

Förenklade metoder för underlag till miljöbedömning av energiplaner

Metodrapport

Jenny Ivner och Mikael Sonesson



LÄNSSTYRELSEN
ÖSTERGÖTLAND

Denna rapport är framtagen år 2010 på

Avdelningen för Industriell Miljöteknik

Institutionen för industriell och ekonomisk utveckling, Linköpings universitet

i samarbete med Länsstyrelsen i Östergötland

Rapporten är elektroniskt publicerad på Linköping University Electronic Press

Rapportnummer: LIU-IEI-R--10/0089--SE

Om denna rapport

Denna rapport är en del av projektet "Förenklade metoder för underlag till miljöbedömning av energiplaner", ett forskningsprojekt som genomförts vid Linköpings Universitet i samarbete med Länsstyrelsen i Östergötland. Projektet har finansierats av Energimyndigheten och har bedrivits parallellt med samverkansprojektet "Energiplanering i Östergötland". Några av Östergötlands kommuner har fungerat som bollplank och testfall för framtagna metoder. Under 2010 kommer samtliga kommuner i projektet att arbeta med de framtagna metoderna i arbetet med sina energiplaner.

Projektets syfte och produkter

Syftet med projektet var att utveckla förenklade metoder för att ta fram underlag till miljöbedömning av energiplaner. Resultatet från projektet är tre delverktyg med olika syften. Att:

1. ta fram nollalternativ
2. stämma av åtgärder mot energi- och miljömål
3. stämma av åtgärds paket mot nollalternativ

Projektet resultat och metoder har sammanställts i tre delar: en **Metodrapport**, en **Användarhandledning**, samt en **Exempelsamling** med generaliserade exempel på åtgärder som kan finnas i energiplaner. Metodrapporten beskriver vetenskapliga metoder och val och ger en inblick i praktiska och teoretiska överväganden som gjorts under projektets gång. Målgruppen för metodrapporten är de som vill veta mer om den vetenskapliga grunden till verktygen. Användarhandledningen beskriver hur verktygen är uppbyggda och hur de är tänkta att användas. Målgruppen är främst de som är intresserade av att förstå hur verktygen är uppbyggda, kanske för att kunna göra egna kompletteringar. Exempelsamlingen är i sig ett av delverktygen. Samtliga rapporter finns att ladda ner från Linköping University Electronic Press, <http://www.ep.liu.se/>, eller Länsstyrelsen i Östergötland, <http://www.lansstyrelsen.se/ostergotland/>. Excelfiler går att beställa från författarna eller Länsstyrelsen i Östergötland.

Varför förenklade metoder för miljöbedömning av energiplaner?

Enligt Miljöbalken (SFS 1998:808) ska en kommun som upprättar en plan som kan antas leda till betydande påverkan på miljön, till exempel en kommunal energiplan, genomföra en bedömning av planens konsekvenser för miljön (Naturvårdsverket, 2009b). Miljökonsekvensbedömningar, MKB, av planer enligt Miljöbalken är en strategisk process som ska utföras integrerat med planeringsprocessen. MKB:n ska också lyfta fram olika planeringsalternativ tidigt i processen och involvera de aktörer som kan tänkas påverkas av planen (Naturvårdsverkets författningssamling, 2009). En miljökonsekvensbeskrivning ska omfatta en behovsbedömning, samråd, nollalternativ och olika alternativa strategier och deras påverkan på miljön, samt en bedömning av alternativen (Naturvårdsverket, 2009b).

Idag finns relativt väl utvecklade metoder för miljöbedömning av fysiska projekt. Däremot saknas till stor del metoder och praktik för miljökonsekvensbedömning av planer (Åkerskog, 2009). När det gäller energiplanering (enligt lagen om kommunal energiplanering (SFS 1977:439)) är praxis när det gäller att utföra miljöbedömningar i princip obefintlig (Ivner, 2009b; Stenlund Nilsson och Tyskeng,

2003). Därför kan även förenklade metoder tillföra ny kunskap och bidra till ny praxis inom energiplanering (Ivner, Submitted). Tidigare test av förenklade metoder för miljöbedömning i energiplanering har också visat sig uppskattat bland kommunala tjänstemän (Ivner, 2009a).

En huvudanledning till att man vill bedöma planers påverkan på miljön är för att man vill undvika risken för så kallade problemskiften. Problemskiften innebär förenklat att man drar på sig nya problem när man försöker lösa ett annat (Raadschelders et al., 2003; Wrisberg och de Haes, 2002). Ett sådant exempel kan vara minskade koldioxidutsläpp på bekostnad av större utsläpp av kväveföreningar och partiklar om man ställer om från förbränning av olja till bibränsle. Även om man tror att en plan kommer att ha enbart positiva effekter på miljön bör den ändå miljöbedömas (Naturvårdsverket, 2009b).

Detta projekt har haft som övergripande mål att utveckla metoder för att framställa nollalternativ och bedöma om olika åtgärdsstrategier leder mot de nationella energi- och miljömålen som finns idag (2010). Verktøygen som presenteras här bidrar således till viktiga delar i en MKB för en kommunal energiplan.

De tre delverktøygen

Som nämndes tidigare består de förenklade metoderna från projektet av tre delverktøy för att ta fram nollalternativ, stämna av åtgärder mot energi- och miljömål och stämna av alternativa åtgärds paket mot nollalternativet.

Verktøyget för att ta fram nollalternativ består av en Excelfil där användarna matar in kommunens energibalans. Verktøyget multiplicerar använd energi med olika omräkningsfaktorer så att en prognos av kommunens utsläpp och energianvändning år 2020 beräknas. Detta kallas för nollalternativ. Nollalternativet är således en prognos på hur kommunens energisystem skulle kunna utvecklas om inga speciella åtgärder antas. Denna prognos sätts också i relation till de nationella energimålen.

Verktøyget för att stämna av åtgärder mot energi- och miljömål består av två olika delar: Excelark för beräkning av förändringar i utsläpp om åtgärden genomförs och en exempelsamling som relaterar ett antal generaliserade exempelåtgärder till energi- och miljömålen. Det första verktøyget är *kvantitativt* och ger svar i siffror och storleksordningar. Exempelsamlingen är *kvalitativ* och bidrar med resonemang kring ur typen av åtgärder påverkar ett antal utvalda miljö- och hållbarhetsindikatorer.

Det tredje verktøyget låter användaren lägga samman åtgärds paket som sedan räknas om till en prognos för utsläpp och energianvändning år 2020 i så kallade åtgärds scenarios. Åtgärds scenarierna jämförs sedan med nollalternativet och nivåer som avspeglar de nationella energimålen. På så sätt kan användarna se hur långt mot målen valda åtgärder räcker.

Användartester, återkoppling och eventuella uppdateringar

Som nämndes tidigare har verktøygen som tagits fram i projektet testats av ett antal kommuner som sedan fungerat som bollplank och testfall. Verktøygen kommer att testas ytterligare under 2010 i projektet Energiplanering i Östergötland. Alla kommentarer och återkoppling om verktøygen mottages tacksamt av författarna. Om det finns önskemål från användare av verktøyget kommer sannolikt uppdateringar och kompletteringar att göras. För frågor och information, kontakta Jenny Ivner (jenny.ivner(at)liu.se) eller besök www.energiplanera.se

Författarnas tack

Författarna vill rikta ett stort tack till Energimyndigheten som gjort studien möjlig att genomföra. Vi vill även tacka Jenny Lindqvist och Linda Malmén vid Länsstyrelsen i Östergötland för konstruktiv kritik under arbetets gång. Vi vill också tacka Enver Memic, Marie Hägglund, Andreas Ekeberg och Brigitta Palmqvist som testat och gett respons på verktygen och metoderna. Slutligen vill vi tacka Karin Westerberg för sina bidrag till användarvänligheten.

Linköpings universitet, mars 2010.

Jenny Ivner och Mikael Sonesson

Innehåll

| | |
|---|-----|
| Om denna rapport..... | iii |
| Projektets syfte och produkter..... | iii |
| Varför förenklade metoder för miljöbedömning av energiplaner? | iii |
| De tre delverktygen..... | iv |
| Användartester, återkoppling och eventuella uppdateringar | iv |
| Författarnas tack | v |
| Innehåll..... | vii |
| 1 Introduktion till metodrapporten..... | 1 |
| 2 Övergripande metod och metodologiska val | 1 |
| 3 Verktyg för generering av nollalternativ | 1 |
| 3.1 Beräkningar till nollalternativet..... | 2 |
| 4 Åtgärder i förhållande till energi- och miljömål | 15 |
| 4.1 Bedömning av åtgärdens inverkan på nationella miljömålen..... | 15 |
| 4.2 Exempelåtgärder med kvantitativ bedömning..... | 17 |
| 4.3 Exempelåtgärder med kvalitativ bedömning | 25 |
| 5. Hur långt når åtgärderna? | 40 |
| 5.1 Kvantitativ sammanvägning till åtgärdsscenarios | 40 |
| 5.2 Kvalitativ sammanställning..... | 43 |
| 6. Kommentarer kring några av metodvalen | 45 |
| Referenser | 46 |

1 Introduktion till metodrapporten

Denna rapport beskriver utvecklingen av de tre verktygen som är resultatet av forskningsprojektet "Förenklade metoder för underlag till miljöbedömning av energiplaner". Rapporten beskriver dataunderlag och metodval som ligger till grund för verktygen. Beskrivningar av hur verktygen används finns i delrapporten "Användarhandledning". Exempelsamlingen med exempelåtgärder finns som en egen delrapport.

2 Övergripande metod och metodologiska val

Som nämndes ovan har projektet resulterat i verktyg för att

- ta fram nollalternativ
- stämma av åtgärder mot energi- och miljömål
- stämma av åtgärds paket mot nollalternativ

Utgångspunkten för båda verktygen har varit att de ska vara generellt användbara och lätta att använda. Metoderna som använts för att ta fram verktygen har därför handlat om att kompromissa mellan detaljrikedom och användbarhet. All metodutveckling har utgått från befintliga och tillgängliga statistiska data.

En annan utgångspunkt har varit att kombinera kvantitativa och kvalitativa verktyg. Tidigare erfarenhet från arbete med energistrategier har visat en kombination av metoder för att ta fram beslutsunderlag ger ett mer tillförlitligt resultat (Pietrapertosa et al., 2009; Polatidis och Haralambopoulos, 2004). Det har särskilt lyfts fram att det finns fördelar med att kombinera kvalitativa och kvantitativa metoder för att ta fram bra beslutsunderlag (Hochschorner och Finnveden, 2003). De kvantitativa metoderna kan användas för att visa på storleksordningar på förändring och de kvalitativa kan lyfta fram mer svårsmåttade aspekter, såsom resursanvändning eller inverkan på kulturmiljö. Detta projekt har därför haft som inriktning att kombinera kvalitativa och kvantitativa verktyg för att kunna åstadkomma så bra beslutsunderlag som möjligt.

Verktygen för att ta fram nollalternativ, samt för att stämma av åtgärds paket mot nollalternativet bygger på beräkningar av energianvändning och emissioner. Dessa kompletteras med verktyg för bedömning av enskilda åtgärder. Åtgärdena kan utvärderas både i termer av hur de påverkar energianvändning och vissa utsläpp, men det finns också möjlighet att se till kvalitativa aspekter som ekonomisk och social hållbarhet.

3 Verktyg för generering av nollalternativ

Ett nollalternativ beskriver en trolig utveckling om inget särskilt beslut fattas. I det här fallet jämförs nollalternativet med de nationella energipolitiska målen för år 2020: växthusgasutsläppen ska minska med 40 % jämfört med 1990 års utsläppsnivåer andelen förnyelsebara energikällor ska uppgå till 50 % och att energianvändningen ska effektiviseras med 20 % (Regeringens proposition 2008/09:163).

Syftet med jämförelsen är att mer pedagogiskt kunna visa hur stora krafttag kommunen skulle behöva göra om man vill leva upp till de nationella målen.

3.1 Beräkningar till nollalternativet

Nollalternativet i det framtagna verktyget är i princip en estimering av utvecklingen av det kommunala energisystemet fram till 2020 baserat på Energimyndighetens (2009) långsiktsprognos. Långsiktsprognosen innehåller en bedömning av den nationella energianvändningens storlek och innehåll år 2020. Långsiktsprognosen har översatts till lokal nivå genom att den procentuella förändringen av energianvändning och fördelning mellan energibärare mellan 2005 och 2020 appliceras på kommunens nuvarande energibalans. Detta antas vara den utveckling som det lokala energisystemet skulle följa om ingen energiplan eller energistrategi antas. Ett antagande görs alltså att den kommunala förändringen skulle motsvara det nationella genomsnittet om inga aktiva åtgärder genomförs.

Verktyget består av ett Excel-ark där användaren på arkets första sida matar in basfakta om den egna kommunen. Uppgifterna som ska matas in består av uppgifter om slutanvändning av energi från olika energibärare i den egna kommunen, fördelningen av energibärare i det kommunala fjärrvärmenätet samt invånarantal under basåret. Utifrån dessa data beräknar verktyget hur energianvändningen och emissioner förhåller sig till energipolitiska mål för år 2020.

Som standardbasår har år 2005 valts eftersom det är det senaste år med tillgänglig verklig data i Energimyndighetens långsiktsprognos (2009). (Basåret går att ändra). De celler där data ska matas in i Excel-arket har markerats med orange färg, medan de celler där viktiga resultat presenteras har markerats med mörkgrön och ljusgrön färg.

Emissionsfaktorer

För att kunna översätta energianvändningen till emissioner av utvalda ämnen i nollalternativet har en emissionsfaktor för varje energibärare valts ut. Emissionsfaktor beskriver utsläpp per MWh slutanvänd energi av varje energibärare. Uppdelningen av energibärare har utgått från att det ska vara möjligt och använda statistik från SCB:s kommunala energibalanser för att använda verktyget. Urvalet av energibärare i de kommunala energibalanserna har även kompletterats med biogas, då vi bedömt som troligt att biogas kommer ha en viktig roll i Östergötlands energisystem år 2020. När uppgifter om slutanvändning av energi från olika energibärare matas in i Excel-arket multipliceras dessa automatiskt med emissionsfaktorer för koldioxid, kväveoxider, partiklar och svaveldioxid. Utsläppen från olika energibärare summeras automatiskt, så att de totala emissionerna från samtliga energibärare under basåret erhålls.

Storleken på emissionsfaktorerna är avgörande resultaten. För samtliga energibärare har det eftersträvat att använda en emissionsfaktor som beskriver miljöpåverkan från energibäraren ur ett livscykelperspektiv. Såväl utsläpp från produktion som distribution och förbränning inkluderas därmed i miljöbedömningens resultat. I tabell 1 sammanfattas vilka emissionsfaktorer för olika energibärare som använts.

