Tio perspektiv på framtida avfallsbehandling

Waste Refinery

Tio perspektiv på framtida avfallsbehandling

Denna bok är författad av Profu AB och kan beställas från:
Profu i Göteborg AB
Götaforsliden 13 nedre
431 34 Mölndal
031-720 83 90
info@profu.se

Medverkande i forskningsprojektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling:

Tryckeri: PR-Offset, Mölndal, 2013.

Innehåll

Forskningsprojektet Perspektiv på framtida avfallshantering 5

Perspektiv 1: Sverige – Bäst i världen på avfallshantering! 11

Perspektiv 2: Svenskt hushållsavfall år 2020 - Så styr miljömålen 19

Perspektiv 3: Nationella Avfallsplanen i ett klimatperspektiv 25

Perspektiv 4: Avfall till biogasproduktion kan fördubblas till 2020 29

Perspektiv 5: Biogasproduktion står sig i konkurrensen mot energi-återvinning 33

Perspektiv 6: Svensk energiåtervinning bidrar till att Europa klättrar i avfallstrappan 37

Perspektiv 7: Energiåtervinning allt viktigare för fjärrvärme-produktionen 43

Perspektiv 8: Fjärrvärmens utsläpp minskar med ny avfallskraftvärme 49

Perspektiv 9: Koldioxidutsläpp från energiåtervinning kostar 53

Perspektiv 10: Så kan koldioxidutsläppen från energiåtervinning minskas 59

FORSKNINGSPROJEKTET:

Perspektiv på framtida avfallsbehandling

Svensk avfallshantering har gått igenom en stor omställning. På 10 år har vi fått se deponeringen avvecklas och material- och energiåtervinningen kraftigt expandera. Nu står vi inför nya stora förändringar, men hur kommer avfallshanteringen att se ut om 10 till 20 år? Detta är fokus för projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling.

Forskningsprojektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling gör nedslag i framtiden för att visa hur avfallshanteringen kommer att utvecklas, både sådan utveckling som vi idag kan förutse men också sådan utveckling som är mer eller mindre trolig. Vi har idag en stor uppsättning mål och styrmedel vars primära mål är att åstadkomma en mer resurseffektiv avfallsbehandling. Tillsammans med ny teknik och nya systemlösningar finns det potential för en kraftig förändring. Men hur effektiv är dagens styrning och vilka tekniska förändringar är troliga inom detta tidsperspektiv?

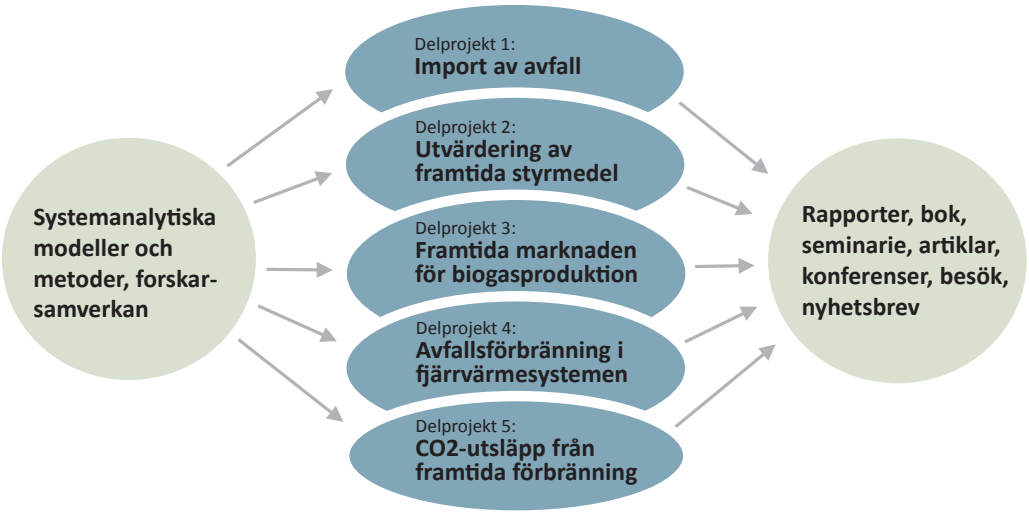
Projektet i sin helhet täcker upp större delen av den pågående och även möjliga utvecklingen för avfallsbehandlingen fram till 2020, och i vissa fall även 2030. För att spegla en visionär och mer omfattande framtidsbild är detta en för kort tidsperiod. Mycket kan göras med vår avfallshantering men bara delar av

utvecklingspotentialen kan hinnas med under denna begränsade period. Tidsperioden är samtidigt lång och framåtblickande om vi istället tar vår utgångspunkt i hur företag och myndigheter agerar för att utveckla sina system. Tanken med detta projekt är att hamna mitt emellan, det vill säga att ge en långsiktig grund för planeringen hos dessa aktörer baserad både på hur systemen ser ut idag och de visioner som finns för den långsiktiga utvecklingen.

Även om projektets omfattning är bred så gör den inte anspråk av att ge en heltäckande bild av utvecklingen, istället ligger fokus på att spegla intressanta frågor, problem och utvecklingsmöjligheter. Vi har valt att kalla dessa nedslag för ***perspektiv*** på utvecklingen. En stor uppsättning perspektiv presenteras i projektets delrapporter och i denna sammanställning har vi valt att presentera 10 stycken av dessa. Det bör poängteras att fokus i projektet ligger på avfallsbehandling (materialåtervinning, biologisk behandling och energiåtervinning) med tyngdpunkt på de två senare metoderna. En del av arbetet har också behandlat avfallsförbyggande åtgärder och insamlingssystem, men merparten av avfallshierarkins övre steg har inte studerats i detta projekt.

Projektets delmoment

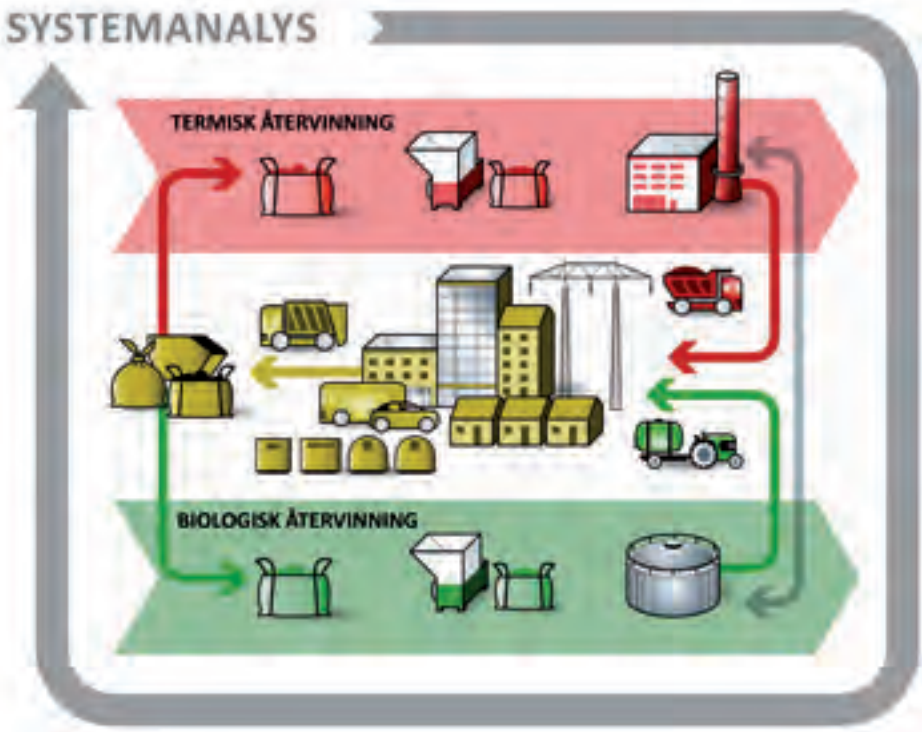
Projektet har genomförts genom fem olika delprojekt, vilka presenteras i figuren nedan. Delprojekten har löpt samtidigt och genomförts av olika arbetsgrupper.



Förutom studierna i delprojekten har även de modeller som använts i analysarbetet vidareutvecklats och resultaten från delprojekten har löpande kommunicerats ut till berörda aktörer.

En systemstudie

Projektet utgår ifrån ett systemanalytiskt angreppsätt. Detta innebär att hänsyn tas för hur hela avfallssystemet påverkas av till exempel en ny teknik eller ett nytt styrmedel. Beräkningarna har genomförts med en uppsättning modeller. Modellerna är omfattande och kan fånga många både små och stora förändringar och addera ihop den totala påverkan från en förändring. Modellerna, som har utvecklats av olika forskargrupper, beskriver hur energi- och materialflödena förändras av en åtgärd, hur emissionerna påverkas samt hur kostnadseffektiva de är för det totala systemet. De modeller som i huvudsak har använts är *ORWARE* (avfallsbehandlingssystemet), *NOVA* (fjärrvärmesystemet) och *MARKAL* (energisystemet).



Mer information om projektet

Under de två åren som projektet har löpt att har resultaten presenterats på konferenser och seminarier, i artiklar och i massmedia (totalt 75 st kommunikationsaktiviteter). Dessutom har det skickats ut nyhetsbrev och resultatblad under projektets gång. Den mest ingående dokumentationen återfinns i fem stycken rapporter, en från varje delprojekt. Rapporterna kan laddas ner från Waste Refinerys hemsida (*www.wasterefinery.se*). De fem rapporterna listas till höger.

Nyhetsblad och resultatblad finns på Profus hemsida (*www.profu.se*)

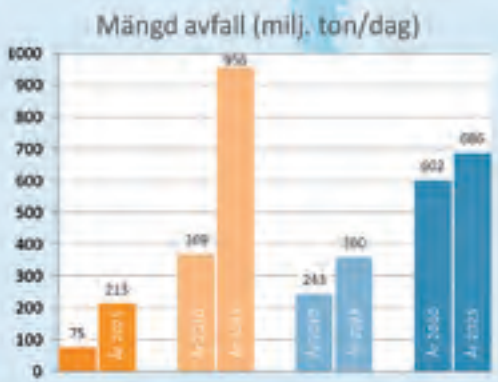
- Import av avfall till energiutvinning i Sverige
- Utvärdering av framtida styrmedel
- Framtida marknaden för biogasproduktion från avfall
- Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem
- CO_2-utsläpp från framtida avfallsförbränning

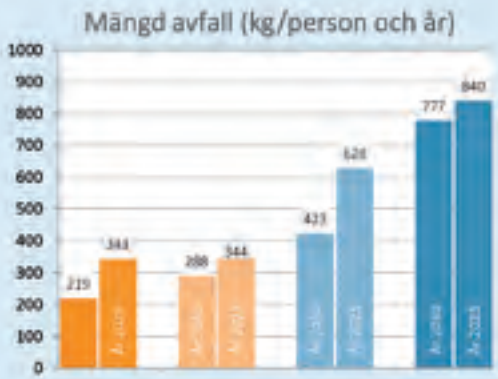
Medverkande i projektet

- Avfall Sverige
- Borås Energi & Miljö
- Energimyndigheten
- EON
- FTI
- Götaverken miljö
- Göteborg Energi
- Göteborgs Stad. Kretslopp
- JTI
- Luleå Tekniska Universitet
- Naturvårdsverket
- NSR
- Profu
- Renova
- SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
- Stena innovative recycling
- Svensk Fjärrvärme
- Sysav utveckling

10

perspektiv





Classified according to World Bank estimates of 2008 GNI per capita

"Bruttonationalinkomsten (BNI) per person"

The world by income

- Low ($975 or less)
- Lower middle ($976–$3,855)
- Upper middle ($3,856–$11,905)
- High ($11,906 or more)
- No data

Källa: *WHAT A WASTE - A Global Review of Solid Waste Management*, Mars 2012 (World Bank Group)

Sverige – Bäst i världen på avfallshantering!

1

PERSPEKTIV

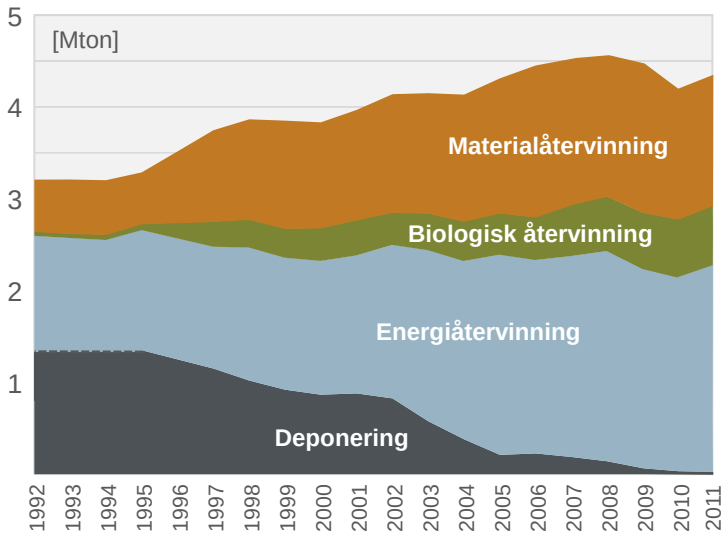
En intressant insikt som kommit fram genom forskningsprojektet är att Sverige har, i ett miljöperspektiv, ett av världens bästa avfallshanteringssystem. Tillsammans med några få andra länder har vi särklass lägst andel deponering, högst andel energi- och materialåtervinning och även därigenom lägst klimatpåverkan. Troligen är vi även allra bäst bland dessa toppländer genom att vår energi- och materialåtervinning även är mycket effektiv.

Denna imponerande slutsats är relevant om vi jämför avfallshanteringen per ton hanterat och behandlat avfall och fokuserar på klimatpåverkan. Slutsatsen gäller troligen även annan miljöpåverkan men detta är svårare att entydigt visa. Jämför vi istället avfallshanteringen per person så är vi långt ifrån bäst. Vår höga materiella levnadsstandard med en relativt stor mängd uppkommet avfall per person medför en betydande klimatpåverkan. Att vi är bäst innebär inte alls att vi kan slå oss till ro, potentialen till förbättringar är fortfarande mycket stor. Men vi har tagit några viktiga steg i rätt riktning.

