



Klimatbokslut 2013

Mälarenergi

2014-10-13

Klimatbokslutet har tagits fram av Profu AB i samarbete med Mälarenergi AB under våren 2014.

Profu är ett oberoende forsknings- och utredningsföretag inom områdena energi, avfall och miljö. Företaget grundades 1987 och har idag kontor i Göteborg och Stockholm med totalt 18 medarbetare.

Mer information om företaget Profu och klimatbokslut ges på www.profu.se.

Det går även bra att kontakta Johan Sundberg:
Tel: 070-6210081 eller johan.sundberg@profu.se





Klimatbokslut 2013

Mälarenergi AB

Innehåll

Mälarenergis klimatpåverkan i korthet	3
Mälarenergis verksamhet minskar klimatpåverkan!	3
Var finns de 37 000 ton koldioxid som inte uppkommer?	4
Hur förändras klimatpåverkan när det nya avfallskraft- värmeverket tas i drift – Prognos för 2015	5
Hur beräknas klimatpåverkan?	7
Redovisningsmetod – GHG protokollet	8
Hur värms bostäderna om vi inte använder fjärrvärme?	10
Hur produceras den el som används?	15
Hur hanteras avfallet om det inte används som bränsle?	16
Fjärrvärmesystemets produktionsanläggningar	19
Värmepumpverket	19
Vattenkraft och solkraft	19
Avloppsreningsverket	19
Minskade utsläpp genom energioptimeringar	20
Summering av marginella småutsläpp	20
Utsläpp som exkluderats	20
Modellberäkningar och indata	20
Resultat	22
Klimatbokslut 2013	22
Klimatbokslut 2015 - Prognos	25
Känslighetsanalys – Individuell uppvärmning	27
Känslighetsanalys – Elproduktion	28
Klimatbokslut enligt ”bokföringsprincipen”	29
Källor	30
Bilaga 1: Hur beräknar man klimatpåverkan från elanvändning och elproduktion	
Elsystemet	
Två värderingsprinciper för två olika typer av frågor	
Ska vi använda ”medelel” eller ”marginalel” för ett fjärrvärmeföretags klimatbokslut?	
Några andra värderingsmetoder för el	
Källor	

Mälarenergis klimatpåverkan i korthet

Mälarenergis verksamhet minskar klimatpåverkan!

Man kan förvänta sig att alla företag som producerar tjänster och varor också bidrar till att öka våra utsläpp av växthusgaser. Oavsett vilka produkter som tillverkas och säljs kommer företagen att använda elenergi, råvaror, transporter etc. och därmed är det uppenbart att företagen även bidrar till en ökad klimatpåverkan. Inte minst gäller detta ett fjärrvärmeföretag som Mälarenergi som använder en stor mängd bränslen för att försörja fjärrvärmesystemet och för att producera el. Ett energiföretag står dessutom för en relativt stor påverkan jämfört med många andra verksamheter. Samhällets energiproduktion tillsammans med alla persontransporter står för merparten av våra utsläpp av växthusgaser. Trots detta redovisas i detta klimatbokslut att Mälarenergis bidrag till klimatpåverkan är negativ, dvs. att utsläppen är något lägre med Mälarenergis verksamhet än utan. Totalt bidrog Mälarenergi till att minska utsläppen med 37 000 ton koldioxidkvivalenter (CO₂e)¹ under 2013.

Att utsläppen minskar beror på att beräkningarna även tar hänsyn till hur Mälarenergis verksamhet påverkar samhället i stort. De grundläggande nyttigheter som produceras av Mälarenergi och som efterfrågas i samhället, dvs.

värme, el, ånga, kyla och avfallsbehandling, kommer att efterfrågas oavsett om Mälarenergi finns eller inte. Och vi vet att alternativ produktion av dessa nyttigheter också kommer att ge upphov till en klimatpåverkan. Att ersätta andra och sämre alternativ har varit, och är fortfarande, en av orsakerna till att vi har byggt ut svensk fjärrvärme. Mälarenergi producerade därmed de efterfrågade nyttigheterna med något lägre klimatpåverkan än den alternativa produktionen² under 2013.

” Totalt bidrog Mälarenergi till att minska klimatpåverkan med 37 000 ton koldioxid under 2013 ”

Man konstaterar att ett klimatbokslut måste beskriva hela påverkan i samhället för att bokslutet ska vara användbart när företagets klimatpåverkan ska redovisas och styras. För ett fjärrvärmeföretag är detta extra uppenbart eftersom hela nyttan återfinns utanför företagets egen verksamhet.

Huvuduppgiften för ett klimatbokslut är dock inte att jämföra sig med andra produktionsalternativ för de efterfrågade nyttigheterna i samhället utan att vara ett verktyg för hur man inom Mälarenergis egen verksamhet kan minska klimatpåverkan. Det finns en potential till förbätt-

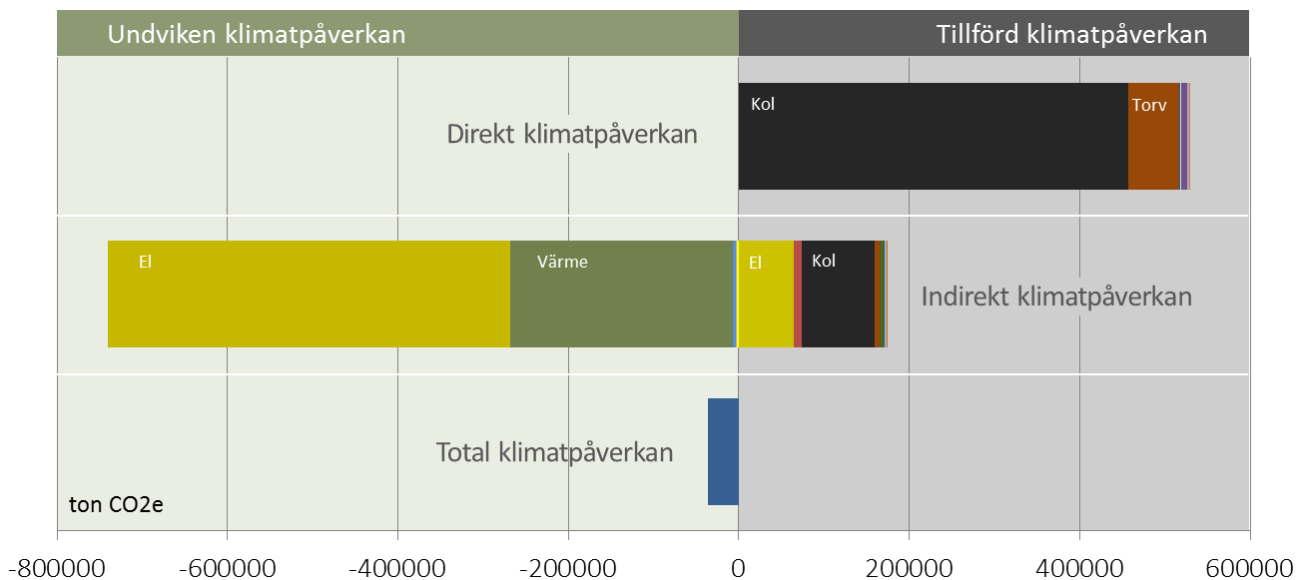
¹ **Koldioxidkvivalenter** eller **CO₂e** är ett sammanvägt mått på utsläpp av växthusgaser som tar hänsyn till att olika växthusgaser har olika förmåga att bidra till växthuseffekten och global uppvärmning. När man uttrycker utsläppen av en viss växthusgas i koldioxidkvivalenter anger man hur mycket fossil koldioxid som skulle behöva släppas ut för att ge samma verkan på klimatet.

² Den alternativa produktionen utgörs av realistiska och ekonomiskt konkurrenskraftiga alternativ för uppvärmning samt den verkliga alternativa elproduktionen och avfallsbehandlingen.

ringar och med hjälp av kommande års klimatbokslut kan effekterna av ytterligare åtgärder följas upp och redovisas. En åtgärd som kommer att ge en mycket stor förändring i klimatpåverkan är det nya avfallskraftvärmeverket. En prognos för klimatbokslutet år 2015 presenteras senare i sammanfattning som visar effekterna av det nya kraftvärmeverket.

Var finns de 37 000 ton koldioxid som inte uppkommer?

I figur 1 visas Mälarenergis klimatpåverkan under 2013 uppdelat i två grupper; **direkt klimatpåverkan** och **indirekt klimatpåverkan**. Som nämnts tidigare så uppkommer det utsläpp från Mälarenergis egen verksamhet (direkt klimatpåverkan) men samtidigt kan man tack vare verksamheten undvika andra utsläpp utanför Mälarenergi (indirekt klimatpåverkan). Man kan konstatera att summan av undvikna utsläpp är något större än summan av tillförda utsläpp och nettoeffekten redovisas i den sista gruppen **total klimatpåverkan**.



Figur 1. Mälarenergis sammanlagda klimatpåverkan under 2013 uppdelat i direkt klimatpåverkan från Mälarenergis egen verksamhet och indirekt klimatpåverkan som uppstår utanför Mälarenergi. Summan av all klimatpåverkan "total klimatpåverkan" är negativ vilket innebär att det uppstår mindre utsläpp med Mälarenergis verksamhet än utan. Totalt bidrog Mälarenergi till att reducera CO2e utsläppen med 37 000 ton under 2013.

Direkt klimatpåverkan visar de utsläpp som Mälarenergis egen verksamhet ger upphov till. Här återfinns framförallt skorstensutsläpp från Mälarenergis anläggningar men även transporter, förbrukningsmaterial, arbetsmaskiner, tjänsteresor, mm. I denna grupp är utsläppen från förbränningen av bränslen den absolut största posten och då framförallt från kol.

Indirekt klimatpåverkan är utsläpp som sker på grund av Mälarenergis verksamhet men inte från Mälarenergis verksamhet. Med andra ord sker utsläppen utanför Mälarenergis system av andra företags verksamheter men de orsakas av Mälarenergis agerande. De indirekta utsläppen kan antingen ske "uppströms" eller "nedströms".

Med begreppet "uppströms" avses utsläpp som uppkommer på grund av det material och energi som kommer till Mälarenergi. Här finns t.ex. de utsläpp som orsakas av att få fram

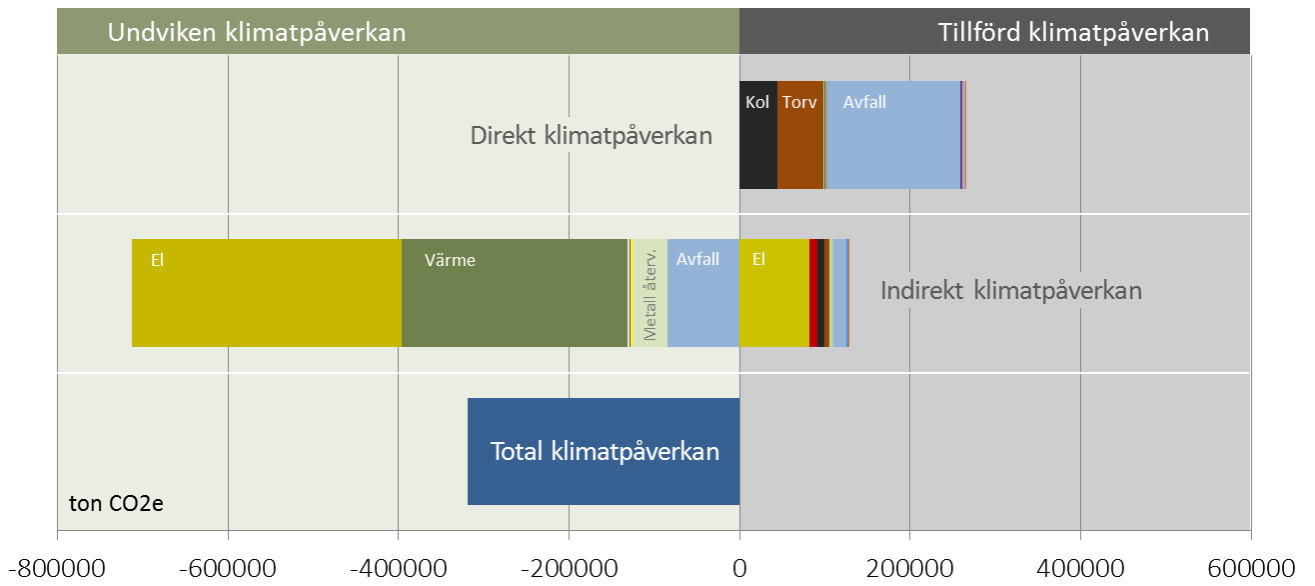
bränslet till Västerås. Exempelvis utsläpp från skogsmaskiner och transporter för att få fram biobränslen. En stor post utgörs av den elenergi som behövs för att driva alla anläggningar. En annan viktig post är de utsläpp som sker när kolet bryts och bearbetas i kolgruvor.

Med begreppet ”nedströms” avses de utsläpp uppkommer på grund av de produkter som levereras från Mälarenergi. För Mälarenergis verksamhet domineras dessa nästan helt av levererad värme och el men även produkterna kyla och ånga ingår. I denna grupp redovisas undvikna utsläpp från alternativ produktion av dessa nyttigheter. Den alternativa värmeproduktionen antas ske med en mix av individuell uppvärmning med värmepumpar och pelletspannor. Med andra ord individuella uppvärmningssystem som är både klimateffektiva och ekonomiskt realistiskt. Utsläppen från alternativ elproduktion utgörs av den långsiktiga marginalelproduktionen från det nordeuropeiska elsystemet. För både värme- och elproduktionen kan betydande utsläpp undvikas genom Mälarenergis fjärrvärmesystem. I gruppen redovisas också undvikna utsläpp från alternativ produktion av kyla och ånga, men dessa leveranser har betydligt mindre betydelse än leveranserna av värme och el.

Hur förändras klimatpåverkan när det nya avfallskraftvärmeverket tas i drift – Prognos för 2015

Under 2014 kommer Mälarenergis nya kraftvärmeverk att färdigställas och under hösten 2014 kommer anläggningen att köras i full drift. Anläggningen förändrar kraftigt Mälarenergis produktionsmix vilket bland annat kommer att resultera i att man kan minska användningen av fossila bränslen, framförallt kol. Detta kommer att få stor betydelse för Mälarenergis samlade klimatpåverkan. Det finns även andra förändringar som påverkar resultatet. Genom energiåtervinningen kommer deponeringen av avfall att minska i ett europeiskt perspektiv och därmed även metanutsläppen från deponering, även detta ger en tydlig minskad klimatpåverkan. En annan betydelsefull förändring är att nettoelproduktionen minskar, detta påverkar klimatberäkningarna negativt eftersom utsläppen från den alternativa elproduktionen ökar jämfört med 2013. För klimatbokslutet i sin helhet ges mycket tydliga positiva effekter med det nya kraftvärmeverket vilket illustreras i figur 2. I figuren visas en prognos för klimatbokslutet år 2015. Även om detta enbart är en prognos så kan man tydligt se att Mälarenergis totala klimatpåverkan kommer att minska kraftigt. Under 2015 kommer Mälarenergi totalt att bidra med att sänka utsläppen med 319 000 ton CO₂e jämfört med den alternativa produktionen av motsvarande nyttigheter i samhället. Utslaget på all energiproduktion så innebär detta att för varje såld MWh så minskar utsläppen i genomsnitt med 142 kg CO₂e.

” Prognosen för 2015 visar att Mälarenergi kommer att minska klimatpåverkan i samhället med totalt 319 000 ton koldioxid! ”



Figur 2. **Prognos** för Mälarenergis sammanlagda klimatpåverkan för år **2015** uppdelat i direkt klimatpåverkan från Mälarenergis egen verksamhet och indirekt klimatpåverkan som uppstår utanför Mälarenergi. Prognosen pekar på att Mälarenergi kommer att bidra med att reducera CO2e utsläppen med totalt 319 000 ton under 2015.

Hur beräknas klimatpåverkan?

Det går med relativt god precision att beskriva klimatpåverkan från alla olika typer av verksamheter som finns i ett fjärrvärmeföretag. Det kan ibland vara komplicerat men kunskapen om olika typer av direkt och indirekt klimatpåverkan finns. En svårighet med beräkningarna är att man behöver studera ett mycket stort system eftersom man behöver följa alla energi- och materialflöden som levereras både till och från företaget. Genom senare års forskning finns det beräkningsmodeller och systemstudier som kan användas för denna uppgift vilket väsentligt underlättar arbetet med att ta fram ett klimatbokslut. I detta arbete utnyttjas flera av dessa modeller och resultat.