Tabell 1. Sammanfattning av valda emissionsfaktorer. Samtliga faktorer anges i kg/MWh. Vissa källor består av sammanställningar av andra källors mätningar och beräkningar. Här uppges endast den källa vi använt, inte ursprungskällan.

| | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|----------|--|---|--|---|
| Diesel | 263,25 Uppenberg et al (2001b); avser användning av tunga fordon. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort 5 % låginblandad RME | 2,632 Uppenberg et al (2001b); avser användning av tunga fordon. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort 5 % låginblandad RME | 0,045 Uppenberg et al (2001a, b); avser användning av tunga fordon. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort 5 % låginblandad RME | 0,0736 Uppenberg et al (2001); avser användning av tunga fordon. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort 5 % låginblandad RME |
| Bensin | 271,256 Uppenberg et al (2001); rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort låginblandad etanol | 0,2516 Uppenberg et al.(2001); antagande att största andelen bensin används av personbilar. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort låginblandad etanol | 0,02633 Uppenberg et al (2001) antagande att största andelen bensin används av personbilar. Emissionsfaktorn har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort låginblandad etanol | 0,10503 Uppenberg et al (2001) antagande att största andelen bensin används av personbilar. Rekommenderad emissionsfaktor har multiplicerats med 0,95 för att räkna bort låginblandad etanol |
| Naturgas | 217 IVL (2008) | 0,108 IVL (2008) | 0,001 IVL (2008) | 0,012 IVL (2008) |
| Gasol | 245 IVL (2008) | 0,302 IVL (2008) | 0,005 IVL (2008) | 0,144 IVL (2008) |
| El | Basår (nordisk elmix): 43,59 Baserat på Nordel (2008) | Basår (nordisk elmix): 0,0327 Baserat på Nordel (2008) | Basår (nordisk elmix): 0,01 Baserat på Nordel (2008) | Basår (nordisk elmix): 0,0322 Baserat på Nordel (2008) |

| | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------------------|--|---|---|--|
| Torv | 349,56 Naturvårdsverket (2007a) Avser kategorin "Övrig konsumtion" | 0,252 Naturvårdsverket (2007a) | 0,05112 Mälkki et al (1997) citerad från Uppenberg et al (2001b) | 0,468 Naturvårdsverket (2007a)) |
| Kol | 339,12 Uppenberg et al (2001); ingen åtskillnad görs mellan sten- och brunkol | 0,1548 Uppenberg et al (2001) | 0,1017 Uppenberg et al (2001); Avser partiklar mätt som PM10 | 0,252 Uppenberg et al (2001) |
| Koks | 371 Naturvårdsverket (2007a) | 0,54 Naturvårdsverket (2007a) | 0,1017 Antagande att koks har en samma emissionsfaktor som kol | 1,294 Naturvårdsverket (2007a) |
| Avfall/ Sopor | 88,2 Uppenberg et al (2001); avser hushållsavfall | 0,276 Uppenberg et al (2001); avser hushållsavfall | 0,02412 Uppenberg et al (2001); avser förbränning av gummiflis | 0,16272 Uppenberg et al (2001); avser hushållsavfall |
| Eldnings- olja 1 | 288,58 Uppenberg et al (2001) | 0,72 Naturvårdsverket (2007a) | 0,005 IVL (2008) | 0,180 Naturvårdsverket (2007a) |
| Eldnings- olja 2-5 | 295,56 Uppenberg et al (2001) | 0,54 Naturvårdsverket (2007a) | 0,005 IVL (2008) | 0,612 Naturvårdsverket (2007a) |
| Trä- bränsle | 11,88 Uppenberg et al (2001) Avser salix | 0,234 Naturvårdsverket (2007a); antagande att träbränsle används som pellets | 0,014 IVL (2008); avser träbränsle i fjärrvärme | 0,036 Naturvårdsverket (2007a); antagande att träbränsle ingår i kategorin "övrig konsumtion" |

| | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|--------------------|---------------------------------------|---|---|---|
| Biogas | 3,24 Energimyndigheten (2001) | 0,1116 Energimyndigheten (2001) | 0,00684 Energimyndigheten (2001) | 0,0036 Energimyndigheten (2001) |
| Fjärr- värme | Varierar med bränslemix | Varierar med bränslemix | Varierar med bränslemix | Varierar med bränslemix |
| Halm | 0 Halm antas vara 100% förnybar | 0,4716 Nielsen och Illerup (2003) | 0,4788 Nielsen och Illerup (2003); avser PM10 | 0,1692 Nielsen och Illerup (2003) |
| Biodiesel (RME) | 32,3741 Uppenberg et al (2001) | 1,3356 Uppenberg et al (2001) | 0,0828 Uppenberg et al (2001) | 0,0648 Uppenberg et al (2001) |

Beräkning av emissioner från elanvändning

Att beräkna emissioner från elanvändning är komplext. Vi har valt att använda nordisk medelelmix för beräkning av emissioner för basåret (nuläget). Statistik över den nordiska elmixens profilinehåll har inhämtats från Nordel (2008). Andelen av varje energibärare har därefter multiplicerats med en emissionsfaktor för varje energibärare. De emissionsfaktorer som använts för att beräkna emissionsstorlekarna för användning av elenergi under basåret sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2. Emissionsfaktorer för beräkning av utsläpp från nordisk elmix. Uppgifter i kursiv stil är specifika för när en energibärare används för elproduktion. Samtliga faktorer anges i kg/MWh

| | Andel av nordisk elmix (%) | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|------------------|----------------------------|--------------------------------|--|---|--|
| Kärnkraft | 20,1 | 11,16 Uppenberget al (2001) | 0,03492 Uppenberget al (2001) | 0,01008 Uppenberget al (2001) | 0,03384 Uppenberget al (2001) |
| Kol | 6,09 | 339,12 Uppenberget al (2001) | 0,1548 Uppenberget al (2001) | 0,1017 Uppenberget al (2001): avser PM10 | 0,252 Uppenberget al (2001) |
| Naturgas | 4,71 | 217 IVL (2008) | 0,108 IVL (2008) | 0,001 IVL(2008) | 0,012 IVL (2008) |
| Olja | 0,435 | 291 IVL (2008) | 0,342 IVL (2008) | 0,054 IVL (2008) | 0,144 IVL (2008) |
| Vindkraft | 2,5 | 6,48 Uppenberget al (2001) | 0,018 Uppenberget al (2001) | 0,00504 Uppenberget al (2001) | 0,01512 Uppenberget al (2001) |
| Geotermisk kraft | 1 | 0 (Uppgift saknas) | 0 (Uppgift saknas) | 0 (Uppgift saknas) | 0 (Uppgift saknas) |
| Vattenkraft | 57,6 | 5,04 Uppenberget al (2001) | 0,00648 Uppenberget al (2001) | 0,000828 Uppenberget al (2001) | 0,001368 Uppenberget al (2001) |
| Avfall | 1,06 | 90 Naturvårdsverket (2007a) | 0,18 Naturvårdsverket (2007a): avser kategori "övrig konsumtion" | 0,02412 Uppenberget al (2001) | 0,09 Naturvårdsverket (2007a): avser "kraftverk och fjärrvärme" |
| Torv | 1,43 | 353,9 Uppenberget al (2001) | 0,252 Naturvårdsverket (2007a) | 0,05112 Mälkki (1998) citerad från Uppenberget al (2001) | 0,468 Naturvårdsverket (2007a) |

I beräkningsmetodikerna för nollalternativet används marginal el vid en eventuell ökning i användning av elenergi. Eventuella minskningar beräknas genom emissionsfaktorerna för genomsnittet i nordisk elmix. Energimyndighetens långsiktsprogno (2009) förutspår en ökad elanvändning med 0,68 % mellan 2005 och 2020. Därför beräknas ökningen av elenergianvändningen med marginalet och adderas till utsläpp från elenergi under basåret innehållande nordisk elmix. Beräkningen kan sammanfattas enligt följande:

$$(Emissionsfaktor\ i\ nordisk\ elmix\ år\ 2007 * Elenergianvändning, basår) + (Emissionsfaktor\ marginalet * Elenergianvändning, basår * 0,0068)$$

Denna beräkningsmodell innebär att förändringen av elanvändning är linjär.

Marginalet

Enligt Energimyndigheten (2008) kan man inte på ett entydigt sätt bestämma hur miljöbelastningen av marginalet ska beräknas. Enligt IVL (2008) är det i dagsläget mest riktiga och anta att marginalet består av kolkondens, men att mycket pekar på att marginalet i framtiden kommer att utgöras av naturgaskombination. Baserat på Energimyndighetens (2008) rekommendation har vi valt att beräkna marginalets miljöpåverkan som ett spann. Marginalet antas under det valda basåret bestå av antingen 100 % naturgaskombination (kallat alternativ LÅG) eller 100 % kolkondens (kallat alternativ HÖG). Att ange miljöpåverkan från förändrad elanvändning som ett spann är ett sätt att visa på graden av osäkerhet i nollalternativets prognos för miljöpåverkan av elanvändning.

För år 2020 beräknas emissioner som komplex marginalet, d.v.s. en kombination av energi från olika bränsleslag på samma sätt som Mattson et al (2006) (se tabell 3). Argumentet för att använda sig av komplex marginalet är att det bättre fångar små förändringar i energisystemet än det förenklade antagandet att marginalet består av naturgaskombination eller kolkondens (Björklund, 2008). Beräkningarna med komplex marginalet tar hänsyn till viss teknikutveckling för produktion av elenergi, vilket inte siffrorna för nordisk elmix gör.

Tabell 3. Emissionsfaktorer för beräkning av spann i den komplexa marginalet. Efter Mattsson et al (2006)

| | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|---|-----------|-------------|-------------|--------------|
| Alternativ A (Höjda fossilbränslepriser, få regleringar) | 268,00274 | 0,133847712 | 0,0635 | 0,1605 |
| Alternativ B (Fler regleringar än i A) | 51,080436 | 0,11392468 | 0,008648506 | 0,026272872 |

Miljöcertifierad el

Beräkningarna i verktyget tar inte hänsyn till så kallad grön el. Detta val baseras på att IVL (2008) konstaterat att det i dagsläget inte finns något system som garanterar att miljövinster med miljömärkt el inte dubbelräknas. Det finns dock möjligheter att som användare själv gå in och ändra medelmixens profil i verktyget om man önskar ta hänsyn till användning av miljöcertifierad el.

Emissioner från fjärrvärme

Eftersom fjärrvärme normalt använder flera olika energibärare går det inte att bestämma en emissionsfaktor som är generellt giltig för olika förhållanden. Vi har valt att ta reda på separata emissionsfaktorer för de vanligaste bränsleslagen när de används i svenska fjärrvärmeanläggningar (biobränslen (träbränsle) eldningsolja 1, eldningsolja 2-5, el, naturgas, avfall, torv och kol) och låta användaren själv ange bränslemix för den lokalt producerade fjärrvärmen. För emissioner från fjärrvärme har en del av de emissionsfaktorer som angavs i tabell 1 bytts ut mot specifika emissionsfaktorer för förbränning i fjärrvärmeanläggningar. De utbytta emissionsfaktorerna presenteras i tabell 4.

Tabell 4. Specifika emissionsfaktorer för användning i fjärrvärmeverk som skiljer sig från Tabell 1. Alla faktorer anges i kg/MWh

| | Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|------------------|--|--|-----------|---|
| Biobränsle | 11 IVL (2008) | 0,529 IVL (2008) | | 0,154 IVL (2008) |
| Eldningsolja 2-5 | 295 IVL (2008) | 0,443 IVL (2008) | | 0,684 IVL (2008) |
| Torv | 375,12 Uppenberget et al (2001): pannor 50-300 MW | 0,3168 Uppenberget et al (2001): pannor 50-300 MW | | 0,1524 Uppenberget et al (2001): pannor 50-300 MW |

Förbränning av biobränslen har på antagits vara koldioxidneutrala vid förbränning, men övriga utsläpp under livscykeln (från exempelvis transporter) finns med i emissionsfaktorerna.

Emissioner från spillvärme

Spillvärme ingår inte som en post i SCB:s kommunala energibalans. Vi har valt att betrakta tillvaratagande av spillvärme som ersättning för fjärrvärme. Mängden slutanvänd spillvärme subtraheras därför från fjärrvärmeförseln för att på så sätt återspegla att antalet MWh från fjärrvärme varit större om spillvärme inte omhändertogs. Spillvärme antas därmed inte heller ge upphov till några utsläpp. För utvecklingen år 2020 multipliceras antalet MWh spillvärme med en beräknad förändringsfaktor, precis som för övriga energibärare baserad på Energimyndighetens långsiktsprognos. Det uppskattade antalet MWh från spillvärme 2020 subtraheras sedan från antalet MWh fjärrvärme 2020.

Emissioner från bensin

Emissionsfaktorn för bensin som anges av Uppenberg et al (2001) avser ren bensin när den förbränns av lätta fordon. I dagsläget innehåller dock bensin ca 5 % låginblandad etanol. Eftersom antagandet att biobränslen ska beräknas som koldioxidneutrala gjorts multiplicerades emissionsfaktorn för ren bensin med 0,95 för att bortse från den andel av bensinanvändningen som består av etanol. För övriga emissioner (kväveoxider, partiklar, svaveldioxid) inkluderas dock utsläppen genom att beräkna 5 % av bensinanvändningen med emissionsfaktorer för etanol som läggs till övriga emissioner av ren bensin:

$$(0,95 * \text{emissionsfaktor bensin}) + (0,05 * \text{emissionsfaktor etanol})$$

Emissioner från diesel

Den diesel som används som drivmedel antas vara av miljöklass 1 och därmed innehålla 5 % lågiblandning av Rapsmetyleter, RME (Preem 2010). Eftersom RME är en förnyelsebar bioenergi räknas den låginblandade delen som nollutsläpp av koldioxid.

$$(0,95 * \text{emissionsfaktor diesel}) + (0,05 * \text{emissionsfaktor RME})$$

Tillförsel av energi

När det gäller lokal produktion av förnyelsebar energi har vi valt att låta den kommun där energin produceras tillgodoräkna sig hela produktionen. Detta gäller biogas, vindkrafts, småskalig vattenkraft och biodiesel. El från vind- och småskalig vattenkraft tillgodoräknas kommunen genom att ersätta ett motsvarande elanvändning av nordisk elmix. Totala elanvändningen påverkas således inte.

Beräkningen sker på följande sätt:

$$(\text{Energianvändning, basår} * \text{emissionsfaktor}) - ((\text{antal MWh producerad förnyelsebar energi för slutanvändning} * (\text{emissionsfaktor, utbytt energikälla} - \text{emissionsfaktor, producerad förnyelsebar energikälla}))$$

Biodiesel antas ersätta ett motsvarande antal MWh diesel medan biogas antas ersätta ett motsvarande antal MWh bensin, diesel eller eldningsolja 2-5 (vid försäljning till kollektivtrafik antas biogas ersätta diesel, till personbilar ersätts bensin och vid försäljning till värmeverk ersätts eldningsolja 2-5).

Energimyndigheten (2009) förutser i sin långsiktsprogno en procentuellt sett kraftig ökning i användningen av både vindkraft och biogas. Dessa ökning har dock inte tagits i hänsyn i nollalternativet, med motiveringen att en ökning av vindkraft och biogas ligger inom en kommuns rådighet. Ska utbyggnad av dessa energislag ske krävs alltså kommunala insatser, vilket då inte ingår i nollalternativet (nollalternativet ska ju beskriva en trolig utveckling om ingenting görs). Vi antar därför att produktionen av biogas och vindkrafts el är lika stor 2005 som 2020.

Eventuell dubberäkning

Den aktuella kommunen tillgodoräknas den lokala produktionen av förnyelsebar energi, och därmed dess emissioner, i nollalternativet. Då kommuner får tillgodoräkna sig lokalt producerad förnyelsebar

energi uppstår ett visst mått av dubbelräkning, eftersom den producerade förnyelsebara energin utgör en del av den nordiska elmixens innehåll. Vi har dock antagit att antalet MWh som på detta sätt dubbelberäknas procentuellt sett utgör en mycket liten del. Problemet med dubbelberäkning är antagligen betydligt större för biogas och biodiesel, då en stor andel biogas normalt produceras och används i samma kommun. För att undvika dubbelberäkning av biogas exkluderas biogas som energibärare från användarsidan och inkluderas istället som substitution på tillförselsidan. I nollalternativet beror vilka energibärare som ersätts på om det finns tankställen för fordonsgas i kommunen. Om biogas finns etablerat antas att 100 % av biogasen används inom transportsektorn, medan avsaknad av distributionsnät innebär ett antagande om att 100 % av biogasen används för fjärrvärme. Om biogasen används i fjärrvärmeverk antas den ersätta naturgas och om den används inom transportsektorn används den ersätta diesel. Biodiesel antas ersätta motsvarande MWh konventionell diesel.

