppspriser generellt klart fördyrad som behandlingsmetod (ca 200 SEK/ton avfall). Detta är en merkostnad som ligger på ungefär samma nivå som genomsnittet för den förbränningsskatt som fanns under perioden 2006-2010. Om merparten av övrig europeisk avfallsförbränning även år 2030 står utanför

handelssystemet innebär denna nivå att svensk avfallsförbränning klart tappar i konkurrenskraft vid import av avfallsbränslen. Därmed kan en konsekvens även bli att mindre avfall importeras till Sverige och/eller att det kommer att hämtas från andra länder med lägre lönsamhet. I förlängningen kan detta innebära nedläggning av kapacitet när man står inför större reinvesteringar.

Styrmedel 2 (elcertifikat till ny avfallsförbränning, i nuläget endast i Norge) förväntas också ge en liten effekt fram till 2020. Bakgrunden är att norsk avfallsförbränning redan byggts ut i hög grad och har problem att nå fullt kapacitetsutnyttjande samtidigt som det på den gemensamma norsk-svenska avfallsförbränningsmarknaden bedöms råda kapacitetsöverskott fram till 2020 enligt [24]. Även om man skulle öka målnivåerna för förnybar el och därmed stimulera elcertifikatpriset att stiga, så får det en liten påverkan givet kapacitetsläget fram till 2020. I perioden 2020-2030 kan man tänka sig utfall där elcertifikatsystemet får större betydelse för avfallsförbränningen. I detta tidsintervall börjar en del av förbränningskapaciteten bli ålderstigen (jämför resultat i delprojekt 1 [25]) och det kan då vara intressant att ersätta denna med ny teknik (t.ex. förgasning och pyrolys) som skulle kunna generera mer el per ton förbränt avfall. Speciellt intressant är detta om fjärrvärmebehovet fortsätter minska som en effekt av fortsatt energieffektivisering och varmare klimat (jämför resultat i delprojekt 4 [8]). Men det krävs revideringar av systemet efter 2020 för att detta skall ske. I nuläget inkluderas t.ex. inga nya norska anläggningar för förnybar elproduktion efter 2020. Svenska anläggningar som startas efter 2020 inkluderas, men än så länge gäller att svensk avfallsförbränning inte får stöd för den förnybara andelen av avfallet.

Styrmedel 3 (mål om ökad biologisk behandling av matavfall) och styrmedel 4 (klimatbonus) bedöms båda få tydliga effekter på biogasproduktion från matavfall fram till 2020. Målnivån för styrmedel 3 skulle i perioden 2020-2030 kunna öka ytterligare, i delprojekt 3 [27] bedöms nivån 70 % vara en maximal potential som kan uppnås om det införs krav på obligatorisk insamling av matavfall. För att maximera biogasproduktionen skulle målet också kunna omformuleras så att all behandling skall ske så att energi tas tillvara. Jämfört med beräkningarna i projektet skulle i så fall andelen matavfall som skickas till biogasproduktion öka från 45 % år 2020 till 70 % år 2030, d.v.s. en betydande ökning.

Styrmedel 4 (klimatbonus) är tänkt som ett styrmedel som innebär ersättning till biodrivmedelsproducenter under en begränsad period. Här kan man förutom ersättningsnivåer och beräkningsunderlag för detta diskutera periodens längd och om/hur en eventuell utfasning skall se ut. Utfasningen kan möjligen ifrågasättas eftersom den "krånglar till systemet" genom att introducera ytterligare en faktor relaterad till längden på produktionens deltagande i systemet. Samtidigt är fördelen med utfasningen att producenten gradvis får anpassa sig till en situation utan stöd. Utifrån ett anläggningsperspektiv är det rimligt att en utfasning tidigast kan bli aktuell någon gång i perioden 2020-2030. Här kan man t.ex. jämföra med elcertifikatsystemet där anläggningar för förnybar elproduktion med gällande regler får stöd i 15 år och därefter helt lämnar stödsystemet, d.v.s. utan någon utfasning.