Även om man kan beräkna all klimatpåverkan så finns ändå metodsvårigheter som kräver extra uppmärksamhet. Ett problem som uppstår är att de frågor som man vill få besvarade genom klimatbokslutet behöver olika typer av beräkningar. Med andra ord kan man inte ta fram ett enda klimatbokslut för att besvara alla frågor. Men det räcker med två för att täcka de frågor som vi hitintills har identifierat.

De två typerna beskrivs nedan och benämns som klimatbokslut enligt "konsekvensprincipen" och "bokföringsprincipen". För merparten av de frågor som ett fjärrvärmeföretag är intresserad av räcker det med ett klimatbokslut enligt "konsekvensprincipen". Större delen av de resultat som presenteras i rapporten är framtagna enligt "konsekvensprincipen".

Konsekvensprincipen

Med hjälp av en konsekvensanalys kan ett företags totala klimatpåverkan beskrivas. Principen går ut på att studera vilka konsekvenser som företagets verksamhet ger upphov till i samhället. Man tar hänsyn till att företaget producerar nyttigheter som efterfrågas i samhället och tar därmed även hänsyn till hur dessa nyttigheter hade producerats om företaget skulle upphöra med sin verksamhet. Om företaget kan ersätta annan och ur klimatsynpunkt sämre produktion av nyttigheterna kan klimatbokslutet redovisa en negativ klimatpåverkan. Negativa värden innebär att företaget ger en minskad klimatpåverkan.

Med ett klimatbokslut enligt konsekvensprincipen så kan företaget:

- studera det enskilda företagets totala bidrag till klimatpåverkan
- peka på verksamhetsområden som är betydelsefulla för klimatpåverkan, både negativa och positiva.
- analysera klimateffekten av förslagna förändringar
- mäta och följa effekten av förändringar

Bokföringsprincipen

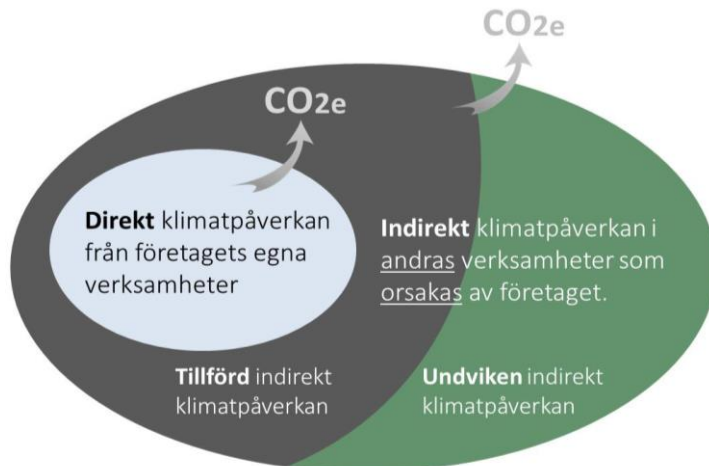
Med bokföringsprincipen summeras företagets tillförda utsläpp. De tillförda utsläppen kan antingen ske i den egna verksamheten eller indirekt i andras verksamheter på grund av den verksamhet som företaget bedriver. Så långt är beskrivningen samma som för konsekvensprincipen. I bokföringsprincipen tar man däremot inte med undvikna utsläpp. Ett klimatbokslut enligt konsekvensprincipen är därmed något mer omfattande och krävande att ta fram.

Bokföringsprincipen används när:

- företagets utsläpp är en delsumma i ett större sammanhang där summan av alla delar ska redovisas
- utsläppen ska jämföras mot andra klimatbokslut som redovisar enligt bokföringsprincipen.

En annan skillnad mellan de två principerna som får en tydlig påverkan på resultaten är att man redovisar utsläppen från elsystemet på olika sätt. Detta beskrivs mer utförligt i rapporten under rubriken "hur produceras den el som används" samt i bilaga 1.

I denna rapport redovisas resultat för bägge dessa principer, men huvudfokus läggs på att presentera resultat enligt konsekvensprincipen. I stort så bygger principerna på varandra och har man tagit fram ett klimatbokslut enligt konsekvensprincipen kan man relativt enkelt även presentera ett bokslut enligt bokföringsprincipen genom att göra en snävare avgränsning. I figur 3 illustreras schematiskt vad som studeras med klimatbokslutet samt skillnaden i avgränsning mellan de två principerna.



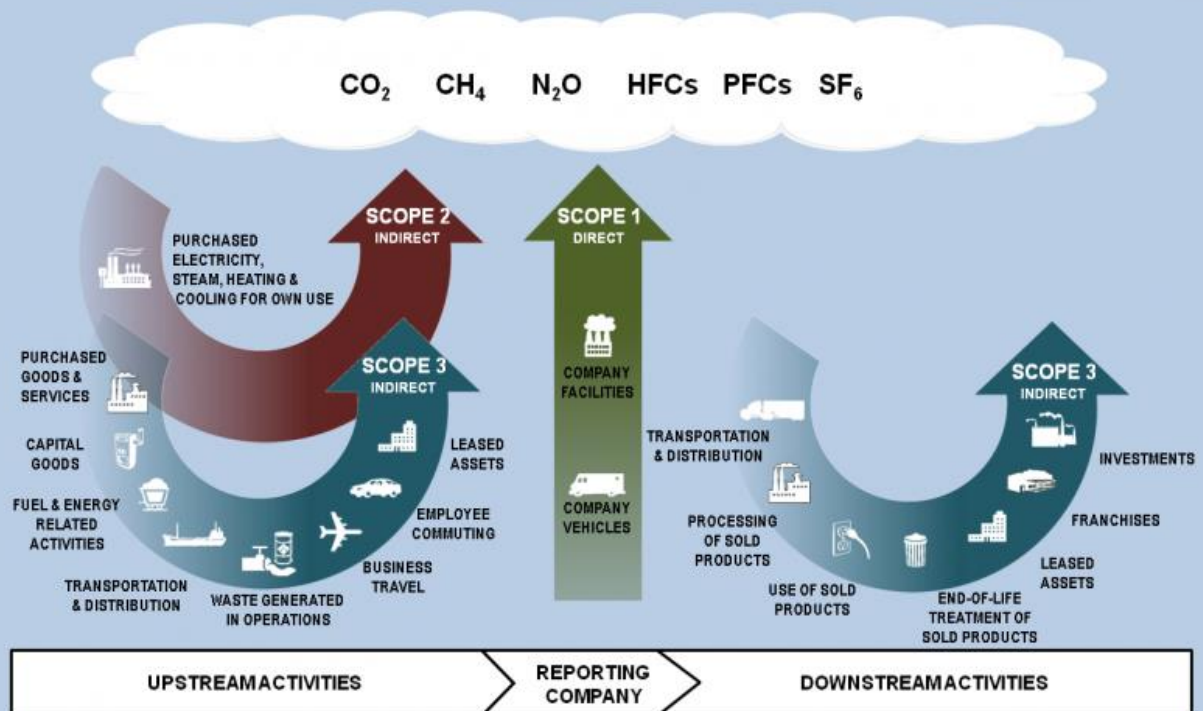
Figur 3: Avgränsningar för den klimatpåverkan som studeras i klimatbokslutet. Med klimatbokslut enligt **konsekvensprincipen** beskrivs hela det system som illustreras i figuren. I klimatbokslut enligt **bokföringsprincipen** beskrivs oftast inte undvikna utsläpp (grönt område). Källa: Profu

The Greenhouse Gas Protocol

GHG-protokollet (Greenhouse Gas Protocol) är den mest använda internationella beräknings- och redovisningsstandarden som används för att ta fram klimatbokslut. GHG-protokollet har tagits fram i samarbete mellan World Resources Institute och World Business Council for Sustainable Development. Eftersom GHG-protokollet är den mest använda metoden för att beräkna ett företags klimatpåverkan så används metoden även i detta arbete med Mälarenergis klimatbokslut. GHG-protokollet används ofta för klimatbokslut enligt bokföringsprincipen (se tidigare kapitel). Genom att addera på undvikna utsläpp samt beakta hur miljövärderingen av el genomförs så kan metoden användas för att fram ett bokslut enligt konsekvensprincipen, vilket är huvudfokus för rapporten. Mer information om GHG-protokollet ges bland annat i [1, 2, 3].

GHG-protokollet lämnar relativt stora frihetsgrader i hur varje enskilt utsläpp ska beräknas. Istället fokuserar man mer på hur utsläppen bör redovisas och vilka typer av utsläpp som bör ingå redovisningen.

GHG-protokollet presenterar klimatpåverkan för tre olika delsystem vilka benämns "scope". Scope 1 beskriver företagets direkta utsläpp från den egna verksamheten och scope 2 och 3 beskriver indirekta utsläpp som orsakas av företagen fast utanför företagets egen verksamhet. De tre "scopen" beskrivs närmare i figur 4 och efterföljande text.



Figur 4. Sammanfattande figur för de delsystem som redovisas inom GHG-protokollet.

Scope 1 (Direkta emissioner)

Scope 1 innefattar verksamhetens direkta utsläpp från källor som kontrolleras av företaget. Här ingår alla anläggningar som drivs av Mälarenergi för el- och värmeproduktion. Förbränningsanläggningarna står för merparten av utsläppen inom scope 1 men det finns även andra direkta utsläpp exempelvis från arbetsmaskiner och egna transporter. Det finns även flera små utsläpp från exempelvis tjänsteresor, uppvärmning av lokaler, användningen av förbrukningsmaterial.

Scope 2 (Indirekta emissioner från inköpt energi)

Scope 2 består av indirekta utsläpp från inköpt el, ånga, värme och kyla. Utsläppen sker hos de externa energiproducenterna men orsakas av Mälarenergis energiefterfrågan.

Scope 3 (Andra indirekta emissioner)

Scope 3 omfattar de indirekta utsläpp som verksamheten ger upphov till, men som inte omfattas av scope 2. Det finns flera olika typer av indirekta utsläpp både uppströms och nedströms. I klimatbokslutet ger produktionen och transporten av bränslen det största bidraget till scope 3.

Avoided emissions (Undvikna indirekta emissioner)

Med GHG-protokollet redovisas alla tillförda utsläpp i scope 1-3. Summan av dessa tre scope utgör huvudresultatet från redovisningen. Det pågår dock en hel del diskussioner inom arbetet med GHG-protokollet angående redovisningen av undvikna utsläpp. Enligt nuvarande riktlinjer i GHG guidelines kan man redovisa undvikna utsläpp men dessa ska i så fall redovisas separat i en egen grupp. Eftersom vi i detta arbete strävar efter att ta fram en bokslut enligt konsekvensprincipen så har undvikna utsläpp beräknats och de redovisas i en separat grupp kallad "undvikna emissioner". Mer information om pågående arbete kring undvikna emissioner inom GHG-protokollet återfinns [4, 5].

För ett fjärrvärmeföretag finns det flera betydande undvikna utsläpp i företagets omgivning. Exempelvis undviks utsläpp från deponering av avfall när avfallet energiåtervinns. Den alternativa hanteringen för detta avfall är helt och hållet deponering. Störst påverkan ges från undvikna alternativ el- och värmeproduktion.

GHG-protokollet är en generell metod som ska kunna användas för alla olika typer av företag, inklusive ett fjärrvärmeföretag. Men för ett fjärrvärmeföretag är just gruppen undvikna utsläpp en viktig grupp. Att undvika annan och ur miljösynpunkt sämre energiproduktion är delvis orsaken till att företaget finns. Den klimatpåverkan som får störst påverkan på slutresultatet jämfört med alla andra enskilda utsläpp är också de utsläpp som undviks tack vare fjärrvärmeföretagets el- och värmeproduktion. Man kan förstå att just denna typ av undvikna utsläpp från användandet av företagets produkter oftast får marginell betydelse i olika företags klimatredovisningar men för ett fjärrvärmeföretag som Mälarenergi får den alternativa energiförsörjningen mycket stor betydelse. Att inkludera värme- och elleveranserna är därmed viktigt för att få fram ett användbart klimatbokslut. Förutom el- och värmeproduktion finns det ytterligare några delar som får stor betydelse för slutresultatet. Exempelvis vilka utsläpp som skulle uppstå om Mälarenergi inte skulle använda avfall för energiåtervinning. De utsläpp som har störst betydelse för resultaten diskuteras mer ingående i fortsättningen av rapporten.

Hur värms bostäderna om vi inte använder fjärrvärme?

En viktig orsak till att vi i Sverige har byggt upp fjärrvärmesystemen har varit, och är fortfarande, behovet av att minska på uppvärmningens totala miljöpåverkan i samhället. Med andra ord är Mälarenergis verksamhet och dess produkter (värme, el och energi- och materialåtervinning) i sig åtgärder för att minska utsläppen. Men det finns även andra mål på verksamheten som exempelvis att tillhandahålla låga uppvärmningskostnader och säkra leveranser.

Om man jämför ett fjärrvärmeföretags produkter med alla andra produkter som efterfrågas och tillverkas i samhället så är det relativt ovanligt att själva produkten är en miljöåtgärd. Vanligtvis handlar miljöåtgärderna istället om att minska utsläppen från tillverkningen av produkten. Med andra ord så bör åtgärder för att öka eller minska fjärrvärmeproduktionen finnas med i Mälarenergis klimatarbete på samma sätt som åtgärder för att minska utsläpp i produktionsledet (val av bränslen, effektiviseringar, reningsteknik, m.m.).

Att beräkna nyttan för produkten fjärrvärme är dock inte trivialt. Det är svårt att avgöra hur Mälarenergis fjärrvärmesystem har påverkat utsläppen, eftersom vi inte vet vilken typ av individuell uppvärmning som annars hade använts för Västerås bostäder och lokaler.

För att beräkna nyttan med fjärrvärme så kan man till exempel anta att alternativet till fjärrvärme är en mix av olika individuella uppvärmningssystem. Exempelvis ett medelvärde av den mix som återfinns i andra svenska städer som idag inte har fjärrvärme. Ett sådant alternativ skulle ge en bra bild över den klimatnytta som fjärrvärmens historiskt har bidragit till. Uppvärmningssystem som t.ex. oljepannor, elpannor och direktverkande el är vanligt förekommande i städer utan fjärrvärme och är ur klimatsynpunkt också sämre uppvärmningssystem än de som man idag vanligtvis väljer.

Man skulle kunna tänka sig att använda ett klimatbokslut för att redovisa den historiska nyttan. Men huvuduppgiften för klimatbokslutet är inte att titta i backspegeln utan istället framåt. Med andra ord ska Mälarenergi fundera på hur man framöver kan minska klimatbelastningen och

bokslutet blir här ett verktyg för att utvärdera och följa effekterna av de olika åtgärder som sätts in. I detta sammanhang är det historiska perspektivet som nämndes ovan inte relevant utan istället bör man fundera över vad som idag är realistiska uppvärmningsalternativ för de fastigheter som idag har fjärrvärme i Västerås.

För klimatarbetet, och därmed även för klimatbokslutet, så är en möjlig åtgärd bland flera att minska eller öka fjärrvärmeleveranserna. Man kan även tänka sig mer drastiska åtgärder som att helt avveckla fjärrvärmen. Att satsa på mer eller mindre fjärrvärme är en åtgärd som politikerna i Västerås skulle kunna fatta. Exempelvis skulle man kunna välja en avveckling om man ansåg att fjärrvärmen inte var miljömässigt försvarbar.

Att studera vad fastighetsägarna idag hade valt om fjärrvärme inte var ett alternativ ger därmed ett betydligt bättre mått på vilken klimatnytta (eller klimatnytta) som fjärrvärmen idag bidrar med. I detta klimatbokslut är det just detta synsätt som har använts för att bedöma klimatpåverkan för fjärrvärme.

Vad fastighetsägarna hade valt istället för fjärrvärme vet vi inte på förhand men det är rimligt att anta att de hade valt de alternativ som idag är ekonomiskt konkurrenskraftiga. De konkurrenskraftiga alternativen idag är framförallt olika typer av värmepumpar samt olika former av biobränsle. Båda alternativen är dessutom ur klimatsynpunkt bra alternativ jämfört med många andra typer av individuella uppvärmningssystem.