I ett globalt perspektiv har Europa betydligt bättre avfallshantering än övriga världen och i ett europeiskt perspektiv har sju länder väsentligt mycket bättre avfallshantering än övriga europeiska länder. Bland dessa sju länder ingår Sverige. Troligen ligger vi även i topp bland dessa sju länder, om än knappt.

Den uppenbara följdfrågan är då: Vad är det som gör att Sverige har tagit denna tätposition?

Den mest avgörande faktorn för rangordningen är hur långt omställningsarbetet har kommit från deponering till energi- och materialåtervinning. Men nästan lika viktigt är att tillkommen energi- och materialåtervinning är effektiv och att annan energiproduktion och andra råvaror därigenom kan ersättas på ett smart sätt. Hur svensk avfallshantering har utvecklats den senaste 10 åren illustreras i figuren nedan.



Behandlingen av hushållsavfall i Sverige, 1992-2011.
Källdata: Avfall Sverige, RVF och Profu

Från figuren ovan kan vi konstatera att deponeringen har ersatts med en kombination av energi- och materialåtervinning och biologisk behandling. Andra länder som har tydliga miljömål för avfallhanteringen som också har lyckats med att styra bort avfallet från deponering, har en liknande kombination av dessa behandlingsmetoder. Detta innebär till exempel att länder med mest materialåtervinning även är de länder som har mest energiåtervinning. I det perspektivet är konkurrensen mellan de tre behandlingsformerna (materialåtervinning, biologisk behandling och energiåtervinning) mycket liten. Istället bör man se metoderna som komplement som i sin helhet kan skapa ett effektivt avfallssystem.

Figuren ovan illustrerar även problemet med de kraftigt ökande avfallsmängderna. Ny behandlingskapacitet behövs inte enbart för att ersätta tidigare deponering utan även för att ta hand om den ökande mängden avfall. Detta ställer stora krav på samhället i form av investeringar i infrastruktur.

Inledningsvis nämndes även att det är viktigt att den material- och energiåtervinning som införs är effektiv. I detta avseende finns det stora skillnader mellan länderna, samtidigt som Sverige utmärker sig på flera sätt. Ett exempel på detta är den kraftiga expansionen av biogasproduktion från lättnedbrytbart organiskt avfall (matavfall, livsmedelsavfall, mm). Expansionen är framförallt utmärkande för att man i Sverige, som enda land, utnyttjar gasen som fordonsdrivmedel. Vårt system för biogasproduktion är en kostnadseffektiv åtgärd för att reducera våra utsläpp av växthusgaser. Studerar vi avfallsförbränning är Sverige det land i världen som har den mest effektiva energiåtervinningen. Detta innebär inte nödvändigtvis att man har den effektivaste förbränningstekniken utan istället att man nyttiggör mest energi per ton avfall som förbränns, dels som värme till våra fjärrvärmesystem, dels som el till elsystemet. Det finns fler exempel på bra, och även mindre bra, systemlösningar men överlag ligger Sverige bra till vid en internationell jämförelse.

Resan hit har dock inte varit enkel. För att lyckas har det krävts en väl utvecklad infrastruktur, – en infrastruktur som är både omfattande och kostsam. För Sverige har detta inneburit uppbyggnaden av insamlings- och sorteringssystem, biogasanläggningar, tankställen för fordonsgas och inte minst utbyggnad av städernas fjärrvärmesystem. Den unika position som Sverige har skapat sig är även positiv för andra länder. Vi har möjlighet att exportera kunskap, teknik och systemlösningar för andra länders utveckling men vi kan även exportera återvinningstjänsten genom att erbjuda återvinning för avfall som annars deponeras.

Deponering

Att ersätta deponering med någon form av återvinning är det som bör prioriteras i första hand då det har störst effekt för att minska miljöbelastningen från avfallshanteringen. Trots detta är fortfarande deponering den vanligaste behandlingsformen i Europa, och då är ändå Europa i detta sammanhang väsentligt mycket bättre än övriga världen. Ibland är vi nog lite ”fartblinda” och ser våra lösningar som självklara men faktum kvarstår att de flesta länderna i världen ligger långt efter oss i denna utveckling. Bara inom EU27 deponeras runt 150 Mton avfall varje år (90 Mton hushållsavfall och 60 Mton industriavfall). Räknar vi även

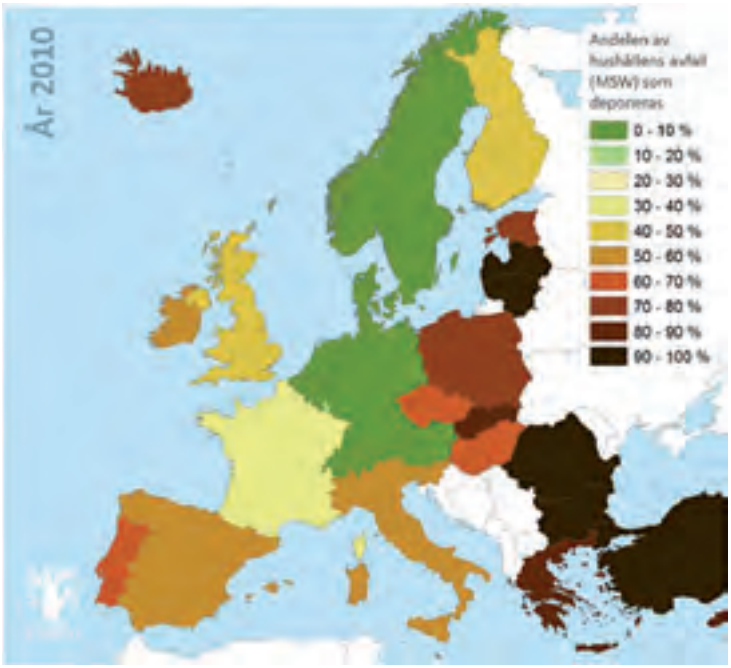
med de nya kandidatländerna till EU ökar deponimängden till runt 180 Mton.

Sverige har kommit mycket långt i arbetet med att avveckla deponeringen. Tack vare deponiskatt och deponiförbud har deponering av organiskt material (matavfall, papper, plast mm) nästan helt fasats ut. År 2011 gick endast 0,9 % av hushållsavfallet till deponi. Andra länder i världen som också har kommit långt är Österrike, Tyskland, Holland, Danmark, Norge, Belgien, Schweiz och Japan. Förutom Japan återfinns alla i Europa.

I den övre kartan på nästa sida visas hur stor andel av hushållsavfallet (MSW) som deponeras i Europas länder. Den nedre kartan beskriver också deponeringen i Europa men istället hur stor mängd avfall som deponeras i respektive land. Kartorna illustrerar att även om östra Europa deponerar en stor andel av hushållsavfallet så deponeras de största mängderna i sydvästra Europa, detta trots att man här också återvinner betydande mängder. Orsaken är att länderna i sydvästra Europa har både många invånare och en hög materiell konsumtion vilket totalt ger en stor avfallsmängd.

Det går att hitta några enstaka länder i världen som i större skala har lyckats ersätta deponering med någon from av återvinning, exempelvis Singapore, Hong Kong, Korea, Kina och USA. Dessa länder deponerar cirka 50 % eller något mindre av sitt hushållsavfall. I många delar av världen saknas även fungerande insamlingssystem och deponier vilket resulterar i okontrollerad dumpning med ännu större miljöpåverkan än deponering. Att införa kontrollerad deponering tillsammans med fungerande insamlingssystem kan i dessa länder kan vara effektivaste sättet att klättra i avfallstrappan.

> Bara inom EU27 deponeras runt 150 miljoner ton avfall varje år



Deponering av hushållsavfall (MSW) i Europa 2010. Övre figuren visar andelen deponerat avfall och nedre totala mängden deponerat avfall. Källa: Profu (AvfallsAtlas)

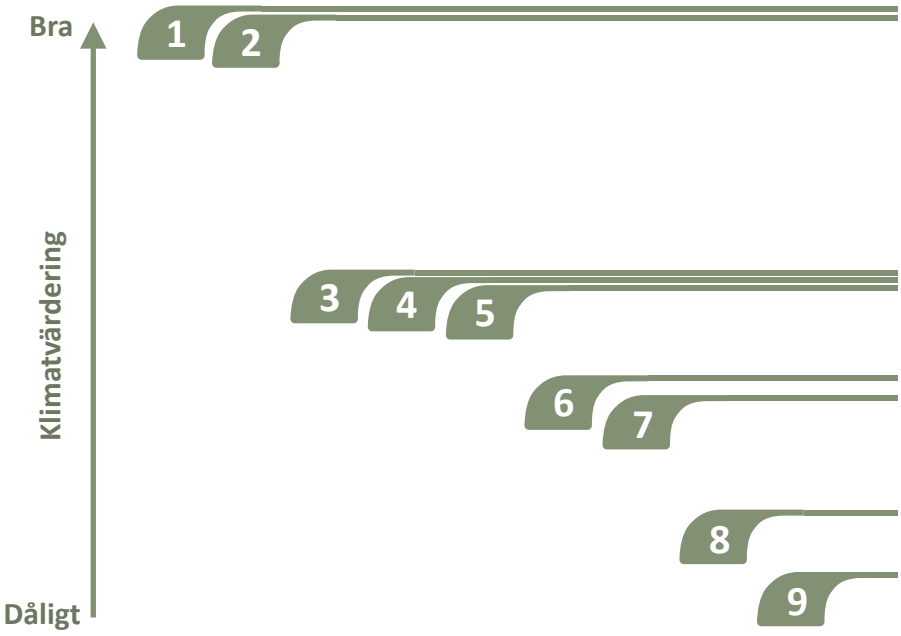
Stora och små steg

Ett ytterligare sätt att visa vad som är viktigt för utvecklingen av avfallshanteringen, och varför Sverige har kommit lite längre än andra länder, är att studera utvecklingen utifrån avfallstrappans (eller avfallshierarkins) olika steg. Det finns många olika varianter av avfallstrappan som i grunden är mycket lika. I de två figurerna nedan visas en variant av trappan som bygger på en samlad bild av de miljösystemanalyser som har genomförts under de senaste åren. Den första avfallstrappan visar rangordningen mellan stegen och den andra hur viktiga stegen är utifrån ett klimatperspektiv. Även om trapporna bygger på objektiva systemanalytiska miljöstudier förmedlar trapporna endast en allmän bild av hur vi bör prioritera. För enskilda avfallsslag kan det mycket väl finnas andra prioriteringsval. Det bör även noteras att avfallstrappan rangordnar alternativen utifrån ett miljöperspektiv men den säger inget om huruvida rangordningen samtidigt är kostnadseffektiv.

De länder som nämndes inledningsvis, som har kommit längst i utvecklingen, har alla tagit flera kliv uppåt i trappan. Noterbart är även att det nedersta steget, deponering (8), framförallt ersätts med en kombination av övriga steg. Dock är aktiviteten på de två översta stegen än så länge låg.

Avfallstrappan utifrån en samlad bild av de miljösystemanalyser som har genomförts under de senaste åren

I avfallstrappan nedan ges en grov illustration över hur viktiga stegen är utifrån ett klimatperspektiv. Även här bör det poängteras att det finns stora skillnader mellan olika avfallstyper. Men som ett riktvärde för huvuddelen av vårt avfall ger illustrationen ändå en god fingervisning om vad som är viktigt respektive mindre viktigt för att minska klimatpåverkan. En slutsats som kan dras är att satsningen på en kombination av energi- och materialåtervinning samt biologisk behandling (3,4 och 5) är en effektiv åtgärd för att ersätta deponering (8). En annan, och på lång sikt viktigare slutsats, är att förebyggande av avfall (1 och 2) har en stor betydelse för utvecklingen mot en långsiktigt klimatvänlig avfallshantering.



Grov jämförelse av klimatpåverkan från avfallstrappans olika steg

Mängden avfall från Göteborgs hushåll. (År 2008)

Fakta: Avfallshögen motsvarar den totala mängden hushållsavfall som uppkom år 2008. Av dessa mängder gick 76% procent till energiåtervinning, 22% till materialåtervinning och 2% till kompostering.
Data: Vikt: 230 400 ton Volym: 1680 000 m^3 Höjd: 170 m hög

Svenskt hushållsavfall år 2020 - Så styr miljömålen

2

PERSPEKTIV

Svensk avfallshantering har historiskt påverkats starkt av styrmedel från såväl nationell som europeisk nivå. Exempel på detta är producentansvar för förpackningar, deponiförbud för organiskt avfall och investeringsstöd för biologisk behandling. Nu står vi troligen inför en lika föränderlig framtid som tidigare med flera olika nya mål och styrmedel. En tydlig skillnad jämfört med tidigare är att förändringarna nu sker högre upp i avfallstrappan. Kan de nya målen ge lika omfattande förändringar och på vilket sätt kommer de att styra? I detta perspektiv presenteras resultat för hur det svenska hushållsavfallet kommer att hanteras år 2020 om förslagen till nya miljömål införs och efterlevs.

De senaste två åren har förslag till nya mål för svensk avfallshantering tagits fram inom två olika processer; ***Miljömålsberedningen*** och arbetet med den ***Nationella avfallsplanen***. Målen fokuserar på olika delar av avfallet och avser att styra mot olika behandlingsformer. Med hjälp av forskningsprojektets beräkningsmodeller har en systemstudie genomförts för att studera hur hanteringen av svenskt hushållsavfall kan förändras om fyra tydliga mål som påverkar hushållsavfallet uppfylls. Dessa fyra mål beskrivs i faktarutan nedan.

MÅL FÖR SVENSK AVFALLS-HANTERING

- Matavfallet minskar med minst 20 % jämfört med år 2010
  Miljömålsberedningen, 2011
- Konsumtionen av textilier från nyråvara ska minska (målet kvantifieras här till 10 % minskning av avfallsmängderna jämfört mot 2010)
  Nationell avfallsplan, 2011
- Materialåtervinning av papper, metall, plast och glas från hushåll skall vara minst 50 % år 2020 Målet uppnås idag för alla avfallsslag utom plastförpackningar
  EUs ramdirektiv för avfall
- Minst 40 % av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och restauranger behandlas biologiskt så att växtnäring och energi tas tillvara
  Miljömålsberedningen, 2011

Två av målen avser att minska mängden avfall som uppkommer. Resultaten visar att endast dessa två mål tillsammans kan ge en minskning av mängden hushållsavfall på nästan 400 000 ton till år 2020. Målet om en minskad uppkomst av matavfall ger det klart största bidraget till denna avfallsminskning. Detta är en betydande minskning av avfallsmängden som dessutom blir de första större effekterna av det arbete som idag pågår kring avfallsförebyggande åtgärder. Det kan komma att krävas ytterligare styrmedel för att dessa mål ska uppfyllas, men i beräkningarna och i de resultat som presenteras här, har vi antagit att alla mål kommer att uppfyllas.