Förändringsfaktorer

För att kunna beräkna storleken på framtida emissioner multipliceras användningen av de olika energibärarna med en förändringsfaktor. Storleken på förändringsfaktorerna baseras på de nationella förändringar av energianvändning till år 2020 som förutspås i Energimyndighetens långsiktsprognos. Förändringsfaktorerna har 2005 som basår eftersom det är det år närmast det nuvarande för vilket det finns statistiska data i långsiktsprognoserna. Förändringsfaktorerna beräknades därmed genom:

$$(\text{Förväntad nationell användning 2020/Användning 2005})-1$$

De beräknade förändringsfaktorerna för olika energibärare sammanfattas i tabell 5. Precis som för basåret beräknas emissionerna genom att energianvändningen multipliceras med motsvarande emissionsfaktorer. Denna metod för beräkning av förändringsfaktorer innebär att alla lokala energisystem antas följa riksgenomsnittet och att förändringarna är linjära. Det är dock möjligt för användare av verktyget att utifrån sina kunskaper om den egna kommunen själv ändra förändringsfaktorerna.

Tabell 5. Energianvändning från olika energibärare 2005 och 2020 med beräknad förändringsfaktor för Huvudscenario. Utarbetad utifrån Energimyndigheten (2009)

| Energi-bärare | Energianvändning från energibärare 2005, TWh | Energianvändning från energibärare 2020,TWh | Förändringsfaktor | Förklaring |
|---------------|--|---|-------------------|--|
| Kol | 43 | 47 | 1,093 | Har beräknats utifrån långsiktsprognoSENS energibalans. Kol, koks och hyttgas i gemensam post |
| Koks | 43 | 47 | 1,093 | Se förklaring för kol |
| Torv | 3,5 | 1,3 | 0,371 | Har beräknats utifrån långsiktsprognoSENS energibalans. |
| Elenergi | 147,1 | 149,3 | 1,007 | Utsläpp från Ökningen på ca 0,6 % beräknas genom marginaLELENS innehåll (kolkondens). Övrig elanvändning på nordisk elmix år 2005 |
| Diesel | 43 | 54,4 | 1,265 | Har beräknats genom att lägga ihop dieselanvändning i sektorerna industri, bostäder och service samt transporter. Sektorn utrikes flyg och sjöfart har exkluderats |
| Gasol | 5,2 | 5,1 | 0,981 | Har beräknats genom att lägga ihop gasolanvändningen i sektorerna industri och bostäder och service. |
| Bensin | 46,5 | 37,2 | 0,793 | Har beräknats genom att lägga ihop dieselanvändning i sektorerna transporter samt bostäder och service |
| Naturgas | 9 | 16 | 1,78 | Har beräknats utifrån långsiktsprognoSENS energibalans. |

| Energi-bärare | Energianvändning från energibärare 2005, TWh | Energianvändning från energibärare 2020, TWh | Förändringsfaktor | Förklaring |
|------------------|--|--|-------------------|---|
| Eldningsolja 1 | 13,4 | 5,7 | 0,43 | Har beräknats genom att lägga ihop användning av eldningsolja 1 i sektorerna transporter, industri samt bostäder och service. |
| Eldningsolja 2-5 | 10,5 | 8,7 | 0,829 | Har beräknats genom att lägga ihop användning av eldningsolja 1 i sektorerna transporter, industri samt bostäder och service. Sektorn utrikes flyg och sjötransporter har exkluderats |
| Fjärrvärme | 46,9 | 51,3 | 1,094 | Ett antagande har gjorts att profilbränslet i fjärrvärmerna inte förändras mellan 2005-2020. |
| Träbränsle | 95,6 | 114,3 | 1,196 | Har beräknats utifrån långsiktsprognoSENS energibalans. |
| Avfall | 11,9 | 18,7 | 1,571 | Har beräknats utifrån långsiktsprognoSENS energibalans. |
| Biogas | 0,2 | 1 | 5 | Avser biogas som drivmedel |
| Spillvärme | 5,38 | 536 | 0,997 | Avser spillvärme i fjärrvärmebalans |
| Biodiesel (RME) | ----- | ----- | 1 | Uppgifter om RME saknas i Energimyndighetens långsiktsprognoSENS. Det har därför antagits att användningen av RME kommer att vara lika stor år 2020 som i nuläget. |
| Halm | ---- | ---- | 1 | Uppgifter om halm saknas i Energimyndighetens långsiktsprognoSENS. Det har därför antagits användningen år 2020 vara lika som i nuläget |

Förändringsfaktor elenergi

Förändringsfaktorn för elenergi som anges i tabell 5 avspeglar endast förändring av total elanvändning och inte förändringar i nordisk elmix fram till år 2020. Förändringar i miljöpåverkan från elanvändning estimeras istället genom användandet av komplex marginalet.

Förändringsfaktor fjärrvärme

Energimyndighetens långsiktsprogno förutspår att använd energi från fjärrvärme ska öka med ca 9 % fram till år 2020 (tabell 5). Prognosen presenterar även beräknade förändringar i användandet av energibärare i fjärrvärmeanläggningar. Den kommunala fjärrvärmemixen i nollalternativet antas vara densamma år 2020 som under basåret, även om det är troligt att bränslemixen kommer att förändras under perioden. Att använda förändringsfaktorer för att spegla sådana förändringar blir dock snabbt mycket komplicerat, därför har vi valt att göra denna förenkling.

Nollalternativet i förhållande till klimat- och energimålen

För att kunna visualisera hur långt mot de nationella målen för år 2020 en kommun kommer vid en utveckling enligt nollalternativet beräknas även procentuell förändring mellan basåret och år 2020. Om målen antas komma att nås eller inte beror på om de förändringar som sker enligt nollalternativet når uppsatta tröskelvärden (tabell 6).. Nollalternativets tröskelvärden för uppfyllande av de tre målen sammanfattas i tabell 6.

Tabell 6. Tröskelvärden för bedömning av nollalternativet utveckling jämfört med de nationella klimat- och energimålen.

| Mål | "Målet uppnås" | "Målet uppnås ej" |
|--|---|---|
| Växthusgasutsläppen ska minska med 17 % | Om minskning >17% | Om minskning < 17 % |
| Andelen förnyelsebara energikällor ska uppgå till 50 % | Om andelen förnybara energikällor >50 % | Om andelen förnybara energikällor <50 % |
| Energianvändningen ska effektiviseras med 20 % | Om energianvändning effektiviseras med >20% | Om energianvändning effektiviseras med <20% |

Mål 1. Växthusgasutsläppen ska minskas med 17%

Bedömningen av nollalternativets utveckling jämfört med målet görs genom att jämföra den procentuella förändringen av koldioxidutsläpp med målnivån. Det första målet avser utsläppsreducering mätt som koldioxidkvalenter, vilket innefattar inte enbart koldioxidutsläpp utan även utsläpp av andra växthusgaser såsom metan, dikväveoxider och HFC-gaser. I den utvecklade metoden har dock endast utsläpp av koldioxid bedömts. För att kunna bedöma utvecklingen mot målet har ett antagande gjorts att koldioxidutsläppen procentuellt sett ska minska i samma omfattning som metan- och dikväveoxidutsläppen. På så sätt kan målet att

växthusgasutsläppen ska minska med 40 % översättas till att koldioxidutsläppen ska minska med 40 %. En tredjedel av utsläppsreduceringen är dock tänkt att ske genom investeringar i andra länder eller flexibla mekanismer (2009). Då sådana investeringar ligger utanför en kommuns rådighet räknas denna del bort från målnivån som nollalternativet bedöms mot. Dessutom avser målet om 40 % utsläppsminskning jämfört med 1990 års nivåer. Jämfört med år 2005 års nivåer och med utsläppsminskningar som inte sker inom Sverige borträknat blir den målnivå mot vilka koldioxidutsläppen jämförs en utsläppsminskning med 17 % (Miljömålsrådet, 2009).

Mål 2. Andelen förnyelsebara källor ska uppgå till 50%

Bedömning av nollalternativets utveckling görs genom att jämföra den beräknade procentuella andelen förnyelsebar energi år 2020 med en målnivå på 50%. Användningen av samtliga förnyelsebara energikällor summeras och divideras med den totala energianvändningen. Torv har inte räknats som förnyelsebar medan geotermisk kraft i den nordiska elmixen har antagits vara förnybar.

Mål 3. Energianvändningen ska effektiviseras med 20%

Bedömningen av eventuell måluppfyllelse görs genom att beräkna antalet använda nyckeltalet MWh/BNP per capita år för år 2020. Uppfyllelse av målet innebär MWh/producerad krona och invånare i BNP minskar med 20 % jämfört med år 2008. Uppgifter om nationell inflationsjusterad BNP/capita har inhämtats från SCB (SCB, 2008).

Då storleken på BNP/capita år 2020 inte är känt har en regressionsanalys baserat på inflationsjusterad BNP mellan 1993-2006 utförts. Regressionsanalysen visar att en linjär ökning i BNP/capita skett mellan 1993-2006 och därför har en fortsatt linjär ökning fram till år 2020 antagits. Den beräknade förändringskonstanten (K-värdet) har därefter multiplicerats med antalet år mellan basåret och 2020 och BNP för basåret.

Den nationella BNP/capita har antagits vara jämnt fördelat över Sveriges befolkning. BNP/capita för olika kommuner fördelas därför ut enligt följande:

*Nationell BNP/Capita *(Invånarantal, kommun/Invånarantal, nationellt)*

Invånarantal i kommunen är en grunduppgift som användaren själv matar in i verktyget.

4 Åtgärder i förhållande till energi- och miljömål

För att användarna ska kunna bedöma olika åtgärders effekter och kostnadseffektivitet har även ett verktyg för bedömning av typiska åtgärder utvecklats. Metoderna består av en kvantitativ och en kvalitativ del. Den kvantitativa delen består av tre Excel-ark där användaren, precis som i beräkningen av nollalternativet, matar in en del grunddata och automatiskt får storleken på de olika emissionernas beräknade. I exempelåtgärderna har det antagits att åtgärderna kommer att genomföras inom en snar framtid och därmed bortses ifrån teknikutveckling och andra förändringar i det nationella energisystemet.

Det bör påpekas att de två verktygen för bedömning av åtgärdernas inverkan på miljömålen inte visar huruvida miljömålen uppfylls om åtgärden genomförs, däremot visar verktygen om åtgärderna leder i rätt riktning.

4.1 Bedömning av åtgärdens inverkan på nationella miljömålen

I bedömningen av exempelåtgärder sätts väntade förändringar i relation till några av de nationella miljö kvalitetsmålen.

Valet av vilka miljömål som bedömningen görs mot har gjorts i samråd med Länsstyrelsen i Östergötlands miljömålssektariat under projektets inledningsfas och presenteras i tabell 8.

Med det kvantitativa verktyget för bedömning av exempelåtgärder beräknas storleken på den påverkan som exempelåtgärderna medför. Beräkningar görs både gentemot delar av sektorer (exempelvis ett antal fastigheter, den kommunala bilparken) och mot de totala emissionerna från energianvändningen i nuläget som beräknades i nollalternativet. De miljömål som ingår i den kvantitativa bedömningen är *Begränsad klimatpåverkan*, *Frisk luft*, *Bara naturlig försurning* och *Ingen övergödning*.

I exempelsamlingen med typåtgärder bedöms förutom redan nämnda miljömål även effekterna på miljöaspekterna Biologisk mångfald, Resursanvändning och Buller. Miljöaspekten "biologisk mångfald" är en sammanslagning av miljömålen *Ett rikt växt- och djurliv*, *Levande skogar* och *Levande sjöar och vattendrag*. Miljöpåverkan på dessa miljömål från energianvändning är många gånger komplex och svår att kvantifiera. Därför har vi valt att göra mer generella uttalanden om hur den biologiska mångfalden påverkas av exempelåtgärderna.

Även miljöaspekten "Resursanvändning" är en sammanslagning av flera miljömål, dels naturresurser i *Ett rikt växt- och djurliv* och *Levande skogar* men också delmål om avfall från *God bebyggd miljö*. Buller utgör en egen miljöaspekt i bedömningen.

Den kvalitativa bedömningen innehåller även aspekten Övrigt. I den lyfts några olika sociala, hälsomässiga, ekonomiska och övriga miljömässiga konsekvenser fram som inte annars berörs av de valda miljöaspekterna.

Tabell 8. Valda nationella miljömål för miljöbedömning av exempelåtgärder

| Miljömål | Indikator | Kvantitativ bedömning | Kvalitativ bedömning | Kommentar |
|--------------------------|---|-----------------------|----------------------|---|
| Begränsad klimatpåverkan | * Koldioxidutsläpp | X | X | |
| Frisk luft | *Svaveldioxidutsläpp *Kväveoxidutsläpp *Partikelutsläpp | X | X | |
| Bara naturlig försurning | * Svaveldioxidutsläpp * Kväveoxidutsläpp | X | X | |
| Ingen övergödning | * Kväveoxidutsläpp | X | X | |
| Biologisk mångfald | | | X | Rymmer miljömålen Ett rikt växt- och djurliv, levande skogar och Levande sjöar och vattendrag |
| Resursanvändning | * (Energianvändning i byggnader) | (X) | X | Delmål från God bebyggd miljö |
| Buller | | | X | Delmål i miljömålet God bebyggd miljö |
| Övrigt | | | X | Rymmer sociala och ekonomiska aspekter |

Val av tröskelvärden och symboler




För att kunna avgöra om åtgärderna påverkar miljömålen i rätt riktning har ett antal olika tröskelvärden för bedömningarna valt. Om emissionerna minskar med mer än 20 % anses åtgärderna i metoderna ha en positiv inverkan, medan en ökning med mer än 5 % antas ge en negativ inverkan. Om förändringen är större än -20 % men mindre än 5 % anses åtgärden ge ingen eller endast en liten inverkan (tabell 9). Ett lägre tröskelvärde för negativ inverkan än för positiv inverkan har medvetet valts med försiktighetsprincipen som förebild. Samma tröskelvärden används i både Excelarken och exempelsamlingen.

Den kvalitativa bedömningen använder symbolerna sol, moln och regnmoln som symboler för att visa vilken inverkan emissioner i exempelåtgärderna har på miljömålen, där sol representerar en positiv inverkan, regnmoln en negativ inverkan och moln ingen eller liten inverkan. Att använda samma symboler som det nationella miljömålssystemet med glada och ledsna smilisar övervägdes men

valdes bort då användandet av smilisar skulle kunna tolkas som att indikatorerna visar att ett mål uppnås/inte uppnås.

I Excelarken indikeras exempelåtgärdernas inverkan på miljömålen genom att visa texten "Positiv inverkan", "Ingen eller liten inverkan" samt "Negativ inverkan", beroende på om åtgärden gör att de totala emissionerna från kommunens energianvändning ökar, minskar eller är oförändrat efter det att åtgärderna genomförts. På samma sätt visas texten "Positiv förändring" "Ingen eller liten förändring", samt "Negativ förändring" beroende på hur exempelåtgärden påverkar miljöbedömda delar av sektorer, såsom ett antal fastigheter eller kommunens personbilsflotta.

Tabell 9. Tröskelvärden och indikatorer för bedömning av inverkan på miljömålen

| | Om förändring >-20 % | Om förändring <-20 % <+5% | Om förändring > +5 % |
|-----------------------|--|--|--|
| Kvantitativ bedömning | "Positiv inverkan" "Positiv förändring" | "Ingen eller liten inverkan" "Ingen eller liten förändring" | "Negativ inverkan" "Negativ förändring" |
| Kvalitativ bedömning |  |  |  |

4.2 Exempelåtgärder med kvantitativ bedömning

Exempelåtgärderna kommer från tidigare sammanställningar av vanligt förekommande åtgärder i energiplaner gjorda av Ivner (2009b). Vissa tillägg och modifieringar har gjorts i samråd med Länsstyrelsen i Östergötland och forskare vid Malmö Högskola.