Fastigheternas förutsättningar och placering i Västerås är betydelsefull för vilket val man väljer och en mix av ovanstående alternativ är det som man bör se som det mest troliga alternativet till fjärrvärme. Med andra ord blir den eventuella klimatnyttan av att välja fjärrvärme betydligt lägre i detta fall än om vi hade jämfört fjärrvärmen med en typisk mix av uppvärmningssystem som finns i städer utan fjärrvärme, d.v.s. det historiska perspektivet som nämndes ovan.

Man kan även förmoda att det finns några fastighetsägare som skulle välja andra uppvärmningsalternativ som både kan vara sämre eller bättre i ett klimatperspektiv, även om valen inte är ekonomiskt konkurrenskraftiga. Vi bedömer att dessa effekter totalt sett är mycket små och har därmed inte tagit med detta i beräkningarna.

I utredningen beskrivs tre olika fall (scenarior) för den individuella uppvärmningen, ett huvudfall som kallas grundfallet, ett utfall med något lägre klimatpåverkan (scenario 1) och ett med något högre utsläpp (scenario 2). Grundfallet är ett medelvärde av resultaten från scenario 1 och 2. Resultaten från alla tre fallen presenteras i en känslighetsanalys under resultatkapitlet.

De antaganden som görs angående hur fastigheterna skulle ha värmts upp utan fjärrvärme baseras på följande:

- Endast alternativ som är realistiska i ett fall där fjärrvärmen fasas ut tas med i beräkningarna. Detta innebär att vanliga alternativ som finns idag för uppvärmning som t.ex. olje- eller elpanna inte tas med eftersom de bedöms som mindre realistiska i en situation med nyinvestering.
- Endast ekonomiskt konkurrenskraftiga alternativa tas med i beräkningarna. De alternativ som boende i kommunen väljer om fjärrvärmen tas bort kommer i första hand vara de som ger lägst uppvärmningskostnad.
- Alternativ som t.ex. solceller och energieffektivisering av byggnader ingår inte i beräkningarna. Dessa alternativ finns tillgängliga för fastighetsägaren oberoende av om de har fjärrvärme eller inte och ska därmed inte ingå i ett klimatbokslut. (Principiellt kan de ingå om Mälarenergi som företag påverkar utvecklingen för dessa alternativ)

Scenario 1 – "Låga" utsläpp

En stor andel (30 %) av fjärrvärmeunderlaget antas ersättas med biobränsle, och då företrädesvis med pellets. Biobränslen antas användas både i pelletspannor i enskilda fastigheter och i gruppcentraler kopplade till flera fastigheter. För några få kunder kan solvärme vara ett alternativ, en mindre del av den biobränsleandel som redovisas här kan därför tänkas bli solvärme istället. För klimatberäkningarna i detta bokslut är detta egalt eftersom både solvärme och biobränslen har en mycket låg klimatpåverkan. Resterande 70 % av uppvärmningsbehovet täcks med värmepumpar. I detta scenario för låga utsläpp antas en relativt hög andel med effektiva värmepumpar, d.v.s. stor andel bergvärmepumpar och en liten andel luft-vatten respektive luft-luft värmepumpar. I gruppen luft-vatten värmepumpar ingår både frånluftsvärmepumpar och uteluftsvärmepumpar. I detta scenario står bergvärmepumparna för nästan 80 % av värmepumparnas totala värmeproduktion

Tabell 1. Alternativ individuell uppvärmning i Scenario 1 – Låga utsläpp.

Andel	Uppvärmningsalternativ
30 %	Biobränsle (pellets). En mindre andel av dessa 30 % kan tänkas vara solvärme
55 %	Bergvärmepumpar (motsvarar ca 80 % av värmen från värmepumparna)
15 %	Luft-vatten värmepumpar
0 %	Luft-luft värmepumpar

Scenario 2 – "Höga" utsläpp

I scenariot för höga utsläpp görs motsvarande resonemang som för "låga utsläpp" men inbördes fördelning mellan uppvärmningsalternativen är annorlunda. I "höga utsläpp" antas biobränslemängden vara lägre och även andelen bergvärmepumpar. I detta scenario står bergvärmepumparna för nästan 40 % av värmepumparnas totala värmeproduktion.

Tabell 2. Alternativ individuell uppvärmning i Scenario 2 – Höga utsläpp.

Andel	Uppvärmningsalternativ
10 %	Biobränsle (pellets). En mindre andel av dessa 10 % kan tänkas vara solvärme
35 %	Bergvärmepumpar (motsvarar ca 60 % av värmen från värmepumparna)
45 %	Luft-vatten värmepumpar
10 %	Luft-luft värmepumpar

Grundfall:

I grundfallet antas ett medelvärde mellan scenario 1 och 2. Både scenario 1 och 2 är rimliga alternativ för Västerås fjärrvärmeproduktion. Det medelvärde som presenteras i grundfallet är också rimligt men bedöms även vara något mer troligt.

Om man jämför grundfallets medelvärde för värmepumparna så kan man konstatera att grundfallet består av en värmepumpsmix som har något högre prestanda och därmed något lägre klimatpåverkan än den mix som installerades i Sverige under 2013. Försäljningsstatistiken för 2013 presenteras av Svenska värmepumpsföreningen, se <http://www.svepinfo.se>. Statistiken visar att av sålda vattenbaserade värmepumpsalternativ så utgjorde bergvärmepumparna ca 60 % och luft-vatten värmepumparna 40 % (Frånluftsvärmepumpar 24 % och uteluftsvärmepumpar 16 %). I antagandet för grundfallet utgör bergvärmepumparna 62 % och luft-vatten värmepumparna 38 % av de vattenbaserade värmepumparna. Med andra ord antas en margi-

nellt något bättre mix för de vattenbaserade värmepumparna jämfört med vad som installerades 2013. För luft-luft värmepumparna saknas nationell statistik.

Tabell 3. Alternativ individuell uppvärmning i grundfallet.

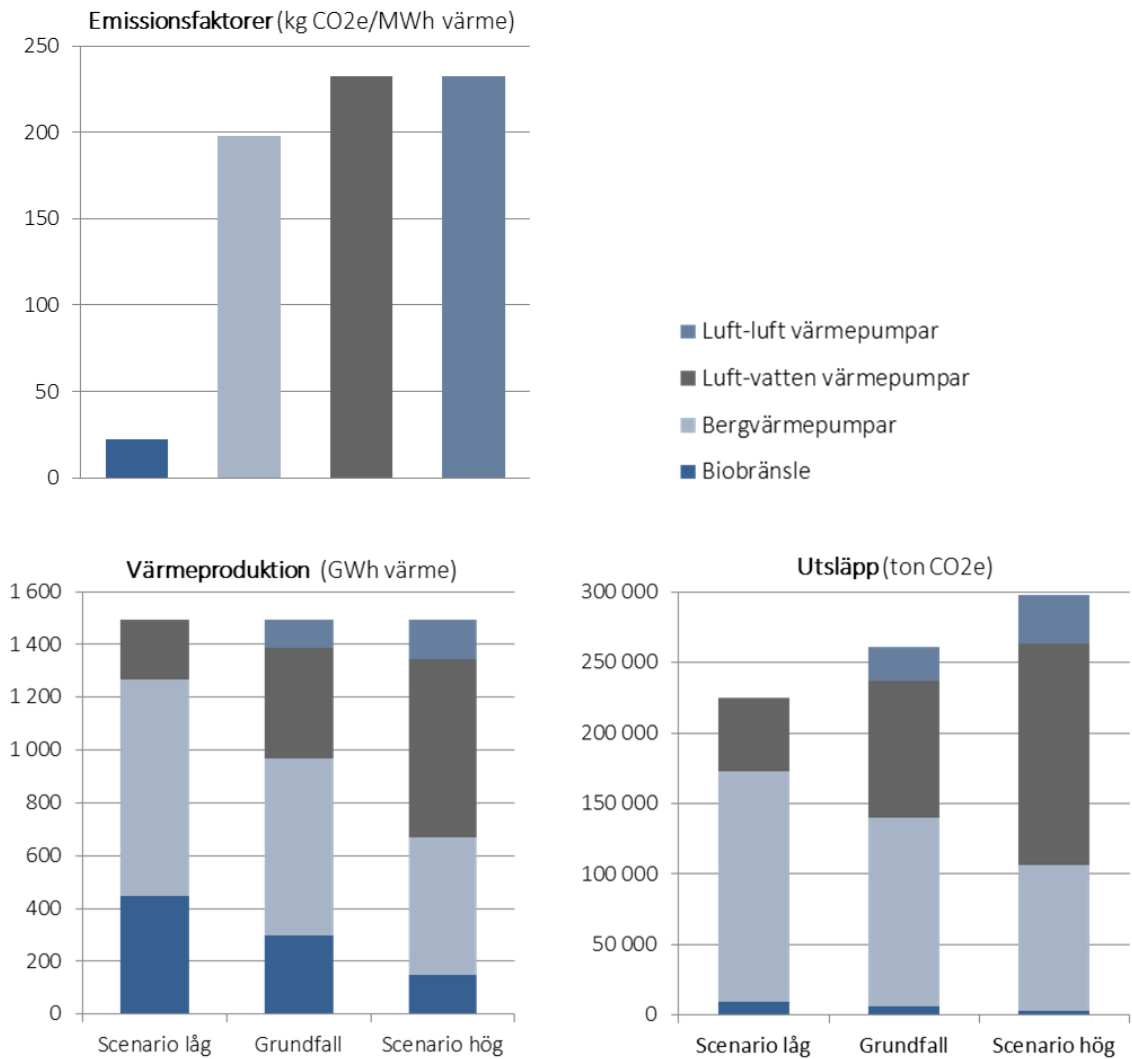
Andel	Uppvärmningsalternativ
20 %	Biobränsle (pellets). En mindre andel av dessa 10 % kan tänkas vara solvärme
45 %	Bergvärmepumpar (motsvarar ca 40 % av värmen från värmepumparna)
28 %	Luft-vatten värmepumpar
7 %	Luft-luft värmepumpar

Verkningsgrad/COP-värden

Prestanda för den alternativa individuella uppvärmningen har hämtats från *Värmeräknaren* [6]. Värmepumpsprestandan är beroende på utetemperaturen och de värden som presenteras här gäller för Västerås specifikt. Vidare är prestandan anpassad till att det är befintlig bebyggelse som konverteras, d.v.s. utan installation av lågtemperatursystem i fastigheten. Prestandan för värmepumparna (COP-värden) och för pellets pannan (verkningsgraden) presenteras i tabell 4. För luft-luft värmepumpar har utredningen antagit samma COP-värde som för luft-vatten värmepumparna. Detta är troligen ett något för högt värde men antagandet får liten betydelse för slutresultatet i klimatbokslutet.

Tabell 4. Verkningsgrad/COP värde för individuell uppvärmning i grundfallet.

Uppvärmningsalternativ	Verkningsgrad/COP-värde
Biobränsle (pellets).	0,86
Bergvärmepumpar	3,16
Luft-vatten värmepumpar	2,69
Luft-luft värmepumpar	2,69



Figur 5: Övre vänstra diagrammet:

Emissionsfaktorer för individuell uppvärmning (kg CO₂e/MWh, värme).
 (Pellets 22, Bergvärmepump 193, Luft-vatten VP 216, Luft-luft VP 216)
 Värmepumparnas utsläpp är beräknade från förbrukad el enligt den långsiktiga marginalelproduktionen i det nordeuropeiska kraftsystemet (beskrivs i eget kapitel samt i bilaga 1).

Nedre vänstra diagrammet:

Värmeproduktion från individuell uppvärmning som ersätter Mälarenergis fjärrvärme-produktion i alternativet utan fjärrvärme, 2013. Mottagen fjärrvärme: 1 492,2 GWh (levererad fjärrvärme: 1 738,2 GWh).

Nedre högra diagrammet:

Total mängd CO₂e som undviks från individuell uppvärmning på grund av Mälarenergis fjärrvärmeproduktion, 2013.

Hur produceras den el som används?

I beräkningarna för både använd och egenproducerad el används en och samma metod för att beskriva klimatpåverkan. För använd el belastas Mälarenergi med denna klimatpåverkan och för producerad el krediteras Mälarenergi med minskad klimatpåverkan. Den klimatpåverkan som redovisas är den **långsiktiga marginalelproduktionen i det nordeuropeiska elsystemet** (bilaga 1, [7, 8, 9, 10]). Detta innebär att man beräknar hur det nordeuropeiska elsystemet påverkas av Mälarenergis verksamheter och att man gör detta på lång sikt framåt.

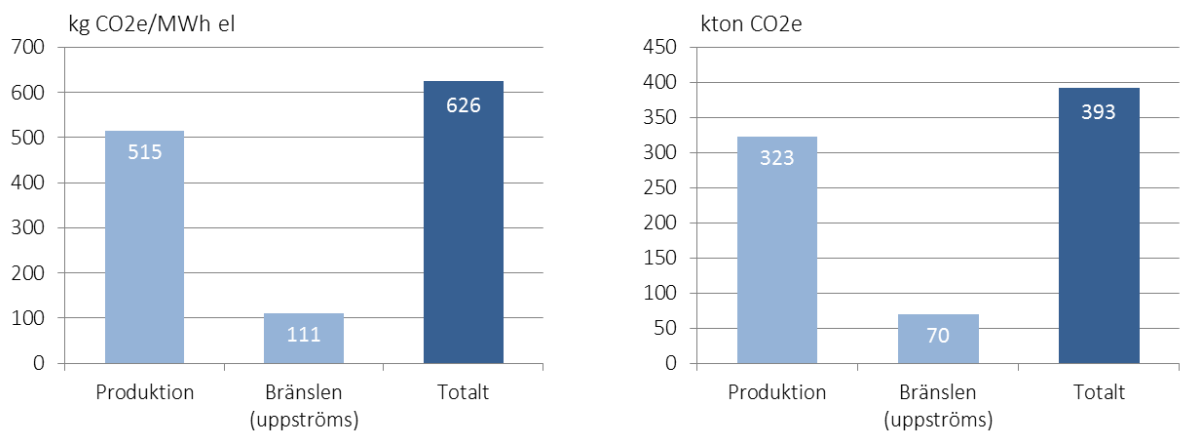
De utsläpp som ges från den långsiktiga marginalelproduktion är visserligen komplicerade att beräkna men tack vara omfattande utredningar och modellanalyser genomförda de senaste åren finns det kunskap om elproduktionen som kan användas för klimatbokslutet. Den långsiktiga marginalelproduktion visar hur en förändring hos Mälarenergi på lång sikt påverkar elsystemet. Det vill säga om Mälarenergi skulle öka eller minska sin elproduktion så beskrivs vilken mix av anläggningar i elsystemet som påverkas av denna förändring och vad detta innebär för utsläppen av växthusgaser. Detta är ett betydligt mer relevant mått än t.ex. ett antagande om svensk medel eller enbart kolkondensproduktion på marginalen. Dessa två exempel är enklare att beräkna men ger ett alltför grovt mått på den verkliga påverkan på utsläppen. Alla tre metoderna förekommer i denna typ av klimatberäkningar. Den metod som används här benämns ibland för "den dynamiska förändringseffekten" eftersom man med hjälp av en konsekvensanalys studerar över tid hur den alternativa mixen förändras. Metoden tar hänsyn till både skillnader under året och hur elsystemet förändras under en 30 års period. De emissionsvärden som har beräknats och som används i klimatbokslutet presenteras i tabell 5 och i figur 6. Klimatpåverkan från elproduktion/konsumtion återfinns på flera ställen i klimatbokslutet inom den grupp som benämns indirekt klimatpåverkan.

Det värde som använts är ett medelvärde av två scenarier för den framtida utvecklingen i den nordeuropeiska elmarknaden. *Scenario hög* beskriver en utveckling med relativt låg klimatambition medan *scenario låg* beskriver en utveckling med en kraftfull satsning på förnyelsebar energiproduktion. De produktionslag som i huvudsak avgör utsläppsnivåerna i beräkningarna utgörs av vind, biobränsle, naturgas, kol. Både kraftvärme och kondensdrift ingår. För kol ingår även CCS-teknik (Carbon Capture and Storage). De två scenarierna beskrivs i bilaga 1.