För styrmedel 5 (metanreduceringsstöd) skulle enligt projekts beräkningar en högre nivå kunna öka investeringsviljan och möjligheterna att fler gödselbaserade biogasanläggningar förverkligas. Med förutsättningarna i projektet skulle en nivå på stödet kring 30 öre/kWh behövas ut systemperspektiv. Den föreslagna nivån (20 öre/kWh) kan räcka om fortsatt

teknikutveckling kan minska kostnaderna för rötningen och kraftvärmeproduktionen från den producerade rågasen samtidigt som ökade ambitioner inom elcertifikatsystemet innebär att elcertifikatpriset stiger.

Styrmedel 6 (investeringsstöd) förväntas ge en liten effekt för biogasproduktion från matavfall oavsett tidsperiod. Investeringsstödet är förhållandevis litet både i förhållande till de övriga faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet och i förhållande till effekten av de två andra styrmedel som gynnar biogasproduktion från matavfall (styrmedel 3 och 4). Vidare begränsar EU's statsstödsregler i praktiken möjligheterna att använda högre stödnivåer.

Slutligen kan konstateras att styrmedel 7 (förebyggande av mat- och textilavfall) har en tydlig klimatnytta per ton avfall som förebyggs. Utmaningen är att kombinera styrmedlet med åtgärder som gör att förebyggandet blir förverkligat. Här pågår idag många aktiviteter från bl a myndigheter, branschorganisationer och kommuner. Mycket av detta arbete är inriktat mot information (t.ex. rörande vikten av att inte slänga mat och textil) men det erbjuds även möjligheter till ökad återanvändning, t.ex. genom kretsloppsparkering vid återvinningscentraler där användbara produkter kommer ut på en på secondhand-marknad istället för att gå till material- och energiåtervinning. Man kan även överväga olika former av ekonomiska styrmedel för att förstärka målet, något som bland annat studerats inom forskningsprogrammet Hållbar Avfallshantering (se t.ex. [2][3]). Givet den stora klimatnyttan är det centralt att man fortsätter arbetet med att ta fram, utvärdera och implementera åtgärder och styrmedel som gynnar förebyggande av avfall.

7 Slutsatser

I delprojektet studerades följande styrmedel:

1. Handel med utsläppsrätter och dess inverkan på avfallsförbränning i Sverige
2. Elcertifikat till avfallsförbränning i Norge
3. Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall
4. Klimatbonus till förnybara drivmedel
5. Metanreduceringsstöd till biogasproduktion från gödsel
6. Investeringsstöd till biogasproduktion från matavfall
7. Mål om förebyggande av mat- och textilavfall

Följande slutsatser kan dras rörande dessa styrmedel baserat på delprojektets resultat:

- Styrmedel 3, 4 och 7 bedöms få en påtaglig påverkan på hur mängden och typen av avfall till biologisk behandling respektive till avfallsförbränning med el- och värmeproduktion utvecklas fram till år 2020. Dessa styrmedel uppvisar också störst potential för minskning av utsläppen av växthusgaser.
- Styrmedel 3 innebär sänkta kostnader ur systemperspektiv. För att säkerställa målluppfyllelsen är det en fördel att kombinera detta styrmedel med ett ekonomiskt dito som gynnar biogasproduktion från matavfall, t.ex. styrmedel 4.
- Att förebygga mat- och textilavfall (styrmedel 7) ger den största klimatnyttan i studien. Nivån uppgår till 1,2 respektive 9,5 ton CO₂ ekv. per ton förebyggt avfall. Det pågår idag många aktiviteter med att ta fram, implementera och utvärdera styrmedel som förebygger uppkomst av avfall.
- Styrmedel 1,2 och 6 kommer sannolikt få begränsad effekt på förhållandet mellan biologisk behandling och avfallsförbränning av svenskt avfall fram till 2020.
- Styrmedlen 1 och 2 innebär att svensk avfallsförbrännings konkurrenskraft i första hand försämras gentemot avfallsförbränning i andra länder fram till 2020, men påverkan bedöms som relativt begränsad. Styrmedel 6 gynnar biogasproduktion från matavfall i förhållande till avfallsförbränning, men investeringsstödet är förhållandevis litet både i förhållande till de övriga faktorer som påverkar det ekonomiska utfallet och i förhållande till effekten av de två andra styrmedel som gynnar biogasproduktion från matavfall (styrmedel 3 och 4).
- Metanreduceringsstödet (styrmedel 5) är gynnsamt för biogasproduktion från gödsel som annars ej skulle komma till stånd. Enligt projektets beräkningar är inte stödet tillräckligt stort för att få lönsamhet i biogasproduktionen givet förutsättningarna år 2020. Det kan dock finnas lokala och regionala skillnader i förutsättningarna som gör att stödet kan bli avgörande för att en investering trots allt skulle kunna ske.