De andra två målen avser att styra delar av hushållsavfallet till biologisk behandling och materialåtervinning. Mängden och andelen hushållsavfall som hanteras genom biologisk behandling förväntas genom detta mål att öka, även om målet om minskade matavfallsmängder samtidigt begränsar den tillgängliga mängden avfall som lämpar sig för denna behandlingsmetod. Totalt beräknas mängden till biologisk behandling öka med 28 % under perioden 2010-2020.

Mängden och andelen hushållsavfall som hanteras genom materialåtervinning förväntas öka kraftigt. Att mängden ökar beror i huvudsak på att totala mängden hushållsavfall ökar och därmed även den mängd som kommer att gå till materialåtervinningen. Men ökningen beror även på att plaståtervinningen ökar för att nå upp till målet om 50 % materialåtervinning av plastförpackningar. Ytterligare en orsak som medför att andelen materialåtervinning ökar är att andelen uppkommet matavfall minskar. Materialåtervinning tar därmed en större del av det uppkomna avfallet. Totalt beräknas mängden materialåtervinning öka med hela 25 % under perioden 2011-2020.

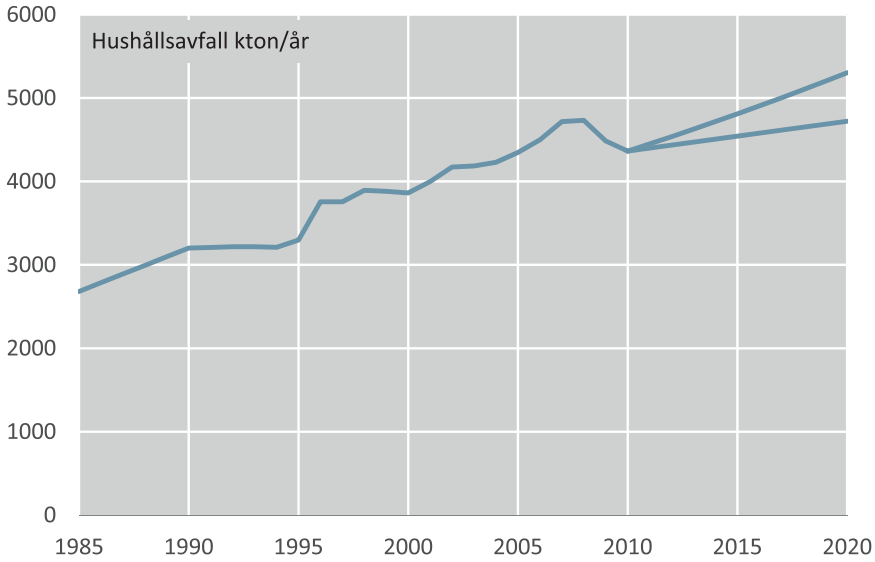
Mängden svenskt hushållsavfall som energiåtervinns, dvs skickas till avfallskraftvärmeverk för el- och värmeproduktion, förväntas ligga kvar på samma nivå under hela perioden. Mängden hushållsavfall som energiåtervinns totalt, dvs svenskt och importerat brännbart avfall, förväntas dock öka, vilket diskusteras mer ingående i ett av de andra perspek-

tiven i denna bok. Att andelen energiåtervinningen från svenskt avfall minskar är en direkt konsekvens av att de andra återvinningsmetoderna ökar. Totalt beräknas andelen av svenskt hushållsavfall till energiåtervinning minska med 5 % under perioden 2011-2020.

Uppkommen mängd hushållsavfall 2020 – Ökningen minskar

Två av de fyra målen som tas upp här är avsedda att ge en direkt påverkan på själva uppkomsten av avfall. Dessa är målet att begränsa uppkomsten av matavfall samt målet att begränsa uppkomsten av textilavfall. Figuren nedan visar att dessa två mål ger en betydande minskning av avfallsmängden till år 2020. Minskningen motsvarande nästan 400 000 ton, jämfört mot en prognos utan dessa mål. Merparten av minskning beror på matavfallsmålet.

Bägge dessa mål är att se som ambitiösa, då de anger en minskning av mängderna för matavfall och textilier. Historiskt kan man hitta enstaka år då avfallsmängderna inte har ökat eller



Utvecklingen för hushållsavfall med respektive utan uppfyllande av mål för avfallsförebyggande

rent av marginellt har minskat något. År 2009 och 2010 är exempel på år där vi i kölvattnet från lågkonjunkturen kunde se en liten men tydlig minskning av mängderna. Men i genomsnitt har mängderna ökat med ca 2 % per år de senaste 25 åren och det finns, fortfarande, en stark korrelation mellan ekonomisk tillväxt och uppkommen mängd avfall. Jämfört mot dagens avfallsmängd beräknas mängden mat- och textilavfall minska med ca 190 000 ton. Men räknar man in att man även måste förhindra en fortsatt historisk ökning av dessa avfallsslag ger målen en avfallsminskning på nästan 400 000 ton år 2020.

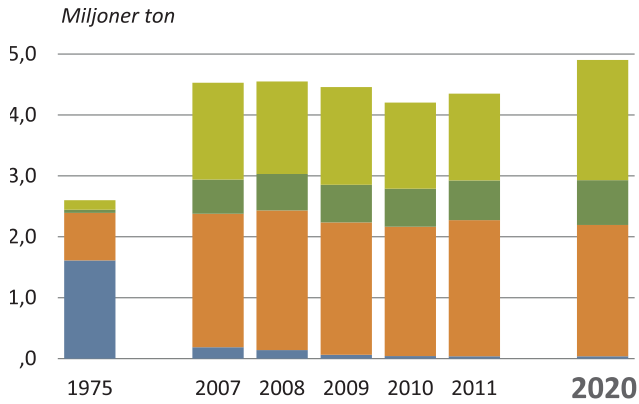
Så hanterar vi hushållsavfallet 2020

Förändring i uppkommen och behandlad mängd hushållsavfall mellan 2010-2020. (Mängdförändring i vikt-%)

De mål som har studerats påverkar på ett eller annat sätt uppkomna mängder avfall och fördelningen mellan behandlingsalternativen för det svenska hushållsavfallet. I den avlutande figuren samt i figuren ovan presenteras konsekvenserna av dessa mål, det vill säga hur mängderna och fördelningen mellan behandlingsalternativen ändras. Figurerna visar detta för ett antal år bakåt i tiden samt en prognos för 2020. Resultaten visar på en ökning av mängden hushållsavfall, en ökning av andelen och mängden materialåtervinning och biologisk behandling och att andelen energiåtervinning minskar något men att mängden är nästan oförändrad.
Att andelen materialåtervinning ökar beror förstås till viss del på målet om att uppnå 50 % återvinning för papper, metall, plast och glas, där plast ännu inte uppnått detta mål. Men att andelen ökar beror även på målet om att minska mängden uppkommet matavfall. Materialåtervinning ökar ca 342 000 ton på grund av att avfallsmängderna totalt ökar under perioden samt ytterligare 47 000 ton för att uppfylla målet om plaståtervinning, dvs totalt ca 389 000 ton.

Mängden hushållsavfall som går till biologisk behandling beräknas öka med ca 220 000 ton. Ökningen består till knappt 2/3 av matavfall från hushåll, restauranger och butiker; och till drygt 1/3 av annat organiskt avfall, såsom till exempel park- och trädgårdsavfall.

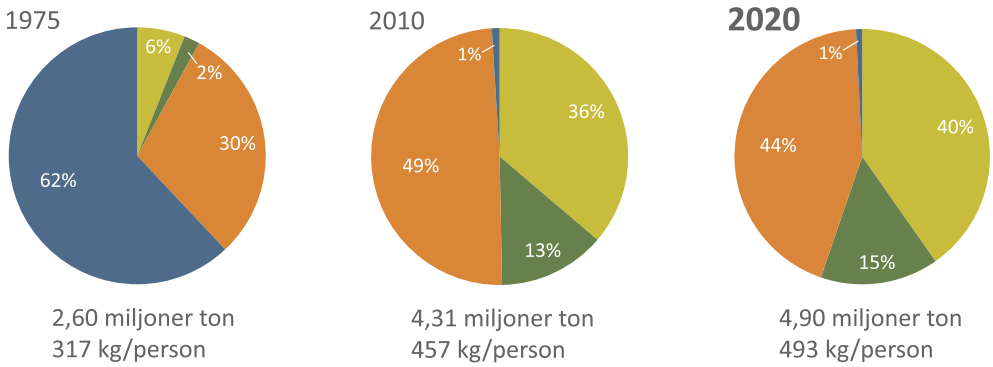
Mängden hushållsavfall till energiåtervinning beräknas ligga kvar på dagens nivå. Alla fyra studerade mål styr, på ett eller annat sätt, bort avfall från energiåtervinning.



Materialåtervinning
Biologisk återvinning
Energiåtervinning
Deponering

Förändring mellan 2010 och 2020

Materialåtervinning:	+ 25 %
Biologisk återvinning:	+ 28 %
Energiåtervinning:	0 %
Deponering:	22 %



Behandlade och uppkomna mängder svenskt hushållsavfall 1975-2020.

Källa: FTI

Nationella Avfallsplanen i ett klimatperspektiv

3

PERSPEKTIV

I maj 2012 publicerades Sveriges nya nationella avfallsplan ”Från avfallshantering till resurshushållning” som gäller för perioden 2012-2017. Den innebär ett tydligt skifte mot att i högre grad fokusera mål och åtgärder högre upp i avfallstrappan jämfört med tidigare avfallsplaner. Analyser visar att om de studerade målen uppfylls kommer den förändrade avfallshanteringen ge ett tydligt bidrag till en minskad klimatpåverkan år 2020.

I den nya nationella avfallsplanen ställs mål upp för svensk avfallshantering som skall uppfyllas de närmaste 5-10 åren. Följande mål har analyserats inom projektet:

- Matavfallet ska minska
- Återanvändning av textiler ska öka.
- Materialåtervinning av hushållens avfall ska öka
- Senast år 2018 ska minst 50 procent av matavfallet från hushåll, storkök, butiker och restauranger sorteras ut och behandlas biologiskt så att växtnäring tas tillvara, där minst 40 procent behandlas, så att även energi tas tillvara.

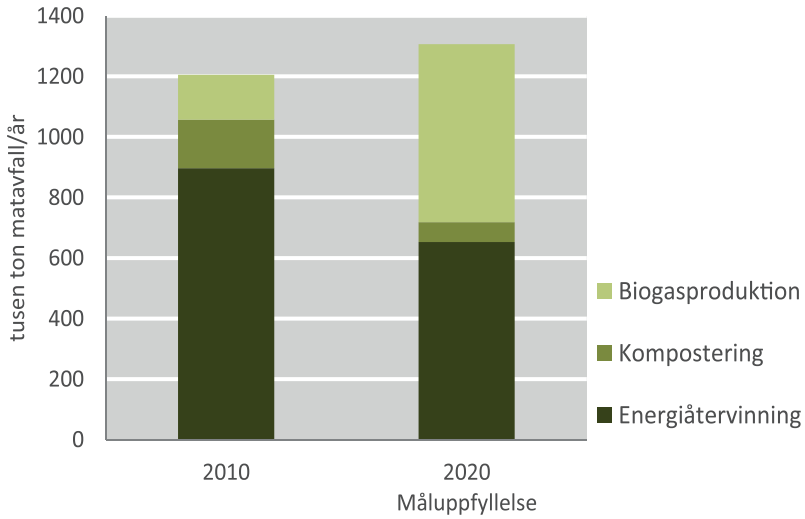
De två första målen riktar in sig mot de översta stegen i avfallstrappan och innebär att mindre mängder avfall uppkommer och måste hanteras. Det tredje målet innebär att materialåtervinningen av olika fraktioner såsom t ex papper, glas, metaller och plast ska öka, vilket i praktiken innebär ett skifte från energiåtervinning till materialåtervinning av svenskt avfall.

Även om inget av målen anger i vilken utsträckning som mängder ska minska respektive återanvändning och materialåtervinning ska öka, visar analyser i projektet att varje steg i dessa riktningar ger tydliga bidrag till en minskad klimatpåverkan. Det gäller i synnerhet de två första målen där den stora reduktionen av klimatpåverkande utsläpp ligger i att produktion av mat respektive textil kan undvikas.

Målet om ökad materialåtervinning ger också en tydlig klimatnytta, särskilt om materialåtervinningen av metaller och plast ökar. Resultatet förstärks om övergången från energiåtervinning till materialåtervinning av svenskt avfall innebär att frigjord kapacitet i svenska energiåtervinningsanläggningar används för att behandla europeiskt avfall som annars skulle ha deponerats. På så sätt kan svenska mål och svensk avfallsbehandling bidra till att avfallshanteringen förbättras även utanför landets gränser. Här kan en analogi göras till den svenska elproduktionen vilken likt svensk avfallsbehandling har förhållandevis låga klimatpåverkande utsläpp i ett europeiskt perspektiv. Under perioden 2010-2030 förväntas Sverige enligt Energimyndigheten ha ett tydligt elöverskott som exporteras och ersätter betydligt mer klimatpåverkande elproduktion i norra delen av Europa.

Det fjärde målet innebär en kvantifiering av vad man vill uppnå när det gäller ökningen av biologisk behandling av matavfall. Målet siktar främst in sig på att biogasproduktion från matavfall ska öka. I projektet har vi studerat konsekvenserna av att målet uppfylls till år 2020. Figuren på nästa sida illustrerar vad detta innebär för uppkomna och behandlade mängder matavfall år 2020 jämfört med den faktiska situationen år 2010. Att mängderna totalt ökar beror på att mängden matavfall i beräkningarna antas följa befolkningsutvecklingen.

