



---

Sveriges  
lantbruksuniversitet

# Analys av skillnader och likheter i EU-länders långsiktiga klimatstrategier

Analysis of similarities and differences  
in long-term climate strategies of EU-countries

---

Caroline Hansson



## REFERAT

### **Analys av skillnader och likheter i EU-länders långsiktiga klimatstrategier**

*Caroline Hansson*

De internationella klimatförhandlingarna handlar om att hitta lösningar för att stabilisera halten av växthusgaser i atmosfären och att uppnå tvågradersmålet. För att uppnå målet finns olika utsläppsmål att sträva mot. Ett är ett utsläppstak där varje land inte får släppa ut mer än 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita per år för att tvågradersmålet ska uppnås. Ett annat utsläppsmål är att minska de nationella utsläppen med en viss procentsats. EU:s del i minskningen ligger på 80-95 % till 2050.

Som en del av arbetet mot målet presenterade EU i mars 2011 en färdplan för ett utsläppsnålt samhälle. Där presenteras åtgärder för fem olika sektorer samt hur stora utsläppsminskningarna beräknas kunna vara för varje sektor. Energisektorn är den sektor som beräknas minska mest och väntas nästintill nå en nollnivå. Även bostads- och servicesektorn väntas minska sina utsläpp kraftigt. Jordbrukssektorn är den sektor som beräknas minska minst. I färdplanen uppmanas varje medlemsland att ta fram en nationell färdplan till 2050. Det här examensarbetet syftar till att analysera ett antal av de nationella färdplanerna för att bl.a. ta reda på vilka förutsättningar och möjligheter som har en betydande påverkan.

Resultatet visar att alla länderna antagit samma mål som EU, nämligen 80 %. Om alla länderna minskar med 80 % till 2050 är det bara Slovenien som når gränsen på 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita. Alla andra länder ligger över gränsen. Vägen till minskade utsläpp är framförallt utsläppsnåla energitekniker, energieffektiviseringar och en ökad användning av el eftersom den har potential att bli emissionsfri. Vindkraft är den teknik som många av de studerade länderna väljer att satsa på, främst till havs då utrymmet på land är begränsat. Kärnkraft är en energikälla som det råder delade meningar om. En del länder anser att det är en bra koldioxidsnål energikälla som gynnar klimatet medan andra länder menar att den är för osäker både ekonomiskt och säkerhetsmässigt. CCS (carbon capture and storage) tas upp av alla de studerade länderna som en möjlig åtgärd för att minska utsläppen. För att minska användningen av fossila bränslen i transportsektorn är det framförallt biodrivmedel och el som ska användas.

Slutsatser som kan dras av arbetet är att CCS med de rätta förutsättningarna kommer att finnas i större skala 2050 än idag. Elbilar kommer att spela en stor roll i transportsektorn. Kärnkraft och förnybara alternativ är tekniker som kommer att spela en stor roll i energisystemet 2050. För att nå tvågradersmålet krävs internationella överenskommelser som också minskar risken för koldioxidläckage.

**Nyckelord:** färdplan 2050, växthusgaser, tvågradersmålet, klimatpåverkan

*Institutionen för energi och teknik, Sveriges Lantbruksuniversitet,  
BOX 7032, SE-750 07 Uppsala  
ISSN 1401-5765*

## **ABSTRACT**

### **Analysis of similarities and differences in long-term climate strategies of EU-countries**

*Caroline Hansson*

The international climate negotiations are to find solutions to stabilize concentrations of greenhouse gases in the atmosphere and to achieve the two degree target. To achieve this goal there are various emission targets to aim for. One is a ceiling in which each country must not emit more than two tons CO<sub>2</sub>-ekv/capita per year for two degree target to be achieved. Another emission target is to reduce national emissions by a certain percentage. EU's part in the reduction is 80-95 % by 2050.

As a step towards the target in March 2011 the European Union launched a roadmap to a low carbon economy. It sets out measures for five different sectors and the size of the emission reductions estimated for each sector. The energy sector is the sector that is expected to decrease most, and is expected to almost reach a zero level. Also housing and service is expected to reduce their emissions significantly. The agricultural sector is the sector that is expected to decrease the least. The roadmap urges each member country to develop a national roadmap for 2050. This examination work aims to analyze a number of national roadmaps to find out what resources and opportunities that have a significant impact on the roadmap.

The results show that all the countries have adopted the same target as the EU, namely 80%. If all countries reduce by 80% by 2050, only Slovenia will reach the limit of two tons CO<sub>2</sub>-ekv/capita, all other countries are above the limit. The ways to reduce emissions are primarily low-carbon energy technologies, energy efficiency and increased use of electricity because it has the potential to be emission-free. Wind power is the technology that many of the countries are choosing to invest in, mainly at sea when the space on land is limited. Nuclear power is an energy source where the opinion is split in two. Some countries consider it a good low-carbon energy source and favorable climate, while others argue that it is uncertain in both economy and safety. CCS (carbon capture and storage) is taken up by all the countries studied as a possible measure to reduce emissions. To reduce use of fossil fuels in the transport sector, it is primarily biofuels and electricity to be used.

Conclusions to be drawn from this work are that CCS with the right conditions will be on a larger scale in 2050 than today. Electric cars play a big role in the transport sector. Nuclear power and renewable alternatives are techniques that will play a major role in the energy 2050. To reach the two-degree target requires international agreements that also reduce the risk of carbon leakage.

**Keywords:** road map 2050, greenhouse gases, two degree target, climate impact

*Department of energy and technology, Swedish University of Agricultural Sciences,  
BOX 7032, SE-750 07 Uppsala, Sweden  
ISSN 1401-5765*

## **FÖRORD**

Det här är ett examensarbete för den avslutande delen i Civilingenjörsprogrammet inom miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. Arbetet omfattar 30 högskolepoäng och har utförts för Miljödepartementet med David Mjureke som handledare.

Ämnesgranskare för examensarbetet var Cecilia Sundberg vid institutionen för energi och teknik på Sveriges lantbruksuniversitet, Elin Rööös vid samma institution har hjälpt till.

Jag vill tacka David för all hjälp under arbetets gång med allt som hör rapporten liksom bakgrundsinformationen till. Ett stort tack också till andra medarbetare på departementet som varit till stor hjälp och som kommit med vägledande ord under hela min tid på departementet. Tack också till Elin som hela tiden kommit med tips och bra synpunkter. Sen finns det ett flertal personer ute på företag, myndigheter och organisationer, som tagit sig tid att hjälpa mig, som förtjänar ett stort tack.

Caroline Hansson

Stockholm 2012

Copyright © Caroline Hansson och Institutionen för energi och teknik, Sveriges lantbruksuniversitet.

UPTEC W12 021, ISSN 1401-5765

Tryckt hos Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala universitet, Uppsala, 2012.

# POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

## Analys av skillnader och likheter i EU-länders långsiktiga klimatstrategier

Caroline Hansson

Ibland har vi varma dagar och ibland kalla dagar, en del platser på jorden har riktigt heta dygn medan andra platser har riktigt kalla dygn. Ser man till jorden som helhet har den en medeltemperatur på 15 ° C och det tack vare växthuseffekten. Koldioxid, metan, lustgas, fluorkolväten, perfluorkolväten och svavelhexafluorid är gaser som alla påverkar växthuseffekten och därmed uppvärmningen av jorden. När människan började släppa ut gaserna i och med industrialiseringen på 1800-talet så ökade halten av dessa i atmosfären som i sin tur förstärkte växthuseffekten. När växthuseffekten förstärks höjs temperaturen på jorden vilket får effekter på djur, natur och människor. Hur kan vi minska utsläppen för att effekterna av en klimatförändring inte ska blir för stora?

Under Riokonferensen i början av 1990-talet skapades klimatkonventionen som har till syfte att stabilisera halten av växthusgaser i atmosfären på en nivå som innebär att allvarliga klimatförändringar kan undvikas. De klimatkonferenser som därefter har hållits har syftat till att hitta lösningar för att uppnå målet. I Kyotoprotokollet finns mål om hur stora utsläppsminskningarna ska vara för varje land mellan åren 2008 till 2012, där de gemensamma utsläppsminskningarna ska vara minst 5 %. I Köpenhamn 2009 bestämdes att den globala medeltemperaturen inte ska öka med mer än 2 ° C jämfört med förindustriell tid. I linje med det som bestämdes under klimatkonferenserna presenterade EU kommissionen i mars 2011 en färdplan för ett utsläppsnålt samhälle fram till 2050. Målet för EU:s utsläppsminskning är satt till 80 % till 2050 jämfört med 1990. Minskningen är olika stor i olika sektorer där energisektorn är den sektor som bidrar med störst del till den totala minskningen och jordbrukssektorn är den sektor som bidrar med minst. För att nå upp till målet presenteras några åtgärder som bör vidtas av länderna i EU; koldioxidsnåla energikällor, koldioxidinfångning och lagring, smarta elnät, eldrivna fordon och hybridbilar som kan gå på flera olika bränslen. Färdplanen avslutas med att uppmana alla medlemsländer att ta fram nationella färdplaner för att minska utsläppen av växthusgaser fram till 2050, ett arbete som redan avslutats av vissa länder och påbörjats av andra. Hur ser dessa färdplaner ut och vad är likheten och skillnaden mellan dessa och med EU:s färdplan?

Det här examensarbetet syftar till att jämföra och analysera ett antal av de nationella färdplaner som är framtagna av länder inom EU. I analysen ingår att ta reda på vilka mål länderna har satt upp till 2050 och hur de ska gå till väga för att uppnå målen. Länderna som ingår i examensarbetet är Sverige, Finland, Tyskland, Danmark, Storbritannien, Nederländerna, Slovenien och Polen. Dessa länder utom Sverige och Polen har tagit fram nationella färdplaner till 2050. Sverige är mitt uppe i arbetet med att ta fram en färdplan varför scenarierapporter av branschorganisationer m.fl. har studerats istället. Polens färdplan är framtagen av Världsbanken och sträcker sig endast till 2030. Utsläpp av växthusgaser finns i stora delar av samhället varför åtgärder på flera olika fronter behövs. I det här examensarbetet har åtgärder och mål undersökts för

respektive land i fem eller sex olika sektorer; energi, transport, bostad- och service, industri, jord- och skogsbruk och i vissa fall avfall.

Åtgärderna för att minska utsläppen visar sig till största del vara lika i alla de studerade länderna. Det handlar om energieffektiviseringar och att övergå till utsläppsnåla alternativ istället för kol och olja, i de flesta fall handlar det om vindkraft och biobränslen. En del länder ser också kärnkraften som en bra lösning för att minska utsläppen men åsikterna går isär mellan länder. Energisnåla hus är den stora utmaningen inom bostadssektorn och minskat avfall och återvinning är de åtgärder som måste vidtas inom avfallssektorn. Att fånga in koldioxid och lagra den under mark eller havsbotten ses som ett bra alternativ till minskade utsläpp av växthusgaser men tekniken är i dag osäker och de länder som tror på den väntas inte använda den förrän efter 2030 eller möjligen under 2020-talet. Alla länder tar även upp smarta elnät som en nödvändig del i framtidens energiförsörjning. För transportsektorn är det el som är det framtida drivmedlet eftersom el har en stor potential att bli helt emissionsfri. I dagsläget kan dock inte tyngre fordon drivas av el och elbilar kräver ofta andra drivmedel varför biodrivmedel även diskuteras som en lösning. En viktig åtgärd är också ett minskat transportbehov där människor i större utsträckning cyklar eller går. Jordbrukssektorn är en sektor som har få befintliga åtgärder eftersom utsläppen här kommer från biologiska processer som är svåra att undvika.

De slutsatser som kan dras av arbetet är bl.a. att kärnkraft troligen kommer att utgöra en del av EU:s energisystem 2050, koldioxidinfångning och lagring kommer att användas i större skala än idag om de rätta förutsättningarna finns och att elbilen, under förutsättning att elproduktionen är emissionsfri, kommer utgöra en betydande del av fordonsparken. För att lyckas med en omställning till ett kolsnålt samhälle krävs politisk vilja och det är en fördel om nationen sedan tidigare använder utsläppsnåla tekniker eller bedriver forskning och utveckling på sådan teknik. Endast Slovenien når målet om 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita om de nationella utsläppen minskar med 80 % vilket visar att målet om 80 % utsläppsminskning inte går hand i hand med målet om 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita.

## Innehållsförteckning

REFERAT .....	i
ABSTRACT.....	ii
FÖRORD.....	iii
POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING.....	iv
1. INLEDNING.....	1
1.1 SYFTE OCH MÅL .....	1
1.2 AVGRÄNSNINGAR.....	2
2 METOD.....	3
3 BAKGRUND .....	4
3.1 KLIMATFÖRÄNDRINGAR.....	4
3.1.1 Klimatförändringar och effekter.....	4
3.1.2 Orsaker till klimatförändringar.....	6
3.2 INTERNATIONELLT KLIMATARBETE.....	8
3.2.1 Riktlinjer för beräkning av emissioner.....	9
3.3 UTSLÄPPSBANOR OCH FÖRDELNING .....	10
3.4 EU:S KLIMATARBETE .....	12
3.4.1 Energisektorn .....	14
3.4.2 Transportsektorn.....	15
3.4.3 Bostads- och servicesektorn .....	15
3.4.4 Industrisektorn.....	16
3.4.5 Jordbrukssektorn .....	16
3.5 EU:S MODELL.....	16
4 RESULTAT FÄRDPLANSARBETET .....	21
4.1 SVERIGES KLIMATPOLITIK.....	21
4.2 SVERIGES UTVECKLING TILL 2050 .....	22
4.2.1 Energisektorn .....	23
4.2.2 Transportsektorn.....	26
4.2.3 Bostads- och servicesektorn .....	28
4.2.4 Industrisektorn.....	29
4.2.5 Jord- och skogsbrukssektorn .....	30
4.2.6 Avfallssektorn .....	31
4.3 SAMMANFATTNING AV SVERIGES UTVECKLING .....	32
4.4 FINLAND .....	32