Man bör observera att beräkningarna även tar hänsyn till det som kallas uppströms effekter. Detta innebär att utsläpp som uppstår i produktionen med att ta fram bränslet adderas till de skorstensutsläpp som orsakas av själva elproduktionen. Ofta försummas uppströms effekter i miljöredovisningar men som tabell 5 indikerar så ger uppströmsutsläpp relativt stora utsläpp och bör därför finnas med i beräkningarna. All elproduktion har uppströmsutsläpp, även ett förnyelsebart bränsle som biobränsle. För biobränsle är dock uppströmsutsläppen små och uppstår framförallt från skogsmaskiner, bearbetning och transporter. Störst uppströmsutsläpp ges av kol på grund av betydande metangasutsläpp som uppstår vid kolbrytningen. Även naturgas ger stora uppströmsutsläpp där runt hälften kommer från metangasutsläpp och övrigt utgörs av fossilt CO₂. Värdena är beräknade med indata från framförallt [11].

Tabell 5. Utsläppsvärden för den alternativa elproduktionen. Värdena utgör den långsiktiga marginal-elproduktionen i det nordeuropeiska elsystemet.

Långsiktig marginalelproduktion (kg CO ₂ e/MWh, el)	Scenario Hög	Scenario Låg	Medel
Utsläpp vid produktion	630	400	515
Uppströms utsläpp	121	101	111
Summa	751	501	626



Figur 6: **Vänstra figuren:** Emissionsfaktorer för alternativ elproduktion (kg CO₂e/MWh, värme). **Högra figuren:** Total mängd CO₂e som undviks från alternativ elproduktion på grund av Mälarenergis nettoelproduktion, 2013. (Nettoelproduktionen från Mälarenergi=627,1 GWh)

Hur man bör räkna på klimatpåverkan från elproduktionen är inte självklart och ämnet har debatterats inom energisektorn. Det har därigenom även vuxit fram olika metoder för att uppskatta klimatpåverkan. Detta beskrivs mer utförligt i *bilaga 1 "hur beräknar man klimatpåverkan från elanvändning och elproduktion?"*. I bilagan presenteras några olika metoder och synsätt.

I detta klimatbokslut ges avslutningsvis en presentation av ett klimatbokslut enligt "bokföringsprincipen". För detta bokslut används en värderingsmetod som benämns "nordisk residualmix" som är vanligt förekommande för just denna typ av bokslut. Nordisk residualmix ger ett betydligt lägre emissionsvärde (258 kg CO₂e/MWh el) än de som presenteras ovan för ett bokslut enligt "konsekvensprincipen". Nordisk residualmix är ett genomsnittsvärde för utsläppen från all nordisk elproduktion men man exkluderar all ursprungsmärkt el i beräkningen av genomsnittsvärdet (därför namnet residual). Den nordiska residualmixen presenteras mer utförligt i bilaga 1.

Hur hanteras avfallet om det inte används som bränsle?

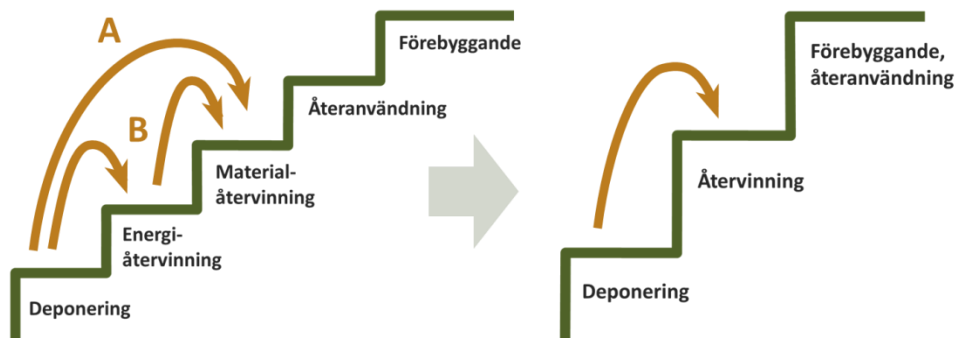
Det finns flera olika möjliga sätt för hur vi kan hantera uppkommet avfall. Och det finns ur klimatsynpunkt en tydlig rangordning mellan bra och sämre alternativ. Det finns ett alternativ som är klart sämre och som man bör undvika för att minska klimatpåverkan, nämligen deponering. Det är tydligt att Sveriges energiåtervinning ersätter deponering i Europa och att marginalavfallsbränslet till svensk energiåtervinning är importerat brännbart avfall. Om Mälarenergi skulle upphöra med energiåtervinning kommer motsvarande avfallsmängd att deponeras någonstans i Europa. Tack vare att deponering ersätts kan betydande klimatpåverkan undvikas.

Det finns en avfallsbehandlingsmetod som tydligt är sämst i ett klimatperspektiv, nämligen deponering. På grund av deponeringens metanemissioner så ger deponeringen ett relativt stort bidrag till klimatpåverkan. Ur klimatsynpunkt motsvarar 1 kg metangas ungefär 25 kg fossilt CO₂. Även från en modern och effektiv deponering med insamling av metangas uppstår betydande metanutsläpp om man summerar utsläppen under hela den kemiskt aktiva perioden.

Den finns en metod som tydligt är mycket bättre än övriga alternativ och det är förebyggande av avfall. Att inte producera och konsumera en vara är den i särklass mest effektiva klimatåtgärden om man jämför med övriga möjliga behandlings- och återvinningsmetoder.

Det är relativt små skillnader mellan övriga återvinningsalternativ, d.v.s. mellan energiåtervinning, biologisk återvinning och materialåtervinning. Om man ska rangordna dessa alternativ utifrån ett klimatperspektiv så är materialåtervinning att föredra framför energiåtervinning. Biologisk återvinning, dvs. biogasproduktion, hamnar någonstans däremellan. Det finns åtskilliga forskningsprojektet som har studerat den resulterande klimatpåverkan från olika avfallshanteringsmetoder. Mer om detta återfinns exempelvis i [12, 13, 14].

Med andra ord fungerar den generella avfallshierarkin som vägledning för att rangordna de olika möjliga avfallshanteringsalternativen utifrån ett klimatperspektiv. Dock kan man i ett klimatperspektiv argumentera för att det är mer relevant att använda endast tre steg i trappan eftersom skillnaderna mellan stegen är olika stora. Bägge varianterna illustreras i figur 7.



Figur 7: **Vänstra figuren:** En skiss baserad på den traditionella avfallshierarkin. Ökad materialåtervinning ersätter deponering direkt (A) eller indirekt genom att frilägga kapacitet från energiåtervinningen som i sin tur kan utnyttjas för att ersätta deponering (B). **Högra figuren:** Den vänstra figuren kan ersättas med en enklare figur som sammanfattar att all ökad återvinning ger en deponiminskning. Ur klimatsynpunkt ger även denna figur en mer relevant beskrivning av hur stor nyttan är med varje steg.

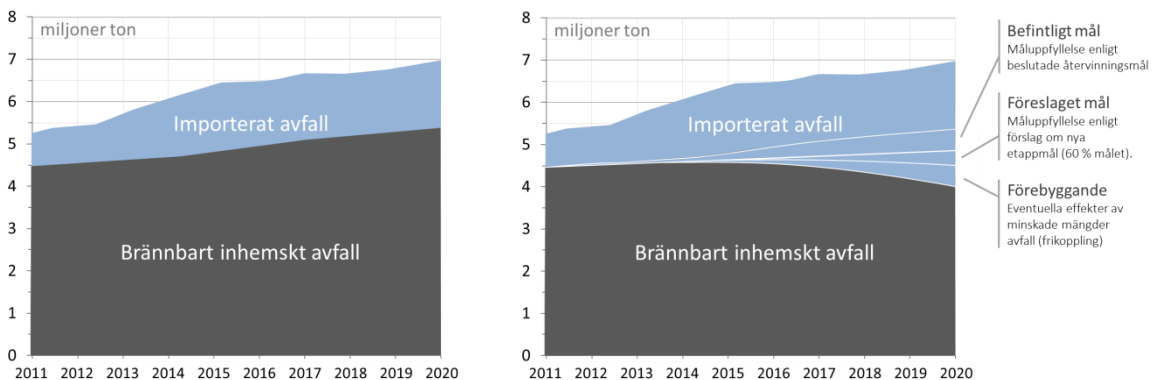
Figur 7 är hämtad från Avfall Sveriges utredning "Ökad materialåtervinning – Vad är energiåtervinningens roll?" [15]. I samma utredning diskuteras flera aspekter kring alternativen till energiåtervinning. Bland annat konstateras följande:

- Störst miljönytta ges då både material- och energiåtervinningen ökar. Bägge metoderna är effektiva instrument för att minska deponeringen och bägge metoderna producerar nyttigheter (material och energi) som kan ersätta annan produktion med tillhörande miljöbelastning.
- Så länge som avfall deponeras i Europa så är det ur miljösynpunkt effektivast att satsa på en kombinerad expansion av både material- och energiåtervinning

- Det kommer alltid att finnas ett behov av energiåtervinning för att:
 - ta hand om rester från material- och biologisk återvinning.
 - ta hand om material som inte längre kan återvinnas.
 - destruera förorenat material som vi inte vill få tillbaka in i samhället.

I Sverige är deponering av brännbart och organiskt avfall förbjuden. Och vi är, tillsammans med några få ytterligare länder i världen, unika genom att vi har lyckats avveckla nästan all deponering av hushållsavfall. I Europa däremot är deponering fortfarande den dominerande behandlingsmetoden. Runt 140 miljoner ton avfall deponeras under ett år i Europa som skulle kunna material- eller energiåtervinnas. Av dessa utgör ca 90 miljoner ton hushållsavfall.

Sverige har idag en betydande import av avfallsbränslen och prognoser visar att importen kommer att fortsätta att öka under de närmaste sex åren. Sverige har därmed betydligt större energiåtervinningskapacitet än vad som efterfrågas för enbart det inhemska avfallet [16, 17, 18]. Detta innebär att när Mälarenergi startar sitt avfallskraftvärmeverk så kommer importen till Sverige öka. Antingen direkt till Mälarenergi eller, om Mälarenergi väljer att öka energiåtervinningen med inhemska avfall, att någon annan anläggning kommer att öka importen. Motsvarande skulle inträffa om Mälarenergi till exempel väljer att helt upphöra med energiåtervinning. I så fall kommer deponeringen öka med motsvarande mängd avfall någonstans i Europa. Med andra ord så är importerat avfall marginalbränslet för svensk energiåtervinning. I figur 8 illustreras dagens importbehov till Sverige samt en prognos för hur importen kommer att utvecklas fram till 2020. Utvecklingen till 2020 illustreras med två scenarier, en för en konservativ utveckling och en för en progressiv utveckling. I den konservativa utvecklingen antas en fördelning mellan de olika återvinningsmetoderna som är den samma under perioden och lika med den som vi idag har. I den progressiva utvecklingen antas en utveckling med ökad andel återvinning och återanvändning inklusive en andel förebyggande. Informationen om utvecklingen är hämtade från [18].



Figur 8: **Vänstra figuren:** En konservativ utveckling för energiåtervinningen (fördelning mellan olika återvinningsalternativ enligt dagens situation). **Högra figuren:** En progressiv utveckling för energiåtervinningen (inkluderar förslag och ambitioner för förändrad fördelning mellan olika återvinningsmål). Källa: Avfall Sverige/Profu [18].

Även om vi kraftigt skulle lyckas öka annan återvinning och ännu bättre om vi även kan förebygga en betydande andel av avfallet i Europa så kommer det fortfarande att finnas ett stort deponeringsbehov. På lång sikt kan man hoppas att en betydande del av deponeringen kan ersättas i Europa.

Ur klimatsynpunkt är det stor skillnad mellan bra respektive dålig deponering. I beräkningarna används data och prestanda från de mest effektiva deponierna i Europa. Med andra ord de deponier som ger relativt sett minst klimatpåverkan. Det är inte alls självklart att det är dessa deponier som ersätts men med detta antagande kan vi säkerställa att det är minst denna klimatnytta som Mälarenergis energiåtervinning bidrar med. Trots antagandet om att det enbart är effektiv deponering som ersätts visar klimatredovisningen att det ges betydande klimatvinster genom Mälarenergis energiåtervinning.

Fjärrvärmesystemets produktionsanläggningar

I analysen för år 2013 inkluderas följande anläggningar: Kraftvärmeverket, Kungsörs värmeverk, Hallsthammar HVC, HVG Västerås samt värmen från Värmepumpverket. Data om förbrukade mängder bränslen och el samt producerade nyttigheter har hämtats från miljörapporter för år 2013, årsredovisningen för år 2013 samt kompletterande information direkt från Mälarenergi.

I analysen för år 2015 ingår även Surahammars fjärrvärmesystem. Vidare ingår den nya avfallspannan (Block 6). Data om förbrukade mängder bränslen och el samt producerade nyttigheter har uppskattats utifrån en prognos från Mälarenergi.

Värmepumpverket

Värmepumpverket består av två värmepumpar, en absorptionskylmaskin, ett vätskekyllaggregat och en ackumulator för lagring av kylt vatten. Från anläggningen utgår ett fjärrkylanät som levererar kyla till de centrala delarna av staden. Anläggningen är även kopplad till fjärrvärmenätet.

I analysen av år 2013 har data om förbrukad mängd el, utsläpp av köldmedia och produktion av nyttigheter hämtats från miljörapporten och direkt från Mälarenergi. För år 2015 uppskattas data baserat på en prognos från Mälarenergi.

Vattenkraft och solkraft

I analysen inkluderas producerad el från Mälarenergis vattenkraft (2013 och 2015) samt solkraft (endast 2015). Producerad mängd el från vattenkraft år 2015 antas vara densamma som år 2013. För solkraften antas en utnyttjningstid på 1100 h. Vidare inkluderas "uppströms" utsläpp (huvudsakligen från råvaru-, tillverknings- och byggnadsfas) som gäller för vattenkraft och solkraft enligt Profus insamlade litteratordata.

Avloppsreningsverket

Avloppsreningsverk ger typiskt upphov till klimatpåverkande utsläpp under processernas gång (framförallt metan- och lustgasemissioner samt respiration av fossil kolkälla), slamhantering och elförbrukning. Samtidigt finns en tydlig klimatnytta från produkterna, framförallt genom att den producerade biogasen används till att ersätta fossila energibärare. I analysen för år 2013 har data om avloppsreningsverket hämtats från miljörapporten. Detta underlag har kompletterats med data om typiska klimatpåverkande utsläpp från avloppsreningsverk enligt Svenskt Vatten Utvecklings rapport 2014-02 (*Klimatpåverkan från avloppsreningsverk*). För år 2015 har samma data utslaget per person använts, men resultaten har skalats upp i förhållande till att folkmängden förväntas växa med drygt 1 % enligt [19] Forslund (2011).

Minskade utsläpp genom energioptimeringar

Genom Mälarenergis arbete minskas energiförbrukning både av värme och el hos olika kunder, och därigenom minskar klimatpåverkande utsläpp. För år 2013 kommer uppgiften om minskningen av klimatpåverkande utsläpp från Mälarenergi. För år 2015 har Profu antagit att utsläppsminskningen ligger på samma nivå som år 2013.

Summering av marginella småutsläpp

Det finns ett stort antal aktiviteter inom Mälarenergis verksamhet som på olika sätt ger mycket små bidrag till klimatpåverkan. Flertalet är så pass små att man kan egentligen bortse från dessa i klimatredovisningen eftersom de inte påverkar nettoresultatet. Man bör dock ändå redovisa dessa småutsläpp för att visa att de är små och man bör även ta med dessa utsläpp om man så långt som möjligt vill följa riktlinjerna enligt GHG-protokollet. Dessutom bör man notera att även små utsläpp kan vara kostnadseffektiva att reducera. De totala bidraget av småutsläpp i samhället är inte försumbar även om det för ett energiföretags klimatbokslut, med stor annan påverkan, uppfattas som små.

Genom att studera klimatredovisningar från andra fjärrvärmeföretag så kan man konstatera att man ibland inte tar med dessa småutsläpp eller att man tar med dessa och att de då får försumbar inverkan på de totala utsläppen. Generaliserat kan man approximera dessa små utsläpp i två grupper, en som ska redovisas under scope 1 och en under scope 3. Om man räknar om utsläppen från andra fjärrvärmeföretags klimatredovisningar till Mälarenergis storlek på verksamheten ges följande approximativa värden för dessa utsläpp:

Inom scope 1 återfinns utsläpp från egna fordon och arbetsmaskiner som för Mälarenergis verksamhet borde vara i storleksordning 880 ton CO₂ per år.

Inom scope 3 återfinns utsläpp från tjänsteresor (hyrbil, taxi, flyg och tåg), postförsändelser och kontorspapper som för Mälarenergis verksamhet borde vara i storleksordning 860 ton CO₂ per år.