> Varje steg i riktning mot att uppfylla målen bidrar till en minskad klimatpåverkan



Behandling av matavfall år 2010 samt år 2020 vid måluppfyllelse

Vidare visar projektets resultat en klar klimatnytta av måluppfyllelsen. 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. Liksom för målet med ökad materialåtervinning förstärks klimatnyttan om frigjord kapacitet i svenska energiåtervinningsanläggningar används för att behandla europeiskt avfall som annars skulle ha deponerats. På systemnivå ger ett uppfyllande av målet om ökad biologisk behandling av matavfall en minskning av de klimatpåverkande utsläppen med 170 000 ton CO_2-ekvivalenter jämfört med om dagens fördelning av matavfallsbehandlingen skulle bestå även år 2020. Motsvarande minskning av utsläppen om Sverige inte utnyttjar sin frigjorda kapacitet för energiåtervinning uppgår till 40 000 ton CO_2-ekvivalenter.

Avfall till biogasproduktion kan fördubblas till 2020

4

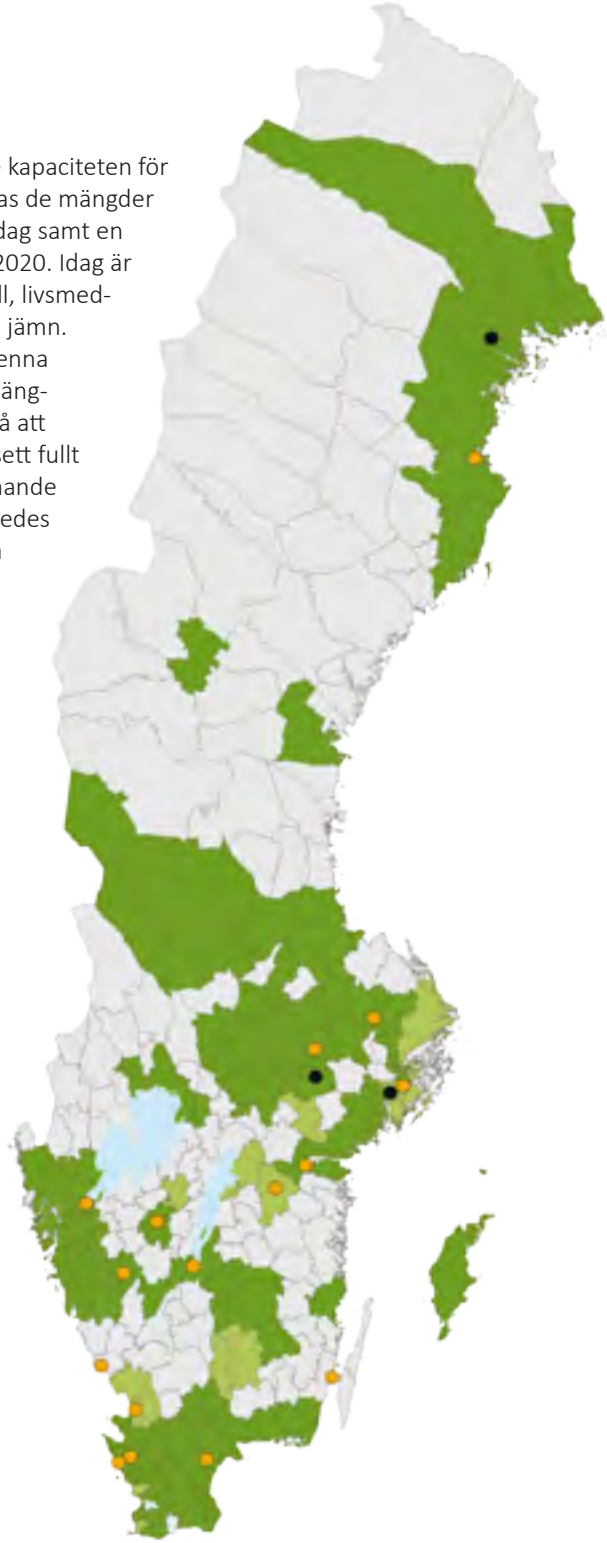
PERSPEKTIV

Om alla planer på ny kapacitet för biogasproduktion från avfall realiseras kommer den svenska kapaciteten att mer än fördubblas fram till år 2020. Men osäkerheterna är stora om det kommer att finnas tillräckliga mängder utsorterat avfall som lämpar sig för biogasproduktion. Även om det nationella målet om utsortering av matavfall uppnås kvarstår mycket kapacitet att fylla. Detta kan leda till att man tvingas betala för en stor del av det avfall man behandlar eller att man tvingas behandla avfalls med låga energivärden.

Idag finns totalt 19 anläggningar som producerar biogas från mat-, slakteri- eller livsmedelsavfall. Merparten av dessa återfinns i den södra halvan av landet. Sett till kapaciteten är denna idag tydligt koncentrerad till Skåne och Hallands län. Anläggningarnas geografiska placering framgår av kartan på nästa sida. Här framgår även vilka kommuner som idag erbjuder utsortering av matavfall från hushåll, storkök och restauranger. Av Sveriges 290 kommuner erbjuder knappt 180 utsortering av matavfall från någon av de tre källorna. Ytterligare 70 kommuner planerar att införa utsortering inom fem år. Det skulle i så fall innebära att hela 86 % av landets kommuner kommer att erbjuda utsortering av matavfall.

De existerade anläggningarna som framgår av kartan rötar idag tillsammans 750 000 ton avfall per år (exkluderat avloppsslam). Men utbyggnaden av biogasanläggningar pågår för fullt och år 2020 kan kapaciteten mer än fördubblas, till 1 600 000 ton per år. Finns då

avfall för att fylla upp denna tillkommande kapaciteten för biogasproduktion? I stapeldiagrammet visas de mängder avfall som används för biogasproduktion idag samt en möjlig fördelning av samma avfallsslag år 2020. Idag är fördelningen mellan avfallsslagen matavfall, livsmedelsavfall, slakteriavfall och gödsel tämligen jämn. Med undantag för slakteriavfall bedöms denna fördelning även kunna gälla år 2020 (att mängden slakteriavfall inte bedöms öka beror på att tillgången bedöms redan idag vara i stort sett fullt utnyttjad). För att lyckas fylla den tillkommande kapaciteten för biogasproduktion krävs således ett kraftigt ökat utnyttjande av mängderna mat- och livsmedelsavfall samt av gödsel. Mängden matavfall (knappt 600 000 ton år 2020) motsvarar 45 % av allt matavfall som idag uppkommer. För att detta ska vara möjligt krävs att utsorteringen av matavfall ökar kraftigt från dagens nivå. En drivkraft för att detta ska ske finns idag i form av det nationella miljömålet om 50 % utsortering av matavfall från hushålls, storkök, butiker och restauranger till år 2018. Detta har dock i dagsläget inte kompletterats med något ekonomiskt styrmedel på nationell nivå.



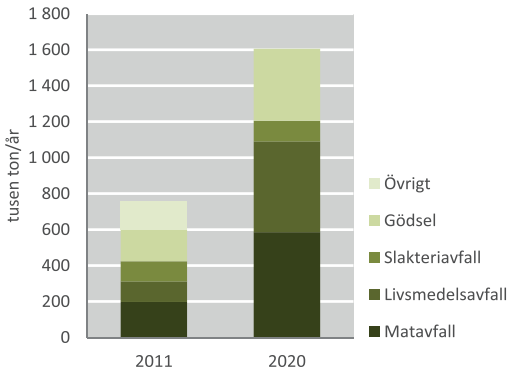
Insamling

- Hushåll, storkök och restaurang
- Enbart storkök och restaurang

Biogasanläggningar

- Avloppsreningsverk som rötar matavfall
- Samrötningsanläggningar

Avfall som faller från livsmedelsindustrier är många gånger väl lämpade för biogasproduktion, inte minst genom att de är välsorterade vid källan. Huruvida livsmedelsavfall kommer att användas till biogasproduktion beror dock i stor utsträckning på konkurrensförutsättningarna gentemot alternativ avsättning. Idag används en stor del av restprodukterna som djurfoder och där är betalningsviljan ofta hög (upp till 2 000 kr/ton). Att uppnå en mängd motsvarande vad som presenteras i diagrammet kan således innebära att biogasproducenterna tvingar betala för avfallet, Alternativt att behovet av djurfoder minskar till följd av minskad djurproduktion.



Mängd och typ av avfall som används för biogasproduktion 2011 (faktisk) och 2020 (möjlig)

Biogas från gödsel pekas ut som en av de större outnyttjade potentialerna för biogasproduktion. Det största hindret är för närvarande bristande lönsamhet. Gödsel har ett lågt energivärde per ton vilket gör det dyrt att transportera längre sträckor. Mätt i kronor per energienhet biogas kan slakteriavfall transporteras tio gånger så långt som svinflytgödsel till samma kostnad. Potentialbedömningar med ekonomiska begränsningar gör dock gällande att en mängd motsvarande hela 3,1 miljoner ton kan vara realiserbar. I figuren redovisas en mängd gödsel för år 2020 som motsvarar vad befintliga och nya biogasanläggningar planerar att behandla.

> Finns det avfall för att fylla upp denna tillkommande kapaciteten för biogasproduktion?

Svaret på frågan *finns avfall för att fylla upp denna tillkommande behandlingskapacitet* blir att med det nationella miljömålet för utsortering av matavfall så kommer man en bra bit på väg. Utöver detta krävs även en kraftigt ökad användning av livsmedelsavfall och gödsel. För bägge dessa avfallsslag råder idag en stor tveksamhet kring de ekonomiska förutsättningarna. Det kan dessutom vara tveksamt ur ett miljöperspektiv att flytta livsmedelsavfall från dagens användning som djurfoder till biogasproduktion.

Fordonsgas
Biogas för en
fossilbränslefri stad
BORÅS
ENERGI & MILJÖ

Biogasproduktion står sig i konkurrensen mot energi-återvinning

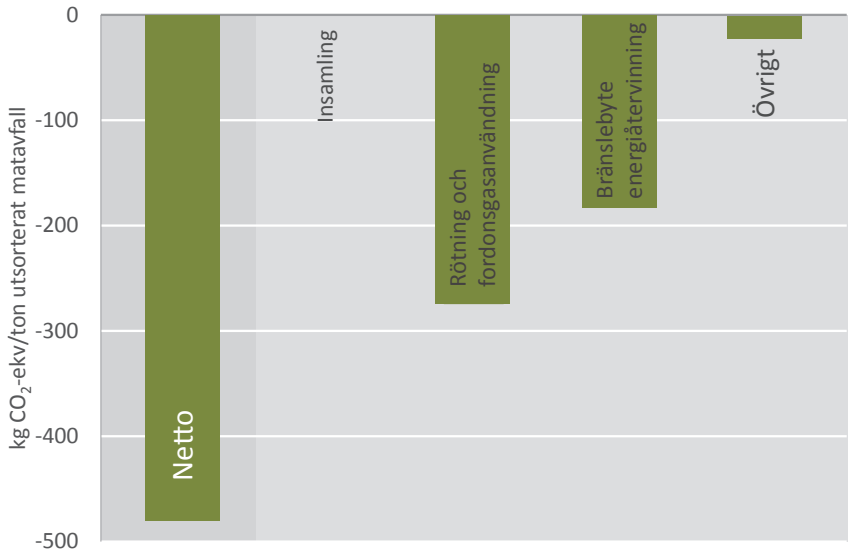
5

PERSPEKTIV

Uppfyllande av målet att 50 % av matavfallet ska behandlas biologiskt kan reducera utsläppen av växthusgaser och samtidigt minska avfallssystemets totala kostnader givet förutsättningarna år 2020. Ur ett systemperspektiv gäller således att denna klimat-åtgärd har en negativ kostnad.

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. Om målet uppnås kommer mängden matavfall som sorteras ut öka med 330 000 ton. Dessutom måste vissa mängder matavfall styras över från kompostering till rötning, vilket ger att rötning av matavfall totalt sett ökar med 435 000 ton.

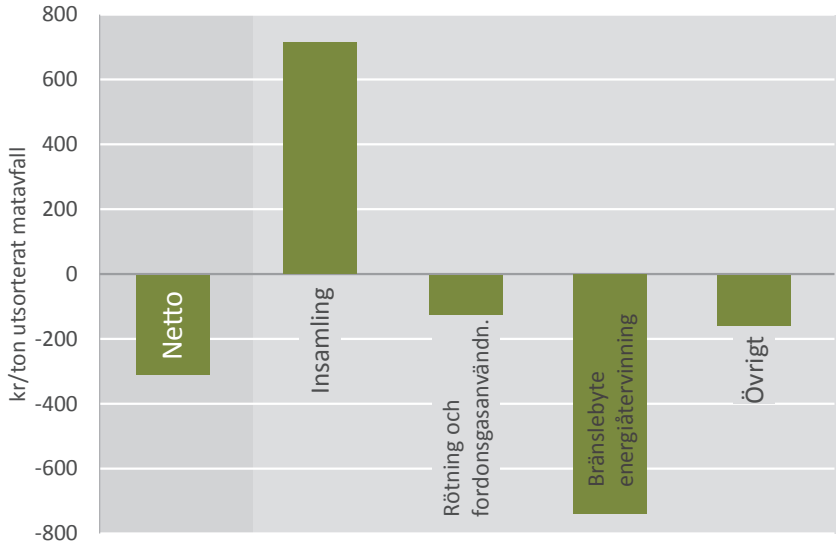
Resultat på systemnivå visar att utsläppen av växthusgaser minskar med nästan 500 kg CO_2-ekvivalenter per ton matavfall som överförs från energiåtervinning till biologisk behandling med biogasproduktion. Resultatet presenteras i figuren på nästa sida. Här framgår att utsläppsminskningen främst kommer från de två faktorerna



Förändring av växthusgasutsläpp vid utsortering och biogasproduktion av 1 ton matavfall jämfört med energiåtervinning av samma avfall i osorterad form

att biogas ersätter fossila fordonsdrivmedel (återfinns i stapeln ”Rötning och fordonsgasanvändning”) samt att energiåtervinning ersätter deponering av avfall (återfinns i stapeln ”Bränslebyte energiåtervinning”). För den senare gäller således att en ökad utsortering av matavfall från svenska hushåll möjliggör en ökad import till svensk energiåtervinning från länder i Europa där avfall idag bortskaffas genom deponering. Detta i sig ger en klimatvinst för utsorteringen av matavfall. Här bör sägas att utsorteringen av matavfall vid källan och borttransport inte antas generera ökade transporter (därav är stapeln för ”insamling” noll), vilket naturligtvis kräver goda logistiklösningar.