4.4.1	Energisektorn .....	34
4.4.2	Transportsektorn.....	34
4.4.3	Bostads- och servicesektorn .....	35
4.4.4	Industrisektorn.....	35
4.4.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	35
4.4.6	Avfallssektorn .....	36
4.5	TYSKLAND .....	36
4.5.1	Energisektorn .....	37
4.5.2	Transportsektorn.....	39
4.5.3	Bostads- och servicesektorn .....	39
4.5.4	Industrisektorn.....	39
4.5.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	40
4.5.6	Avfallssektorn .....	40
4.6	DANMARK .....	40
4.6.1	Energisektorn .....	41
4.6.2	Transportsektorn.....	43
4.6.3	Bostads- och servicesektorn .....	43
4.6.4	Industrisektorn.....	44
4.6.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	44
4.7	STORBRITANNIEN .....	44
4.7.1	Energisektorn .....	45
4.7.2	Transportsektorn.....	47
4.7.3	Bostads- och servicesektorn .....	47
4.7.4	Industrisektorn.....	48
4.7.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	48
4.7.7	Avfallssektorn .....	49
4.7.8	Sektorsvis minskning .....	49
4.8	NEDERLÄNDERNA.....	49
4.8.1	Energisektorn .....	50
4.8.2	Transportsektorn.....	51
4.8.3	Bostads- och servicesektorn .....	51
4.8.4	Industrisektorn.....	51
4.8.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	52
4.8.6	Avfallssektorn .....	52

4.9	SLOVENIEN .....	52
4.9.1	Energisektorn .....	53
4.9.2	Transportsektorn.....	54
4.9.3	Bostads- och servicesektorn .....	54
4.9.4	Industrisektorn.....	54
4.9.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	54
4.9.6	Avfallssektorn .....	54
4.9.7	Sektorsvis minskning .....	55
4.10	POLEN.....	55
4.10.1	Energisektorn .....	56
4.10.2	Transportsektorn.....	57
4.10.3	Bostads- och servicesektorn .....	57
4.10.4	Industrisektorn.....	57
4.10.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	57
4.11	JÄMFÖRELSE MELLAN LÄNDER.....	57
5	ANALYS.....	61
5.1	MÅL OCH FÄRDPLANER .....	61
5.1.1	Energisektorn .....	61
5.1.2	Transportsektorn.....	62
5.1.3	Bostads- och servicesektorn .....	62
5.1.4	Industrisektorn.....	62
5.1.5	Jord- och skogsbrukssektorn .....	63
5.1.6	Avfallssektorn .....	64
5.2	FÖRUTSÄTTNINGAR OCH POLITIK .....	64
5.3	NYCKELTEKNIKER TILL 2050 .....	65
5.3.1	Kommer kärnkraften att finnas i EU 2050? .....	65
5.3.2	Kommer CCS slå igenom stort före 2050? .....	66
5.3.3	Vad kommer elfordonens roll att vara 2050?.....	67
5.4	INTERNATIONELT ARBETE FÖR TVÅGRADERSMÅLET.....	68
6	SLUTSATSER.....	70
7	REFERENSER.....	71
BILAGA A	ENERGIBÄRARE INOM ENERGISEKTORN .....	77
BILAGA B	BERÄKNINGAR.....	79

## **1. INLEDNING**

Under Riokonferensen 1991-1992 enades ett flertal av världens länder om en konvention för klimatförändringarna. Konventionens mål är att stabilisera halten av växthusgaser i atmosfären på en nivå som innebär att allvarliga klimatförändringar kan undvikas. Ansvaret för att göra detta är gemensamt men de länder som historiskt sett har släppt ut stora mängder växthusgaser ska leda arbetet. Konventionen innehåller inga mål för hur stora utsläppsminskningarna ska vara för varje land, parterna bestämde därför att detta skulle tas fram. 1997 i Kyoto enades dessa länder om utsläppsmål för varje industriland där de gemensamma utsläppsminskningarna ska vara minst 5 % mellan åren 2008 och 2012 jämfört med 1990, Kyotoprotokollet hade skapats (Förenta nationerna (FN) 2009a). Protokollet reglerar sex gaser; koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lustgas (N<sub>2</sub>O), fluorkolväten (HFC), perfluorkolväten (PFC) och svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) (United Nations 1998). I Kyotoprotokollet regleras också den internationella handeln med utsläppsrätter. För att protokollet skulle träda i kraft fanns det krav på ett visst antal länders underskrifter och att de totala utsläppen för dessa länder skulle överstiga en viss procentsats av de totala globala utsläppen. Först 2004 var båda kriterierna uppfyllda och Kyotoprotokollet trädde i kraft i februari 2005 (FN 2009b). Under klimatförhandlingarna i Köpenhamn 2009 skapades Köpenhamnsackordet som slår fast målet att den globala medeltemperaturen inte ska stiga med mer än 2 ° C jämfört med förindustriell tid. Konflikterna var dock för många och ackordet skrevs aldrig under (FN 2010a). Målet antogs i EU redan 1996 och antogs i Cancun 2010 på det 16:e partsmötet, COP16, för FN:s klimatkonvention. Under klimatkonferenserna i Cancun 2010 och Durban 2011 fortsatte diskussionerna kring en andra åtagandeperiod efter 2012 och hur målet om att begränsa den globala temperaturökningen till 2 ° C skulle uppnås. I linje med det som beslutades i Köpenhamn och Cancun presenterade EU kommissionen i mars 2011 en färdplan för ett utsläppsnålt samhälle fram till 2050. Planen presenterar EU:s mål om att minska utsläppen av växthusgaser med 80 % fram till 2050 och strategier för att nå dit. EU:s mål om att minska utsläppen med 80-95 % till 2050 antogs dock redan under det svenska ordförandeskapet 2009. Kommissionen avslutar med att uppmana alla medlemsländer att ta fram nationella färdplaner för att bli ett koldioxidsnålt samhälle (Europeiska kommissionen 2011a). Arbetet med att ta fram färdplaner hade redan tidigare inletts av bland annat Storbritannien som var först ut med att starta arbetet. Ett flertal andra länder i Europa har tagit fram mål för 2050 och många har inlett arbetet, däribland Sverige. En del länder är redan klara med en nationell färdplan (Naturvårdsverket 2012a). Förutsättningarna för att minska utsläppen av växthusgaser och att minska beroendet av fossila bränslen varierar beroende på ett lands förutsättningar när det t.ex. gäller naturresurser och ekonomiska förutsättningar.