8 Rekommendationer och användning

Resultaten från projektet visar att det är centralt för myndigheter, kommuner, avfallsbolag och energibolag att studera effekter av nya styrmedel inom avfallsområdet innan de införs. Styrmedlen i denna studie uppvisar en stor variation ur systemperspektiv i hur de påverkar fördelningen av avfallsbehandling, utsläppen av växthusgaser och det ekonomiska utfallet.

Även redan införda styrmedel måste kontinuerligt följas upp och utvärderas om de styr i den riktning de är avsedda för eller om de bör förändras. I denna studie har fyra av de studerade styrmedlen nyligen införts:

- Handel med utsläppsrätter och avfallsförbränning i Sverige (2013)
- Elcertifikat till avfallsförbränning i Norge (2012)
- Mål om ökad biologisk behandling (främst biogasproduktion) av matavfall (2011)
- Mål om förebyggande av mat- och textilavfall (2012)

Dessa fyra styrmedel verkar alla i riktningen att styra bort avfall från svensk avfallsförbränning med el- och värmeproduktion. De två första försämrar konkurrenskraften vid förbränning av avfall från andra länder medan de två sista styr svenskt avfall mot annan behandling eller till att inte uppstå alls. Samtidigt visar utvärderingen av målet om ökad biologisk behandling att både reduktionen av utsläpp av växthusgaser och kostnadsänkningen av måluppfyllelsen blir större om svenska avfallsförbränningsanläggningar kan ersätta det utsorterade matavfallet med avfall från andra länder där det annars skulle ha deponerats. Detsamma gäller för målet om avfallsförebyggande med avseende på utsläppen av växthusgaser⁹.

Här finns sålunda en målkonflikt som alla aktörer måste ta ställning till och som bottnar i huruvida svensk förbränningskapacitet skall/får dimensioneras med hänsyn till de behov som finns i Europa rörande att avveckla deponering. Här kan man se en analogi till den svenska elproduktionen vilken liksom svensk avfallsbehandling har förhållandevis låga klimatpåverkande utsläpp i ett europeiskt perspektiv. Under perioden 2010-2030 förväntas Sverige enligt Energimyndigheten [39] ha ett tydligt nationellt elöverskott (ca 15 % av det svenska behovet) som exporteras och ersätter betydligt mer klimatpåverkande elproduktion i norra delen av Europa.

⁹ Detta har mål har ej utvärderats med avseende på ekonomiskt utfall.

9 Litteraturreferenser

- [1] Profu; ”Skatt på förbränning av avfall – En konsekvensanalys”, rapport på uppdrag av BRAS-utredningen, Mölndal, 2005
- [2] 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
- [3] 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
- [4] 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
- [5] Bhandar 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
- [6] 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
- [7] Nordic Energy Perspectives; “The Future of Nordic District Heating - A First Look at District Heat Pricing and Regulation – Intermediate report”, 2009
- [8] Haraldsson M och Holmström D; ”Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem”, slutrapport för delprojekt 4 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)
- [9] Avfall Sverige; ”Bestämning av andel fossilt kol i avfall som förbränns i Sverige”, Avfall Sverige-rapport U2012:02, Malmö, 2012
- [10] Konjunkturinstitutet; ”Prognoser från samtliga prognosinstitut”, sammanställning i Excelfil tillgänglig via www.konj.se, data nedladdad från aktuell version 2011-10-25, Stockholm, 2011
- [11] Konjunkturinstitutet; ”Konjunkturbarometern augusti 2011”, publicerad 2011-08-25, Stockholm, 2011
- [12] Naturvårdsverket; ”Från avfallshantering till resurshushållning, Sveriges avfallsplan 2012–2017”, remissutgåva 2011-09-12, Stockholm, 2011
- [13] Linné M, Ekstrandh A, Englesson R, Persson E, Björnsson L & Lantz M; ”Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror” Avfall Sverige rapport 2008:02, Malmö, 2008
- [14] Energimyndigheten; ”Utvecklingen på utsläppsriktmarknaden 2011”, rapport ER 2011:25, Eskilstuna, 2011
- [15] European Commission; “The state of the European carbon market in 2012”, COM(2012) 652 final, Brussels, 2012
- [16] Europeiska Kommissionen; ”Handel med utsläppsrätter: Kommissionen lägger fram alternativ för att reformera den europeiska koldioxidmarknaden”, pressmeddelande, Bryssel, 14 november, 2012
- [17] Naturvårdsverket; ”Preliminär tilldelning till stationära anläggningar”, <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Lagar-och-styrning/Ekonomiska->