För att uppfylla målet krävs som nämnts en ökad utsortering av matavfall. Införandet av ett sådant system är kostsamt, vilket framgår av figuren på nästa sida som redovisar kostnader för att sortera ut och behandla ett ton matavfall (se stapeln ”Insamling”). Här inkluderas kostnader i form av sorteringsutrustning i hemmen, nya kärl, nya insamlingsfordon, information m.m. För hela systemet vägs detta upp av intäkter från försäljning av fordonsgas minus kostnader förknippade med biogasproduktion och distribution av fordonsgas (nettot återfinns i stapeln ”Rötning och fordonsgasanvändning”). Dessutom bidrar avgifter för behandling av avfallsbränsle som importeras till att sänka systemkostnaden (återfinns i stapeln ”Bränslebyte energiåtervinning”). I stapeln ”Övrigt” ingår främst en minskad systemkostnad från kompostering av matavfall, som beräknas



Förändring av systemets kostnader vidutsortering och biogasproduktion av 1 ton matavfall jämfört med energiåtervinning av samma avfall i osorterad form

flyttas över till rötning. Noterbart är att kostnader och intäkter är beräknade givet projektets förutsättningar år 2020 och att nettoresultatet är relativt känsligt för olika parametrar, t ex kostnader och teknisk prestanda för hela kedjan insamling-förbehandling-biogasproduktion-uppgradering-distribution av fordonsgas från matavfall.

Analyserna har genomförts i ett systemperspektiv där ökad utsortering av matavfall från restavfallet leder till ledig kapacitet i anläggningar för energiåtervinning. Konsekvensen bör i ett sådant fall bli att anläggningsägarna kompenserar bortfallet med att importera brännbart avfall från Europa. Mängden import motsvarar differensen mellan ökad utsortering av matavfall och ökade rejektmängder från förbehandling innan biogasproduktion. Om detta inte skulle ske, det vill säga att energiåtervinningen i Sverige istället skulle minska, visar resultaten fortfarande på att miljömålet leder till minskad klimatpåverkan och sänkt systemkostnad för avfallssystemet. Nivån sjunker dock till knappt-100 kg CO_2-ekvivalenter respektive drygt-200 kr per ton utsorterat matavfall.

Här bör noteras att systemanalysen ovan inte gör anspråk på att visa lönsamheten för en biogasanläggning. Detta då flera av de kostnader och intäkter som inkluderas i analysen inte kommer att tillfalla ägaren av biogasanläggningen.

Svensk energiåtervinning bidrar till att Europa klättrar i avfallstrappan

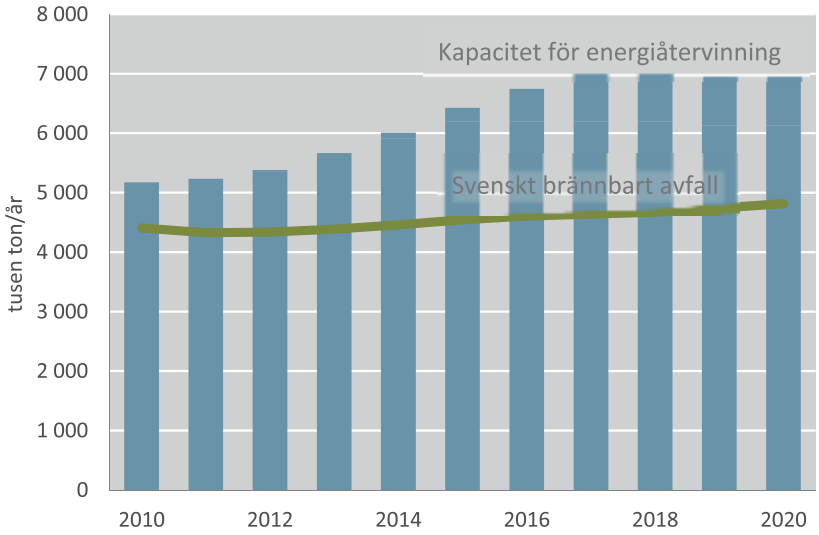
6

PERSPEKTIV

Det fortsatta intresset i Sverige för att investera i kraftvärme baserat på avfallsbränslen möjliggör att vi idag kan erbjuda andra länder tjänsten att behandla brännbart avfall. Detta leder till att avfall som annars deponeras istället kan nyttjas som bränsle i svenska fjärrvärmesystem. Därigenom klättrar Europa i avfallstrappan från det nedersta trappsteget, deponering, upp till nivån energiåtervinning. Totalt sett innebär detta en betydande utsläppsminskning av klimatgaser.

Under perioden 2000-2008 fördubblades kapaciteten för energiåtervinning i Sverige. Drivkraften var då att styra bort avfall från svenska deponier. Sedan detta uppfyllts har utbyggnaden fortsatt. Drivkraften är nu att svenska fjärrvärmeföretag ser energiåtervinning som ett ekonomiskt och miljömässigt bra alternativ för sin fjärrvärmeproduktion. Detta leder till att skillnaden mellan kapaciteten för energiåtervinning av avfall och tillgången på svenskt avfall som kräver denna behandling ökar.

I figuren framgår hur kapaciteten och tillgången på svenskt brännbart avfall kan utvecklas fram till år 2020. Om alla planer på tillkommande kapacitet för energiåtervinning av avfall realiseras kommer kapaciteten att växa från 5,6 miljoner ton per år (2013) till 7 miljoner ton per år (2017). Hur stor mängd svenskt avfall som kräver denna behandling är avhängigt utvecklingen för avfallsmängderna och för andra behandlingsalternativ. Men givet att avfallsmängderna fortsätter att öka i historisk takt samt att Sverige uppnår dagens miljömål kommer behovet år 2020 att uppgå till omkring 4,8 miljoner ton.

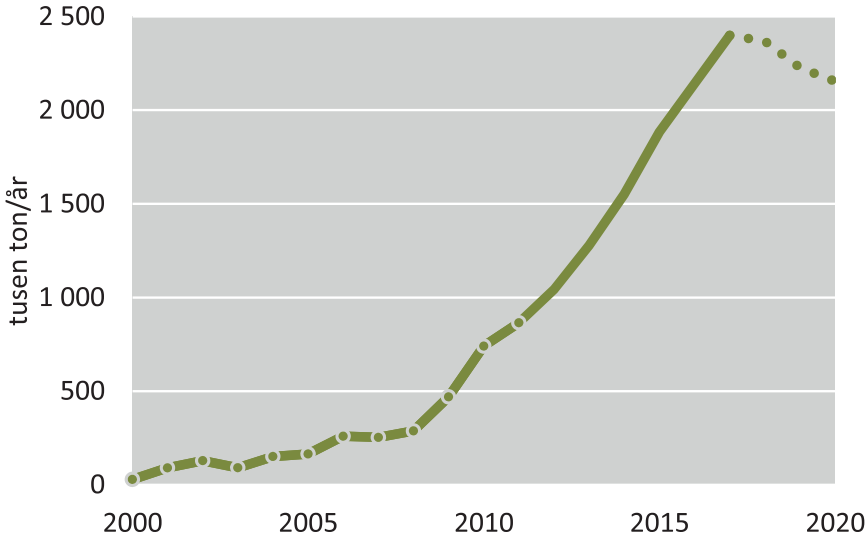


Kapaciteten för energiåtervinning av avfall och uppkommen mängd avfall i Sverige som kräver denna behandlingsform

Import av brännbart avfall till Sverige var en marginell företeelse ända fram till och med år 2008. Sedan dess har importen ökat med 200 %, vilket också framgår av figuren på nästa sida. År 2008 fick Sverige en jämvikt mellan tillgång och efterfrågan på inhemsk förbränningskapacitet. Förändringen kom mycket snabbt på grund av finanskrisen som bröt ut i slutet av 2008. Konjunkturnedgången ledde till en plötslig minskning av mängden brännbart avfall vilket kompenserades med en kraftigt ökande import. Sedan dess har utbyggnaden fortsatt.

Drivkraften är nu fjärrvärmesektorn som ser avfall som ett ekonomiskt och miljömässigt bra bränsle. Summan av dagens utbyggnadsplaner indikerar att importen av brännbart avfall kommer att stiga till ca 2,4 miljoner ton år 2017. Idag finns inga kända planer på ny kapacitet för energiåtervinning som beräknas färdigställas efter 2017, men fler planer kan tillkomma. Om det inte tillkommer nya planer kommer import att stadigt minska efter år 2017 (se nedgången de sista tre åren i figuren).

> Att flytta avfall från deponier i Europa till anläggningar för energiåtervinning i Sverige är en effektiv klimatåtgärd

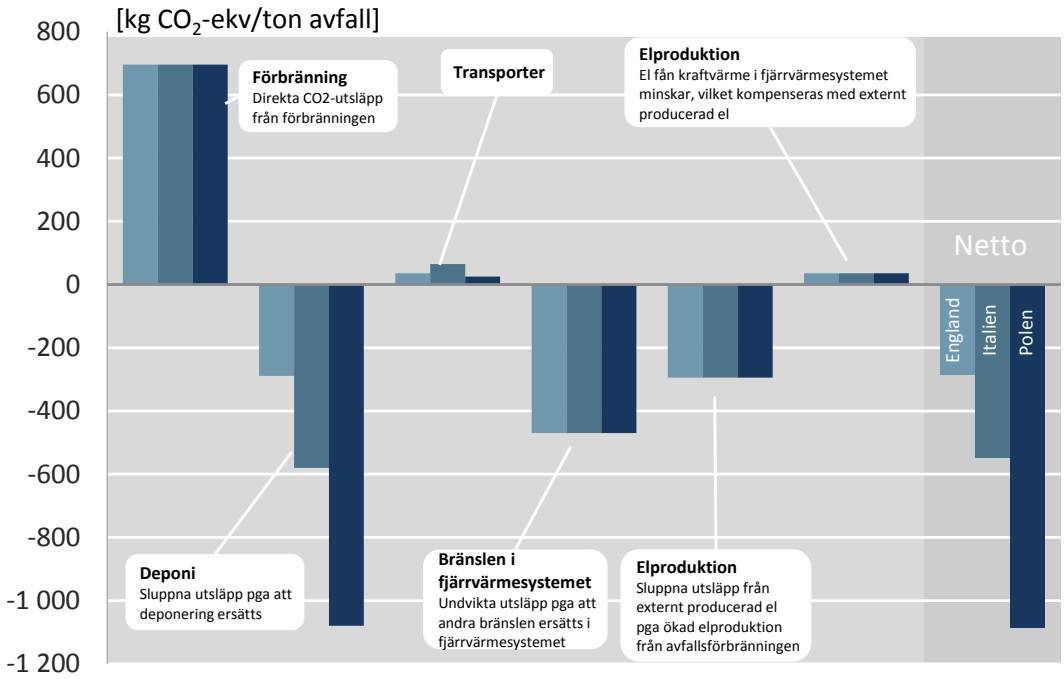


Historisk och prognostiserad import av brännbart avfall till svensk energiåtervinning. Prognosen beräknas genom differensen mellan kapaciteten för energiåtervinning och uppkommen mängd brännbart avfall i Sverige

Orsaken är den ökade tillgången på inhemskt brännbart avfall som kommer att efterfråga allt större andel av förbränningskapaciteten.

Resultat från projektet visar att import av avfall, ur ett systemperspektiv, leder till minskade utsläpp av växthusgaser. Detta förklaras i figuren nedan som visar resultat för import från tre länder. Analysen tar hänsyn till både de ökade och minskade utsläppen som import av avfall leder till. De utsläpp som ökar är de direkta utsläppen från skorstenen på energiåtervinningsanläggningen (stapel 1) och utsläpp från transport av avfallet (stapel 3). Här framgår dock att utsläppet från transporten har liten betydelse i jämförelse med övriga förändringar i systemet.

Minskade utsläpp sker vid deponier i länderna där avfallet exporteras ifrån. Här skiljer sig utsläppen åt genom att ländernas deponier är olika utformade. Deponier i England har i allmänhet en form och teknik som ger upphov till lägre utsläpp jämfört med t.ex. Polen, som har en generellt mindre utvecklad avfallshantering bland annat när det gäller teknologi och skötsel av deponier. Vidare minskar utsläppen i det svenska el- och fjärrvärmesystemet genom att energiutvinningen från det importerade avfall ersätter fossila bränslen. Av figuren framgår att utsläppen totalt sett

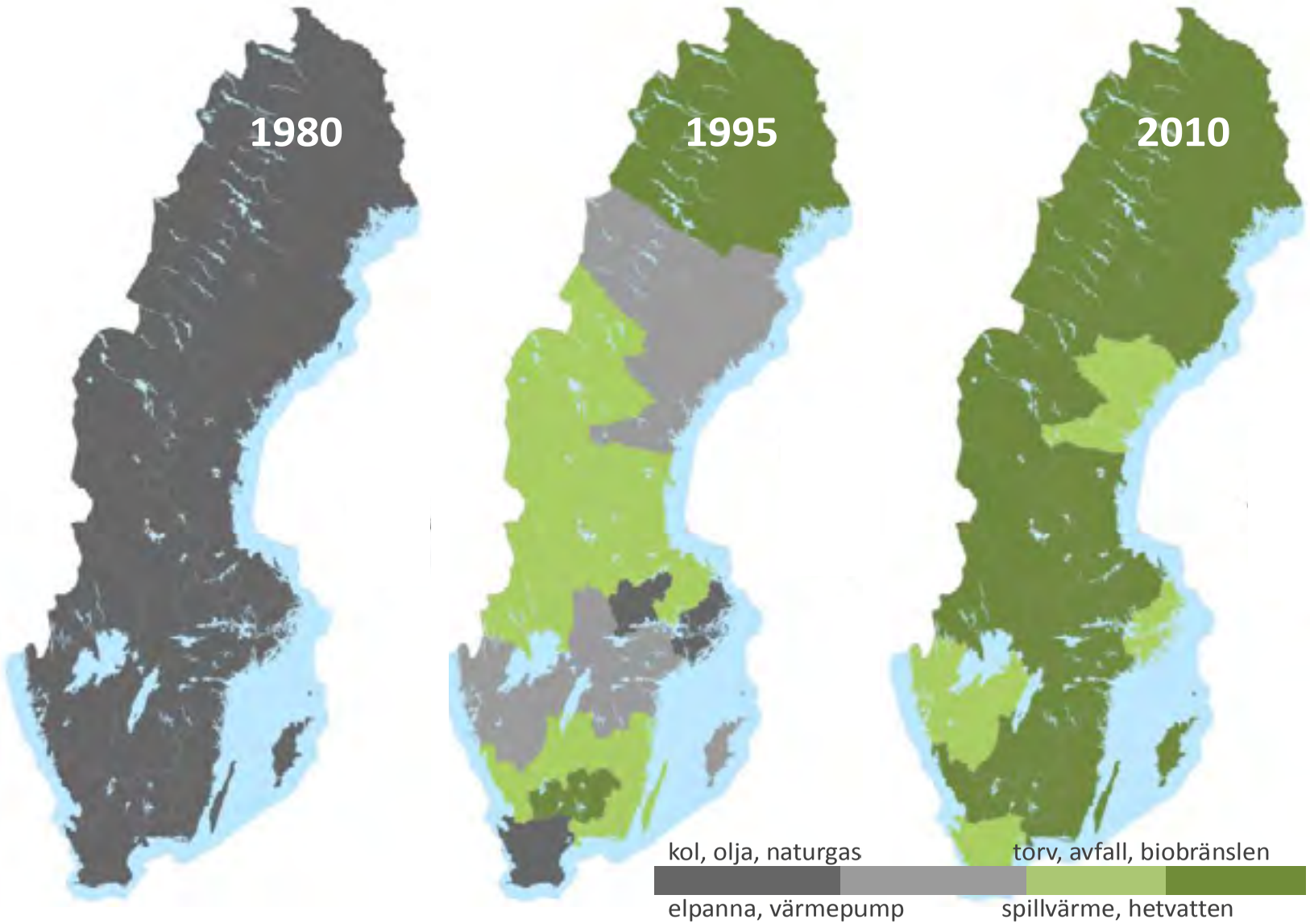


Förändring i utsläpp av växthusgaser vid import av brännbart avfall

minskar betydligt mer än de ökar. Import av brännbart avfall ger alltså ett tydligt minskat utsläpp av växthusgaser från systemet.