### **1.1 SYFTE OCH MÅL**

Projektet syftar till att jämföra länders olika färdplaner och analysera likheter och skillnader. Även liknande studier av branschorganisationer/NGO (non-governmental-organisation) ingår i analysen. I projektet ingår att närmare studera vilka mål länder har satt upp och hur de går till väga för att uppnå målen. För analysen av olika studier gäller

att hitta områden i vilka studierna kommer fram till likartade resultat och var resultaten är olika. Målet med examensarbetet är att ta reda på vilka förutsättningar och möjligheter som har en betydande påverkan på ett lands färdplan till 2050, samt hur EU:s energi- och transportsystem kan se ut 2050 och hur det skiljer sig mellan länder.

En del av examensarbetet går också ut på att beskriva den modell som ligger till grund för EU:s arbete med färdplanen utifrån en teknisk synvinkel. Målet för den här delen av arbetet är att ta reda på vad som ligger till grund för framtidsscenarierna i modellen.

## **1.2 AVGRÄNSNINGAR**

De länder som valts är länder inom EU; Sverige, Finland, Tyskland, Danmark, Storbritannien, Nederländerna, Slovenien och Polen. De länder inom EU som har en färdplan men som inte ingått i arbetet är Frankrike och Belgien. De scenariorapporter som valts har publicerats de senaste två åren. Arbetet fokuserar i huvudsak på den tekniska utvecklingen. Fokus ligger inte på dagens politik eller hur den kommer att utvecklas till 2050.

## **2 METOD**

Färdplaner och scenarioanalyser har lästs och jämförts. De rapporter som valts för att få kunskap om Sveriges möjliga väg till 2050 har författats av statliga och icke statliga organisationer. De utgör en blandning mellan olika sektorer och av organisationer med olika syften. De likheter och skillnader som dykt upp mellan de olika ländernas färdplaner, mellan de svenska prognoserna och mellan den sammanvägda prognosen för Sverige och ländernas färdplaner diskuteras. Analys görs också om orsaker till skillnaderna. Detta moment inkluderar förutom litteraturstudier även ett flertal intervjuer och diskussioner för att identifiera de bakomliggande orsakerna. Dessa består av telefonsamtal och e-postkontakt med branschorganisationer och myndigheter. För att kunna genomföra en god analys krävs det också att bl.a. befolkningsmängd och utsläppstatistik för de aktuella länderna analyseras. Statistiken som används kommer från Eurostat och International Energy Agency (IEA). Det har också gjorts en kortare beskrivning av metoden som länderna använder för att beräkna de nationella utsläppen, vilken beskrivs av IPCC.

### **3 BAKGRUND**

Klimatförändringarna, arbetet med detta på internationell nivå och arbetet på EU-nivå är anledningar till det här examensarbetet. Dessa tre delar presenteras i det här kapitlet.

#### **3.1 KLIMATFÖRÄNDRINGAR**

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, är ett internationellt organ som övervakar det aktuella kunskapsläget om klimatförändringarna (IPCC 2012). Deras fjärde och senaste rapport kom ut 2007 vilken sammanfattas här.

##### **3.1.1 Klimatförändringar och effekter**

Sedan industrialiseringen, under 1800-talet, har en ökning av temperaturen observerats genom mätningar. Ett flertal av de varmaste åren sedan förindustriell tid har mätts upp under slutet av 1900-talet och början av 2000-talet. Temperaturen har ökat globalt men den största ökningen har skett över de norra delarna av halvklotet. Ökningen över land har också varit större än över haven på grund av en inneboende tröghet i de stora vattenmassorna. Den ökade temperaturen har gjort att jordens snö och istäcke minskat drastiskt sedan, åtminstone, 1978 då satellitmätningarna startade för att mäta bland annat detta. På grund av klimatförändringarna kan vi också vänta oss flera extrema väder i framtiden. Färre kalla dagar och nätter medan det blir fler varma, eller till och med heta, dygn. Värmeböljor över land kommer att öka i antal (IPCC 2007a).

Koldioxidhalten i atmosfären kommer inte att minska så fort vi slutar att släppa ut gaserna eftersom många växthusgaser är långlivade. IPCCs utsläppsanalys bygger på ett flertal scenarier där utvecklingen inom ekonomi, teknik och befolkningstillväxt är av varierande karaktär. Analysen visar att oavsett om vi globalt har en ökande ekonomi, minskande ekonomi, en fossilfri energiutveckling, balanserad energiutveckling, ökande eller stabil befolkningstillväxt kommer halten av växthusgaser i atmosfären att öka till mitten på 2000-talet. I några scenarier fortsätter därefter koldioxidhalten att öka, i en del mycket och i andra lite, och i andra avtar därefter koldioxidhalten men inget scenario kommer ner i nollutsläpp globalt sett. Så länge de antropogena utsläppen av växthusgaser förekommer, och ökar halten av växthusgaser i atmosfären, så ökar jordens medeltemperatur, tills en ny jämvikt uppnås, och det får konsekvenser. De konsekvenser som nämns nedan har till viss del redan skett och det är mycket troligt att de beror av klimatförändringarna vilket innebär att de riskerar att bli större i framtiden (IPCC 2007a).

Modeller över ekosystemet visar på att kolupptaget i marken kommer att nå en topp i mitten av detta århundrade för att sedan minska i upptagningstakt. Det betyder att en större del av växthusgaserna stannar kvar i atmosfären istället för att tas upp av ekosystemet. En temperaturökning på 1,5 – 2,5 °C kan utrota 20 – 30 % av de djur och växter som finns idag. En ökad temperatur och tidigare vår påverkar fåglar och deras flytt och det påverkar också äggläggningen. Eftersom våren kommer tidigare grönskar det också tidigare vilket gör att växtsäsongen blir längre än normalt. Inom jord- och skogsbruket har det därför skett en tidigare plantering av grödor på de nordligaste

breddgraderna. Skogsbränder och fler skadedjur har lett till förändringar inom skogsbruket (IPCC 2007a).

När det gäller mat och produktion av mat väntas skörden av grödor till en början öka på höga och medelhöga latituder medan den på lägre breddgrader, i idag redan torra och tropiska områden, väntas minska med risk för hunger och till slut svält som följd. Globalt kommer en ökning av skördar troligtvis att ske då temperaturen stiger med mellan 1 och 3 ° C men temperaturökningar över det beräknas ge en minskad skörd (IPCC 2007a).

Sedan 1975 har en ökad havsnivå uppmätts, och havsytan kan komma att stiga ännu mer vid en ökad temperatur dels till följd av att isar smälter, dels på grund av en volymexpansion till följd av varmare vatten. Detta innebär att kustområden innehar en ökad risk i och med den höjda havsnivån och även av ökad erosion (IPCC 2007a).

En ökad dödlighet bland människor i Europa på grund av värme har kunnat ses. Infektionssjukdomar har ändrat spridningsmönster i delar av Europa. Antal människor som drabbas av pollenallergi ökar och säsongen börjar tidigare främst på den norra delen av norra halvklotet. Detta väntas i stort ge en ökad dödlighet i framtiden på grund av sjukdomar och extrema väder (IPCC 2007a). Därigenom blir det också en ökad belastning på sjukvården och den blir större ju högre medeltemperatur (Rummukainen m.fl. 2011).