Exempelåtgärd 1: Fastigheter

I exempelåtgärd 1 kan miljökonsekvenser av att byta uppvärmningssystem och effektivisera uppvärmningen i fastigheter bedömas. Det är i beräkningsverktyget möjligt räkna på femton fastigheter åt gången. Användaren kan fritt välja mellan sju olika uppvärmningssystem före och efter åtgärd, samt om dessa ska kombineras med effektiviseringsåtgärder. På så sätt kan effekter av olika handlingsalternativ beräknas.

Beräkningsmetodik

Emissionerna från uppvärmningen i nuläget beräknas genom att en emissionsfaktor för nuvarande uppvärmningssystem multipliceras med nuvarande energianvändning. Emissionsfaktorn är kopplad till det uppvärmningssystem som användaren matat in. De uppvärmningssystem med tillhörande emissionsfaktorer som användaren kan välja mellan sammanfattas i tabell 10.

Beräkningen av emissioner efter åtgärder på samma sätt som för nuläget: En emissionsfaktor som är villkorsstyrd beroende av vilket uppvärmningssystem utföraren har valt ska finnas i en fastighet

åtgärd multipliceras med den årliga energianvändningen i fastigheten efter det att åtgärden är genomförd. Storleken på energianvändningen efter åtgärd kan dock skilja sig åt mot nuläget, om utföraren väljer att "genomföra" en effektiviseringsåtgärd. Om så är fallet multipliceras den tänkta effektiviseringsgraden med energianvändningen innan åtgärd.

Tabell 10. Uppvärmningssystem med tillhörande emissionsfaktorer och sifferkod i exempelåtgärd 1.

| Uppvärmnings-system | Koldioxid (kg/MWh) | Kväveoxider (kg/MWh) | Partiklar (kg/MWh) | Svaveldioxid (kg/MWh) | Sifferkod | Övrigt |
|---------------------|--|--|--|--|-----------|--|
| Eldningsolja 1 | 288,58 (Uppenberget et al 2001) | 0,72 (Naturvårdsverket 2001) | 0,005 (IVL 2008) | 0,180 (Boström et al 2004) | 1 | |
| Eldningsolja 2 | 295,56 Uppenberget et al | 0,54 (Boström et al 2004) | 0,005 (IVL 2008) | 0,612 (Boström et al 2004) | 2 | |
| Fjärrvärme | Varierar med fjärrvärmemix | Varierar med fjärrvärmemix | Varierar med fjärrvärmemix | Varierar med fjärrvärmemix | 3 | Samma emissionsfaktorer för energibärare i fjärrvärmemix som i nollalternativet |
| Direktverkande el | Alt LÅG: 405 Alt HÖG: 918 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,524 Alt HÖG: 0,419 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,002 Alt HÖG: 0,253 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,022 Alt HÖG: 0,682 (IVL 2008) | 4 | |
| Pelletspanna | 4,4 IVL (2008) | 0,518 IVL (2008) | 0,247 IVL (2008) | 0,146 IVL (2008) | 5 | |
| Värmepump | Alt LÅG: 405 Alt HÖG: 918 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,524 Alt HÖG: 0,419 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,002 Alt HÖG: 0,253 (IVL 2008) | Alt LÅG: 0,022 Alt HÖG: 0,682 (IVL 2008) | 6 | Konvertering till värmepump antas minska energianvändningen i fastighet med 66 %. Konvertering från värmepump antas öka energianvändningen med 66 %. |
| Flispanna | 14,32 (Arnald 1997) | 0,32 (Arnald 1997) | 0,0013 (Arnald 1997) | 0,040 (Arnald 1997) | 7 | Avser förbränning i kraftvärmeverk |

Uppgifter som behövs

Utföraren av miljöbedömningen behöver mata in följande uppgifter för fastigheterna som är föremål för eventuell åtgärd:

- Namn på fastigheten/-erna
- Nuvarande energianvändning för uppvärmning
- Nuvarande uppvärmningssystem
- Uppvärmningssystem efter åtgärd
- Planerad energieffektivisering
- Beräknad kostnad för konvertering av uppvärmningssystem
- Beräknad kostnad för energieffektivisering
- Fjärrvärmemix (procentuell fördelning av olika energibärare i fjärrvärmeproduktionen)
- Totala emissioner, basår. Uppgifter hämtas från nollalternativet

Antaganden i exempelåtgärd 1

Marginalel

Precis som i nollalternativet beräknas emissionerna med ett spann, LÅG (med naturgaskombination som marginalet) och HÖG (med kolkondens som marginalet). En viktig skillnad mot nollalternativet är att i exempelåtgärd 1 multipliceras **hela** elanvändningen både före och efter åtgärd med emissionsfaktorer för marginalet. Metodiken i exempelåtgärd 1 följer därmed det marginaletsperspektiv som IVL (2008) förespråkar vid värdering av elanvändningens påverkan på de nationella miljömålen.

Detta val motiveras främst med att de beräknade resultaten från exempelåtgärd 1 används i verktyget för att stämma av åtgärdspaket mot nollalternativet och klimat- och energimålen. Eftersom en ökning eller minskning av elanvändning inom fastighetssektorn kommer att utgöras av marginalet i åtgärdsscenarioerna. Ett problem som uppstår är dock att även en minskning i elanvändning då beräknas med marginalet, medan nollalternativet beräknar en minskning i elanvändning som nordisk elmix.

Konsekvenserna av att beräkna hela elanvändningen som marginalet blir att uppvärmningssystemen värmepump och direktverkande el framstår som ett miljömässigt sett sämre alternativ än om elanvändning beräknats som nordisk elmix. Att konvertera från eluppvärmning till annat system framstår som ett miljömässigt sett bättre alternativ än om elanvändning beräknats med nordisk elmix. Samma sak gäller då fastigheter konverteras till eluppvärmning från andra uppvärmningssystem. Är man bara intresserad av en förändring i kilowattimmar spelar valet förstås ingen roll alls.

En annan aspekt på användandet av marginalel i beräkningarna är att de nationella miljömålen är just nationella. Miljöpåverkan från varor och tjänster som konsumeras i Sverige men produceras utomlands (importerad el exempelvis) omfattas därför inte av miljömålsystemet. IVL (2008) rekommenderar därför att utsläpp från marginalel räknas bort när åtgärdernas inverkan bedöms mot de nationella miljömålen. Konsekvenserna av en sådan metodik skulle dock bli att direktverkande el framstår som ett miljömässigt sett bättre alternativ än både fjärrvärme och pelletspannor, eftersom användning av el i princip ger nollutsläpp inom Sveriges gränser.

Värmepumpar

Eftersom värmepumpar har en högre verkningsgrad (så kallad värmefaktor) än övriga system påverkas den totala energianvändningen av om konvertering sker mellan en värmepump och ett annat uppvärmningssystem. Här har värmepumpar schablonmässigt antagits ha en värmefaktor på tre. Detta medför att energianvändningen divideras tre om konvertering sker till värmepump och multipliceras med tre om konvertering sker från värmepump till annat system.

"Kostnadseffektivitet"

Exempelåtgärden konvertering kan också användas för att beräkna hur "kostnadseffektiva" åtgärder är. Utifrån storleken på en eventuell reduktion av emissioner beräknas också "kostnadseffektiviteten" genom att beräknad kostnad som angavs som basfakta plus eventuell driftskostnad divideras med minskningen av emissioner. Uppgiften om kostnadseffektivitet anges uppdelat på de olika fastigheterna samt även totalt.

Exempelåtgärd 2. Lokal produktion av förnyelsebar energi

I Exempelåtgärd 2 kan konsekvenserna av en utbyggd produktion av förnyelsebar energi bedömas. Förnyelsebara energikällor som är möjliga att bedöma är vindkraft, biogas, biodiesel, trädbränsle som ej avses användas till fjärrvärme, småskalig vattenkraft och solvärme. Det är i exempelåtgärden också möjligt att miljöbedöma konsekvenserna av att förändra sammansättningen i den kommunala fjärrvärmemixen, samt ett utökat tillvaratagande av spillvärme.

Beräkningsmetodik

Bedömningen av exempelåtgärd 2 baseras på att den nyproducerade förnyelsebara energin antas ersätta ett motsvarande antal MWh av en icke förnyelsebar energikälla (om man inte vet att den kommer att användas någon annanstans). Antalet använda MWh förutsätts därmed vara lika stort före och efter det att åtgärderna har genomförts. Den kommun som bygger ut produktionen av förnyelsebar energi tillräknas förändringar av emissioner även om inte slutanvändningen sker inom samma kommun. Detta sätt att räkna visar på möjligheter att bli självförsörjande på energi och därmed även öka leveranssäkerheten.

Om en metodik där lokal produktion inte tillgodoräknas kommunen kan det leda till omvända incitament för energiomställning då en utökad energiproduktion ofta innebär ökad lokal miljöpåverkan. Ett problem med detta sätt att räkna är dock risk för dubbelberäkning då både produktion och slutanvändning kommer med i åtgärdsscenario. Konsekvensen av dubbelberäkningen blir att en övergång till en förnyelsebar energikälla åstadkommer en större

förändring an vad som egentligen är fallet. Detta problem diskuteras vidare i samband med exempelåtgärder som inkluderar lokal produktion av biodrivmedel.

Uppgifter som behövs

Användaren behöver mata in följande uppgifter för fastigheterna som är föremål för eventuell åtgärd:

- Producerad vindel, nuläge och ev. planerad nyproduktion
- Producerad biogas som används i kommunen, nuläge och ev. planerad nyproduktion
- Producerad biodiesel som används i kommunen, nuläge och ev. planerad nyproduktion
- Producerad el från småskalig vattenkraft, nuläge och ev. planerad nyproduktion
- Producerad solvärme, nuläge och ev. planerad nyproduktion
- Slutanvänd fjärrvärme, nuläge
- Bränslemix i fjärrvärme, nuläge och eventuell planerad förändring
- Värmeproduktion från halm, nuläge
- Värmeproduktion från trädbränsle som ej ingår i fjärrvärmerna, nuläge
- Omhändertagen spillvärme efter åtgärd
- Kostnad för utbyggd produktion av de olika energikällorna
- Kostnad för att förändra fjärrvärmens bränslemix
- Totala emissioner, basår. Uppgifter hämtas från nollalternativet
- Total energianvändning, basår. Uppgifter hämtas från nollalternativet
- Total elanvändning, basår. Uppgift hämtas från nollalternativet

Antaganden i Exempelåtgärd 2

Vindkraft

Den el som produceras från nybyggda vindkraftverk i kommunen antas ersätta motsvarande mängd el från nordisk elmix. Förändringar i utsläpp antas därmed också förändras enligt:

(Nyproducerad vindel(emissionsfaktor nordisk elmix - emissionsfaktor vindkraft))*

Biogas

I samband med att användaren matar in de uppgifter som behövs uppmanas han/hon också att välja om eventuellt nyproducerad biogas kommer användas som fordonsgas eller till värmeproduktion. Om fordonsgas väljs antas biogasen ersätta diesel, eftersom den största andelen av biogas som

fordonsgas används av busstrafik. Om fjärr- eller närvärme väljs antas biogasen ersätta ett motsvarande antal MWh eldningsolja 2-5.

Trädbränsle som ej avses användas till fjärrvärme

I SCB:s kommunala energibalanser särskiljs det trädbränsle som används till fjärrvärme från användning av trädbränsle till övriga ändamål. Trädbränsle behandlas därför som två skilda poster även i Exempelåtgärd 2. Det trädbränsle som ej avses användas till fjärrvärme antas ersätta eldningsolja 1. Antagandet bygger på att trädbränslet består av pellets eller ved och att det nyproducerade trädbränslet ersätter en olja i pannor. Förändringar i utsläpp antas därmed också förändras enligt:

*(Energi producerad med trädbränsle (ej fjärrvärme) * (emissionsfaktor eldningsolja 1 - emissionsfaktor trädbränsle))*

Biodiesel

Mängden biodiesel som nyproduceras antas ersätta motsvarande mängd diesel. Förändringar i utsläpp antas därmed också förändras enligt:

*(MWh nyproducerad biodiesel * (emissionsfaktor diesel - emissionsfaktor biodiesel))*

Halm

Den energi som produceras från halm antas ersätta eldningsolja 1. Förändringar i utsläpp antas därmed också förändras enligt:

*(Nyproducerad energi från halm * (emissionsfaktor eldningsolja 1 - emissionsfaktor halm))*

Småskalig vattenkraft

Ny el från småskalig vattenkraft antas ersätta ett motsvarande mängd nordisk elmix. Förändringar i utsläpp antas därmed också förändras enligt:

*(Mängd nyproducerad el från småskalig vattenkraft * (emissionsfaktor nordisk elmix - emissionsfaktor el från vattenkraft))*

Solvärme

Den solvärme nyproduceras antas ersätta ett motsvarande antal MWh eldningsolja 1. Antagandet bygger på att solfångare sätts upp på enfamiljshus som idag värms upp med oljepanna.

*(Nyproducerad solvärme * emissionsfaktor eldningsolja 1)*

Solvärme förekommer inte som energibärare i nollalternativet utan endast i exempelåtgärd 2 och åtgärds paketet. De emissionsfaktorer för solvärme som används där presenteras i tabell 11.

Tabell 11. Emissionsfaktorer för solvärme, framtaget med hjälp av LCA-programvaran SimaPro (2010)

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|--|--|--|--|
| 2,72 PRé Consultants (2004): avser platta solpaneler i europeiska förhållanden | 0,0073 PRé Consultants (2004): avser platta solpaneler i europeiska förhållanden | 0,0024 PRé Consultants (2004): avser platta solpaneler i europeiska förhållanden | 0,0099 PRé Consultants (2004): avser platta solpaneler i europeiska förhållanden |

Spillvärme

Spillvärme antas användas i det kommunala fjärrvärmenätet. Spillvärmens minskar då behovet av bränsle till fjärrvärme och ersätter då motsvarande mängd energi från den kommunala fjärrvärmemixen.

”Kostnadseffektivitet”

Exempelåtgärden utökad produktion av förnyelsebar energi kan också användas för att beräkna hur ”kostnadseffektiva” åtgärder är. Utifrån storleken på en eventuell reduktion av emissioner beräknas ”kostnadseffektiviteten” genom att beräknad kostnad som angavs som basfakta plus eventuell driftskostnad divideras med minskningen av emissioner. Uppgiften om kostnadseffektivitet anges uppdelat på de olika energikällorna samt även totalt.

Exempelåtgärd 3. Transporter

I exempelåtgärd 3 kan konsekvenserna av att genomföra åtgärder inom transportsektorn bedömas. Bedömningen avser endast persontransporter.

Beräkningsmetodik

Emissioner från personbilar innan åtgärd beräknas genom att multiplicera körsträcka/bil med antalet registrerade bilar som drivs med olika bränslen i kommunen. De biltyper som inkluderas i bedömningen är bensinbilar, dieslbilar, etanol/etanolhybridbilar och biogasbilar. Det har antagits att den genomsnittliga körsträcka/bil är lika stor för alla fyra typer av fordon.

Energianvändning för de olika fordonstyperna beräknas sedan genom att multiplicera den sammanlagda körsträcka för olika fordonstyper med ett schablontal för genomsnittlig bränsleförbrukning. De använda schablontalen för bränsleförbrukning sammanfattas i tabell 12.