Sammanfattningsvis gäller att en rörelse uppåt i avfallstrappan genom; att minska uppkomsten av avfall, att öka materialåtervinningen eller att öka biogasproduktionen alla är alternativ som är att föredra framför energiåtervinning om man enbart studerar klimateffekterna. Men för den stora mängd avfall som återstår efter dessa åtgärder, och som idag deponeras i Europa, är import till svensk energiåtervinning en effektiv åtgärd för att minska våra utsläpp av växthusgaser.

Tillförda bränslen till fjärrvärmeproduktion på länsnivå



Energiåtervinning allt viktigare för fjärrvärme-produktionen

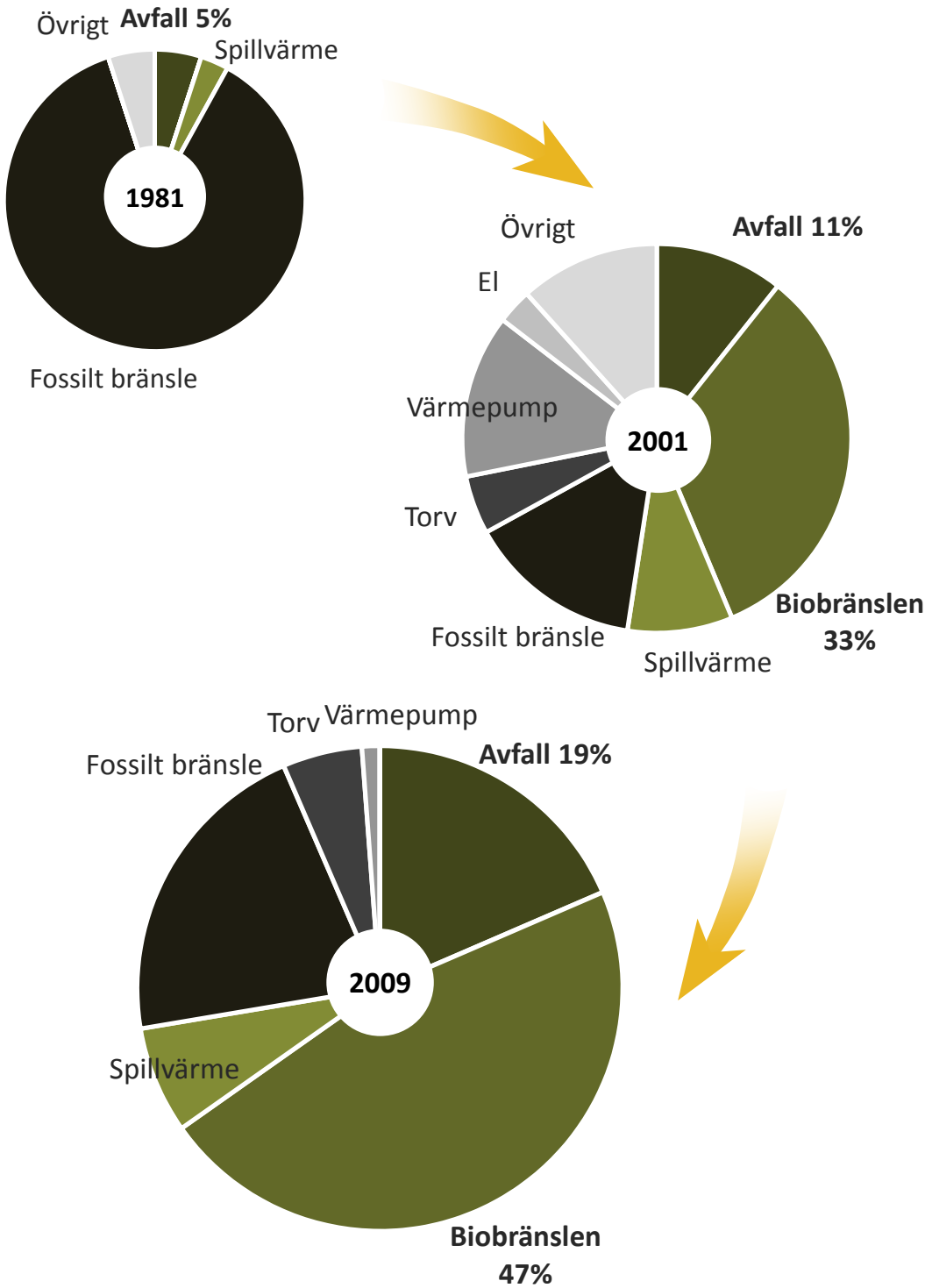
PERSPEKTIV 7

Svenska fjärrvärmeföretag har visat upp en remarkabel förmåga att ställa om sin produktion i takt med att förutsättningarna i omvärlden förändras. För 30 år sedan baserades merparten av produktionen på olja. Idag är olja ett sällsynt bränsle i fjärrvärmesystemen, istället domineras produktionen av biobränslen.

Men priset på biobränslen ökar stadigt i takt med den ökade efterfrågan. Detta har lett till en vilja att återigen förändra sin produktion. Idag tittar alltfler på olika typer av avfallsbränslen, vilka alla har det gemensamt att priset ligger betydligt under biobränslepriset. Prognosen visar att avfallsbränslen kan komma att spela en lika viktig roll som biobränslen inom svensk fjärrvärmeproduktion.

Under fjärrvärmeexpansionens inledande fas på 70-talet utgjordes produktionen till allra störst del av oljeeldade hetvattenpannor. I takt med att priset på olja steg valde alltfler att gå över till alternativa energikällor. Inledningsvis växte användningen av kol kraftigt. Men denna expansion avtog relativt snabbt och kring år 2000 utgjordes produktionen av en stor mängd olika energikällor. Biobränslen hade börjat bli den dominerande energikällan.

Under 2000-talet har utbyggnaden av biokraftvärme varit kraftig. Detta på grund av energibeskattningen, elcertifikatsystemet samt klimatfrågan. Biobränslen dominerar idag bland fjärrvärmens energikällor.



Insatt bränsle för värme- och elproduktion i svenska fjärrvärmesystem. Cirklarnas yta är proportionell mot den totala bränsleförbrukningen.

Avfall som bränsle har vuxit stadigt under hela perioden från 1980 fram till idag. Under 2000-talet har expansionen drivits på genom förbud mot deponering av brännbart avfall. Jämfört med biobränsle har dock användningen ökat långsammare.

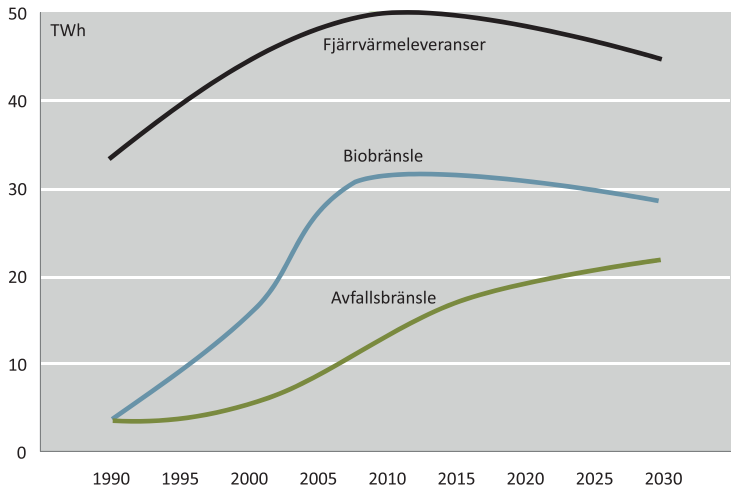
Dessutom har vi under hela perioden från 1980 fram till idag haft en ökande efterfrågan på fjärrvärme. På senare år har även utbyggnaden av kraftvärmeanläggningar ökat, vilket ytterligare ökat fjärrvärmeproducenternas bränslebehov.

Idag pekar alltfler prognoser på att uppvärmningsbehovet i framtiden kommer att minska, detta främst till följd av energieffektiviseringar i befintlig bebyggelse. Fjärrvärmeleverantörerna möter också en allt hårdare konkurrens på värmemarknaden från främst värmepumpar. På sikt kan även ett varmare klimat minska uppvärmningsbehovet. Sammantaget leder detta till en prognos om långsamt minskande fjärrvärmeleveranser.

> Biobränsleanvändningen kläms mellan minskade fjärrvärmeleveranser och en ökad användning av avfall som bränsle

Trots en vikande efterfrågan på värme så visar modellberäkningar på en fortsatt stigande efterfrågan på avfallsbränsle till fjärrvärmesektorn. Utvecklingen är som kraftigast under perioden 2010-2020. På sikt kan man dock se att utbyggnaden av avfallskraftvärme kommer att begränsas genom att marknaden blir mättad på baslastproduktion.

Figuren på nästa sida illustrerar hur biobränsleanvändningen kläms mellan minskade fjärrvärmeleveranser och en ökad användning av avfall som bränsle. Prognosen pekar på att en topp för biobränsleanvändningen inom fjärrvärmesektorn håller på att nås, och att användningen kan plana ut kring dagens nivå.

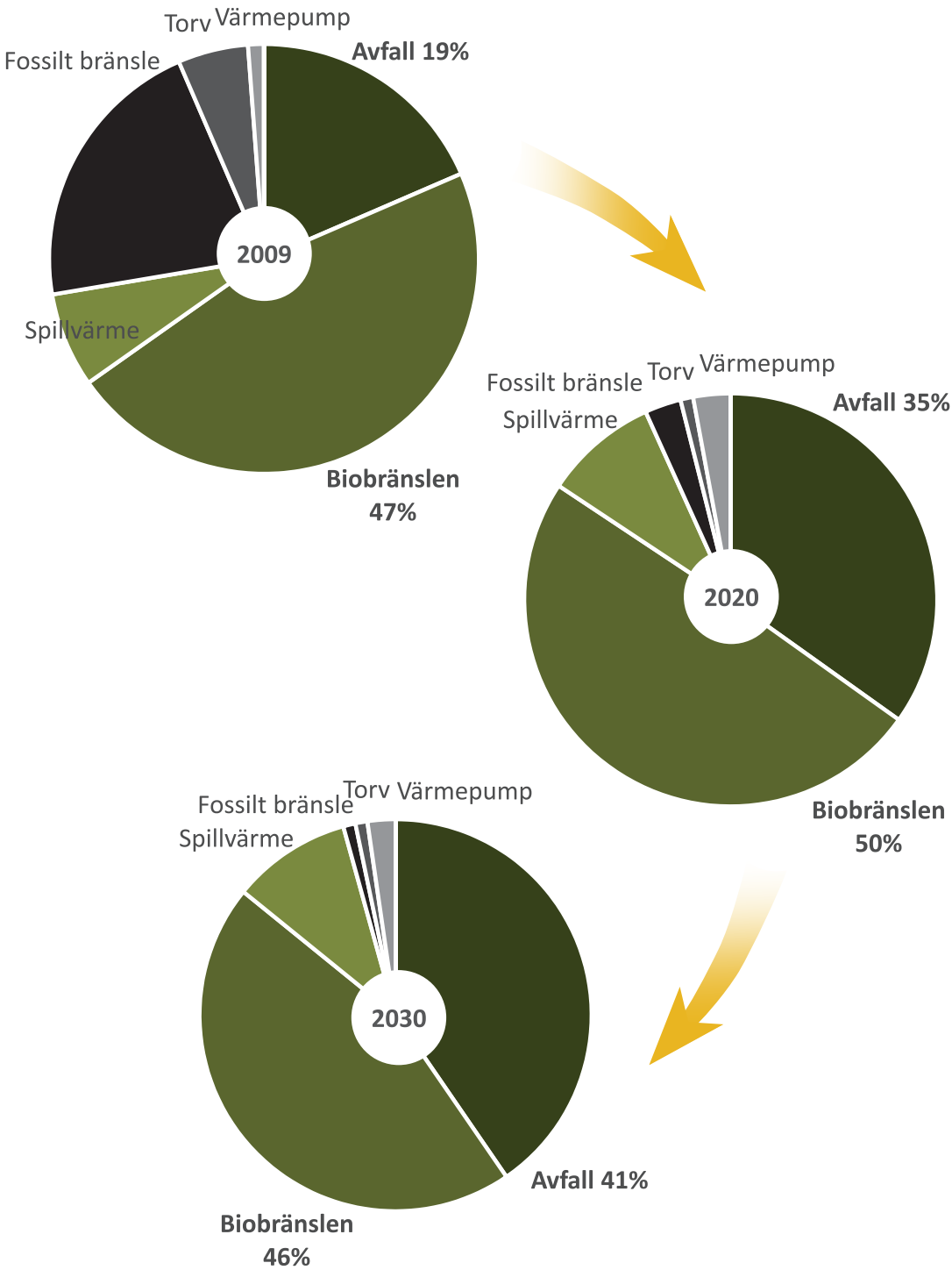


Prognoser för värmeleveranser samt användning av bio- och avfallsbränslen för värme- och elproduktion i svenska fjärrvärmesystem.