Vatten är en viktig fråga som både handlar om nederbörd och biologisk mångfald men också om dricksvattenkvalitet. I östra delarna av Nord- och Sydamerika, norra Europa och norra och mellersta Asien har en ökad nederbörd setts under 1900-talet och fram till 2005. Samtidigt har en minskad nederbörd setts i andra delar av världen så som Medelhavet, södra Afrika, delar av södra Asien och Sahel. Beräkningar visar också att nederbörden kommer att öka med 10-40 % i de norra delarna, där det redan är relativt blött, och den beräknas minska med ungefär lika mycket, 10- 30 %, i redan torra områden. Det blir alltså torrare på redan torra platser och blötare på idag redan blöta platser. I och med en förändrad nederbörd och ett förändrat klimat påverkas avrinningen och tillgången till vatten. En ökad avrinning har setts och även en tidigare vårflod än normalt främst i glaciärfloder och floder som den om våren smältande snön rinner ut till. En ökad temperatur leder också till en ökad temperatur i sjöar och floder vilket påverkar vattenkvaliteten, vilket i sin tur påverkar både biologisk mångfald och människan. Rummukainen m.fl. (2011) skriver att pH-nivån i haven kommer att minska, vilket är ett tecken på försurning, till följd av att en del av koldioxidemissionerna löses upp i havet. En förändrad havsmiljö i form av salthalt, syrenivå, cirkulation och en förändrad istäckning påverkar bland annat tillväxten av alger och plankton. En förut osäker effekt av klimatförändringarna är de minskande korallreven. Forskare har inte haft bevis för att det är klimatförändringarna som påverkar utan att det istället lika gärna kunde vara stress från t.ex. överfiske. Forskare har idag goda grunder för att det faktiskt är klimatförändringarna som påverkar korallreven men att det är svårt att bevisa. Forskare har sett att de glaciala sjöarna har en

större utbredning nu, antalet är också fler. De har också kommit fram till att permafrostområden har instabilare marker nu än förr i tiden (IPCC 2007a).

IPCC (2007a) har även tagit fram scenarier för hur klimatförändringarna påverkar respektive världsdel. För Europa kommer det att bli ökade skillnader i regionerna när det gäller tillgångar till naturresurser och ekonomiska förutsättningar. En ökad översvämningsrisk kommer att förekomma både i inlandet och vid kusterna i och med den ökade havsnivån. Den ökade havsnivån bidrar också till en ökad erosionsrisk i kustområden. På de berg och bergskedjor som finns i Europa kommer ett minskat snötäcke att kunna ses vilket kommer att minska vinterturismen i områdena. En förlust av arter beräknas också ske. Under utsläppsscenarioer med höga emissioner kan artförlusten bli så stor som 60 % av dagens djur och växter i Europa. När det gäller klimatet kommer de södra delarna att se en ökad klimatvariation med bland annat ökad risk för torka. Det kommer finnas mindre vatten och tillgången till vattenkraften kommer att minska. Likaså väntas turismen och skördarna minska. I hela Europa ökar hälsoriskerna på grund av värmeböljor och ett ökat antal bränder.

### **3.1.2 Orsaker till klimatförändringar**

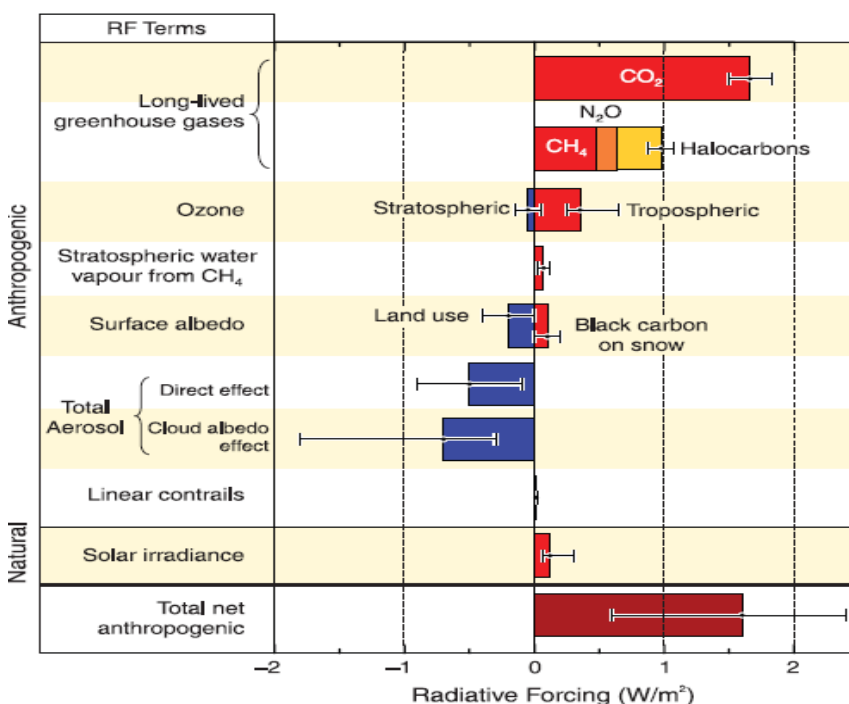
Växthuseffekten är en naturlig del i jordens uppvärmning. Utan den skulle jordens medeltemperatur ligga på  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  till skillnad från idag då jordens medeltemperatur ligger på  $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Variationer i klimatet är en naturlig del och klimatet har varierat på jorden. Naturlig påverkan på klimatet har t.ex. våtmarker, som släpper ut metan vid syrefri nedbrytning av organiskt material, och vulkanutbrott, som släpper ut partiklar och gaser som både har en uppvärmande effekt och en avkylande effekt, nettoeffekten av vulkanutbrott är dock avkylande. Sedan industrialiseringen fick sitt genomslag har en ökad temperaturtrend som överstiger tidigare temperaturrekord uppmätts. Den förändringen beror på antropogena utsläpp, utsläpp som är genererade av människan (Climatology 2008). Det som orsakar klimatförändringarna är växthusgaser, där  $\text{CO}_2$  är den vanligaste, andra klimatgaser är  $\text{CH}_4$  och  $\text{N}_2\text{O}$ . Dessa släpps inte ut i lika stor utsträckning som  $\text{CO}_2$  men de har starkare påverkan på växthuseffekten per ton räknat. För att få en lämplig enhet att mäta växthusgasutsläppen i används koldioxidekvivalenter ( $\text{CO}_2$ -ekv) där  $\text{CO}_2$  har siffran ett och de andra växthusgaserna har därefter approximerats till detta. T.ex. ligger  $\text{CH}_4$  på 25 i  $\text{CO}_2$ -ekv, detta innebär att 1 kg  $\text{CH}_4$  är samma sak för klimatet som att släppa ut 25 kg  $\text{CO}_2$ . Växthusgaserna har olika lång livslängd i atmosfären och påverkar därför klimatet olika. När ett ämne påverkan på klimatet omvandlas till  $\text{CO}_2$ -ekv tas därför hänsyn till ämnets livslängd.  $\text{CO}_2$ -ekv finns för olika tidsperspektiv och blir således större eller mindre ju längre tidsperspektiv som används beroende på om gasen är kort- eller långlivad (IPCC 2007b). Tabell 1 visar  $\text{CO}_2$ -ekv för de växthusgaser som ingår i Kyotoprotokollet i ett hundraårsperspektiv.