Tabell 12. Schablontal för medelförbrukning av olika drivmedel enligt Uppenberg et al (2001).

| Bränsletyp | Bränsleförbrukning [MJ/km] |
|-------------|----------------------------|
| Bensinbilar | 2,64 |
| Dieslbilar | 2,43 |

| | |
|-------------|------|
| Etanolbilar | 2,86 |
| Biogasbilar | 2,98 |

Energianvändning från de olika fordonstyperna multipliceras sedan med en emissionsfaktor för de olika utsläppen:

*(Antal fordon av viss bränsletyp * Körsträcka/bil * Schablontal bränsleförbrukning * Emissionsfaktor för motsvarande bränsle)*

Etanol- eller biogasbilar som köps in antas ersätta motsvarande antal bensin- eller dieslbilar. Användaren väljer själv om det är en bensin- eller dieslbil som ska ersättas. Totala antalet fordon antas vara detsamma efter att åtgärden har genomförts om inte annat anges.

Uppgifter som behövs

Användaren behöver mata in följande uppgifter för fastigheterna som är föremål för eventuell åtgärd:

- Körsträcka/bil i kommunen, basår
- Körsträcka/invånare i kommunen, basår
- Invånarantal i kommunen, basår
- Antalet registrerade personbilar i kommunen som drivs med olika drivmedel
- Hur många bilar med olika drivmedelstyp som är aktuella för upphandling
- Hur stor genomsnittlig bränsleförbrukning nuvarande och nyinköpta fordon har. (Denna uppgift behövs endast om ett fordon byts ut mot ett annat fordon som går på samma drivmedel, men med en effektivare bränsleförbrukning)
- Hur många personer som eventuellt utbildas i eco-driving
- Med hur många procent körsträcka/invånare med personbil bedöms kunna minska med hjälp av Mobility Management – åtgärder.
- Kostnad för upphandling av nya fordon
- Totala emissioner, basår. Uppgifter hämtas från nollalternativet

Särskilda antaganden

Inköp av effektivare fordon

Det är i exempelåtgärden också möjligt att bedöma miljökonsekvenserna av att köpa in bilar med samma eller effektivare bränsleförbrukning än de fordon som används idag. Förändringen i emissioner av en sådan åtgärd beräknas genom:

*Bränsleförbrukning från fordon efter åtgärd – ((antal nya fordon *körsträcka/bil) - ((antal nya fordon *körsträcka/bil) * (genomsnittlig bränsleförbrukning, nya fordon/genomsnittlig bränsleförbrukning, gamla fordon)) * schablontal för genomsnittlig bränsleförbrukning).*

Eco-drivingåtgärd

Konsekvenserna av att utbilda kommuninvånare eller personal inom den kommunala organisationen kan bedömas genom att välja hur många personer som ska utbildas. Eftersom Eco-driving minskar bränsleförbrukningen men inte förändrar hur ofta bilen används påverkar åtgärden energianvändningen och emissionernas storlek, men inte den totala körsträckan med personbil. Det har i exempelåtgärden antagits att samtliga som utbildas i Eco-driving kommer övergå till detta körsätt. Eco-driving bedöms av Sverige Trafikskolors Riksförbund minska bränsleförbrukningen med i genomsnitt 13 % (STR, 2010). Schablontalet för genomsnittlig bränsleförbrukning antas därför minska med 13 % för varje invånare som utbildas. Beräkningen av minskad bränsleförbrukning för fordonen kan beskrivas genom:

*Total bränsleförbrukning – (((antal invånare som utbildas i eco-driving/ antal invånare totalt i kommunen)*emissionsfaktor*0,87) * total bränsleförbrukning)*

Mobility Managementåtgärder

Åtgärder som påverkar invånarnas val av transportsätt, exempelvis att åka kollektivt eller cykla har i Exempelåtgärd 3 samlats under benämningen Mobility Management. Tanken med åtgärden är att den kommunala organisationen med hjälp av exempelvis informationsåtgärder och åtgärder inom fysisk planering kan arbeta för att minska personbilskörning. Användaren uppmanas fylla i hur många procent körsträcka med personbil/invånare som bedöms kunna minska med genom åtgärden (-erna). Procentsatsen multipliceras med den totala körsträckan för de olika fordonstyperna. Ett antagande har gjorts att körsträckan/invånare minskar lika mycket för alla fyra fordonstyper enligt:

*Total körsträcka för viss fordonstyp efter åtgärd * (1 - procentuell minskning av körsträcka/invånare)*

Förändringar i körsträcka/invånare påverkar såväl energianvändning som emissioner.

”Kostnadseffektivitet”

Precis som i beräkningsverktygen för fastigheter och förnyelsebar energi kan en ”kostnadseffektivitet beräknas genom att beräknad kostnad som angavs som basfakta plus eventuell driftskostnad divideras med minskningen av emissioner. Uppgiften om kostnadseffektivitet anges uppdelat på de olika typerna av fordon med olika drivmedel samt även totalt. Det går inte att separerat få ut ”kostnadseffektivitet för Mobility Management- och eco-driving åtgärder.

4.3 Exempelåtgärder med kvalitativ bedömning

Övergripande metod för de kvalitativa beskrivningarna

Exempelsamlingen innehåller 23 åtgärder som varit vanligt förekommande i tidigare energiplaner (Ivner, 2009b). En grundläggande tanke har varit att beskrivningen av miljökonsekvenserna för varje åtgärd ska rymmas på en A4-sida så att det snabbt går att få en överblick av de olika effekterna.

Som nämnts tidigare presenteras förändringen i emissionsstorlek med hjälp av symbolerna sol, moln och regnmoln. Om inget annat nämns har beräkningarna som avgjort vilken symbol som ska användas gjorts genom att använda de kvantitativa verktygen. Schablonberäkningarna baseras därmed på samma metoder som i Excelarken med exempelåtgärder. När schablonberäkningar av olika anledningar inte ansetts möjliga eller meningsfulla att göra beskrivs förändringarna av emissioner med beskrivande text. Beräkningarna har gjorts enligt principen "Vad händer om 1 MWh ersätts?". Läsaren får utifrån detta sedan själv räkna om eller på annat sätt bedöma till lämplig storlek. En sammanställning av exempelåtgärderna finns i tabell 13.

Innehållet i de kvalitativa beskrivningarna bygger om inget annat anges på författarnas egna kunskaper samt information från Miljömålsportalen (Miljömålsrådet 2010). Innehållet i beskrivningarna har medvetet hållits på en mycket övergripande nivå för att de ska vara generellt giltiga. När ett utkast till exempelsamlingen ställts samman rådfrågades en grupp sakkunniga från miljövårdsenheten på Länsstyrelsen i Östergötland om exempelsamlingens sakinhåll och utformning. Till innehållet om miljöaspekterna biologisk mångfald och resursanvändning tillfrågades särskilt Tommy Ek vid Naturvårdsenheten. En huvudsaklig synpunkt var att de olika åtgärdernas inverkan på förändrad markanvändning i princip överskuggar alla andra påverkansfaktorer på biologisk mångfald. Överlag är beskrivningarna för biologisk mångfald i hög grad resultatet av Eks synpunkter.

För beskrivningen av emissioner med indikatorer samt för aspekten buller tillfrågades Sofie Palmquist och Ola Lindén vid Miljöskydds-enheten. En synpunkt från dessa var att emissionerna från till exempel värmeproduktion kan variera väldigt mycket beroende på vilken storlek anläggningen har och vilken rening som finns. Som exempel togs upp att en konvertering från en oljepanna till biobränslen inte nödvändigtvis behöver medföra en ökning av kväveoxidutsläpp. Med tanke på att verktygens metodik helt bygger på schablontal ansågs det av författarna inte möjligt att ta hänsyn till detta. Synpunkterna togs dock tillvara genom att en förtydligande text lades till i exempelsamlingens inledning. En annan synpunkt från respondenterna var att exempelsamlingen borde innehålla fler kommentarer om hälsomässiga konsekvenser. Kommentarer om vissa hälsomässiga effekter lades därför till under rubriken "Övrigt".

Tabell 13. Sammanfattning av exempelåtgärder i exempelsamlingen

| Exempeltåtgärd Nr: | Namn |
|--------------------|---|
| 1 | Konvertering från oljepanna till pelletspanna |
| 2 | Konvertering från oljepanna till värmepump |
| 3 | Fjärrvärmeutbyggnad till fastighet med oljepanna |
| 4 | Fjärrvärmeutbyggnad till fastighet med direktverkande el |
| 5 | Fjärrvärmeutbyggnad till fastighet med värmepump |
| 6 | Utveckling av fjärrvärmeverk till kraftvärmeverk |
| 7 | Ökad andel biobränslen i fjärrvärmemixen |
| 8 | Återföring av aska från förbränning av biobränslen |
| 9 | Ökad produktion av vindkraft |
| 10 | Ökad produktion av biogas |
| 11 | Ökad produktion av solvärme |
| 12 | Ökad produktion av biodiesel (RME) |
| 13 | Ökad produktion av småskalig vattenkraft |
| 14 | Tilläggsisolering av oljeuppvärmd fastighet |
| 15 | Tilläggsisolering av fastighet med värmepump |
| 16 | Upphandling av effektiva fordon |
| 17 | Upphandling av etanolbilar |
| 18 | Mer kollektivtrafik i kommunen |
| 19 | Utbildning i Eco-driving |
| 20 | Införande av gående skolbussar |
| 21 | Informationsåtgärden: Släck lampan – spara pengar och miljö! |
| 22 | Individuell mätning av energianvändning i byggnader |
| 23 | Upphandling av ekologiskt odlade och/eller närproducerade livsmedel |

Särskilda källhänvisningar och antaganden.

Nedan redovisas resultaten av de beräkningar som gjorts för att avgöra vilken symbol som ska användas, samt vilka eventuella antaganden som gjort. I avsnittet ges också källhänvisningar till de beskrivande texterna i de fall ytterligare källor förutom miljömålsportalen eller experterna på Länsstyrelsen använts. Texten nedan innehåller också information om några särskilda antaganden har gjorts till de olika exempelåtgärderna.

Exempelåtgärd 1: Effektivisering av oljeuppvärmd fastighet

Frisk luft

Kväveoxider, partiklar och svaveldioxid i luften har olika hälsoeffekter: höga halter av kväveoxider i luften kan öka risken för astma, bronkit och lunginflammation hos barn. Partiklar i luften kan medföra försämrad andningsförmåga och irriterade slemhinnor i hals, näsa, lungor och ögon. Ökade halter av svaveldioxid kan bl.a. orsaka trängre luftvägar för individer med astma (Botkin och Keller, 2005; Socialstyrelsen, 2009). Att använda mindre olja minskar samtliga av dessa aspekter. Ur hälsosynpunkt är det extra positivt att energieffektivisera fastigheter med oljepanna som ligger i tätbebyggda områden.

Ingen övergödning

Kväveoxidutsläpp till luft bidrar till övergödning. En tredjedel av de kväveoxider som hamnar i Östersjön beräknas komma från luftföroreningar (Naturvårdsverket, 2009c). Lägre utsläpp av kväveoxider bidrar till att bromsa effekter från övergödning som algblooming i saltvattensmiljöer och att kväveälskande arter som brännässlor breder ut sig på bekostnad av andra arter.

Resursanvändning

Åtgärden bidrar till att minska efterfrågan på olja. Detta är positivt eftersom olja är en ändlig naturresurs. Experter har förutspått att den tidpunkt när oljeproduktionen når sin maximala volym (Peak Oil) för att sedan minska kommer inträffa någon gång mellan 2020 och 2050 (Youngquist, 1998). Lägre produktionsstakt av olja kan medföra oljeprischocker då jordens befolkning till ca 40 % är användare av olja för att tillgodose sina energibehov (Edwards, 1997).

Biologisk mångfald:

Olja kan orsaka skador på den biologiska mångfalden i flera steg. Utvinning av olja i tidigare ostörda områden kan skada eller förstöra ömtåliga ekosystem såsom våtmarker och andra unika landskap. Vid raffinering kan läckage uppstå och orsaka föroreningar i mark och grundvatten. Om fartygsolyckor uppstår vid transport av olja kan stora oljekatastrofer inträffa med allvarliga effekter för sjöfåglar och andra marina djurarter (Botkin och Keller, 2005). Minskade partikelutsläpp kan bidra till att begränsa skador på bland annat träd och grödor (ibid).

Övrigt:

Energieffektivisering får positiva ekonomiska konsekvenser genom lägre energikostnad. Den lägre kostnaden kan dock indirekt få negativa miljökonsekvenser då de det budgetutrymme som åtgärden

bidrar till används för ökad energianvändning någon annanstans. Den miljövinna som åtgärden innebär riskerar då att delvis eller helt ätas upp, detta kallas rekyleffekt (Sanne, 2006).

Exempelåtgärd 2. Effektivisering av elanvändning

Begränsad klimatpåverkan

Historiskt har en minskad elanvändning inneburit att elproduktion genom kolkondens minskat (Energimyndigheten, 2008). Att använda kol för elproduktion ger mycket stora utsläpp av koldioxid och att minska elanvändningen kan därför ge stora utsläppsminskningar (IVL, 2008). Att förbränna naturgas ger lägre emissioner och ger överlag färre miljöproblem än förbränning av olja och kol (Botkin och Keller, 2005).

Resursanvändning

Med nuvarande konsumtionshastighet kommer kolreserver att räcka ca 150 år medan nuvarande fyndigheter av naturgas beräknas räcka i ca 70 år (Swedegas, 2009; Svenska kolinstitutet, 2008).

De i dagsläget uppmätta resurserna av uran beräknas räcka i ca 80 år med nuvarande konsumtion (World Uranium, 2009).

Biologisk mångfald

Brytning av kol kan orsaka skador på vatten- land- och biologiska resurser, bland annat genom att tungmetaller sprids till närliggande vattendrag (Botkin och Keller, 2005).

Exempelåtgärd 3: Konvertering från oljepanna till pelletsanna

Åtgärden diskuterades under ett möte med arbetsgruppen i samverkansprojektet "Energiplanering i Östergötland". En synpunkt som lyftes fram var att pelletsanna i många fall måste kompletteras med en annan energikälla (elpatron) då det inte alltid finns kontinuerlig tillgång till pellets. Det bedömdes dock svårt att göra en bra bedömning av hur många dagar per år pellets inte skulle finnas tillgängligt. Därför har det ändå antagits att kontinuerlig tillgång finns.

Beräkningarna i det kvantitativa verktyget resulterade i följande resultat för att ersätta 1 MWh värme från olja med 1 MWh värme från pellets:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -98 % | -28 % | +4840 % | -19 % |

Övrigt

Utsläpp i tätbebyggda områden har generellt högre inverkan på luftkvaliteten. Detta är särskilt relevant för partiklar, där utsläppen procentuellt sett ökar kraftigt. För höga partikelutsläpp orsakar förtida dödsfall och kostar det svenska samhället stora summor årligen (Socialstyrelsen, 2009).

Pellets har antagits vara koldioxidneutrala vid förbränning. I verkligheten sker dock en tidigareläggning av koldioxidutsläpp, eftersom det tar flera år innan motsvarande mängd koldioxid tagits upp som biomassa. På kort sikt ökar därför åtgärden koncentrationen av koldioxid i atmosfären, medan den på lite längre sikt leder till en minskad koncentration (IVL, 2008).

Pelletseldning kan med fördel kombineras med solvärme vilket innebär att man inte behöver elda under sommaren då pannan går med låg verkningsgrad (Energirådgivningen och Kommunförbundet Stockholms Län, 2010).

Exempelåtgärd 4: Konvertering från oljepanna till värmepump

Beräkningarna i det kvantitativa verktyget resulterade i följande resultat för att ersätta 1 MWh värme från olja med 1 MWh värme från värmepump:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-------------|---------------|----------------|--------------|
| -53 % - +6% | -76 % - -81 % | -87 % - +1587% | -96 % - +26% |

Beräkningarna baseras som tidigare nämnts på två olika varianter på marginalel, naturgaskombination och kolkondens.