- [styrmedel/Handel-med-utslappsätter/Handelsperioden-20132020/Tilldelning-till-stationara-anlaggningar/”](#), nedladdat 2012-11-19
- [18] PFA; ”Utsläppsätter för avfallsförbränning”, resultatblad nr 1 i PFA-projektet, maj, 2011
- [19] Ulvang R; ”KLIMAKVOTER KAN IKKE LØSE ALT”, artikel publicerad på Avfall Norges webb-plats (www.avfallnorge.no), 30 oktober, 2012
- [20] Bisailon M, Detterfelt L, Edner S och Mårtensson P; ”CO₂-utsläpp från framtida avfallsförbränning”, slutrapport för delprojekt 5 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)
- [21] Energimyndigheten; ”Elcertifikatsystemet 2011”, rapport ET 2011:32, Eskilstuna, 2011
- [22] Energimyndigheten; ”Uppdrag att föreslå nya kvoter i elcertifikatsystemet m.m” rapport ER 2009:29, Eskilstuna, 2009
- [23] Olje- och Energidepartementet; ”Proposition till Stortinget – Lov om elcertifikat”, Oslo, 2011
- [24] Profu; ”Klimavurdering av norsk avfallsforbrenning”, Avfall Norge rapport nr 7, Oslo, 2011
- [25] Sahlin J, Holmström D och Bisailon M; ”Import av avfall till energiutvinning i Sverige”, slutrapport för delprojekt 1 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)
- [26] Avfall Sverige; ”Svensk Avfallshantering 2012”, Avfall Sverige AB, Malmö 2012
- [27] Holmström D, Bisailon M, Eriksson O, Hellström H och Nilsson K; ”Framtida marknaden för biogas från avfall”, slutrapport för delprojekt 3 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling (PFA)
- [28] Gasföreningen; ”Klimatbonus för ökad andel biodrivmedel”, Stockholm, 2009
- [29] Profu; arbetsmaterial från pågående arbete med att ta fram en Roadmap för fossiloberoende transportsektor (www.transportroadmap.se), Mölndal, 2012
- [30] Börjesson P, Tufvesson L och Lantz M; ”Livscykelanalys av svenska biodrivmedel”, Rapport nr 70, Avdelningen för miljö- och energisystem, Lunds tekniska högskola, 2010
- [31] Gode J, Martinsson F, Hagberg L, Öman A, Höglund J och Palm D; ”Miljöfaktaboken 2011. Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter”, Värmeforsk rapport 1183, Stockholm, april, 2011
- [32] Centerpartiet; ”Åtta förslag för att sluta kretsloppet”, Biogasrapport, mars, 2012
- [33] ATL (Lantbrukets affärstidning); ”S vill ha metanreduceringsstöd”, artikel publicerad 4 oktober, 2012
- [34] Naturvårdsverket; ”Från avfallshantering till resurshushållning, Sveriges avfallsplan 2012–2017”, slutversion, Stockholm, maj, 2012
- [35] SCB; ”Befolkningsstatistik”, <http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Produkt.asp?produktid=BE0101>, data nedladdad 2011-08-05, Stockholm, 2011
- [36] Elforsk; ”Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – Modellberäkningar”, Elforsk rapport 08:30, Stockholm, 2008