**Tabell 1:** Livslängd och koldioxidekvivalenter för de klimatpåverkande gaserna koldioxid (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>), lustgas (N<sub>2</sub>O), fluorkolväten (HFC), svavelhexafluorid (SF<sub>6</sub>) och perfluorkolväten (PFC) i ett hundraårsperspektiv (IPCC 2007b).

Gas	Livslängd (år)	CO <sub>2</sub> -ekv
CO <sub>2</sub>	50-200	1
CH <sub>4</sub>	12	25
N <sub>2</sub> O	114	298
HFC	1,4-270	124-14800
SF <sub>6</sub>	3200	22800
PFC	2600-10000	7390-12200

Koldioxidutsläppen har under perioden 1970 till 2004 ökat med 80 %. De totala utsläppen av växthusgaserna har också ökat där CO<sub>2</sub> utgör 77 % och där den största ökningen kommer från energi och industrisektorn. Att koldioxidhalten är den högsta på tusentals år kan ses i iskärnor som borrar upp ur flera tusen år gammal is. Det visar att CO<sub>2</sub> i atmosfären har ökat med 135 % till år 2005 från 280 ppm (parts per million) före den industriella revolutionen. Ökningen antas till största del bero på användningen av fossila bränslen. CH<sub>4</sub> har under samma tid ökat med 248 % från 715 ppb (parts per billion) främst beroende av jordbruket men också av den ökade användningen av fossila bränslen. N<sub>2</sub>O i atmosfären har också ökat på grund av jordbruket men inte fullt så mycket som CH<sub>4</sub>. 118 % har N<sub>2</sub>O ökat med, från 270 ppb. Lägg märket till att både CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O mäts i betydligt lägre halter än CO<sub>2</sub>, då dessa mäts i ppb istället för ppm. Men båda dessa är betydligt starkare växthusgaser än vad CO<sub>2</sub> är (IPCC 2007a). Figur 1 visar hur olika antropogena och naturliga källor påverkar klimatet, positivt eller negativt, samt den totala påverkan.



**Figur 1:** Faktorer som påverkar jordens uppvärmning, både positivt och negativt, samt den totala påverkan (IPCC 2007a).

För att beräkna hur känsligt klimatet är för förändringar i atmosfärens koldioxidhalt används klimatkänslighet. Klimatkänslighet anger hur många grader temperaturen stiger med om koldioxidhalten i atmosfären dubblas. Forskare har genom modelleringsförsök kommit fram till att jordens klimatkänslighet ligger mellan 2 °C och 4,5 °C där 3 °C, för nuvarande, är det troligaste (IPCC 2007a).

### **3.2 INTERNATIONELLT KLIMATARBETE**

Tvågradersmålet är en viktig del i arbetet mot klimatförändringarna men meningar går isär när det gäller hur arbetet för att uppnå målet ska gå till. Mellan 2013 och 2015 kan målet komma att skärpas till en temperaturökning på max 1,5 °C efter det att dagens satta mål har granskats (Rummukainen m.fl. 2011). För att begränsa klimatförändringarna och nå målet om maximalt 2 °C temperaturhöjning måste halten av CO<sub>2</sub> i atmosfären stabiliseras och jordens totala utsläpp måste minska med hälften till 2050 (Europeiska kommissionen 2011). Det finns ett antal olika modeller för hur de ska fördelas som alla tar hänsyn till olika saker. Hur utsläppsminskningarna ska fördelas mellan världens länder är inte bestämt och det är en stor fråga i de internationella klimatförhandlingarna (Naturvårdsverket 2012a). Hur de olika modellerna fördelar utsläppsminskningarna förklaras i avsnitt 3.3.

Den första åtagandeperioden i Kyotoprotokollet som löper mellan 2008 och 2012 innebär att EU som helhet ska minska sina utsläpp med 8 % (Europa 2010). Under klimatförhandlingarna i Durban 2011 beslutade EU:s medlemsländer och ett antal andra att vara med under en andra åtagandeperiod mellan 2013 och 2017 eller 2020. Hur den andra åtagandeperioden ska se ut bestämdes inte under mötet utan ska bestämmas under klimatförhandlingarna i december 2012. Det är oklart vilka länder som kommer att delta i en andra åtagandeperiod, men det som står klart är att många länder inte gör det och däribland USA, Ryssland och Kanada. Något som bestämdes i Durban var hur LULUCF (land use, land use change and forestry) ska bokföras. Utgångspunkten för hur skog ska hanteras i Kyotoprotokollet är att den upptagningsförmåga skogen hade 1990 ska bevaras. Det nettoupptaget räknas inte med i de nationella utsläppsminskningarna. Om skogen däremot vårdas på ett sådant sätt så att nettoupptaget ökar får landet tillgodoräkna sig det som en utsläppsminskning (Naturvårdsverket 2012a).

Det internationella arbetet mot minskade utsläpp av växthusgaser innefattar tre så kallade flexibla mekanismer som handlar om att kunna köpa och sälja utsläppsrätter. De länder som förbundit sig att minska sina utsläpp kan utnyttja dessa. Släpper ett land ut mindre växthusgaser än vad Kyotoprotokollet tillåter kan landet sälja resterande del till ett annat land som ligger över den satta gränsen. Detta skapar förutsättningar att investera i grön teknik och fattiga länder kan tjäna pengar på att sälja utsläppsrätter. Principen bygger på att det inte spelar någon roll vara utsläppen sker men att priset för minskningen kan variera stort över världen (Miljörörelsen u.å.). Dessa tre mekanismer är beslutade under Kyotoprotokollet och löper alltså ut efter 2012 om ingen ny åtagandeperiod tar vid. Den första mekanismen är handel med utsläppsrätter som innebär att länder kan köpa utsläppsminskningar från andra länder istället för att minska

de inhemska utsläppen. Den andra mekanismen är *clean development mechanism* (CDM) som innebär att köpare eller investerare i ett projekt i ett utvecklingsland utan bindande åtaganden kan tillgodoräkna sig de utsläppsminskningar som projektet genererar. Den tredje mekanismen är *joint implementation* (JI) som går ut på samma idé som CDM men för projekt i länder som är bundna till utsläppsminskning. De flexibla mekanismerna får dock inte utgöra en för stor del av ett lands utsläppsminskning utan ska endast utgöra ett komplement till de inhemska utsläppsminskningarna (2008/09:162). Under klimatkonferensens i Durban beslutades att en ny mekanism skulle tas fram för att öka kostnadseffektiviteten för åtgärder som bidrar till utsläppsminskningar och som gynnar dessa åtgärder. Arbetet med den nya mekanismen ska förhoppningsvis vara klart till december 2012 då det ska fattas beslut om den ska träda i kraft (Naturvårdsverket 2012a).