Resursanvändning

Resonemanget om energikvalitet baseras på exergibegreppet enligt Wall (1977, 1997, 2002). Utifrån exergibegreppet kan man härleda att man alltid bör använda energi av så låg kvalitet som möjligt. Som et exempel värderas värme vid 110°C till ca 20% av värdet för el, därför bör el användas för uppvärmningsändamål endast om verkningsgraden överstiger 500%.

Att byta ut en bränslepanna mot en värmepump kan försämra ventilationen i en fastighet. En panna avger dessutom spillvärme. När den ersätts med en värmepump som inte avger någon spillvärme kan källaren bli kall och fukten kan öka. Om värmepump installeras är det därför bra att set till att källaren ventileras samt att använda en fläkt som hjälper till att torka bort fukten (Energimyndigheten, 2007).

Exempelåtgärd 5: Konvertering från värmepump till fjärrvärme

Emissioner för fjärrvärmens beräknades som två alternativ, FOSSIL och BIO, beroende på den kommunala fjärrvärmemixens innehåll (tabell 14).

Tabell 14. Använda fjärrvärmemixar för bedömning av utbyggt fjärrvärmennät. Baserat på IVL (2008)

| Bränsle | System FOSSIL | System BIO |
|-------------|---------------|------------|
| Biobränslen | 75 % | 89 % |
| Olja | 24 % | 10 % |
| El | 1 % | 1 % |

Utifrån fyra olika alternativ (fjärrvärme BIO – marginalet naturgaskombi, fjärrvärme BIO – marginalet kolkondens, fjärrvärme fossil – marginalet naturgaskombi och Fjärrvärme fossil – marginalet kolkondens) identifierades ett spann, med högsta och lägsta förväntade värde för emissioner då 1 MWh värme från en värmepump med värmefaktor 3 ersätts med 1 MWh fjärrvärme:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|---------------|--------------|----------------|-----------------|
| -80 % - -91 % | -4 % - +20 % | -95 % - +553 % | -71 % - +1094 % |

Resursanvändning:

Ett lokalt fjärrvärmeverk gör det möjligt att ta tillvara energi som annars skulle ha gått förlorad, som spillvärme från industrin, rester från skogsavverkning och avfall.

Studier har visat att aska från skogsbränslen går att använda istället för konventionell gödsel i skogsbruk (Jacobson, 2003)

Exempelåtgärd 7: Konvertering av fastighet med värmepump

Beräkningarna i det kvantitativa verktyget resulterade i följande resultat för att ersätta 1 MWh värme från värmepump (värmefaktor 3) med 1 MWh fjärrvärme:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|---------------|---------------|-----------------|-----------------|
| -41 % - -87 % | +188% - +269% | -86 % - +1859 % | -13 % - +3482 % |

Även här har spannen beräknats utifrån de fyra alternativen med två sorters fjärrvärme och två sorters marginalet.

Resursanvändning

Fördelen med att konvertera från värmepump till fjärrvärme är mindre än vid konvertering från direktverkande el, eftersom en värmepump har bättre verkningsgrad. Sett ur primärenergisynpunkt är det dock ändå effektivare med fjärrvärme än med värmepump (Joelsson, 2008).

Exempelåtgärd 8: Utveckling av fjärrvärmeverk till kraftvärmeverk

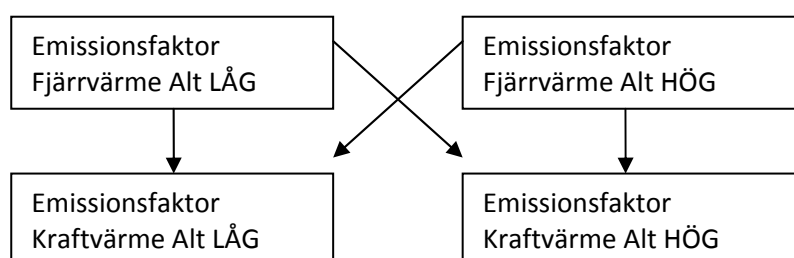
Förändringar i emissioner har beräknats genom att jämföra hur stora emissionerna är/ använd MWh för de olika bränslemixarna FOSSIL och BIO i ett vanligt fjärrvärmeverk och i ett kraftvärmeverk enligt IVL (2008), se tabell 15.

Att emissionerna från de olika typnäten beräknas som ett spann beror på att den el som ingår i de olika typnäten beräknas som alternativen LÅG och HÖG (naturgaskombination och kolkondens). Emissionsfaktorn för all LÅG och HÖG för de olika systemen kraftvärme dividerades sedan med motsvarande emissionsfaktor för fjärrvärme. För att täcka hela spannet så dividerades emissionsfaktorerna enligt figur 1.

Tabell 15. Emissionsfaktorer för bränslemixarna BIO och FOSSIL i fjärr- respektive kraftvärmeverk. Spannet avser olika emissioner beroende på marginalelens innehåll, Baserat på IVL (2008)

| | Koldioxid (kg/MWh) | Kväveoxider (kg/MWh) | Partiklar (kg/MWh) | Svaveldioxid (kg/MWh) |
|---------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| Fjärrvärmeverk alt BIO | 52,95- 58,08 | 0,648 – 0,649 | 0,016 – 0,019 | 0,257 – 0,264 |
| Kraftvärmeverk alt BIO | 42,65 – 51,28 | 0,144 – 0,317 | 0,003 – 0,011 | 0,11 – 0,167 |
| Fjärrvärmeverk alt FOSSIL | 103,05 – 108,18 | 0,633 – 0,634 | 0,015 – 0,018 | 0,349 – 0,356 |
| Kraftvärmeverk alt FOSSIL | 93,95 – 102,18 | 0,209 – 0,354 | 0,004 – 0,010 | 0,226 – 0,275 |

Enligt IVL (IVL, 2008) kan den beräknade storleken av emissionerna variera kraftigt beroende på hur utsläpp antas vara fördelade mellan el och värme. Man har därför valt att beräkna emissioner med hjälp av två olika metoder; primärenergimetoden respektive alternativmetoden. I primärenergimetoden bedöms elen som om den hade producerats i ett kondenskraftverk med samma bränsle som i kraftvärmeverket. Enligt IVL får värmen med denna metod hela fördelen med kraftvärmeproduktion. Med alternativmetoden fördelas de minskade emissioner som kraftvärme ger genom att se till hur stort energibehovet varit om el och värme producerats separat istället. Beräknade emissionerna från både fjärr- och kraftvärme varierar också beroende om den el som ingår i fjärrvärmemixen antas bestå av naturgaskombination eller kolkondens. För kraftvärme beräknas därför emissioner med hjälp av primärenergimetoden med naturgaskombination som marginalel, medan alternativ HÖG beräknas genom alternativmetoden och med kolkondens som marginalel. Emissionsfaktorn för alt LÅG och HÖG för de olika systemen kraftvärme dividerades sedan med motsvarande emissionsfaktor för fjärrvärme. För att täcka hela spannet så dividerades emissionsfaktorerna enligt schemat i figur 1.



Figur 1. Beräkning av olika alternativ vid utveckling av fjärrvärmeverk till kraftvärmeverk

Beräkningarna i det kvantitativa verktyget resulterade i följande resultat för att omsätta 1 MWh primärenergi till kraftvärme (el + värme) istället för bara fjärrvärme:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| -6 % - -19 % | -51 % - -78 % | -42 % - -81 % | -23 % - -57 % |

Exempelåtgärd 9: Ökad andel bibränslen i fjärrvärm

Åtgärden utgår från samma typnät som presenterades i tabell 14. Det har i exempelåtgärden antagits att fjärrvärmeverket i nuläget har samma bränslmix som typnät FOSSIL och att oljeanvändningen minskar till förmån för bibränslen så att fjärrvärmemixen efter det att åtgärden är genomförd överensstämmer med typnät BIO. Beräkningar i det kvantitativa verktyget gav följande resultat:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -51 % | +2% | +7% | -26 % |

Exempelåtgärd 10: Återföring av aska från förbränning av bibränslen

Genom att återföra aska från bibränslen som eldats i ett fjärrvärmeverk kan avverkningens försurande effekt kompenseras. Detta eftersom askan är basisk. Naturvårdsverkets bedömning är att en ökad askåterföring är den åtgärd som har en realistisk potential att minska skogsbrukets försurningseffekter (Naturvårdsverket, 2007b). Studier har visat att aska från skogsbränslen går att använda istället för konventionell gödsel i skogsbruk (Jacobson, 2003)

Övrigt

Sedan en avfallsskatt infördes år 2000 är det ekonomiskt sett mer lönsamt att återföra askan till skogsmark än att deponera den som avfall (Naturvårdsverket, 2007b).

Exempelåtgärd 11: Ökad produktion av vindkraft

Beräkningar i det kvantitativa verktyget gav följande resultat för att ersätta 1 MWh nordisk elmix med 1 MWh vindkraftsel.

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -85 % | - 45 % | -50 % | -53 % |

Biologisk mångfald

Vindkraftverk kan få negativa konsekvenser för fåglar och fladdermöss, då de riskerar att dödas genom att flyga in i vindkraftverket. Rovfåglar är särskilt sårbara (Botkin och Keller, 2005). För att undvika kollisioner kan en åtgärd för vindkraftverk inom flygstråk för fladdermöss vara att stoppa vindkraftsanläggningen vid vindstyrkor mindre än 4 meter per sekund under den årstid då mest fladdermusaktivitet förekommer. Det är under dessa förhållanden som risken för kollision med vindkraftverk är som störst (Naturvårdsverket, 2008).

Buller

Vindkraftverk ger upphov till buller som kan upplevas som störande för boende nära vindkraftverken. Forskningsresultat har dock visat att andelen människor som bor nära vindkraftverk och upplever störning endast är mellan 5-10 % om ljudnivån ligger under gränsvärdet 40 decibel. Fler upplever störningar av buller på flack landsbygd än i varierade landskap och villaområden (Naturvårdsverket, 2008).

Exempelåtgärd 12: Ökad produktion av biogas

Beräkningen av utgår från att producerad biogas ersätter ett motsvarande antal MWh bensin eller diesel inom transportsektorn, alternativt eldningsolja 2-5 inom fjärrvärmerna. Eftersom den nyproducerade biogasen kan komma att ersätta olika typer av bränslen beräknades förändringen i emissioner som ett spann.

Beräkningar i det kvantitativa verktyget gav följande resultat för att ersätta 1 MWh diesel eller fjärrvärme med 1 MWh biogas:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|--------------|---------------|---------------|---------------|
| -99 % - 99 % | -96 % - -56 % | -85 % - +27 % | -79 % - -98 % |

Resursanvändning

Totalt har biogas möjlighet att ersätta ca hälften av all bensin- och dieselanvändning i Sverige (Energikontoret i Östra Götaland, 2010). Biogasens rötresten innehåller växtnäring som användas som jordförbättringsmedel och då minskar behovet av resurskrävande NKP-gödsel. Dessutom kan problemen med övergödning minska (Miljöteknikcentrum i Östergötland, 2008).

Övrigt

Det är möjligt att omvandla biogas till flytande form för att på så vis minska transportvolymerna (Miljöteknikcentrum i Östergötland, 2008).

Exempelåtgärd 13: Ökad produktion av solvärme

Ett visst antal producerade MWh solvärme för slutanvändning antas ersätta ett motsvarande antal MWh eldningsolja 1. Vi antar därmed att solfångaren sätts upp på ett hus som värms upp med oljepanna. En solfångare ersätter i vanliga fall inte en oljepanna under ett helt år i Sverige på grund av begränsat antal soltimmar på vintern. Exempelåtgärden jämför antal slutanvända MWh under ett år och då undviks problemet med att räkna på hur många timmar som solfångaren är aktiv.

Beräkningarna i det kvalitativa verktyget ledde till följande resultat::

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -99% | -99 % | -52% | -95% |

Resursanvändning

Solpaneler innehåller metaller, vätskor och plaster som kan vara skadliga för växt- och djurliv (Botkin och Keller, 2005).

Exempelåtgärd 14: Utökad produktion av biodiesel

Beräkningar i det kvantitativa verktyget gav följande resultat för att ersätta 1 MWh konventionell diesel med 1 MWh biodiesel:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -88 % | -49 % | +84% | -12 % |

Resursanvändning

Stora åkerarealer måste tas i anspråk vid odling av oljeväxter såsom raps (Hamelinck, 2004).

Övrigt

En fördel med biodiesel är att det kan ersätta eller inblandas i fossil diesel i vanlig proportion. Detta kräver dock en viss modifikation av dieselmotorn eftersom RME är aggressivt mot vissa material (Jonsson, 2007).

Exempelåtgärd 15: Ökad produktion av småskalig vattenkraft

Beräkningar i det kvantitativa verktyget gav följande resultat för att ersätta 1 MWh nordisk elmix med 1 MWh småskalig vattenkraftel:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -88 % | -80 % | -92 % | -96 % |

Biologisk mångfald

Naturvårdsverkets åsikt är att en utbyggnad av småskaliga vattenkraftverk i princip alltid får negativa konsekvenser för naturmiljön. Ett alternativ för att undvika dessa negativa konsekvenser kan vara att effektivisera redan existerande vattenkraftverk. (Naturvårdsverket, 2009a).

Exempelåtgärd 16: Upphandling av effektiva fordon

För att bestämma bränsleförbrukning för det effektiva fordonet har de nominerade bilarna i intresseorganisationen Gröna Bilisters utnämning "Årets miljöbil" fungerat som utgångspunkt (Gröna bilister 2010). Av de nominerade bilarna som enbart drivs av be har Toyota IQ den lägsta bränsleförbrukningen med 0,43l/mil.

Beräkningarna med det kvantitativa verktyget ledde till följande resultat (Toyotan är 39% bränslesnålare):

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -39 % | -39 % | -39 % | -39 % |

Resursanvändning

Sverige har som nationellt mål att det bränsle som används inom transportsektorn till 10 % ska bestå av förnybara bränslen år 2020 (Regeringens proposition 2008/09:163, 2009).

Övrigt

När ett fordon byts ut mot en mer effektiv motsvarighet minskar bränslekostnaderna, vilket får positiva ekonomiska konsekvenser genom lägre kostnad per körd mil. Den lägre kostnaden kan dock indirekt få negativa miljökonsekvenser. Lägre kostnad kan ge upphov till en s.k. rekyleffekt, där den lägre kostnaden gör att bilen används oftare eftersom budgetutrymme frigörs (Sanne, 2006).

Exempelåtgärd 17: Upphandling av etanolbilar

Den etanolbil som köps antas vara en Saab 9-3 Bipower 1,8 och ha en genomsnittlig bränsleförbrukning på 0,77 l /mil. Bensinbilen som ersätts antas ha en bränsleförbrukning på 0,7l/mil. Beräkningarna med det kvantitativa verktyget där ledde till följande resultat:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -81% | +6% | +85% | -74 % |

Resursanvändning

Etanolens resurseffektivitet varierar beroende på hur etanolen framställs. I Europa kommer biomassan oftast från jordbruksgrödor. På senare tid har även skogsprodukter och halm uppmärksammas som alternativ. Att använda cellulosamaterial för framställningen har fördelen att en restprodukt utnyttjas som en resurs (Jonsson, 2007).

Övrigt

Det har argumenterats för att sockerrörplantager för etanolproduktion kan få negativa sociala konsekvenser genom att tränga undan lokalbefolkningen och hota matsäkerheten i utvecklingsländer (SwedWatch, 2009). Detta gäller dock enbart första generationens etanolproduktion.

Exempelåtgärd 18: Mer kollektivtrafik i kommunen

I åtgärden har det antagits att bussen är dieseldriven, tar 50 Personer och har i genomsnitt 50 %-ig beläggning, medan bilen antas vara en bensinbil med endast en person i bilen. Bedömningen avser en jämförelse för emissioner/personkilometer. Uppgift om bränsleförbrukning för dieselbussar hämtades från Uppenberget et al (Uppenberget et al., 2001b) och bestämdes till 14,9MJ/km. Det kvantitativa resultatet blev:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -76 % | +160% | -33 % | -84 % |

Övrigt

En litteraturstudie över tidigare erfarenheter av att flytta överflyttning av transporter från bil till kollektivtrafik internationellt ger minskade koldioxidutsläpp (SIKA, 2008).