Utsläpp som exkluderats

I analysen har inga utsläpp inkluderats från anläggningar inom Mälarenergis affärsområden Stadsnät, Elhandel, Service och Elnät. I jämförelse med anläggningarna som inkluderats från övriga affärsområden bedöms utsläppen (både direkta och indirekta) vara små från dessa affärsområden.

Modellberäkningar och indata

Tack vara senare års omfattande systemstudier för svenska avfallssystem och fjärrvärmesystem har komplicerade och omfattande beräkningar kunnat användas för klimatberäkningarna till Mälarenergis klimatbokslut. Tre modeller som har varit viktiga för analysen i detta projekt är fjärrvärmemodellerna Nova, Martes [12, 13] och energisystemmodellen Markal [8]. Dessa modeller och tidigare studier genomförda med dessa modeller har gett värdefull information om klimatpåverkan från fjärrvärmesystemet och elsystemet. En hel del information om avfallsets klimatpåverkan har hämtats från forskningsprojekten "Systemstudie Avfall" och "Perspektiv på

framtida avfallsbehandling”. Det modellkoncept som byggdes upp i dessa projekt har möjliggjort att man kan studera hur hela avfallssystemet påverkas av enskilda förändringar. Modellkoncept har också använts för att utvärdera den Nationella avfallsplanen, import av brännbart avfall, energiåtervinning i ett klimatperspektiv, mm i flera efterföljande projekt. Resultaten från dessa projekt har utnyttjats i klimatbokslutet. Referenser till ovan nämnda projekt återfinns sist i rapporten under kapitlet källor.

I denna rapport redovisas varken indata för, eller uppbyggnaden av, dessa beräkningsmodeller. Mer information om dessa arbeten återfinns i refererade rapporter, se kapitlet källor.

Mälarenergis bränsleförbrukning och fjärrvärme- och elproduktion för 2013 och 2015, som ligger till grund för utsläppsberäkningarna, redovisas i tabell 6.

Tabell 6. Levererade bränslen, elproduktion samt fjärrvärme- och elleveranser 2013 och 2015.

Levererade bränslen till Mälarenergis fjärrvärme- och elproduktion (GWh/år)		
	Utfall 2013	Prognos 2015
Kol	1 299	127
Torv	149	137
Biomixl	838	565
Returträflis	131	139
Tallbecksolja	67	21
Eldningsolja 5	4	2
Eldningsolja 1	3	14
Avfall	0	1 194
Pellets	2	2
El	127	150
Totalt	2 620	2 351

Energiproduktion (GWh/år)		
	Utfall 2013	Prognos 2015
El ¹⁾	754	506
Värme ²⁾	1738	1708
Ånga	5	5
Kyla	31	29

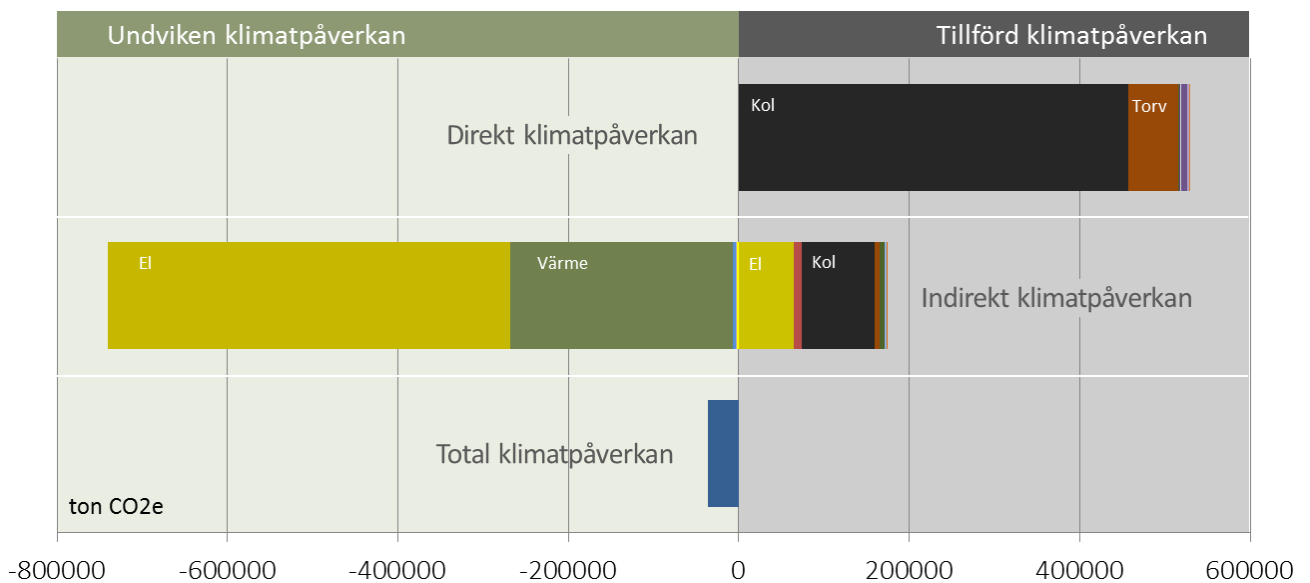
¹⁾ I elproduktionen ingår vattenkraft 140 GWh bägge åren samt solkraft 1,1 GWh under 2015.

²⁾ Mottagen värme hos kund var 1 492 GWh år 2013 och prognosticeras bli 1 512 GWh år 2015. I prognosen för 2015 ingår även Surahammar.

Resultat

Klimatbokslut 2013

En redovisning och presentation av Mälarenergis klimatbokslut redovisas i figur 9 och 10 samt i efterföljande tabell 7. I figur 9 presenteras Mälarenergis klimatpåverkan under 2013 uppdelat i två grupper; **direkt klimatpåverkan** och **indirekt klimatpåverkan**. Som nämnts tidigare så uppkommer det utsläpp från Mälarenergis egen verksamhet (direkt klimatpåverkan) men samtidigt kan man tack vare verksamheten undvika andra utsläpp utanför Mälarenergi (indirekt klimatpåverkan). Man kan konstatera att summan av undvikna utsläpp är något större än summan av tillförda utsläpp och nettoeffekten redovisas i den sista gruppen, **total klimatpåverkan**. Totalt bidrog Mälarenergi till att reducera CO₂e utsläppen med 37 000 ton under 2013.



Figur 9. Mälarenergis sammanlagda klimatpåverkan under 2013 uppdelat i direkt klimatpåverkan från Mälarenergis egen verksamhet och indirekt klimatpåverkan som uppstår utanför Mälarenergi. Summan av all klimatpåverkan "total klimatpåverkan" är negativ vilket innebär att det uppstår mindre utsläpp med Mälarenergis verksamhet än utan. Totalt bidrog Mälarenergi till att reducera CO₂e utsläppen med 37 000 ton under 2013.

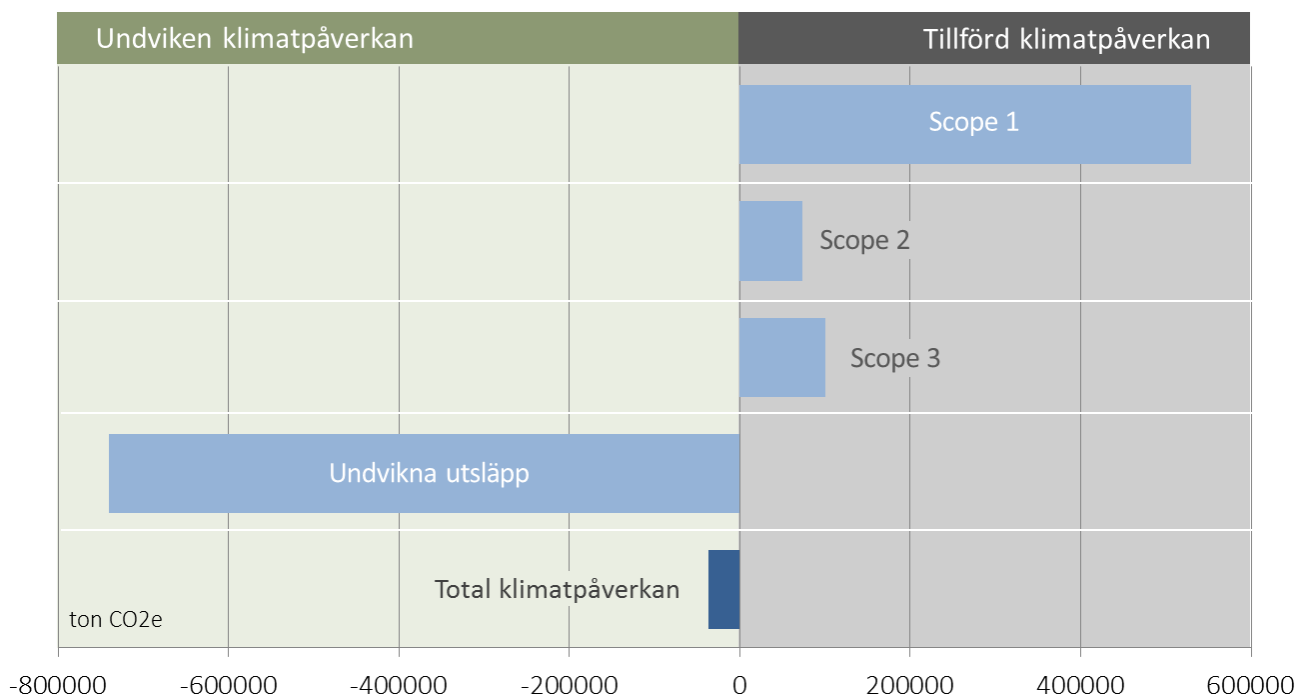
Det finns ett stort antal enskilda utsläpp, tillförda och undvikna, som sammantaget ger det resultat som presenteras i figur 9. Bland dessa finns det några utsläpp som i jämförelse har mycket stor påverkan på resultatet vilka beskrivs mer utförligt i punktform nedan:

- Direkta skorstensutsläpp från kolkraftvärmeverket. Kol är ett fossilt bränsle som ger ett stort och tydligt bidrag till utsläppen av fossilt CO₂. (svart stapel, direkt klimatpåverkan).
- Direkta skorstensutsläpp från användningen av torv som bränsle. Torv ger ett tillskott av fossilt CO₂ som är betydande men lägre än för kol (Roströd stapel, indirekt klimatpåverkan).
- Uppströmseffekter från kolbrytning och bränsleframställning. Kolbrytningen ger betydande metangasutsläpp vilket ytterligare ökar klimatpåverkan från användning av kol som bränsle. (svart stapel, indirekt klimatpåverkan).

- Elkonsumtionen för driften av produktionsanläggningarna ger ett tydligt bidrag till klimatpåverkan. (*mörkgul stapel till höger, indirekt klimatpåverkan*).
- All uppvärmning av bostäder och lokaler ger en klimatbelastning. Den alternativa individuella uppvärmningen som har studerats i klimatbokslutet är ur klimatsynpunkt en mix av bra alternativ. Trots detta kan betydande utsläpp undvikas med fjärrvärmesystemet (*grön stapel, indirekt klimatpåverkan*).
- Elproduktionen är känd för att ge ett relativt stort bidrag till klimatpåverkan. Genom att Mälarenergi producerar och säljer el till elsystemet kan man undvika alternativ produktion för denna mängd el (*mörkgul stapel, indirekt klimatpåverkan*).

De antaganden som görs för ovan beskrivna utsläpp med relativt stor påverkan har betydelse för resultatet. Antaganden för två av dessa, den **alternativa individuella uppvärmningen** och den **alternativa elproduktionen** har bedömts ge större påverkan på slutresultatet jämfört med övriga antaganden. Dessa beskrivs mer utförligt i en känslighetsanalys senare i detta resultatkapitel.

GHG-protokollet föreskriver att resultaten bör presenteras i fyra grupper, scope 1-3 samt undvikna emissioner i en separat grupp. I figur 10 visas en presentation av resultaten enligt denna indelning. Figur 9 och 10 visar därmed samma resultat men presentationen görs på olika sätt. Scope 1 visar direkta utsläpp från den egna verksamheten, Scope 2 indirekta utsläpp från köpt energi (i detta fall elkraft) och scope 3 visar övriga indirekta utsläpp som företaget orsakar.



Figur 10. Samma resultat som redovisas i figur 9 men här presenterat enligt GHG-protokollets tredelsystem scope 1-3 och med ett separat tillägg för undvikna emissioner.

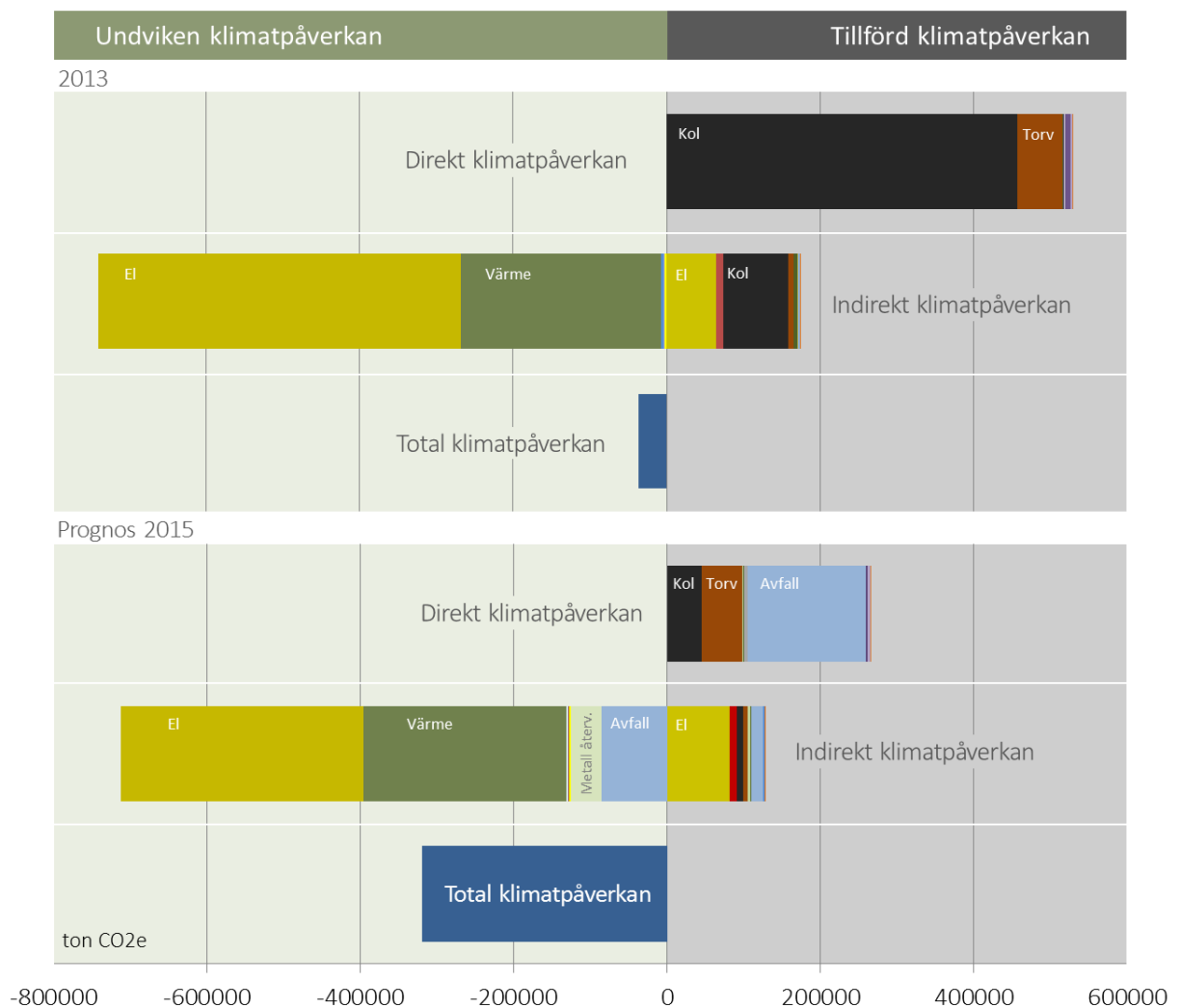
I tabell 7 redovisas mer utförligt vilka tillförda och undvikna utsläpp som ligger till grund för de resultat som presenteras i figur 9 och 10.

Tabell 7. Redovisning av samtliga utsläpp i Mälarenergis klimatbokslut för 2013 och för prognosen 2015.