Trots många klimatkonferenser, internationella samarbeten och uppsatta mål ökar de globala utsläppen av växthusgaser. 1990 var utsläppen 39,4 miljarder ton CO<sub>2</sub>-ekv och 2004 låg utsläppen på 49 miljarder ton/CO<sub>2</sub>-ekv, en ökning med 24 %. Detta när utsläppen borde minska för att nå en utsläppsnivå på 20 miljarder ton CO<sub>2</sub>-ekv till 2050 (Johansson 2012, pers. kontakt). Ökningen beror främst på en ökad användning av fossila bränslen i energisektorn och i transportsektorn. Utsläppen inom EU minskade under samma period (2008/09:162). De mål som satts upp för att begränsa temperaturökningen till under 2 °C räcker inte. Klimatkonventionens medlemsstater måste tillsammans enas om hur ett vidare arbete ska se ut (Rummukainen m.fl. 2011).

### **3.2.1 Riktlinjer för beräkning av emissioner**

Varje år rapporterar länder in nationella utsläpp till UNFCCC enligt bestämmelser i klimatkonventionen. Länder som är medlemmar i EU rapporterar både till UNFCCC och till EU. För att göra statistiken jämförbar mellan länder och för att undvika felräkningar har IPCC (2006) tagit fram riktlinjer för hur utsläppen ska beräknas och hur stort upptaget är. Riktlinjer för hur ett land ska rapportera sina utsläpp finns också beskrivet. I rapporten ska relevant data, som gaser, år mm, presenteras i tabeller och det ska finnas en text som beskriver hur utsläppen har beräknats och vad som ligger till grund för beräkningarna. Metoden att beräkna utsläppen är idag praxis och är accepterad (IPCC 2006).

Beräkningarna tar bara hänsyn till utsläpp som är genererade inom landets gränser. Det finns dock några undantag där fordonsbränslen är ett exempel, utsläppen som genereras av dessa räknas dit bränslet är köpt och inte där fordonet körs. Internationell transport med flyg eller fartyg räknas inte in i de nationella utsläppen utan rapporteras separat. Alla växthusgaser som ingår i Kyotoprotokollet, plus några andra, beräknas. Även andra gaser än växthusgaser beräknas. Utsläppen delas upp på olika sektorer; energi, industriprocesser och produktanvändning, jord-, skogsbruk och annan markanvändning, avfall och annat. När utsläppen beräknas är det dock en fördel om de beräknas utifrån olika delkategorier, som t.ex. vägtransporter, för att sedan summeras. Grunden i utsläppsberäkningarna är att multiplicera aktivitetsdata, mänskliga aktiviteter som genererar utsläpp eller upptag, med emissionsfaktorer. Saknas data används tidigare års

data för att beräkna de aktuella utsläppen. Statistiken ska visa de årliga variationerna och inte skillnader mellan olika beräkningsätt, varför det är viktigt för varje land att använda samma beräkningsmetod år efter år (IPCC 2006).

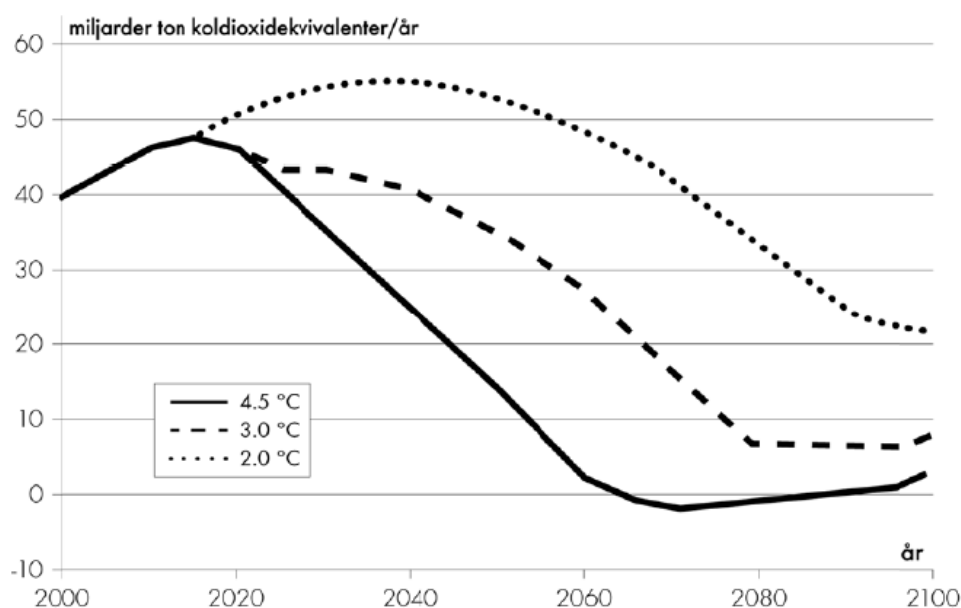
För att beräkna nationella utsläpp finns det några steg som bör följas. Först ska nyckelkategorier identifieras, kategorier som har en betydande påverkan på ett lands totala utsläpp. När dessa är utpekade följs ett beslutsträd utifrån nyckelkategorierna som pekar ut vilken metod som ska användas. Metoderna är tre till antalet, där den första är minst komplex när det gäller metodiken. De två andra brukar därför användas till viktiga nyckelkategorier, men valet är frivilligt. Data måste sedan anpassas efter den metod som valts, för att sedan beräkna utsläppen för var och en av kategorierna. För att säkerställa en hög säkerhet är det också nödvändigt att göra en osäkerhetsanalys på allt från specifik data till de totala utsläppen (IPCC 2006). De osäkerheter som finns i resultaten beror till viss del på de emissionsfaktorer och aktivitetsdata som används. Som exempel kan tas Sveriges utsläpp 2010. De totala utsläppen, exklusive LULUCF, innehöll en osäkerhet på 4,1 %. Med osäkerheter i varje års data ger det en osäkerhet i hur stor utsläppsminskningen är från 1990. Från 1990 till 2010 har Sverige minskat sina utsläpp med någonstans mellan 6,9-11 %, med en säkerhet på 95 %. Utsläppen beräknas inkluderande LULUCF och exkluderande LULUCF. Osäkerheten är störst när LULUCF inkluderas, vilket visar att det är en väldigt osäker del av utsläppsberäkningarna. Om osäkerhetsparametrar för sektorerna, exklusive LULUCF, jämförs ses att vägtransport och produktion av el och värme har dem två lägsta osäkerheterna när det gäller aktivitetsdata och utsläpp av CO<sub>2</sub>, endast 2 respektive 1 %. Den högsta osäkerheten, 35 %, finns i jordbrukssektorn, då gäller det utsläpp av N<sub>2</sub>O. När det gäller emissionsfaktorer ligger även jordbrukssektorn högst, 150 % osäkerhet. Osäkerheterna i bostadssektorn är också stora när det gäller emissionsfaktorer, där är osäkerheten 99 %. Den lägsta osäkerheten, 3 %, ligger i vägtransporter och i annan tillverkningsindustri och konstruktion. När emissions- och aktivitetsosäkerheterna läggs samman är det vägtransporter som har den lägsta osäkerheten på 3 %. Den största osäkerheten ligger i jordbrukssektorn om LULUCF inte räknas med (Naturvårdsverket 2012b).