Användningen av avfall som bränsle inom fjärrvärmesektorn förväntas öka kraftigt fram till år 2030. Samtidigt ser vi en stagnerande användning av biobränslen. Detta sammantaget ger en prognostiserad bränslemix enligt figuren till höger. Avfall och biobränsle förväntas tillsammans stå för en klar majoritet av den energi som tillförs fjärrvärmeproduktionen. Det kan ses som en styrka att fjärrvärmesektorn har två ben att stå på, istället för en situation där man är nästan helt beroende av ett bränsle.

Spillvärmeleveranserna förväntas öka något framöver och värmepumpar ser till viss del ut att kunna behålla sin konkurrenskraft.

En liten andel fossila bränslen bedöms finnas kvar i form av spets- och reservkapacitet. Beroende på framtida ekonomiska styrmedel kan dock även denna andel komma att konverteras till förnybara energikällor så som bioolja.



Insatt bränsle för värme- och elproduktion i svenska fjärrvärmesystem. Cirklarnas yta är proportionell mot bränsleförbrukningen.

ÅTERVUNNEN ENERGI

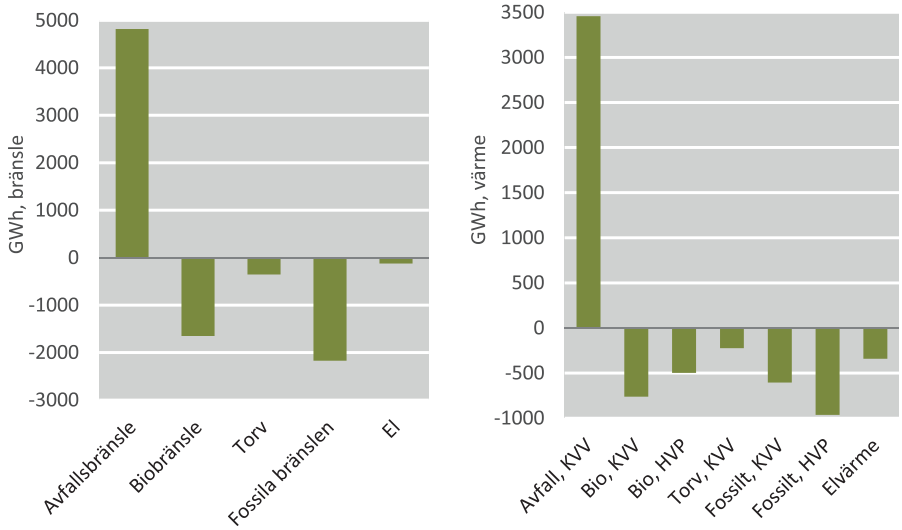
Fjärrvärmens utsläpp minskar med ny avfalls-kraftvärme

8

PERSPEKTIV

Vi befinner oss idag mitt i en intensiv byggperiod för ny avfallskraftvärme i landet. Avfallskraftvärme ses av fjärrvärmeföretagen som ett konkurrenskraftigt alternativ för den framtida fjärrvärmeproduktionen. Mellan år 2009 och år 2020 bedöms energiåtervinningen öka med hela 1,6 miljoner ton eller 30 %. Utbyggnaden tränger därmed undan befintlig fjärrvärmeproduktion och ökar samtidigt elproduktionen från fjärrvärmesystemet. Totalt beräknas detta ge minskade utsläpp av koldioxid från svensk fjärrvärmeproduktion motsvarande 550 000 ton per år.

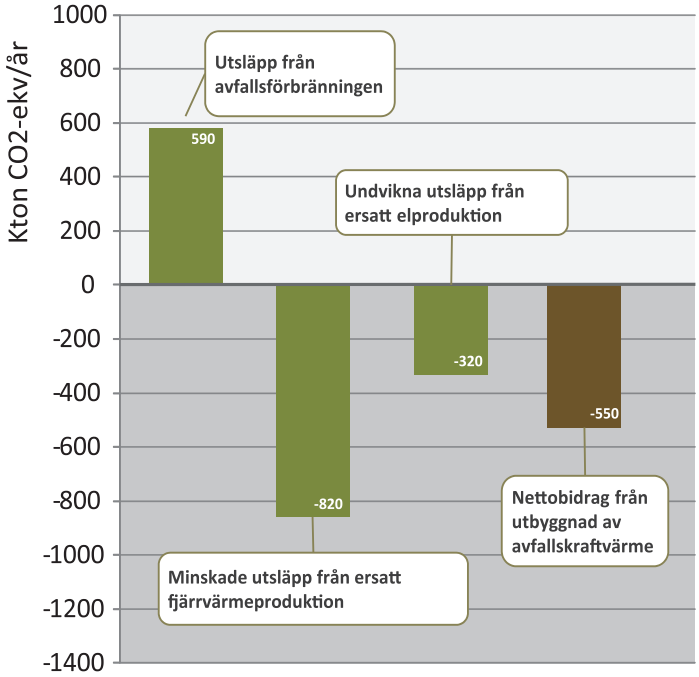
Idag finns totalt 16 fjärrvärmesystem där ny avfallskraftvärme planeras, vilka tillsammans beräknas ge ett tillskott av energiåtervinning motsvarande 1,6 miljoner ton per år jämfört med år 2009. Alla dessa planer beräknas vara färdigställda till år 2020. Totalt kommer därmed 7 miljoner ton avfall att behandlas genom energiåtervinning år 2020. Utbyggnaden förväntas ge en ökad värme- och elproduktion från avfallskraftvärme motsvarande 3,4 respektive 1,2 TWh/år (år 2009 uppgick värme- och elproduktionen till 12,3 respektive 1,7 TWh). Förändringen av värmeproduktionen och bränsleförbrukningen i de 16 systemen presenteras i figuren på nästa sida. Här framgår att de nya anläggningarna kommer att tränga undan såväl biobränsle som fossila bränslen, medan undanträngning av industriell spillvärme förväntas bli marginell. Elproduktionen från svensk fjärrvärme beräknas öka med 0,5 TWh per år.



Förändrad fjärrvärmeproduktion respektive bränsleförbrukning genom utbyggnad av avfallskraftvärme i 16 svenska fjärrvärmesystem

Utbyggnaden av avfallskraftvärme kommer att påverka energisystemets utsläpp av växthusgaser. Det avfall som eldas är en blandning av material med både fossilt och förnybart ursprung. Därför ger en delmängd av den koldioxid som släpps ut genom skorstenen även ett nettotillskott till atmosfären. Samtidigt kommer energin från de nya anläggningarna att ersätta annan produktion av el och värme. Den mix av bränslen som ersätts i fjärrvärmesystemet har beskrivits i föregående bilder. Inom elsystemet kommer mixen att bestå av en större andel fossila bränslen. Dock är mängden producerad el från de nya anläggningarna mindre jämfört med mängden producerad värme. Detta ger att utsläppen minskar mer genom avfallskraftvärmens värmeproduktion än dess elproduktion. Figuren till höger presenterar storleken på utsläppsförändringen från de 16 planerade avfallskraftvärmeverken samt från ersatt fjärrvärmeproduktion och elproduktion. Resultatet (brun stapel) visar att utbyggnaden under perioden 2009-2020 leder till minskade utsläpp från energisystemet motsvarande 550 000 ton CO_2-ekvivalenter per år.

> Utbyggnaden av ny avfallskraftvärme mellan år 2009 och 2020 minskar koldioxidutsläppen från energisystemet med 550 000 ton per år



Förändrade utsläpp av växthusgaser från det svenska el- och fjärrvärmesystemet genom utbyggnad av 16 nya avfallskraftvärmeverk

Man bör notera att utbyggnaden av avfallskraftvärme även påverkar utsläppen av växthusgaser i avfallssystemet.

Dessa konsekvenser beskrivs i perspektiv 6 *Svensk energiåtervinning bidrar till att Europa klättrar i avfallstrappan.*

CO_2

Koldioxidutsläpp från energiåtervinning kostar

9

PERSPEKTIV

Från och med år 2013 ingår svensk energiåtervinning i EU:s handelssystem för utsläppsrätter för fossil koldioxid. Modellberäkningar indikerar att utsläppsrättshandeln kommer att öka avfallsförbränningens rörliga kostnader med 10 - 200 kr/ton avfall. Kostnaden ligger därmed i ungefär samma nivå som den tidigare förbränningsskatten för kraftvärmeanläggningar. Analyser av förbränningsskatten visade att nivån gav en mycket liten styrning av avfallshanteringen. Detta kan ses som en indikation på att utsläppsrättssystemet inte kommer att påverka mängden svenskt avfall till avfallsförbränning.

Men beroende på om utsläppen baseras på en schablon, på samma sätt som förbränningsskatten, eller om dessa baseras på uppmätta värden finns ändå möjligheter till en viss styrning. Tänkbara konsekvenser är bland annat en minskad import och ökad utsortering av plast.

Handelssystemet ger även energiåtervinningen intäkter genom tilldelningen av utsläppsrätter. När även tilldelningen inkluderas ges ett nettoresultat på mellan -50 till + 50 SEK/ton avfall som förbränns under hela perioden 2013-2020.

Utsläppsnivå

Att svenska energiåtervinningsanläggningar inkluderas i EU:s utsläppshandelssystem innebär att dessa anläggningar påförs en kostnad för utsläpp av fossil koldioxid. I jämförelse med andra bränslen som t ex biobränsle, naturgas och kol varierar avfallets egenskaper i betydligt större omfattning. Detta gäller inte minst för innehållet av fossilt kol där olika bedömningar uppvisar en stor spridning.

Tabellen nedan visar en beräkning av det resulterande utsläppet av fossil koldioxid givet olika grundkällor.

Utifrån spridningen i tabellen har två utsläppsnivåer för fossil koldioxid vid avfallsförbränning valts att studeras: **Låg**: 0,1 respektive **Hög**: 0,5 ton CO_2/ton avfall. Dessutom illustreras nivån **Mkt hög** (1,0 ton CO_2/ton avfall) som skulle kunna bli fallet när en anläggning inte lyckas uppfylla regelverkets mätkrav (I ett sådant fall måste hela CO_2-utsläppet klassas som fossilt).

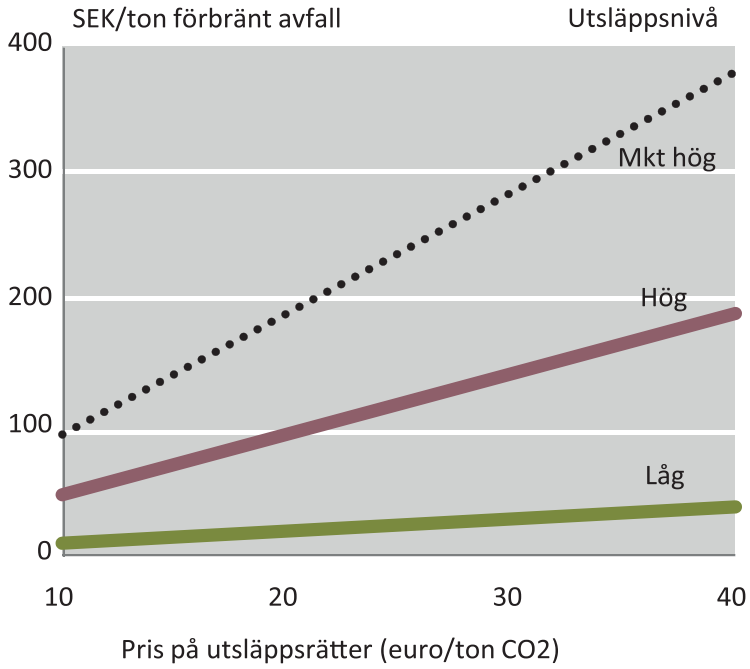
TÄNKBARA KONSEKVENSER AV UTSLÄPPSRÄTTER FÖR AVFALLSFÖRBRÄNNING

- Minskad import av brännbart avfall?
- Minskad utbyggnad av avfallsförbränning?
- Ökad sortering och återvinning och av plast?
- Export av rena plastavfallsströmmar till förbränning?
- Utsortering och export av plast till förbränning?
- Höga mätkostnader?

Grundkälla	Utsläppsnivå (ton fossilt CO_2/ton avfall)
Schablon för hushållsavfall i den nyligen avskaffade förbränningsskattten, applicerat för allt avfall som förbränns	0,46
Sveriges officiella utsläppsvärde för avfallsförbränning i rapporteringen av växthusgasutsläpp	0,29
Plockanalyser av avfall	0,38
Resultat från projektet ”Bestämning av andel fossilt kol i avfall som förbränns i Sverige” (Avfall Sverige)	0,09 -0,55

Kostnad för utsläpp

Den resulterande utsläppsrättskostnaden per ton avfall har beräknats med hjälp av de tre utsläppsnivåerna (Låg, Hög och Mkt hög) och med ett varierande utsläppsrättspris. Figuren nedan visar att såväl utsläppsnivån som utsläppsrättspriset har stor betydelse för utfallet. Vid ett utsläppsrättspris på 25 Euro/ton CO_2 ligger utsläppsrättskostnaden på 25-120 kr/ton avfall enligt modellresultaten, givet att man klarar mätkraven. Om man inte klarar mätkraven blir kostnaden 240 kr/ton avfall vid samma utsläppsrättspris. Kostnaderna gäller exklusive övriga tillkommande kostnader så som mätning, administration etc.