- [37] Tamm D., Fransson M.; "Biogasproduktion för miljö och ekonomi", Naturvårdsverket, Stockholm juli 2011.
- [38] SCB; "Befolkningsframskrivningar, Befolkning 2000–2011 och prognos 2012–2060 efter inrikes och utrikes födda"
http://www.scb.se/Pages/TableAndChart____273428.aspx. Senaste besöksdatum 2012-09-03, 2012
- [39] Energimyndigheten; "Långsiktsprogos 2010", rapport ER 2011:03, Eskilstuna, 2011

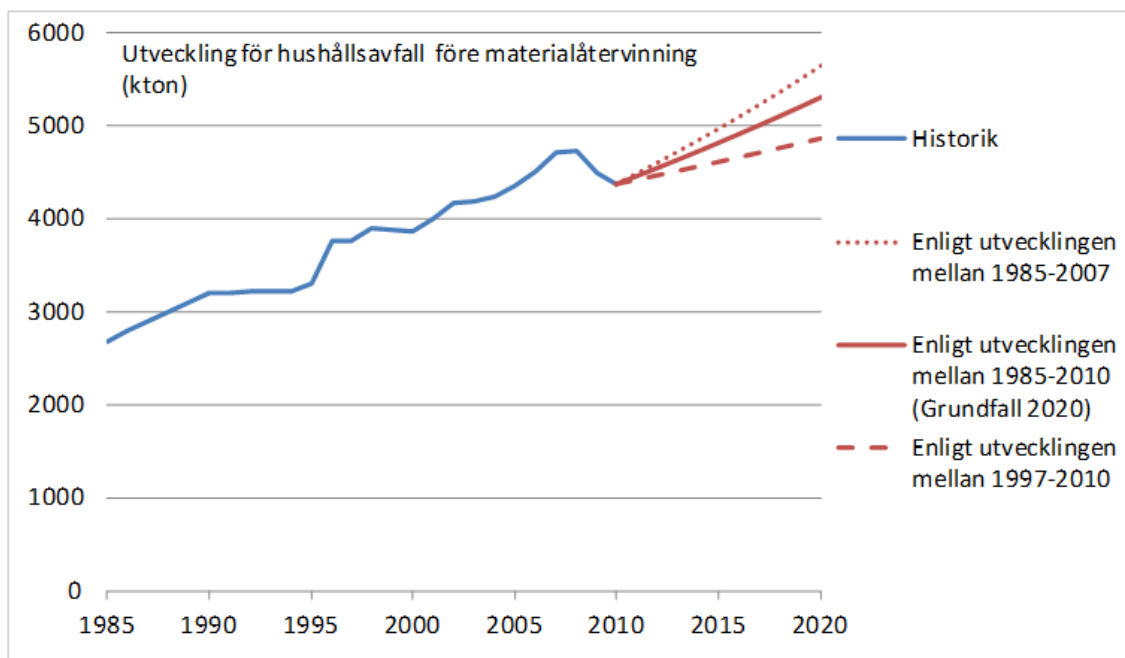
A Förutsättningar i Grundfall 2020

För att ta fram Grundfall 2020 har vi utgått från dagens situation, d.v.s. det senaste år vi har tillförlitlig data för. Givet att projektstarten var under år 2011 valdes 2010 som representativ för dagens situation. Grundfall 2020 togs fram under år 2011 huvudsakligen inom ramen för delprojekt 2 men har också stämts av med arbetsgrupper inom övriga delprojekt som startade under 2011 (delprojekt 1 och 4) och med referensgruppen.

För delprojekt 3, som startades under år 2012, har en uppdatering gjorts rörande målen för biologisk behandling inom ramen för delprojekt 3 eftersom dessa mål har justerats genom den slutliga versionen av den svenska avfallsplanen som kom under 2012. Motsvarande justering har inte gjorts för delprojekt 5 eftersom den biologiska behandlingen hålls oförändrad vid de åtgärder som studeras i delprojekt 5.