Totala utsläpp CO2e (ton)	2013	Prognos 2015
Scope 1	529 160	265 280
Förbränning av bränslen		
Kol	456 970	44 530
Torv	58 560	53 940
Biomix	710	480
Returträflis	1 180	1 250
Tallbecksolja	60	20
Eldningsolja 5	1 080	480
Eldningsolja 1	860	3 870
Avfall	0	154 120
Biobränsle - Pellets	10	10
Värmepumpverket	6 200	3 020
Avloppsreningsverket	2 650	2 680
Diverse småutsläpp (egna fordon och arbetsmaskiner)	880	880
Scope 2	73 780	91 330
Hjälpel kraftvärmeverk och värmeverk (exkl. värmepumpverket)	64 310	81 750
Hjälpel avloppsreningsverket	9 470	9 580
Scope 3	100 510	36 730
Produktion, förbehandling och transport av bränslen		
Kol	85 140	8 300
Torv	5 960	5 490
Biomix	5 800	3 910
Returträflis	330	350
Tallbecksolja	0	0
Eldningsolja 5	80	40
Eldningsolja 1	20	260
Avfall	0	15 170
Biobränsle - Pellets	30	30
Uppströms vattenkraft och solkraft (2015)	2 290	2 320
Diverse småutsläpp (tjänsteresor, post, kontorspapper, mm)	860	860
Undvikna emissioner	-740 060	-712 600
Undviken alt avfallsbehandling (deponering), pga förbränning	0	-85 050
Undviken jungfrulig prod., pga metallåtervinning från försortering	0	-40 000
Undvikna utsläpp genom energioptimeringar	-2 540	-2 540
Undvikna utsläpp från reningsverkets biogas, inkl. slamhant. m.m.	-810	-820
Undviken alternativ ångproduktion	-100	-100
Undviken alternativ kylproduktion	-3 670	-3 430
Undviken alternativ uppvärmning av bostäder och lokaler	-261 120	-264 520
Undviken alternativ elproduktion	-471 820	-316 140
Summa klimatpåverkan	-36 610	-319 260
Varav summa scope 1-3	703 450	393 340
Varav undvikna emissioner	-740 060	-712 600
Summering av direkt och indirekt klimatpåverkan:		
Direkta klimatpåverkan	529 160	265 280
Indirekta klimatpåverkan	-565 770	-584 540
Summa klimatpåverkan	-36 610	-319 260
Nyckeltal för levererad energi:		
Utsläpp per levererad energi (kg CO2e/MWh)	-14	-142
Summa klimatpåverkan per total mängd levererad energi (Värme, el, ånga, kyla)		

Klimatbokslut 2015 - Prognos

Under 2014 kommer Mälarenergis nya kraftvärmeverk att färdigställas och under hösten 2014 kommer anläggningen att köras i full drift. Anläggningen förändrar kraftigt Mälarenergis produktionsmix vilket bland annat kommer att resultera i att man kan minska användningen av fossila bränslen, framförallt kol. Detta kommer att få stor betydelse för Mälarenergis samlade klimatpåverkan. Det finns även andra förändringar som påverkar resultatet. Genom energåtervinningen kommer deponeringen av avfall att minska och därmed även metanutsläppen från deponering, även detta ger en tydlig minskad klimatpåverkan. En annan betydelsefull förändring är att nettoelproduktionen minskar, detta påverkar klimatberäkningarna negativt eftersom utsläppen från den alternativa elproduktionen ökar jämfört med 2013. För klimatbokslutet i sin helhet ges mycket tydliga positiva effekter med det nya kraftvärmeverket vilket illustreras i figur 11. I figuren visas en prognos för klimatbokslutet år 2015. Även om detta enbart är en prognos så kan man tydligt se att Mälarenergis totala klimatpåverkan kommer att minska kraftigt. Under 2015 kommer Mälarenergi totalt att bidra med att sänka utsläppen i samhället med 319 000 ton CO₂e. Utslaget på all energiproduktion så innebär detta att för varje såld MWh så minskar utsläppen i genomsnitt med 142 kg CO₂e.



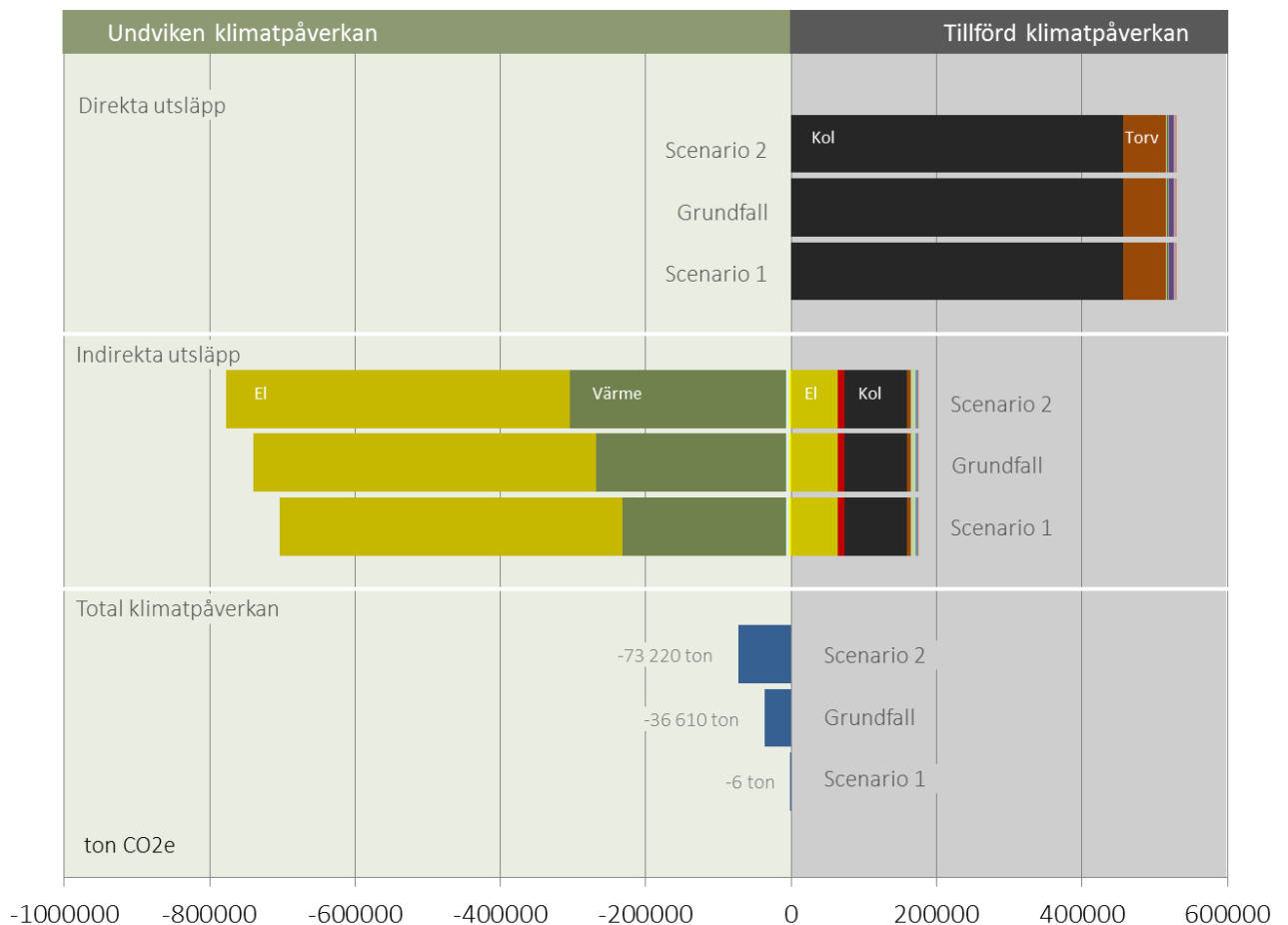
Figur 11. **Prognos** för Mälarenergis sammanlagda klimatpåverkan för år **2015** uppdelat i direkt och klimatpåverkan. I figuren visas både klimatbokslutet för 2013 och prognosen för 2015. Prognosen pekar på att Mälarenergi kommer att bidra med en att reducera CO₂e utsläppen med 319 000 ton under 2015.

På samma sätt som för klimatbokslutet för 2013 finns det några enskilda utsläpp, tillförda och undvikna, som har stor påverkan på resultatet. I tillägg till beskrivningen för 2013 så har följande utsläpp stor påverkan för utfallet år 2015:

- Direkta skorstensutsläpp från energiåtervinningen. Merparten av det avfall som energiåtervinns i Västerås är att betrakta som ett förnyelsebart bränsle. En del av avfallet har dock ett fossilt ursprung från olja och ger därmed ett tydligt utsläpp i klimatbokslutet. De fossila brännbara avfallsfraktionerna utgörs av plast, syntetiska textilier och syntetisk gummi (*blå stapel, direkt klimatpåverkan*).
- Den alternativa avfallsbehandlingen för den avfallsmängd som energiåtervinns är deponering (se tidigare resonemang om alternativ avfallsbehandling). Energiåtervinning är ett betydligt bättre alternativ än deponering ur klimatsynpunkt vilket medför att energiåtervinningen även bidrar till undviken klimatpåverkan (*blå stapel, indirekt klimatpåverkan*).
- All uppvärmning av bostäder och lokaler ger en klimatbelastning. Den alternativa individuella uppvärmningen som har studerats i klimatbokslutet är ur klimatsynpunkt en mix av bra alternativ. Trots detta kan betydande utsläpp undvikas med fjärrvärmesystemet (*grön stapel, indirekt klimatpåverkan*).
- Elproduktionen är känd för att ge ett relativt stort bidrag till klimatpåverkan. Genom att Mälarenergi producerar och säljer el till elsystemet kan man undvika alternativ produktion för denna elmängd. Elproduktionen är dock något lägre 2015 jämfört med 2013 och därmed även klimatnyttan (*mörkgul stapel, indirekt klimatpåverkan*).

Känslighetsanalys – Individuell uppvärmning

I det tidigare kapitlet "Hur värms bostäderna om vi inte använder fjärrvärme?" beskrivs tre olika möjliga fall för den alternativa uppvärmningen av bostäder och lokaler. De tre fallen innehåller alla en mix av olika typer av värmepumpar och bibränslen. Det första fallet, scenario 1, beskriver en möjlig situation där fastighetsägarna väljer en mix av individuell uppvärmning som totalt sett ger mycket låg klimatpåverkan. Det andra fallet, scenario 2, visar en möjlig mix mellan dessa uppvärmningssystem som ger en högre klimatpåverkan. I det fall som benämns som grundfall används ett medelvärde på uppvärmningsmixen i scenario 1 och 2. Figur 12 visar att antagandet om valet av individuell uppvärmning har betydelse för slutresultatet. Skillnaderna är ändå relativt små och resultaten visar tydligt att fjärrvärmesystemet är ett konkurrenskraftigt alternativ utifrån ett klimatperspektiv när man jämför mot annan individuell uppvärmning. I scenario 1 med en mix av individuella uppvärmningssystem med mycket låg klimatpåverkan visar klimatbokslutet att Mälarenergis verksamhet är försumbart något bättre. I princip har man för detta scenario en situation där Mälarenergis samlade verksamhet är klimatneutral.

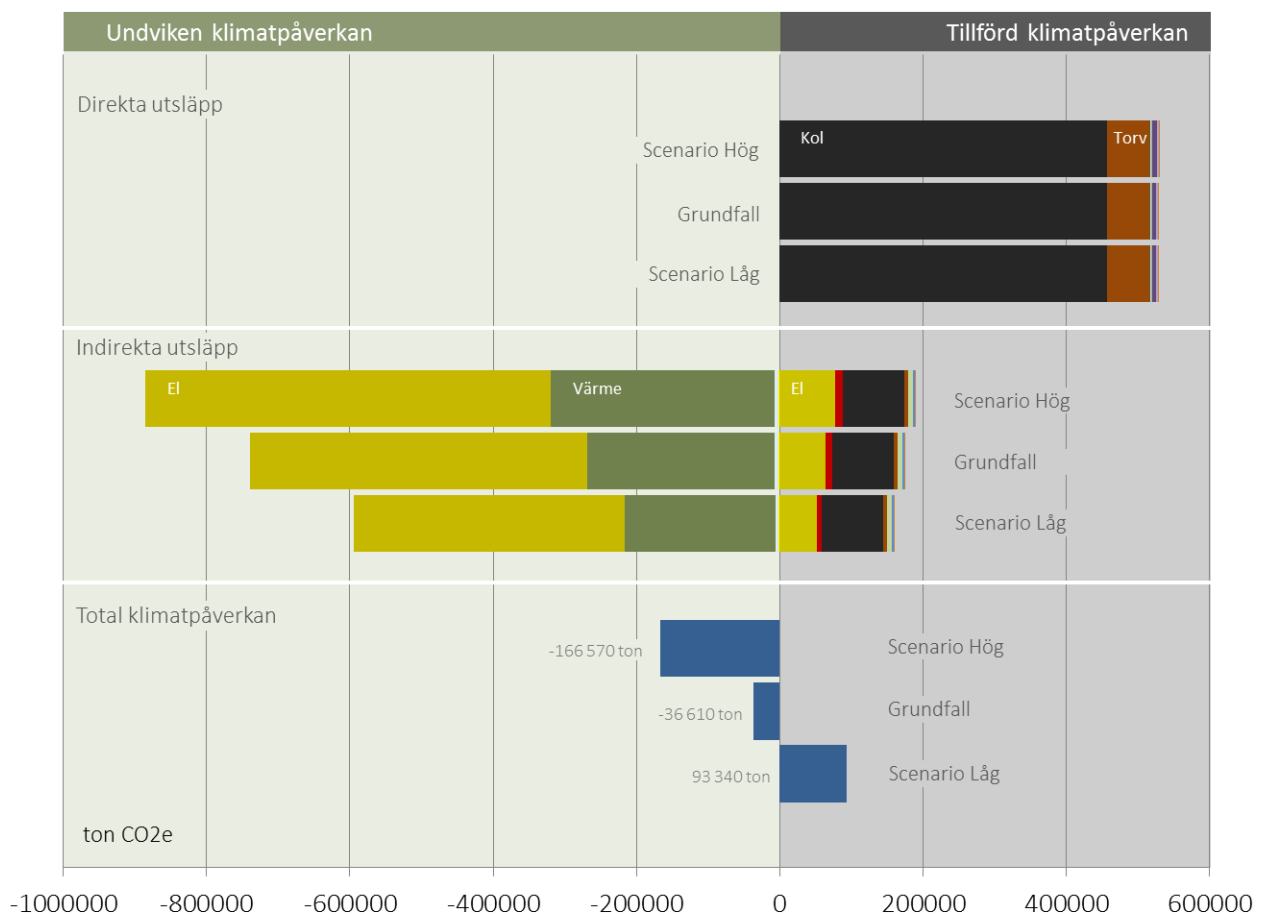


Figur 12. Känslighetsanalys för valet av alternativ individuell uppvärmning av bostäder och lokaler. Scenario 1 beskriver utfallet för en möjlig mix av individuella uppvärmningssystem med mycket låg klimatpåverkan. Scenario 2 visar motsvarande för en mix med något högre klimatpåverkan.

Känslighetsanalys – Elproduktion

I det tidigare kapitlet "Hur produceras den el som används?" beskrivs tre olika möjliga fall för den alternativa elproduktionen. Den alternativa elproduktionen är den el som Mälarenergi ersätter när de levererar el till elsystemet men också den el som används i Mälarenergis elkonsumtion samt i elkonsumtionen hos andra förbrukare som ingår i beskrivningen av de indirekta utsläppen, exempelvis el till värmepumparna i den alternativa individuella uppvärmningen. Den alternativa elproduktionen är den **långsiktiga nordeuropeiska marginalelproduktionen** (se beskrivning i tidigare kapitel samt i bilaga 1).