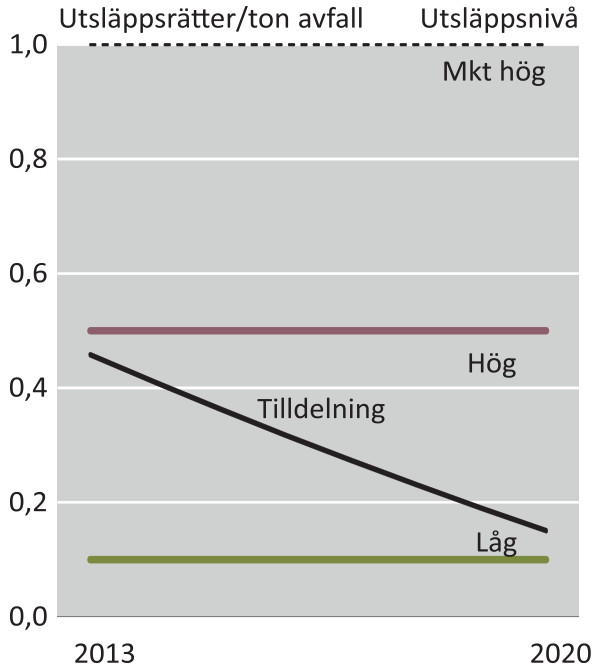


Utsläppsrättskostnad för energiåtervinning som funktion av fossilinnehållet i bränslet och pris på utsläppsrätter

Tilldelning

Från år 2013 ges anläggningar som ingår i handelssystemet och som producerar värme till ett fjärrvärmenät en gratis tilldelning av en viss mängd utsläppsrätter. Tilldelningen kommer att baseras på ett värmeriktmärke samt på historisk värmeleverans och är således inte beroende av det faktiska utsläppet av koldioxid från anläggningen. Den beräknade tilldelningen sjunker under hela perioden fram till år 2020. Tilldelningen till svensk energiåtervinning beräknas i genomsnitt till Knappt 0,5 Utsläppsrätter/ton avfall år 2013.

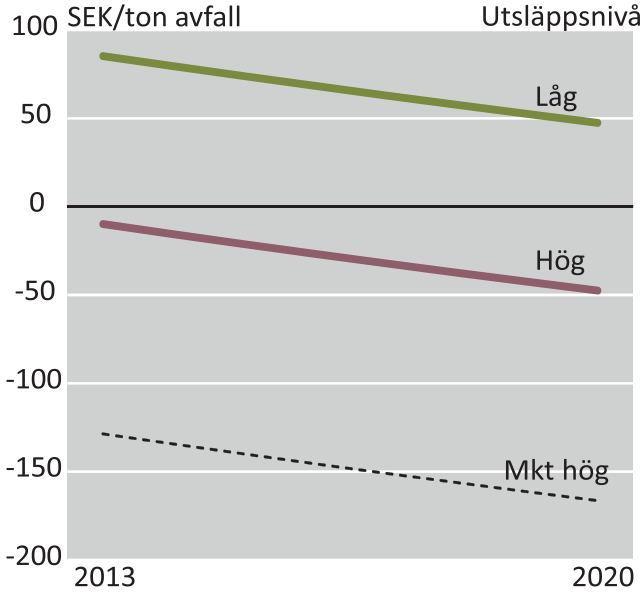
Ovan redovisades den rörliga kostnaden för avfallsförbränning i utsläppsrättssystemet för tre olika utsläppsnivåer. I figuren nedan ställs tilldelningen av utsläppsrätter över åren 2013-2020 mot förbrukningen enligt de tre nivåerna. Här framgår det att vid en låg utsläppsnivå kommer tilldelningen av utsläppsrätter under hela perioden att överstiga förbrukningen. Det omvända gäller för en situation med en hög utsläppsnivå.



Tilldelning och förbrukning av utsläppsrätter för energiåtervinning som funktion av fossilinnehållet i bränslet

Ackumulerat nettoresultat

Resultatet ovan visar att, beroende på mängden utsläppsrätter som förbrukas vid förbränning av avfall, så kommer ägaren till energiåtervinningsanläggningen i slutet av perioden antingen att ha ett överskott eller ett underskott på utsläppsrätter. För att indikera det ekonomiska nettoresultatet har här gjorts en beräkning där differensen mellan tilldelade och förbrukade utsläppsrätter multiplicerats med ett möjligt utsläppsrättspris. Priset för en utsläppsrätt har här satts till 25 euro/ton CO_2 under hela perioden 2013-2020. I figuren redovisas ett **ackumulerat** ekonomiskt resultat. Beroende på mängden utsläppsrätter som krävs för förbränningen av avfall ges ett resultat på-50 till +50 SEK/ton avfall som förbränts **sett över hela perioden**.



Nettokostnad (tilldelning minus förbrukning) av utsläppsrätter för energiåtervinning som funktion av fossilinnehållet i bränslet

Så kan koldioxidutsläppen från energiåtervinning minskas

10

PERSPEKTIV

Avfall som förbränns ger utsläpp av fossil koldioxid. Orsaken är dess innehåll av fossilt material, främst plast. Ett sätt att minska utsläppen av koldioxid är att plocka bort det fossila materialet i avfallet. Ett antal olika åtgärder för att uppnå detta har studerats. Alla dessa åtgärder leder till minskad klimatpåverkan ur systemperspektiv, men åtgärderna visar sig vara förhållandevis dyra jämfört med priset för utsläppsrätter inom det europeiska handelssystemet.

I ett skorstensperspektiv uppgick de totala fossila koldioxidutsläppen från svensk energiåtervinning 2011 till knappt 2 miljoner ton. Det motsvarar ca 23 % av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser från el- och värmeproduktion och drygt 3 % av Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. Men i ett systemperspektiv innebär svensk energiåtervinning att de klimatpåverkande utsläppen minskar genom att annan energiproduktion och avfallsbehandling ersätts.

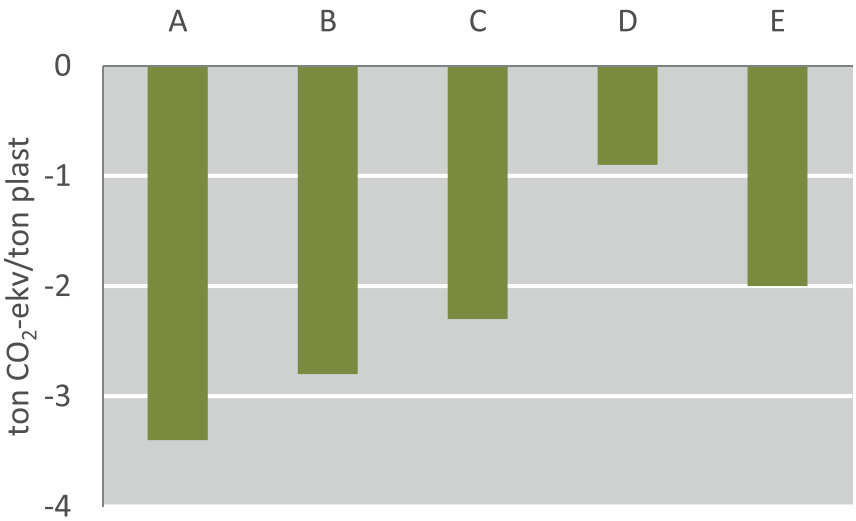
Följande åtgärder för att minska utsläppen av koldioxid från energiåtervinning har studerats:

A. Övergång av produktion av plast från fossil råvara till förnybar råvara
B. Ökad insamling och materialåtervinning av förpackningsplast
C. Insamling av kommunplast (annan plast än förpackningsplast, t ex av möbler, leksaker, dunkar, rör, hinkar, pulkor, backar och pallar) och materialåtervinning

D. Insamling av kommunplast och deponering (ej tillåtet med dagens regelverk men inkluderat som ett alternativ till att avskilja och deponera koldioxid)
E. Insamling av kommunplast och förbränning vid cementindustrier
F. Avskiljning och lagring av koldioxid från energiåtervinning
G. Ökad elverkningsgrad vid energiåtervinning

> ... i ett systemperspektiv innebär svensk avfallsförbränning att de klimatpåverkande utsläppen minskar när deponering ersätts.

Åtgärderna A-E omfattar plast eftersom det är den dominerande källan till de fossila koldioxidutsläppen. Figuren nedan visar hur mycket utsläppen av klimatpåverkande gaser minskar ur systemperspektiv för varje ton plast som omfattas av åtgärderna A-E. Övergång från fossil till förnybar plast (A) och insamling och materialåtervinning av plastförpackningar (B) uppvisar störst utsläppsreduktioner räknat per ton plast.



Reduktion av koldioxidutsläpp för fem olika åtgärder, ur ett systemperspektiv

Potentialer ur ett systemperspektiv

I tabellen illustreras total potentiell minskning av klimatpåverkande utsläpp i systemperspektiv. Förutom åtgärderna rörande plast (A-E) har vi studerat alternativet (F) att man avskiljer koldioxid vid energiåtervinning i Göteborg och Malmö och lagrar denna i underjordiska geologiska formationer (CCS – Carbon Capture and Storage). Tekniken är ännu på försöksstadiet och det finns inga fullskaleanläggningar för kedjan avskiljning-gastransport-lagring. Tekniken kan potentiellt innebära betydligt större reduktion av klimatpåverkande gaser eftersom den appliceras på både förnybara och fossila utsläpp av koldioxid. Detta innebär att energiåtervinningen netto blir en koldioxidsänka som reducerar mängden koldioxid i atmosfären. Det sista alternativet (G) innebär inte att utsläppet vid energiåtervinningen förändras. Däremot är den ökade elverkningsgraden gynnsam ur systemperspektiv eftersom alternativ elproduktion med högre fossila koldioxidutsläpp kan ersättas.

Åtgärd	**Total potentiell minskning av klimatpåverkande utsläpp år 2020 (kton CO_2-ekvivalenter)**
Övergång till förnybar plast (A)	60
20 % ökad återvinning av plastförpackningar (B)	30
Insamling av kommunplast (3 kg/capita, år) (C-E)	30-70
Avskiljning och lagring av koldioxid från energiåtervinning (F)	970
Ökad elverkningsgrad (med 10 %) vid energiåtervinning nationellt (G)	170

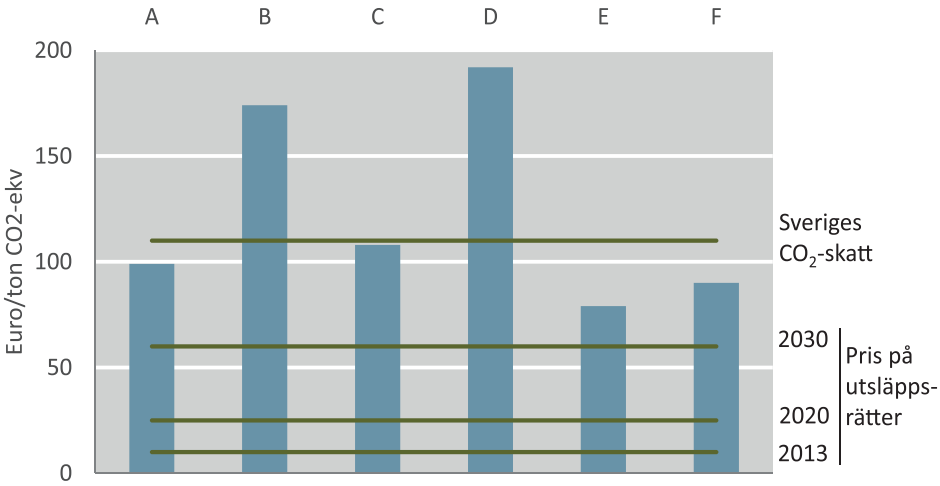
Som jämförelse: Sveriges totala utsläpp av växthusgaser var drygt 61 000 kton CO_2-ekv. år 2011

Åtgärderna förhållandevis dyra i ett internationellt klimatperspektiv

Samtliga åtgärder medför en merkostnad jämfört med dagens hantering. I figuren nedan illustreras åtgärdernas kostnader uttryckta i förhållande till den utsläppsreduktion de genererar i ett systemperspektiv (åtgärd G ingår inte då den inte studerats ur ekonomiskt perspektiv). I figuren inkluderas även linjer för priset på utsläppsrätter idag, i forskningsprojektets grundfall för år 2020 samt i ett 2030-perspektiv. Utsläppspriset speglar marginalkostnaden för de åtgärder som genomförs inom ramen för handeln med utsläppsrätter för att uppnå de mål som satts upp av EU. I jämförelse med det internationella priset på utsläppsrätter är merkostnaderna höga.

Samtidigt bör man konstatera att det finns olika sätt att värdera koldioxidutsläpp. Dagens svenska koldioxidbeskattning motsvarar 110 euro/ton CO_2 och i den nivån ligger flera av åtgärderna.

Åtgärden med lägst merkostnad per utsläppsreduktion (knappt 80 euro/ton CO_2-ekv.) utgörs av utsortering av plast via återvinningscentraler som sedan används som bränsle i cementtillverkning (E). Utsläppsreduktionen uppstår framförallt genom att plasten ersätter kol som bränsle vid cementindustrin medan den minskade förbränningen av plast i energiåtervinningen till del ersätts av förnybara bränslen (framförallt vid alternativ värmeproduktion).



Kostnad för att reducera utsläpp av koldioxid från energiåtervinning, ur ett systemperspektiv

Resultaten som presenteras i denna bok är hämtade ur fem rapporter som tagits fram inom forskningsprojektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling. Dessa är:

- Import av avfall till energiutvinning i Sverige
- Utvärdering av framtida styrmedel
- Framtida marknaden för biogasproduktion från avfall
- Avfallsförbränning inom Sveriges fjärrvärmesystem
- CO_2-utsläpp från framtida avfallsförbränning

Rapporterna kan laddas ned från Waste Refinerys hemsida (www.wasterefinery.se)

Perspektiv på framtida avfallsbehandling är ett tvåårigt forskningsprojekt som genomförts inom ramen för Waste Refinery. Totalt har 19 intressenter engagerats i arbetet. Projektet har studerat fem olika delområden för den framtida svenska avfallsbehandlingen. De områden som valts ut är högaktuella och bedöms som väsentliga för hur den framtida svenska avfallsbehandlingen kommer att utvecklas. Områdena har studerats 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.

Waste Refinery är ett nationellt kunskapscentrum där forsknings- och utvecklingsarbetet sker i ett gemensamt kluster bestående av representanter från näringsliv, samhälle och forskningsorganisationer. Centrat syftar till att systematiskt utvärdera, utveckla, demonstrera och integrera olika tekniker för effektiv energi- och resursutvinning av avfall. Fokus ligger på de utvalda områdena; systemanalys samt teknikutveckling av termisk och biologisk konvertering av avfall till energi- och materialprodukter.