A.1 Uppkomna avfallsmängder (före effekter av avfallsförebyggande)

Avfallsmängderna skrivs fram under perioden 2010-2020 utifrån historisk utveckling och prognoser för den ekonomiska tillväxten. För hushållsavfall används i Grundfall 2020 den genomsnittliga tillväxttakten under perioden 1985-2010, vilket motsvarar en årlig ökningstakt på 2,0 % per år. I Figur 19 illustreras hur den totala mängden hushållsavfall då ökar från knappt 4,4 Mton år 2010 till 5,3 Mton 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). Dessa kan ses som exempel på möjliga känslighetsanalyser.



Figur 19. Utvecklingen för mängden hushållsavfall före materialåtervinning (Källa: Profus bearbetning av statistik från Avfall Sverige)

Figure 19. The development of municipal solid waste amounts prior to recycling (Source: Profus processing of statistics from Swedish Waste Management)

Mängden verksamhetsavfall antas följa utvecklingen för BNP. Här har vi utnyttjat de (dystra) uppdateringar av de ekonomiska prognoserna som diverse konjunkturbedömare (Storbankerna, Konjunkturinstitutet etc) gjort för ekonomin under hösten 2011 [10]. Dessa kortsiktiga prognoser sträcker sig fram till 2013. För utvecklingen därefter är det endast [11] som gjort bedömningar, vilka vi här har utnyttjat. 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.

A.2 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.

Detta mål fanns även inskrivet i remissversionen av den nya nationella avfallsplanen [12]. I Grundfall 2020 antas att detta mål uppfylls till år 2020.

I *Den svenska biogaspotentialen från inhemska råvaror* [13] 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 befolkningens mängden i Sverige [35] 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 [34] 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 befolkningens mängden 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.

A.3 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 [34];

- *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 plastförpackningar¹⁰. 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. Några sådana mål finns dock ännu inte.*

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 ca 200 kton och det andra målet för ca 50 kton. Hänsyn är tagen till avfallstillväxt enligt ovan.

A.4 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):

	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.

¹⁰ Målet i ramdirektivet omfattar inte enbart förpackningar. Vi beräknar ändå måluppfyllelse för förpackningar, eftersom dessa omfattas av det svenska producentansvaret.

A.5 Förbränning

Den existerande kapaciteten kvarstår och alla kända planer på utbyggd/ny kapacitet antas bli färdigställda. Detta innebär att den totala kapaciteten i pannor för förbränning av blandat avfall och utsorterade avfallsbränslen ökar från knappt 5,2 Mton år 2010 till drygt 6,9 Mton år 2020.

År 2010 beräknas den inhemska förbrända mängden till drygt 4,4 Mton. Övriga mängder antas ha utgjorts av import då pannorna utnyttjades med i princip 100 % beläggningsgrad. Med ovanstående antaganden om avfallsmängder, avfallsförebyggande, materialåtervinning och biologisk behandling beräknas de inhemska nationella mängderna till förbränning år 2020 till drygt 4,4 Mton, d.v.s. de blir i princip oförändrade jämfört med år 2010.

I Grundfall 2020 antas att beläggningsgraden är 100 % även år 2020. Detta innebär ett sammanlagt importbehov på 2,6 Mton år 2020.

Vidare antas att avfallsförbränning i Sverige:

- OMFATTAS av handeln med utsläppsrätter
- Får tilldelning av elcertifikat PÅ SAMMA SÄTT som idag, d.v.s. endast för utsorterade träavfallsfraktioner.

A.6 Omvärldsfaktorer 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 reallt 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 ”Fjärrvärmens 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 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 CO₂

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+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.