Scenario låg beskriver en framtida situation med mycket höga klimatambitioner. En stor del av marginalproduktionen utgörs i detta scenario av förnyelsebar elproduktion med betydligt lägre klimatpåverkan än vad vi har idag. *Scenario hög* beskriver en framtida situation med relativt låga klimatambitioner, snarlik den situation som vi har idag. I *grundfallet* används ett medelvärde mellan scenario 1 och 2. Figur 13 visar på tydliga skillnader i slutresultatet för de tre scenarierna. Framförallt påverkas de undvikna utsläppen från Mälarenergis egen elproduktion och klimatpåverkan från undviken alternativ uppvärmning av fastigheter. I grundfallet och för scenario hög är Mälarenergis verksamhet konkurrenskraftig i ett klimatperspektiv. Men med mycket kraftiga framtida klimatambitioner för elsystemet (scenario låg) skulle Mälarenergis el- och värmeproduktion ge något högre utsläpp jämfört med den alternativ produktion av motsvarande nyttigheter.



Figur 13. Känslighetsanalys för antagandet om den alternativa elproduktionen. Scenario låg beskriver utfallet för en möjlig framtida elproduktionsmix med mycket höga klimatambitioner. Scenario hög visar motsvarande för en mix med relativt låga klimatambitioner (nära dagens produktionsmix). I grundfallet antas ett medelvärde av dessa två scenarier.

Klimatbokslut enligt ”bokföringsprincipen”

Avslutningsvis redovisas även ett resultat för ett klimatbokslut som har tagits fram enligt ”bokföringsprincipen”. Se tidigare beskrivning i rapporten om skillnaden mellan ”bokföringsprincipen” och ”konsekvensprincipen”. I resultatet presenteras samma värden som tidigare men med skillnaden att den alternativa elproduktionen har beräknats som nordisk residualmix. Vidare är det mindre vanligt att redovisa undvikna utsläpp med bokföringsprincipen och dessa har därför exkluderats i tabell 8. De totala tillförda utsläppen (scope 1-3) blir 656 860 ton CO₂e för 2013.

Man bör notera att resultatet kan användas i jämförelser med andra bokslut som redovisar resultaten enligt samma metod och som använder GHG-protokollet. Resultatet kan dock inte användas för att bedöma Mälarenergis nettoklimatpåverkan eller att analysera effekter av olika förändringsförslag i Mälarenergis klimatarbete. Resultatet kan därmed inte heller användas för den årliga uppföljningen av Mälarenergis klimatpåverkan, d.v.s. om klimatpåverkan ökar eller minskar. Se tidigare diskussion angående när man kan använda de två olika typerna av klimatbokslut.

Tabell 8. Klimatbokslut redovisat enligt ”bokföringsprincipen” för 2013.

Klimatbokslut enligt bokföringsprincipen. Utsläpp CO ₂ e (ton)	År 2013
Scope 1	525 950
Förbränning av bränslen	
Kol	456 970
Torv	58 560
Biomix	710
Returträflis	1 180
Tallbecksolja	60
Eldningsolja 5	1 080
Eldningsolja 1	860
Avfall	0
Biobränsle - Pellets	10
Värmepumpverket	2 990
Avloppsreningsverket	2 650
Diverse småutsläpp (egna fordon och arbetsmaskiner)	880
Scope 2	30 400
Hjälpel kraftvärmeverk och värmeverk (exkl. värmepumpverket)	26 500
Hjälpel avloppsreningsverket	3 900
Scope 3	100 510
Produktion, förbehandling och transport av bränslen	
Kol	85 140
Torv	5 960
Biomix	5 800
Returträflis	330
Tallbecksolja	0
Eldningsolja 5	80
Eldningsolja 1	20
Avfall	0
Biobränsle - Pellets	30
Uppströms vattenkraft och solkraft (2015)	2 290
Diverse småutsläpp (tjänsteresor, post, kontorspapper, mm)	860
Summa scope 1-3	656 860

Källor

De beräkningsresultat som presenteras i utredningen är till stor del baserade på senare års forskningsprojekt inom området. Exempelvis forskningsprojekten *Perspektiv på framtida avfallsbehandling*, *Hållbar Avfallshantering* och *Systemstudie Avfall*. Huvudsakligen har beräkningsmodeller från *Perspektiv på framtida avfallsbehandling* legat som grund för analysen. Beräkningarna baseras även på andra utredningar genomförda inom området. Exempelvis tidigare klimatutredningar till Mälarenergi, muntliga uppgifter från Mälarenergi och Statistik från Svensk Fjärrvärme. Det mest grundläggande bakgrundsmaterialet till utredningen återfinns i nedan refererade publikationerna.

- [1] *The Greenhouse Gas Protocol - A Corporate Accounting and Reporting Standard*, revised edition, World Business Council for Sustainable Development, World Resources Institute, may 2013.
- [2] *Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, Volume 1-5, IPCC 2006
- [3] *Scope 3 Accounting and Reporting Standard - Supplement to the GHG Protocol*, Corporate Accounting and Reporting Standard, The Greenhouse Gas Protocol initiative, World Resources Institute & World Business Council for Sustainable Development, 2010.
- [4] Accessing the effect of a company's products on greenhouse gas emissions - Concept note, The Greenhouse Gas Protocol, <http://www.ghgprotocol.org>, November 2013.
- [5] GHG Protocol Standard on Quantifying and Avoided Emissions - Summary of online survey results, The Greenhouse Gas Protocol, <http://www.ghgprotocol.org>, March 2014.
- [6] Värmeräknaren, beräkningsmodell för individuell uppvärmning, <http://www.svenskfjarrvarme.se/Medlem/Fokusomraden-/Marknad/Varmemarknad/Varmeraknaren/>, Svensk Fjärrvärme 2013
- [7] Elforsk-broschyren "Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid".
- [8] *Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – Modellberäkningar*, Elforsk rapport 08:30, april 2008
- [9] Elforsk, Marginaler och miljövärdering av el, Elforsk rapport 06:52, augusti 2006
- [10] Profus årliga interna analyser av elsystemet som används för olika studier kring energisystemets utveckling (ej publicerade resultat), Profu 2014
- [11] *Miljöfaktabok för bränslen - Resursförbrukning och emissioner från hela livscykeln*, Del 1. Huvudrapport och Del 2 Bakgrundsinformation och Teknisk bilaga, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, maj 2001.
- [12] *Tio perspektiv på framtida avfallsbehandling*, Populärvetenskaplig sammanfattningsrapport från forskningsprojektet "Perspektiv på framtida avfallsbehandling", Waste Refinery, Borås 2013.
- [13] Fem stycken underlagsrapporter till forskningsprojektet "Perspektiv på framtida avfallsbehandling", Waste Refinery, Borås 2013.
- [14] Sundberg J., Bisailon M., Haraldsson M., Norman Eriksson O., Sahlin J., Nilsson K., *Systemstudie Avfall – Sammanfattning*, Sammanfattning av huvudresultaten från projektet "Termisk och biologisk avfallsbehandling i ett systemperspektiv-WR21", Waste Refinery, Borås 2010

- [15] *Ökad materialåtervinning – vad är energiåtervinningens roll?*, Rapport E2013:08, Avfall Sverige 2013.
- [16] *Assessment of increased trade of combustible waste in the European Union*, Rapport F2012:04, ISSN 1103-4092, Avfall Sverige 2012.
- [17] Sahlin, J., Holmström, D., Bisailon, M. *Import av avfall till energiutvinning i Sverige - Delprojekt 1 inom projektet Perspektiv på framtida avfallsbehandling*, Waste Refinery, Borås 2013.
- [18] *Kapacitetsutredning 2013 - Tillgång och efterfrågan på avfallsbehandling till år 2020.*, Rapport E2013:04, Avfall Sverige 2013.
- [19] Forslund, M., *Reviderad befolkningsprognos för Västerås stad 2011*, Västerås Stad, Konsult och Service, rapport U2011:13.

Bilaga 1:

Hur beräknar man klimatpåverkan från elanvändning och elproduktion?

En ofta diskuterad fråga inom energisektorn är hur man ska beräkna miljöpåverkan från elproduktion och då i synnerhet klimatpåverkan från elproduktionen. Det finns flera föreslagna och använda metoder där var och en har sina fördelar och brister.

Metoderna används för att presentera elproduktionens klimatpåverkan i olika sammanhang och som beslutsstöd för att beskriva vilken klimatpåverkan en föreslagen förändring ger upphov till. Exempelvis hur stor är klimatpåverkan från det svenska elsystemet eller vilken klimatnytta får vi av att investera i nytt vindkraftverk eller vilken klimatpåverkan ger en bergvärmepump. En förändring i elproduktionen och/eller elkonsumtionen ger ofta en tydlig förändring i klimatpåverkan och miljövärderingen av el får därför en central roll i arbetet med klimatbokslut. Inte minst gäller detta för energiföretag som ofta har både en stor elproduktion och elkonsumtion och dessutom stora möjligheter att förändra både produktion och konsumtion.

Att frågan debatteras ofta inom energisektorn beror på olika saker. Framförallt hittar man orsakerna i att det är olika frågor som ska belysas och att det därigenom behövs olika metoder för att beräkna utsläppen från elsystemet. Det finns inte en miljövärderingsmetod som fungerar generellt för alla frågor. Men det finns även inslag av mer subjektiva värderingar där vissa metoder föredras mer än andra.

Problemen blir extra tydliga när man vill styra och standardisera valet av värderingsmetod som man till exempel har gjort i guidelines till GHG-protokollet. Fördelen med en standardisering är att man slipper bekymra sig över hur man ska räkna och vidare får man även jämförbara resultat när olika klimatbokslut jämförs med varandra. Nackdelen är att man strikt måste definiera vilka frågor och problem som klimatbokslutet kan användas för. Det senare visar sig vara ett problem för klimatbokslutet. Man kan konstatera att klimatbokslut används för en mängd olika frågor och problem vilket i grunden kräver olika värderingsmetoder för elsystemet. Att approximativt välja en metod som är tillräckligt bra för alla frågor går inte, skillnaderna är allt för stora.

I denna bilaga diskuteras kortfattat skillnaderna mellan några vanligt förekommande metoder och också i vilka sammanhang som dessa kan vara användbara. Vidare diskuteras det metodval som har gjorts för beräkningarna i detta klimatbokslut. Mer information om olika värderingsmetoder återfinns exempelvis i [1, 2, 3 och 4]. Några vanligt förekommande metoder som diskuteras i denna bilaga är:

- Kort- och långsiktig marginalelproduktion.
- Svensk eller Nordisk medelel
- Nordisk residualmix
- Värderingsprincipen om utsläppstak i systemet för utsläppsrätter
- Konsumentstyrd el

Elsystemet

Vi har idag en gemensam nordisk, eller snarare, nordeuropeisk elmarknad och det sker ett stort utbyte mellan framförallt de nordiska länderna. Möjligheten att köpa och sälja el över nationsgränserna har succesivt ökat i takt med att överföringskapacitet har byggts ut. Den tidigare nationella elmarknaden har därmed blivit en internationell elmarknad. Detta behöver man beakta när man studerar miljöpåverkan från elsystemet. Enda tillfället när det numera kan vara relevant att studera miljöpåverkan från enbart det svenska elsystemet är när frågan är just att presentera miljöpåverkan från den samlade svenska elproduktionen.

Elsystemet består av flera vitt skilda typer av produktionsanläggningar. Ofta delas dessa upp i grupperna "baskraft" och "marginalkraft" och ibland även i grupperna reglerbar och icke reglerbar kraft. Baskraftsanläggningarna har generellt sett höga fasta kostnader och låga rörliga kostnader. Baskraften prioriteras först i produktionsmixen och får därmed lång utnyttjningstid. Exempel på baskraft är vattenkraft och kärnkraft. Marginalkraften är baskraftens motsats, d.v.s. anläggningar med hög rörlig kostnad som endast utnyttjas när baskraften inte räcker till. Exempelvis kondensanläggningar för kol, olja eller naturgas. Den viktigaste reglerbara kraften i Sverige är vattenkraft och en typisk icke reglerbar elkraft är vindkraft. Det finns även flera andra typer av produktionsanläggningar, exempelvis kraftvärmeverken i våra svenska fjärrvärmesystem.

Två värderingsprinciper för två olika typer av frågor

Det man först måste skilja på är två principiellt helt olika användningsområden. Det ena området rör frågor och analyser som avser att presentera miljöpåverkan från elsystemet som helhet. För dessa frågor är det relevant att använda så kallade "bokföringsmetoder" för att beskriva miljöpåverkan. Kännetecknade för dessa metoder är att de utgår från olika typer av genomsnittsvärden för hela elproduktionen. Nedan beskrivs dessa under rubriken "Medelel". Det andra området rör frågor om hur enskilda förändringar eller företaget som helhet påverkar utsläppen från elsystemet. För dessa frågor är det relevant att beskriva den faktiska alternativa elproduktionen med hjälp av konsekvensanalyser. Kännetecknade för dessa metoder är att de studerar hur marginalelproduktionen förändras. Nedan beskrivs dessa under rubriken "Marginalel".

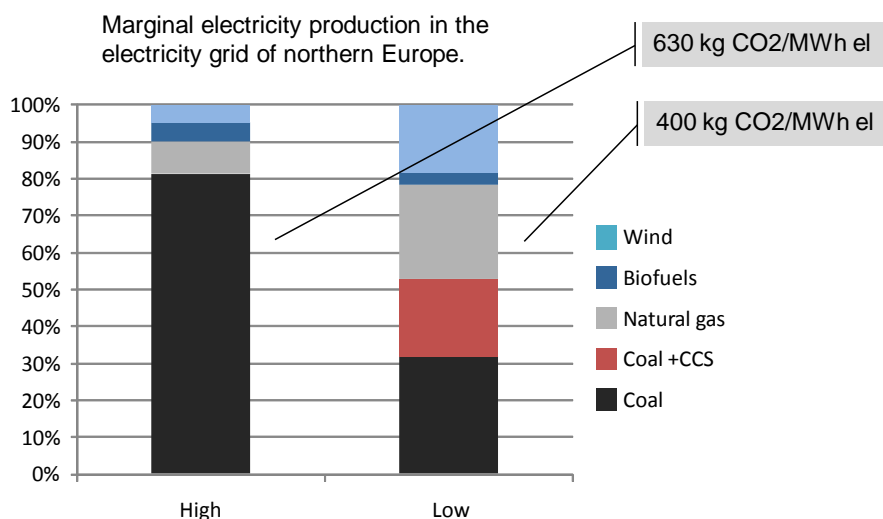
Marginalel

Om man vill studera konsekvenser av en specifik förändring och det rör en ökad eller minskad elkonsumtion/elproduktion så bör man utnyttja en marginalelbetraktelse. Om vi exempelvis ökar elkonsumtionen marginellt kommer detta enbart att påverka marginalelproduktionen i elsystemet, d.v.s. det produktionsslag med högst rörlig produktionskostnad kommer öka sin produktion för att möta den ökade efterfrågan (övrig kraftproduktion med lägre produktionskostnad utnyttjas redan fullt ut). Även en relativt stor förändring som t.ex. att stänga av ett större kraftvärmeverk i ett fjärrvärmesystem är att betrakta som en marginell förändring för det sammankopplade nordeuropeiska elsystemet.

Det finns några olika metoder för att bedöma miljöpåverkan från marginalelproduktionen. Den viktigaste skillnaden mellan dessa metoder är om man ska studera marginalelen på kort eller lång sikt. På kort sikt studeras hur marginalproduktionen förändras med den befintliga produktionskapaciteten och på långt sikt tar man även hänsyn till nyinvesteringar i ny produktionskapacitet. En annan skillnad är om man anser att det räcker med en enkel och grov approximation eller om man anser att man behöver en mer omfattande beräkning för marginalelen. Den enkla approximationen brukar innebära att man väljer en eller några få anläggningstyper som

man vet står för en stor andel av marginalproduktionen, exempelvis naturgaskondens eller en mix av kol-, olja- och naturgaskondens. Den mer omfattande beräkningen innebär att man studerar med hjälp av modeller hur marginalproduktionen förändras under året och under kommande år. Modellberäkningarna visar att det finns flera olika typer av anläggningar som mer eller mindre står för marginalproduktionen under ett helt år. Vid tidpunkter med låg efterfrågan kommer även förnyelsebar elproduktion att utgöra marginalproduktionen vilket får betydelse när CO₂-utsläppen ska beräknas. Prognosberäkningar visar även att elsystemet på grund av befintliga och kommande styrmedel kommer att utvecklas till att bli allt mer förnyelsebar i framtiden. Ett framtidsperspektiv för elproduktionen är relevant att studera eftersom många av de förändringar som föreslås och bedöms ur ett klimatperspektiv hos ett företag kommer att ha en lång ekonomisk livslängd. Det finns med andra ord en dynamisk effekt på både kort och lång sikt som ska beaktas när man beräknar systemets marginalelproduktion. Den dynamiska effekten syns även tydligt i figur 1.