Att uppmuntra till ökat kollektivtrafikresande kan med fördel kombineras med fysiska åtgärder och ekonomiska styrmedel för att göra kollektivtrafiken mer attraktiv och privatbilismen mindre attraktiv. Åtgärder som underlättar för både kollektivtrafik- och bilresande bör undvikas (Sonesson, 2009).

En satsning på kollektivtrafik har inte enbart miljömässiga fördelar. Kollektiv länstrafik skapar också förbättrade möjligheter för arbetspendling, vilket är viktigt för den regionala utvecklingen.

Kollektivtrafik ökar dessutom tillgängligheten till olika typer av service (Regionförbundet Östsam, 2006).

Exempelåtgärd 19: Utbildning i Eco-driving

Bränsleförbrukningen antas minska med 13 % per körd mil, enligt uppgift från STR (2010) och ha 100 %-igt genomslag, d.v.s. samtliga invånare som utbildas kommer också att använda Eco-driving som körsätt efter utbildningen. Det kvantitativa resultatet blev:

| Koldioxid | Kväveoxider | Partiklar | Svaveldioxid |
|-----------|-------------|-----------|--------------|
| -13 % | -13% | -13% | -13% |

Övrigt

I en studie av Vägverket konstaterades att ingen signifikant skillnad fanns mellan personer som var utbildade i Eco-driving och personer som inte var det. Det visade sig dock att personer som var utbildade i Eco-driving och regelbundet kollade sin bränsleförbrukning hade lägre bränslekonsumtion än övriga (Johansson et al., 2003).

Exempelåtgärd 21: Informationsåtgärd: ”Släck lampan – spara pengar och miljö!

Åtgärdsexemplet är tänkt att visa på allmänna konsekvenser av informationsinsatser/åtgärder för att minska mängden använd energi. Åtgärden ansågs inte möjlig att bedöma med hjälp av indikatorer eftersom effekterna bl.a. beror på vilket genomslag olika informationen får, vilken typ av information som sprids samt hur många invånare som nås.

Begränsad klimatpåverkan:

Det är värt att tänka på att medan en effektiviseringsåtgärd som leder till en 30%-ig minskning av den använda energin också reducerar utsläppen med 30%, medan en beteendeförändring som leder till att en energiberöende aktivitet helt upphör innebär en 100% minskning av utsläppen. En

beteenderelaterad informationsåtgärd behöver enligt ovanstående resonemang endast ha 1/3 så stort genomslag som en fysisk åtgärd för att vara lika effektiv (Botkin och Keller, 2005).

Exempelåtgärd 22: Individuell mätning av energianvändning i byggnader:

Enligt Energimyndigheten (1999) kan energibesparingen av att införa individuell mätning uppskattas till 15-30 %. Eftersom gränsvärdena för indikatorerna ligger på 20 % styrs utfallet av bedömningen helt av om energibesparingen antas ligga i det övre eller under 20 %.

Exempelåtgärd 23: Upphandling av ekologiska och/eller närproducerade livsmedel

Begränsad klimatpåverkan

De flesta studier som gjorts har visat att ekologisk primärproduktion har samma eller i varierande grad lägre totalutsläpp av klimatpåverkande gaser än motsvarande konventionell produktion. Orsaken är att utsläppen av klimatpåverkande gaser från tillverkningen, (och till mindre del, transportererna) av mineralgödselmedel påverkade slutresultatet (Nilsson, 2007).

Frisk luft

Jordbruk ger upphov till betydande utsläpp av kväveoxider. Det går dock inte att generellt säga om ekologiskt jordbruk ger upphov till större utsläpp som påverka luftkvaliteten än konventionellt jordbruk (Nilsson, 2007).

Ingen övergödning

Jämförande studier av växtnäringsbalansen på ekologiska och konventionella gårdar har visat att de ekologiska gårdarna hade ett lägre överskott av kväve. På ekologiska mjölk- och köttgårdar var även fosforöverskottet lägre än på motsvarande konventionella gårdar. Däremot var fosforhalten högre på ekologiska växtodlingsgårdar högre än på konventionella, vilket beror på att användningen av organiska gödselmedel med hög fosforhalt ökat kraftigt de senaste åren (Wivstad et al., 2009).

Bara naturlig försurning

Växtodling påverkar markförsurningen. Det är dock svårt att dra några säkra slutsatser kring samband mellan markens pH-halt och ekologisk/konventionell odling. Inom ekologisk odling fixeras ofta kväve med hjälp av baljväxter som lämnar från sig många vätejoner till jorden. Om baljväxterna förs bort leder det till en kraftigt försurande effekt. Sambanden är dock mycket komplexa och fulla med felkällor (Nilsson, 2007).

Resursanvändning

Energianvändningen har generellt bedömts vara lika stor på en ekologisk som en konventionell gård (Nilsson, 2007).

Det behövs större areal för att behålla oförändrad produktion vid ekologisk produktion jämfört med konventionell produktion (Nilsson, 2007).

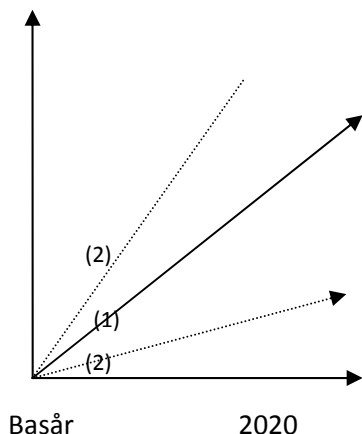
Biologisk mångfald

Ekologiskt jordbruk gynnar rent generellt den biologiska mångfalden på artnivå. Tillförseln av organiskt material såsom stallgödsel, vall eller grüngödsling gör att jordkvaliteten förbättras vilket gynnar många marklevande organismer. På ekologiska åkrar finns också fler arter och högre täthet av vilda växter än på konventionella, vilket är en förutsättning för flera insekter (Nilsson, 2007).

Mat från KRAV-märkta gårdar använder inga bekämpningsmedel, vilket hjälper till att bevara naturliga ogräsarter och populationsstorlekar hos fåglar och insekter. Fler insekter gynnar också förekomsten av olika fågelarter. Närproducerade livsmedel har ingen generell inverkan på den biologiska mångfalden (Nilsson, 2007).

5. Hur långt når åtgärderna?

För att inte enbart kunna bedöma enskilda åtgärders effekt utan även ett helt åtgärdspaket samlade inverkan på olika mål har metoder för sammanvägning av åtgärder utvecklats. En samlad bedömning av olika åtgärder är betydelsefull för att kunna bedöma om åtgärderna tillsammans leder mot uppsatta mål. En sammanvägd bedömning har sannolikt ett stort pedagogiskt värde, inte minst för politiker.



Figur 3. Principiell skiss av hur exempelåtgärdernas effekter vägs samman till ett åtgärdsscenario. I åtgärdsscenarioet är användningen av energi identisk med basåret i nollalternativet. Strax efteråt (1) adderas de förändringar i energianvändning som miljöbedömts i exempelåtgärderna så att användningen av olika energikällor förändras till en annan nivå än i nollalternativet (2). Antalet använda MWh i åtgärdsscenarioet multipliceras sedan med samma förändringsfaktorer som i nollalternativet fram till år 2020.

5.1 Kvantitativ sammanvägning till åtgärdsscenarios

Den kvantitativa sammanvägningen av åtgärderna utgår från nollalternativet. I åtgärdsscenarioerna görs förändringar för år 2020 utifrån de exempelåtgärder som användaren gjort beräkningar för. Åtgärdsscenarioerna innehåller justerad energianvändning, mix av energibärare och emissioner för år 2020.

Till varje exempelåtgärd finns en flik innehållande en tabell med fakta som beskriver hur tillförsel och användning av olika energibärare antas förändras genom åtgärden. Förändringarna beräknas automatiskt för varje exempelåtgärd. Den som använder verktyget uppmanas att mata in dessa uppgifter i anvisade orangemarkerade celler i Excelarket för beräkning av åtgärdspaketet. Även vissa uppgifter från nollalternativet ska på samma sätt föras över till åtgärdspaketet så att nollalternativ och åtgärdspaket kan jämföras mot varandra. När användningen av en energibärare förändras och inte ersätts av någon annan energibärare, som är fallet vid effektiviseringsåtgärder eller andra åtgärder som minskar efterfrågan på energi, subtraheras (eller adderas) denna summa till emissionsstorlekarna år 2020 (se figur 3).

Beräkningarna för åtgärdsscenarioerna bygger på att åtgärderna genomförs något år efter basåret och att det därefter sker samma utveckling som Energimyndighetens långsiktsprognos (och

nollalternativet). beskriver De samhälleliga drivkrafterna i kommunens omvärld antas därmed vara snarlika oavsett vilken strategi kommunen antar. I beräkningarna innebär detta att den totala mängden använd energi av olika energibärare även i åtgärdsscenarierna multipliceras med förändringsfaktorerna i tabell 5.

Antaganden vid av förändring i användning av olika energibärare

Nedan följer en beskrivning av metodiken för hur sammanvägningen av de olika åtgärdernas effekter har gått till.

Fordonsbränslen (Bensin, diesel, biogas och etanol)

Bränsleförbrukningen hos de bensinbilar- och dieslbilar som ersätts av bilar med förnyelsebart bränsle i Exempelåtgärd 3 subtraheras från den totala användningen av bensin respektive diesel år 2020. I exempelåtgärd 2 antas mängden producerad biogas för slutanvändning ersätta motsvarande mängd bensin eller diesel, om utföraren av miljöbedömningen väljer att producerad biogas kommer att användas som fordonsgas. Om producerad biogas ersätter diesel eller bensin beror på om användaren anser att biogasen till största delen kommer användas inom kollektivtrafik eller till privatbilism. Ytterligare produktion av biogas adderas till antalet använda MWh biogas år 2020, liksom förändringen i biogasanvändning i personbilar. Att inkludera förändring av både den bensin och diesel som ersätts av nyproduktion av biodrivmedel och den bensin som besparas genom inköp av personbilar som drivs med förnybara bränslen ger upphov till viss dubbelberäkning. Resultatet kommer därmed vissa på en mer positiv effekt för ett åtgärds paket där lokal produktion av förnyelsebar drivmedel och uppköp av nya fordon som drivs på andra drivmedel än bensin än vad som är fallet i verkligheten.

Det är dock svårt att säga hur stor graden av dubbelberäkning blir. All substitution av bensin och diesel genom produktion av förnyelsebara bränslen kommer sannolikt inte äga rum i den egna kommunen, medan åtgärder inom fordonsparken enbart kommer beröra fordon i den egna kommunen. Å andra sidan kommer bilarna antagligen inte enbart att tankas inom den egna kommunens gränser. Således kan beräkningarna också leda till en underskattning av miljöeffekter i kommunen.

I exempelåtgärd 2 går det även att miljöbedöma konsekvenserna av biodieselproduktion. Mängden producerad biodiesel antas ersätta motsvarande mängd diesel. Eftersom biodiesel inte förekommer som en post i Exempelåtgärd 3 uppstår dock inte samma problematik med dubbelberäkning som för biogas och etanol. Då nuvarande produktion av biodiesel matas in som basfakta inkluderas inte nuvarande produktion av biodiesel i uppgifterna från exempelåtgärd 2.

I sammanvägningen skapas en post för etanol som energibärare för både nuläge och utvecklingen till år 2020. Posten baseras på beräkningen av hur mycket etanol som används av personbilar i Exempelåtgärd 3. Etanol som energibärare ingår inte i beräkningen av nollalternativet, eftersom officiell statistik saknas. För att vara metodiskt konsekvent dras emissionerna från etanolanvändningen bort när åtgärdsscenario jämförs mot de nationella energimålen, samt i de tabeller och diagram sammanfattar miljöbedömningen av åtgärdsscenario.

Elenergi

I exempelåtgärd 1 medför åtgärder där värmesystem byts ut till eller från värmepump eller direktverkande el att användningen av elenergi minskar eller ökar. Dessutom kan effektiviseringsåtgärder i fastigheter som värms upp med värmepump eller direktverkande el förändra mängden använd elenergi. Uppgifter om hur stor förändring i antalet använda MWh el förs över till sammanvägningen. I själva sammanvägningen subtraheras eller adderas sedan förändringen i elanvändning till antalet använda MWh el år 2020.

Från Exempelåtgärd 2 hämtas uppgifter om hur många MWh ny produktion av vindkraftsel och el från småskalig vattenkraft som kan bli aktuella. Eftersom det antas att elanvändningen är lika stor före som efter det att åtgärder i exempelåtgärd 2 är genomförda påverkar inte den nya produktionen av förnyelsebar elenergi antalet använda MWh elenergi totalt år 2020 i sammanvägningen. Eftersom det däremot även antas att 1 MWh producerad el från förnyelsebara energikällor ersätter en motsvarande mängd elenergi från nordisk elmix påverkar den förnyelsebara produktionen emissionernas storlek år 2020. Förändringarna i emissioner tillgodogörs med följande formel:

*((Elanvändning 2020 – Elanvändning basår) * emissionsfaktor komplex marginael) + (Elanvändning nuläge * Emissionsfaktor nordisk elmix) – ((antal MWh lokalt producerad vindkraft * (emissionsfaktor nordisk elmix – emissionsfaktor vindkraft) – ((antal MWh småskalig vattenkraft) * (emissionsfaktor nordisk elmix – emissionsfaktor vattenkraft))*

Formeln gäller så länge elanvändningen ökar. Om elanvändningen minskar beräknas emissionerna på samma sätt, förutom att delen där marginaelen multipliceras med differensen i elenergi mellan basåret och år 2020 exkluderas. En ökad elanvändning beräknas därmed som marginael, medan en minskad elanvändning tillgodoräknas som minskad användning av el från nordisk elmix.

Precis som i nollalternativet beräknas emissioner från elanvändningen år 2020 som två alternativ (LÅG och HÖG) beroende på marginalels innehåll. Av formeln ovan följer att det är endast den eventuella ökningen mellan basåret och år 2020 som beräknas som marginael. Övrig använd elenergi beräknas som nordisk elmix. Precis som i nollalternativet används emissionsfaktorer för komplex marginael för år 2020 för att visa på så sätt tillgodoräkna en teknisk utveckling genom lägre emissionsfaktorer för marginael.

Ersättning av eldningsoljor

Förändringen i användning av Eldningsolja 1 från uppvärmning av fastigheter (Exempelåtgärd 1) adderas till utvecklingen år 2020. En konvertering till oljepanna från annat uppvärmningssystem, medan en konvertering från oljepanna till annat system samt effektiviseringar av oljeuppvärmda fastigheter kan minska användningen av eldningsolja 1. I sammanvägningen subtraheras även det antal MWh eldningsolja 1 som eventuellt ersätts av värme från solfångare.

Precis som för eldningsolja 1 minskar konverteringar från oljeuppvärmning till annat uppvärmningssystem och effektiviseringar av oljeuppvärmda fastigheter användningen av eldningsolja 2-5 år 2020 i åtgärdsscenarioet. Dessutom antas ny biogasproduktion som ska användas till fjärr- eller närvärme ersätta motsvarande antal MWh eldningsolja 2-5 som används i värmeverket i nuläget.

Trädbränsle

Produktion av fasta biobränslen (Exempelåtgärd 2) som ej avses användas till fjärrvärme adderas till posten trädbränsle år 2020. Från exempelåtgärd 1 adderas förändringen i användningen av antal MWh pellets och flis för uppvärmning av fastigheter.