B Övriga centrala indata och förutsättningar

B.1 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 CO₂-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

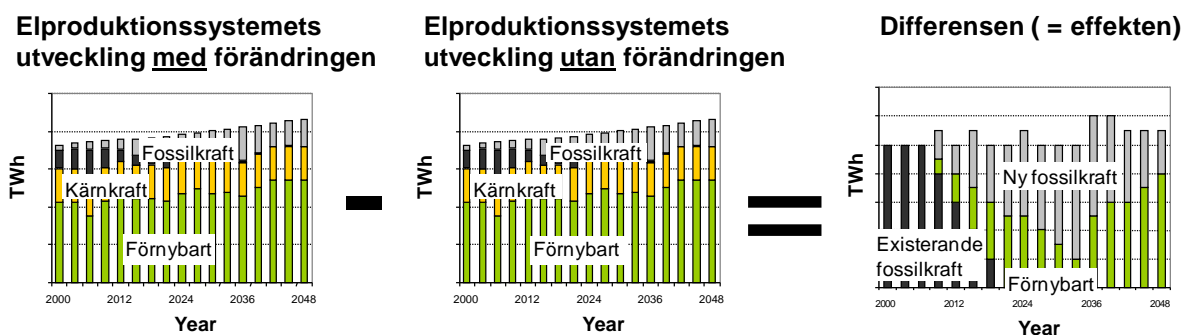
Vår ansats för att göra en klimatvärdering (uppskatta CO₂-utsläppen) av elanvändning (eller elproduktion) fokuserar på kärnfrågan, det vill säga: vilka blir *systemeffekterna* av en *förändring* i elanvändning (eller elproduktion). Generellt är det nämligen just förändringar gentemot ett referensfall 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 marginelel. Medelelvärdering, det vill säga att man använder svensk, nordisk eller nordeuropeisk medelel, för att bedöma klimateffekten 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. Marginelel i sin tur definieras som (små) förändringar i elproduktion till följd av (små) förändringar i elanvändning (eller elproduktion) på kortare sikt. Den ”klassiska” marginelelen 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.

För att göra bedömningar av klimateffekterna av en förändrad elanvändning eller elproduktion använder vi oss av ett modellverktyg, MARKAL-NORDIC. Modellen omfattar det stationära energisystemet (el- och fjärrvärmeproduktion samt energianvändning inom industri, bostäder och service) i de fyra nordiska länderna, Sverige, Norge, Finland och Danmark. För att inkludera elhandeln med Kontinentaleuropa ingår även en beskrivning av elproduktionssystemen i Tyskland och Polen. 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 klimateffekter av de långsiktiga förändringar i elanvändning (eller elproduktion) som vi är intresserade av här.

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 oljvärme 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 upplever som rimligt eller naturligt. Det inkluderar energibehovsutveckling, teknisk utveckling, styrmedel, utvecklingen på energi- och bränslemarknaderna med mera. Den andra beräkningen, ”förändringsfallet” beskriver exakt samma utveckling som referensfallet *så när* som på att den förändring vars effekter vi vill studera, inkluderas. Är det då klimatteffekten 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 CO₂-utsläppen genom att analysera differensen i CO₂-utsläpp mellan de bägge modellberäkningarna. Vi har då på ett modellkonsistent vis isolerat orsak-verkansambandet mellan förändringen och effekten av förändringen. 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. I Figur 20 nedan åskådliggörs principen för den beskrivna beräkningsmetoden.



Figur 20. Metodprincipen för att bestämma den långsiktiga marginaleffekten

Figure 20. The principle of the method to determine the long-term marginal effect

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.

B.2 Klimatpåverkan från olika växthusgaser

Vid beräkningar av klimatpåverkan inkluderas utsläpp av koldioxid, metan och lustgas. Koldioxid av förnybart ursprung inkluderas generellt ej då det anses att motsvarande mängd koldioxid binds när nytt förnybart material växer fram (t.ex. när nya träd växer upp där träd avverkats för användning bland annat som biobränsle). Men i fallet med koldioxidavskiljning och deponering så inkluderas koldioxid av förnybart ursprung eftersom denna mängd koldioxid kommer att lämna atmosfären och därmed leda till minskad klimatpåverkan.

Utsläppen värderas utifrån dess klimatpåverkan i ett 100-årsperspektiv. Metan och lustgas är starkare klimatpåverkande gaser än koldioxid och dessa utsläpp kvantifieras och omräknas sedan till koldioxidekvivalenter (CO₂-ekv.) utifrån deras relativa klimatpåverkan. För metan används omräkningsfaktorn 25 och för lustgas omräkningsfaktorn 298.



WASTE REFINERY

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
Box 857, 501 15 Borås
wasterefinery@sp.se
www.wasterefinery.se