I de beräkningar som presenteras i detta klimatbokslut så används en långsiktig marginalel som är beräknad med hjälp av omfattande modellanalyser, d.v.s. den alternativa elproduktionen utgörs av den **långsiktiga nordeuropeiska marginalelproduktionen**. Metoden benämns även ibland som den "dynamiska förändringseffekten" eftersom den under ett antal år studera hur elsystemet anpassar sig på grund av en förändring (störning) i efterfrågan (eller elutbudet). Ett problem som tillkommer när man studerar den långsiktiga marginalelen är att vi inte på förhand vet hur elsystemet kommer att utvecklas framöver. Man kan både tänka sig en utveckling där vi kraftigt kommer att anpassa elproduktionen på grund av högt ställda klimatambitioner men också en mer konservativ utveckling med relativt lågt ställda klimatambitioner. I känslighetsanalysen redovisas resultat med antaganden för bägge dessa utvecklingar. Den klimatvärdering som används för grundfallet är ett genomsnittsvärde av dessa två utvecklingar. Genom att använda den långsiktiga marginalelen blir bedömningar från klimatbokslutet giltiga för en lång period framöver. I miljövärdering har marginalelen beräknats för en period mellan 2015 och 2050. Denna tidsperiod täcker in merparten av de frågeställningar som klimatbokslutet kommer att användas för, även ett eventuellt uppförande av ett nytt kraftvärmeverk med en ekonomisk livslängd på ca 30 år. För kortsiktiga förändring med en livslängd på ett eller ett par år hade det varit bättre med en kortsiktig beräkning av marginalelen. För klimatbokslutet görs ändå bedömningen att den långsiktiga marginalelen är en tillräckligt bra approximation för alla studerade förändringar. Mer information om långsiktig nordeuropeisk marginalelproduktion återfinns i [1, 2 och 3]. I dessa publikationer diskuteras även alternativa värderingsmetoder för elproduktionen. Metod beskrivs framförallt i [2, 3] och beräknade utsläppsvärden i [5]



Figur 1. Två beräkningar för marginalesproduktionen i det nordeuropeiska elsystemet med hög respektive låg nivå i användningen av fossila bränslen. De två resultaten är valda utifrån en scenarionanalys med Markalmodellen [3]. Resultaten visar medelvärdet för marginalesproduktionen för perioden 2015-2050 [5]. I ett ytterligare beräkningsexempel med mycket högt ställda klimatambitioner erhöles ett värde runt 200 kg CO₂/MWh el. I senare beräkningsexemplet antogs bland annat utsläppspriser på 40 euro/ton CO₂.

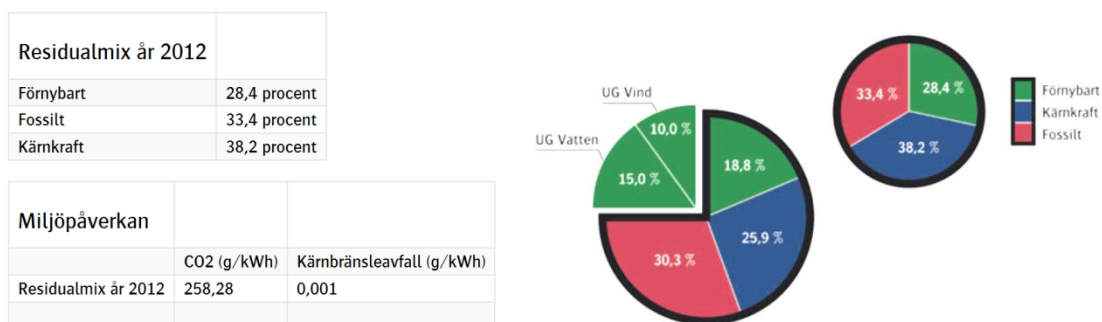
Ovanstående värden redovisas *exklusive* uppströmsutsläpp. Inkluderas även uppströmsutsläpp ges utfallen: 750 kg/CO₂ MWh el (scenario Hög), 500 kg/CO₂ MWh el (scenario låg), 625 kg/CO₂ MWh el (Grundfall).

Medelel

Ett genomsnittsvärde för hela elproduktionen bör användas om syftet är att redovisa hela elproduktionens klimatbidrag inom ett geografiskt område och när detta värde sedan är en delsumma för ett större geografiskt område. Detta är ofta fallet när en region eller nation ska redovisa sitt totala bidrag. Dessa redovisningar är en bokföring av faktiska utsläpp och de ska även vara adderbara. Summan av de enskilda utsläppen från flera anläggningar, regioner eller nationer ska vara lika med de totala utsläppen för det system som ska beskrivas. Att summera marginalesproduktionen från flera delsystem är poängglöst och ger ett helt oanvändbart värde.

Det finns flera olika varianter av medelel. Vanligt förekommande är svensk eller nordisk medelel. Svensk medelel används numera sällan eftersom elsystemet är ihopkopplat med flera andra länder (se tidigare diskussion). Nordisk medelel är däremot vanligt förekommande. Värdena för medelel är relativt enkla att beräkna med hjälp av nationell statistik för den totala elproduktionen.

En variant på medelel som ofta används för klimatbokslut är den så kallade "nordiska residualmixen". Denna variant är snarlik nordisk medelel med den skillnaden att man räknar bort så kallad ursprungsmärkt el. Kvar till miljövärderingen finns alla övrig el. Eftersom den ursprungsmärkta elen är förnyelsebar så ger den nordiska residualmixen en något högre klimatpåverkan än den nordiska medelelen. Den nordiska residualmixen för år 2012 presenteras i figur 2 och mer utförligt av Energimarknadsinspektionen [5] och Svensk Energi [6].



Figur 2. Nordisk residualmix 2012. Källa: Energimarknadsinspektionen

Man bör här poängtera att en medelelbetraktelse, som t.ex. nordisk residualmix, ger ingen vägledning när det gäller en beslutssituation då olika alternativ med olika elanvändning/elproduktion ställs mot varandra. Detta gäller oavsett om alternativen ger en liten påverkan, exempelvis en enskild besparingsåtgärd eller stor påverkan, exempelvis att hela företaget upphör. För dessa studier ska en långsiktig marginalesbetraktelse användas.

Ska vi använda "medelel" eller "marginalel" för ett fjärrvärmeföretags klimatbokslut?

En viktig fråga man bör ställa sig är om man bör använda "medelel" eller "marginalel" för den alternativa elproduktionen i ett klimatbokslut. Ordet "bokslut" för genast tankarna till bokföringsmetoder, d.v.s. olika former av medelelvärderingar. För klimatbokslut som genomförs enligt GHG-protokollet förespråkas ofta medelel enligt deras guidelines. Den metod som framförallt lyfts fram i Sverige är nordisk residualmix.

Den fråga som ska avgöra valet av metod är **vad** klimatbokslutet ska användas för, med andra ord vilka frågor ska klimatbokslutet besvara. Om adderbarheten är viktig då bör en medelbetraktelse användas. Exempelvis är adderbarheten relevant om hela Sverige ska redovisa sin klimatpåverkan i ett klimatbokslut och om detta värde senare ska adderas till övriga länder i Europa.

För ett enskilt företag som tar fram ett klimatbokslut så är troligen adderbarheten av mindre betydelse. Men om den är av betydelse ska en medelbetraktelse användas. Klimatbokslutet är istället framförallt ett verktyg för att mäta det enskilda företags bidrag till klimatpåverkan och hur företaget kan utvecklas för att minska sin klimatpåverkan. Studerar man konsekvensen av att öka eller minska elanvändningen (eller elproduktionen) från ett företag så kommer man endast att kunna observera förändringar i elsystemets marginalproduktion. Mer drastisk så kan man tänka sig en situation att företaget helt upphör. Även då är det endast förändringar i marginalelproduktionen som kan identifieras. Om man använder sig av medelel för att beskriva den alternativa elproduktionen så innebär det att man samtidigt säger att en förändring (exempelvis en ny turbin för ökad elproduktion i kraftvärmeverket eller effektiviseringar elanvändningen) kommer att påverka alla produktionsanläggningar i hela det nordiska elsystemet. Detta är starkt missvisande eftersom vi vet att baskraften d.v.s. vattenkraft, kärnkraft mm kommer att användas fullt ut helt oberoende av dessa och andra tänkbara förändringar inom företaget. Däremot kommer den mer kostsamma marginalproduktionen att påverkas. Medelelen är dessutom betydligt "grönare" en marginaelen och därmed kommer medelel felaktigt att ge sken av att elproduktionen inte är så klimatbelastande. Därmed minskar incitamentet för att genomföra förändringar som skulle kunna få en betydande effekt för att minska klimatbelastningen.

Sammanfattningsvis kan man konstatera följande för den alternativa elproduktionen:

Marginalelproduktion bör användas om klimatbokslutet används för att:

- Studera det enskilda företags totala bidrag till klimatpåverkan (d.v.s. hur förändras klimatpåverkan med respektive utan företaget)
- Peka på områden som är betydelsefulla för klimatpåverkan
- Analysera effekter av ett förslag till förändring
- Mäta och följa effekten av förändringar

Medelelproduktion bör användas om klimatbokslutet används för att:

- Vara en delsumma i ett större sammanhang där summan av alla delar ska redovisas

Man bör observera att för företag, som exempelvis ett energiföretag, med en stor konsumtion och produktion av el så kan valet mellan marginalel och medelel få stor betydelse för de val och

åtgärder som man väljer i det framtida klimatarbetet. Man kan därför inte negligera betydelsen av detta val eller anse att en enda metod duger till alla frågor.

Man bör även observera att det finns en tydlig risk för att klimatbokslut som beräknats med en medelbetraktelse även används som grund för bedömningar av effekter från förändringar, d.v.s. som ett verktyg för att bedöma och styra ett företags klimatarbete.

Några andra värderingsmetoder för el

Värderingsprincipen om utsläppstak i systemet för utsläppsrätter

En värderingsmetod som ibland lyfts fram är en principiell betraktelse av effekterna från handelssystemet för utsläppsrätter. I handelssystemet (ETS - Emission trading system) har ett totalt utsläppstak för CO₂ satts för alla större elproduktionsanläggningar i Europa. Varje anläggning tilldelas därefter ett bestämt antal utsläppsrätter. Anläggningsägaren kan därefter köpa eller sälja utsläppsrätter beroende på hur mycket fossilt CO₂ anläggningen bidrar med. Därmed skapas ett ekonomiskt incitament till att minska de egna utsläppen. Med hjälp av utsläppstaket och handeln med utsläppsrätter avser systemet styra hela marknaden så att taknivån inte överskrids och att utsläppsminskningar genomförs till såg låg kostnad som möjligt. Vidare är avsikten med systemet att utsläppstaket (d.v.s. antalet utsläppsrätter) succesivt ska sänkas så att vi totalt sett får en minskad klimatpåverkan från Europas elproduktion.

Med detta system kan man hävda att om man på ett ställe, exempelvis vid ett specifikt fjärrvärmeföretag, genomföra åtgärder för minskade CO₂ utsläppen så "frigörs" utsläppsutrymme som någon annan aktör inom handelssystemet kan använda.

Om man tillämpar detta synsätt fullt ut i ett klimatbokslut blir resultatet att all påverkan på elsystemet som det enskilda företaget ger upphov till inte ger någon påverkan på nettoutsläppen av CO₂. Detta innebär till exempel att om ett fjärrvärmeföretag väljer att bygga ett nytt kraftvärmeverk för att elda biobränsle istället för kol så kommer någon annan elproducent i Europa att utnyttja möjligheten att producera mer el från fossila bränslen motsvarande den CO₂-besparing som uppnådes i fjärrvärmeföretaget. En enskild klimatåtgärd för elproduktionen får därmed **ingen effekt** på de totala utsläppen från elproduktionen med denna värderingsmetod.

Även om ETS kan fungera för att sänka de totala utsläppen så finns det flera och starka invändningar mot att använda detta synsätt för miljövärdering av el. De främsta är:

- Värderingsprincipen säger att politiska åtgärder för att minska klimatpåverkan, även kraftfulla sådana, inte ger någon som helst effekt på de totala utsläppen. Trots detta vet vi att just de politiska åtgärderna till att minska klimatpåverkan har varit drivande för utvecklingen mot förnyelsebar energiproduktion. Sverige är här ett bra exempel på detta. Det är därför rimligt att säga att andra politiska åtgärder utanför handelssystemet är betydelsefulla och att de även i slutänden ger input till processen att bestämma taknivån i ETS.
- Ju fler aktörer som bedriver ett effektivt klimatarbete desto lägre blir priset på utsläppsrätter. Ett lågt utsläppspris minskar styrningen från ETS. För att bibehålla trycket i omställningsarbetet kan man i detta läge öka priset på utsläppsrätter. Detta åstadkoms genom att minska tilldelning av antalet utsläppsrätter och därmed har taknivån för hela ETS sänkts. Att genomföra klimatförbättringar borde därmed bidra till att taknivån sänks.
- ETS-systemet är inte enbart ett styrmedel för elsystemet utan omfattar alla större anläggningar för all energiproduktion, även anläggningar inom industrin. Därmed är en miljövärde-

ring med hjälp av ETS inte enbart en värdering av elsystemets påverkan vilket var avsikten med denna värderingsmetod.

- ETS-systemet ger upphov till ett "läckage" d.v.s. energikrävande industriproduktion flyttar ut från EU till länder med lägre kostnader och ambitioner för klimatpåverkan. Ju högre utsläppspriser desto större läckage. "Taknivån" ger därmed inte entydigt en reduktion av klimatpåverkan eftersom en del utsläpp kan flytta ut till länder utanför ETS-systemet.

Priserna för utsläppsrätter har under de senaste 5 åren sjunkit från 20 euro/ton till 4 euro/ton. Genom nya åtgärder inom systemet förväntas priserna stiga. Prognoser pekar på prisnivåer runt 20 euro/ton någon gång runt 2025. Modellstudier visar att det krävs betydligt högre priser än 20 euro/ton för att handelssystemet ska ge en tydlig effekt på målet att minska klimatpåverkan. Att det ändå finns ett positivt pris på utsläppsrätterna visar att taknivån fungerar och har betydelse för att minska de totala utsläppen.

Konsumentstyrd el (grön el)

Många företag väljer att köpa el producerad från förnyelsebara energikällor. Grundtanken är att merkostnaden för den förnyelsebara elen ska användas för att tillföra elsystemet resurser för att öka produktionskapacitet av förnyelsebar el. Så är dock inte fallet idag. Idag levereras konsumentstyrd el från ett befintligt överskott av förnyelsebar el. Med andra ord finns den förnyelsebara elen redan idag oberoende av att konsumenten aktivt har valt "grön el". Detta avspeglas även i prisskillnaden mellan vanlig el och grön el som är försumbart små. Man kan dock i en framtid tänka sig att konsumentstyrd el får en verklig betydelse för klimatpåverkan men det är inte uppenbart. Detta beror framförallt på om konsumenterna tillsammans blir pådrivande i utvecklingen eller om utvecklingen skapas av det övergripande politiska systemet.

Så länge som konsumentstyrd el inte har en verklig styreffekt så finns det heller ingen anledning att kreditera ett företags klimatberäkningar med minskade utsläpp på grund av att företaget köper konsumentstyrd el. Denna typ av klimatkompensation förekommer dock ofta, även i klimatbokslut.

Källor till bilaga 1:

- [1] Elforsk-broschyren ”Miljövärdering av el – med fokus på utsläpp av koldioxid” .
- [2] Elforsk, *Marginalel och miljövärdering av el*, Elforsk rapport 06:52, augusti 2006
- [3] *Effekter av förändrad elanvändning/elproduktion – Modellberäkningar*, Elforsk rapport 08:30, april 2008
- [4] IVL – Svenska Miljöinstitutet, *Miljövärdering av el ur systemperspektiv – En vägledning för hållbar utveckling*, B1882, december 2009.
- [5] Profus årliga interna analyser av elsystemet som används för olika studier kring energisystemets utveckling, Profu 2014
- [5] Energimarknadsinspektionen, <http://ei.se/sv/el/elmarknader-och-elhandel/ursprungsmarkning-av-el/ursprungsmarkning-information-framst-for-elhandelsforetag/residualmixen/>.
- [6] Svensk Energi, <http://www.svenskenergi.se/Vi-arbetar-med/Fragor-K-O/Krav-parallelhandelsforetaget-om-ursprungsmarkning/>

CO₂