Dubbelberäkning kan uppstå genom att åtgärdsscenarioet tillgodoser kommunen både ny produktion av fasta biobränslen och en eventuellt ökad andel av biobränslen i den kommunala fjärrvärmemixen. Det biobränsle som produceras kan delvis eller helt komma att användas i kommunens egna fjärrvärmeverk. Konsekvenserna av en eventuell dubbelberäkning är att användningen och emissionerna av eldningsolja 2-5 blir något lägre än vad som är fallet i verkligheten.

Halm

Halm som produceras lokalt (Exempelåtgärd 2) adderas till posten Halm år 2020 och antas ersätta ett motsvarande antal MWh eldningsolja 1 för utvecklingen till år 2020.

Fjärrvärme

Förändringen i antalet MWh använd energi från fjärrvärme adderas till posten fjärrvärme för utvecklingen år 2020.

I exempelåtgärd 2 kan miljökonsekvenserna av att förändra sammansättningen i den kommunala fjärrvärmemixen miljöbedömas. Den procentuella fördelningen mellan olika energikällor som utföraren av miljöbedömningen avser bedöma förs över till sammanvägningen. I åtgärdsscenarioet beräknas sedan emissioner från fjärrvärmeanvändning i nuläget med samma procentuella fördelning angetts innan åtgärder i nollalternativet, medan emissioner år 2020 beräknas utifrån den förändrade fjärrvärmemixen efter det att åtgärden är genomförd.

Spillvärme

Precis som i nollalternativet antas i åtgärdsscenarioet att spillvärme kommer användas inom det kommunala fjärrvärmenet. Eftersom spillvärme inte ger upphov till några emissioner subtraheras antalet ytterligare tillvaratagna MWh spillvärme från antalet MWh fjärrvärme år 2020 i sammanvägningen. Det är endast den utökade delen av tillvaratagen spillvärme som förs över från exempelåtgärden, eftersom den nuvarande användningen av spillvärme matas in som basfakta i sammanvägningen.

5.2 Kvalitativ sammanställning

I slutet av exempelåtgärdsbiblioteket presenteras en tabell där indikatorerna för förändring av de olika emissionerna i exempelåtgärdena sammanställs. Syftet med tabellen är att ge en överblick av vilken effekt exempelåtgärder som är aktuella för en kommuns energiplan kan få. Den som använder exempelåtgärdsbiblioteket uppmanas däremot inte att räkna samman antalet solar, moln och regnmoln. Att räkna samman antalet indikatorer kan leda till felaktiga slutsatser eftersom en indikator säger mycket lite om storleken på olika utsläppsförändringar. Exempelvis kan ett regnmoln innebära en ökning av utsläpp med både 21 % och 2100 %. Att räkna samman indikatorer skapar också problem med att värdera olika emissioners betydelse mot varandra.

Av praktiska skäl innehåller sammanställningen endast indikatorerna för förändringen i emissioner. Om en exempelåtgärd anses ha en speciellt viktig inverkan på någon av de övriga aspekterna så markeras detta med ett utropstecken i tabellen för att särskilt uppmana den som använder exempelåtgärdsbiblioteket att läsa textavsnitten.

6. Kommentarer kring några av metodvalen

Nedan följer lite kommentarer kring en del av de antaganden och metodval som gjorts vid utvecklandet av verktygen.

Fjärrvärme

IVL (2008) presenterar fyra olika typnät för fjärrvärme med olika bränslemixar i sina beräkningar av emissionsfaktorer. Ett sådant angreppssätt har fördelen att den är lätt att använda för den som ska genomföra miljöbedömningen. En stor nackdel är dock att resultatet blir en mycket grov uppskattning eftersom man vid bedömningen låser sig vid fyra olika typer som den som ska genomföra miljöbedömningen har att välja mellan.

Koldioxid från biobränsle

Däremot sker utsläpp av koldioxid i biobränslets livscykel. Dessa utsläpp räknas med när emissionsfaktorn har bestämts. Brutto ger förbränning av biobränsle upphov till stora mängder koldioxidutsläpp, men motsvarande mängd kan förväntas tas upp som kolsänkor genom tillväxt av ny biomassa, så länge plantan eller trädet återplanteras. Enligt IVL (2008) sker dock en tidigareläggning av koldioxidutsläppen jämfört med om biomissan hade lämnats kvar, vilket har bortsetts från i den utvecklade metodiken.

Referenser

- Björklund, A., 2008. Livscykelanalys av åtgärder för minskad energianvändning i Finspång. Rapport från ett projekt om metoder för strategisk miljöbedömning i energiplanering. Royal Institute of Technology, TRITA-INFRA-FMS 2008:2, Stockholm.
- Botkin, D., Keller, E., 2005. Environmental Science: Earth as a living planet. Wiley & Sons.
- Edwards, J.D.-. 1997. Crude oil and alternative energy production forecast for the twenty-first century: The end of the hydrocarbon era. American association of Petroleum Geologists Bulletin Vol: 81, 1292-1305.
- Energikontoret i Östra Götaland, 2010. Energifakta, biogas. Elektronisk artikel tillgänglig från: http://www.energiost.se/index.php?option=com_content&view=article&id=161&Itemid=207&lang=sv nedladdad: Nedladdad: 2010-02-03.
- Energimyndigheten, 1999. Utredning angående erfarenheter av individuell mätning av värme och varmvatten i svenska bostadshus. Energimyndigheten, ER rapport 24:1999, Eskilstuna.
- Energimyndigheten, 2001. Miljöeffekter (klimat, hälsa, miljö) av alternativa drivmedel. Underlagsrapport från Jämförelseprojektet. . Statens energimyndighet, Eskilstuna.
- Energimyndigheten, 2007. Värmepump. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.energimyndigheten.se/sv/Hushall/Din-uppvarmning/Varmepump/>, nedladdad: 2010-02-03.
- Energimyndigheten, 2008. Koldioxidvärdering av energianvändning. Vad kan du göra för klimatet? Underlagsrapport 2008, Eskilstuna.
- Energimyndigheten, 2009. Långsiktsprogno 2008 ER 2009:14, Eskilstuna.
- Energirådgivningen, Kommunförbundet Stockholms Län, 2010. Pelletspanna Elektronisk artikel tillgänglig från: http://www.energiradgivningen.se/index.php?option=com_content&task=view&id=92&Itemid=78, nedladdad: 2010-02-02.
- Hamelinck, C., 2004. Outlook for advanced biofuels. Doktorsavhandling. Universiteit Utrecht, Utrecht, Nederländerna.
- Hochschorner, E., Finnveden, G., 2003. Evaluation of two simplified life cycle assessment methods. International Journal of Life Cycle Assessment Vol: 8, 119-128.
- IVL, 2008. Vägledning till metodval vid beräkning av påverkan från förändrad energianvändning på de svenska miljömålen IVL rapport B1822,
- Ivner, J., 2009a. Energy planning with decision-making tools:experiences from an energy-planning project. Local Environment Vol: 14, 833-850.

Ivner, J., 2009b. Municipal Energy Planning: Scope and Method Development. Thesis (PhD). Linköping University, Linköping.

Ivner, J., Submitted. Do decision-making tools lead to better energy planning? Submitted for publication in Environmental Planning and Management Vol.

Jacobson, S., 2003. Addition of stabilized wood ashes to Swedish coniferous stands on mineral soils - effects on stem growth and needle nutrient concentrations. Silva Fennica Vol: 37, 437-450.

Joelsson, A., 2008. Primary energy efficiency and CO2 mitigation in residential buildings Doctoral thesis. Department of Engineering and Sustainable Development, Mid Sweden University, Östersund.

Johansson, H., Gustafsson, P., Henke, M., Rosengren, M., 2003. Impact of eco-driving on emissions Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.vv.se/Trafiken/Miljo---dokument--lankar/Vagverkets-ovriga-miljodokument/Impact-of-EcoDriving-on-emissions-paper/>, nedladdad: 2010-03-07.

Jonsson, P., 2007. Biodrivmedel. En litteraturöversikt. VTI, Rapport 563, Linköping.

Miljömålsrådet, 2009. Utsläpp av växthusgaser (2020)

Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://miljomal.nu/1-Begransad-klimatpaverkan/Delmal/Utslapp-av-vaxthusgaser-2020/> nedladdad: 2010-02-28.

Miljöteknikcentrum i Östergötland, 2008. Biogasregionen Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://mtc.fjarde.se/mtcBook/mtc.swf>, nedladdad: 2010-02-02.

Mälkki et al, 1997. Life cycle assessment of peat utilisation in Finland. Göteborg.

Naturvårdsverket, 2007a. Appendix 18 Thermal values and Emission factors energy. Elektronisk artikel tillgänglig från: http://www.naturvardsverket.se/upload/02_tillstandet_i_miljon/utsl%C3%A4ppsdata/vaxthusgaser/2007/appendix_18.pdf, nedladdad: 2010-xx-xx.

Naturvårdsverket, 2007b. Bara naturlig försurning. Underlagsrapport till fördjupad utvärdering av miljömålsarbetet. Rapport 5726, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2008. Vindkraftens miljöpåverkan. Resultat från forskning 2005-2007 inom kunskapsprogrammet Vindval

Naturvårdsverket, Stockholm.

Naturvårdsverket, 2009a. Förnybara energislag. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.naturvardsverket.se/SiteSeeker/ShowCache.aspx?resid=1116945487&q=sm%c3%a5skali+vattekraft&il=sv&hitnr=1&url=http%3a%2f%2fwww.naturvardsverket.se%2fsv%2fVerksamheter-med-miljopaverkan%2fEnergi%2fFornybar-energi%2fFornybara-energislag%2f&uaid=006793BC94FFE6C4E58324289042051F%3a3133302E3233362E33362E3736%3a5245719712816721068>, nedladdad: 2010-03-05.

Naturvårdsverket, 2009b. Handbok med allmänna råd om miljöbedömning av planer och program. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-0159-9.pdf>, nedladdad: 2010-02-25.

Naturvårdsverket, 2009c. Nedfall av kväve påverkar hav och skog. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Overgodning/Kvavenedfall/> nedladdad: 2010-02-28.

Naturvårdsverkets författningssamling, 2009. Naturvårdsverkets allmänna råd om miljöbedömningar av planer och program [till 6 kap. miljöbalken samt förordningen (1998:905) om miljökonsekvensbeskrivningar]. Naturvårdsverket, NFS 2009:1,

Nielsen, M., Illerup, J.B., 2003. Emissionsfaktorer og emissionsopgorelse for decentral kraftvarme. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljøministeriet, 42,

Nilsson, J., 2007. Ekologisk produktion och miljö kvalitetsmålen - en litteraturgenomgång. Centrum för uhålligt lantbruk, Sveriges Lantbruksuniversitet

Nordel, 2008. Annual statistics 2008

Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.entsoe.eu/index.php?id=65>, nedladdad: 2010-02-22.

Pietrapertosa, F., Cosmi, C., Macchiato, M., Salvia, M., Cuomo, V., 2009. Life Cycle Assessment, ExternE and Comprehensive Analysis for an integrated evaluation of the environmental impact of anthropogenic activities. Renewable and Sustainable Energy Reviews Vol: 13, 1039-1048.

Polatidis, H., Haralambopoulos, D.A., 2004. Local Renewable Energy Planning: A Participatory Multi-Criteria Approach. Energy Sources Vol: 26, 1253-1264.

PRé Consultants, 2004. Emissionsfaktorer för platta solpaneler i europeiska förhållanden. PRé Consultants, SimaPro 6 Analyst.

Raadschelders, E., Hettelingh, J.-P., van der Voet, E., Udo de Haes, H.A., 2003. Side effects of categorized environmental measures and their implications for impact analysis. Environmental Science & Policy Vol: 6, 167-174.

Regeringens proposition 2008/09:163, 2009. Energiproposition En sammanhållen klimat- och energipolitik. Regeringskansliet.

Regionförbundet Östsam, 2006. Östgötaregionen 2020. Regionalt utvecklingsprogram. . Regionförbundet Östsam, Linköping.

Sanne, C., 2006. Rekyleffekten och effektivitetsfällan: Att jaga sin egen svans i Miljöpolitiken. Naturvårdsverket, Rapport 5623, Stockholm.

SCB, 2008. Nationalräkenskaper Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Produkt.asp?produktid=NR0102> nedladdad: 2010-03-02.

SFS 1977:439, 1977. Lag om kommunal energiplanering. Riksdagstryck, Stockholm.

SFS 1998:808, 1998. Miljöbalk. Riksdagstryck, Stockholm.

SIKA, 2008. Potential för överflyttning av person- och godstransporter mellan trafikslag. Rapport 2008:10,

Socialstyrelsen, 2009. Miljöhälsorapport 2009. Elektronisk artikel tillgänglig från: http://www.socialstyrelsen.se/Lists/Artikelkatalog/Attachments/8494/2009-126-70_200912670.pdf, nedladdad: 2010-03-03.

Sonesson, M., 2009. Miljörapporter som underlag för strategisk miljöbedömning i projektet Översiktlig Planering. Regionförbundet Östsmåland, Linköping.

Stenlund Nilsson, J., Tyskeng, S., 2003. The scope of municipal energy plans in a Swedish region. A review of energy and environmental issues in the plans. Linköping University, LiTH-IKP-R-1274, Linköping.

STR, 2010. EcoDriving. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.str.se/Miljo/Ecodriving/>, nedladdad: 2010-02-25.

Swedegas, 2009. Informationsblad naturgas. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.swedegas.se/?page=278>, nedladdad: 2010-03-02.

SwedWatch, 2009. En brännande fråga. Hur hållbar är den etanol som importeras till Sverige? Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.swedwatch.org/swedwatch/content/download/527/2681/file/En%20br%C3%A4nnande%20fr%C3%A5ga.pdf>, nedladdad:

Svenska kolinstitutet, 2008. Kolnytt, Maj 2008. Elektronisk artikel tillgänglig från: www.kolinstitutet.se/Kol%20Nytt%20maj%202008.pdf, nedladdad: 2010-03-02.

Uppenberg, S., Almemark, M., Brandel, M., Lindfors, L.-G., Marcus, H.-O., Stripple, H., Wachtmeister, A., Zetterberg, L., 2001a. Miljöfaktabok för bränslen. Del 1. Huvudrapport. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, B1334A-2, Stockholm.

Uppenberg, S., Almemark, M., Brandel, M., Lindfors, L.-G., Marcus, H.-O., Stripple, H., Wachtmeister, A., Zetterberg, L., 2001b. Miljöfaktabok för bränslen. Del 2. Bakgrundsinformation och teknisk bilaga. IVL Svenska Miljöinstitutet AB, B1334B-2, Stockholm.

Wall, G., 1977. Exergy - A useful concept within resource accounting. Institute of Theoretical Physics, Chalmers University of Technology and University of Göteborg, 77-42, Gothenburg.

Wall, G., 1997. Energy, Society and Morals. Journal of human values Vol: 3:2, 193-206.

Wall, G., 2002. Conditions and tools in the design of energy conversion and management systems of a sustainable society. Energy Conversion and Management Vol: 43, 1235-1248.

Wivstad, M., Salomon, E., Spångberg, J., Jönsson, H., 2009. Ekologisk produktion - möjligheter att minska övergödning. Centrum för uthålligt jordbruk, Uppsala.

World Uranium, 2009. Supply of uranium. Elektronisk artikel tillgänglig från: <http://www.world-nuclear.org/info/inf75.html>, nedladdad: 2010-03-04.

Wrisberg, N., de Haes, U. (Eds.), 2002. Analytical Tools for Environmental Design and Management in a systems perspective. The Combined Use of Analytical Tools Kluwer, Dordrecht.

Youngquist, W., 1998. Spending our great inheritance. Then what? Geotimes Vol: 43, 24-27.

Åkerskog, A., 2009. Implementering av miljöbedömningar i Sverige : från EG-direktiv till kommunal översiktlig planering

Doctoral Thesis. Dept. of Urban and Rural Development, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.