När osäkerheten har tagits fram har Sverige bl.a. tagit hänsyn till variationer i tidsserier, jämfört med andra källor och tagit del av rapporter som bl.a. tar upp emissionsfaktorer. Bedömningen grundar sig också på en rad olika expertutlåtanden om både emissionsfaktorer och aktivitetsdata. Osäkerhetsanalysen har gjorts enligt riktlinjerna som IPCC tagit fram (Naturvårdsverket 2012b).

### **3.3 UTSLÄPPSBANOR OCH FÖRDELNING**

För att gå från tvågradersmålet till halten CO<sub>2</sub> i atmosfären används en klimatmodell som resulterar i hur stor den här halten får vara. Den halten används sedan som indata i en annan modell som resulterar i utsläppskurvor som visar hur stora utsläppen kan vara varje år och hur stort det kumulativa utsläppet får vara till 2050, eller till de år modellen körs. Utsläppsbanorna visar också när utsläppen måste nå sin topp för att utsläppsminskningen åren efter inte ska vara tekniskt eller ekonomiskt omöjliga. Många

körningar resulterar i att utsläppen måste nå sin topp mellan 2015 och 2020 för att utsläppsminskningen därefter inte ska behöva vara större än 3 %, vilket är en rimlig stor minskningstakt (Rummukainen m.fl. 2011). Indata i modellen för att ta fram dessa kurvor är bl.a. klimatkänslighet, kolcykeln och havets värmeupptagningsförmåga. En hög klimatkänslighet kräver en större minskning medan en låg klimatkänslighet inte kräver en lika stor minskning eller i lika snabb takt. Klimatkänsligheten är ingen exakt vetenskap och det finns ingen som exakt vet hur stor jordens klimatkänslighet är. Figur 2 visar hur utsläppsbanan varierar med klimatkänsligheten. Indata är som nämnts osäker och innebär således att chansen att uppnå tvågradersmålet inte är 100 % även om de verkliga utsläppen följer modellresultatet. Varje utsläppsbanan innebär en viss chans att nå målet, 66 % har med tiden ansetts varit en godkänd sannolikhet (Rummukainen m.fl. 2011).



**Figur 2:** Globala utsläppsbanors variation beroende på klimatkänsligheten (Rummukainen m.fl. 2011).

För att de globala utsläppsbanorna inte ska hamna mellan stolarna ska utsläppsminskningarna fördelas mellan länder. Metoderna för att fördela utsläppen är många och omdiskuterade. En metod är *Contraction & convergence*. Metoden går ut på att utsläppen ska minska globalt och fördelningen sker efter invånarantal. Utsläppen är lika stora för alla länder sett till per capita-utsläpp. Minskningen sker olika snabbt i olika länder men till ett visst år, i detta fall 2050, ska utsläppen ha nått den bestämda per capita nivån (Azar C. & Johansson u.å.). För att nå ett mål om 1,5 °C har Azar & Johansson (u.å.) beräknat att utsläppen måste vara 1 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita och år. Genom att multiplicera utsläppsmålet med invånarantalet i varje land fås det nationella utsläppsmålet. Det betyder att Sveriges nationella utsläpp måste minska med nära 90 % till 2050 jämfört med 1990 och att EU måste minska med drygt 90 % (Azar & Johansson u.å.). Om tvågradersmålet ska uppfyllas finns beräkningar som istället tyder på att utsläppen bör konvergera mot 2 ton/capita och år till 2050 (Johansson 2012, pers. kontakt), med en beräknad befolkning på 10 miljarder 2050, vilket gör att Sverige måste minska sina utsläpp med drygt 70 % till 2050 jämfört med 1990

(Naturvårdsverket 2012a). 400 ppmv är den stabiliseringsnivå som halten CO<sub>2</sub>-ekv i atmosfären måste stanna på för att tvågradersmålet ska kunna uppnås. Osäkerheterna är stora och den nivå som många forskare tidigare trodde på var 450 ppmv, så att de nu kommit fram till 400 ppmv är inte nödvändigtvis något slutligt mål (Naturvårdsverket, 2011). För att nå en stabiliseringsnivå av CO<sub>2</sub>-ekv i atmosfären på 400 ppmv måste Sverige till 2050 minska sina utsläpp med 70-85 %, där spannet beror på användningen av olika fördelningsmodeller. Generellt spelar inte fördelningsmodellen någon större roll för Sverige, liksom för de flesta industrialiserade länderna, men en fördelningsmodell utmärker sig jämfört med de andra och det är den som gör att Sverige kan behöva minska utsläppen ända upp till 85 %. Modellen lägger nästan inga minskningskrav alls på utvecklingsländerna och det gör att ansvaret för att minska de globala utsläppen blir större för industriländerna. Att ansvaret läggs på industriländerna beror på att utvecklingsländerna anses ha samma rätt till utveckling som industriländerna en gång har haft, vilket är det som är den största orsaken till att koldioxidhalten i atmosfären är så pass hög som den är idag. Andra fördelningsmodeller går på historiska utsläpp. De länder som redan bidragit till stor del av de kumulativa utsläppen får ett mindre utsläppsutrymme än vad länder som inte har släppt ut lika stora mängder gjort. En annan metod är att den procentuella minskningen är lika för alla länder utifrån utsläpp per BNP. Metoderna för att dela upp den globala utsläppsminskningen skiljer sig som synes åt. I en del ingår alla länder och i andra är det främst industriländerna som får bindande utsläppsmål. En del tar hänsyn till utvecklingsländernas behov av utveckling, precis som industriländerna haft, och de får därmed inte krav förrän de uppnått en viss nivå, t.ex. utsläpp per BNP (Miljövårdsberedningen 2007).

### **3.4 EU:S KLIMATARBETE**

Europa 2020 är EU:s tillväxtstrategi fram till 2020 och syftar till en smart och hållbar tillväxt. Det finns fem huvudmål där ett rör klimat och energi. Målet innebär att medlemsstaterna ska minska utsläppen av växthusgaser med 20 % jämfört med 1990, öka energieffektiviseringen med 20 % och att andelen förnybara energikällor i EU:s energimix ska utgöra 20 %. Detta ska vara uppfyllt senast år 2020 (Europeiska kommissionen 2011b).

För att göra sin del för att uppnå tvågradersmålet måste EU minska sina utsläpp med 80-95 % till 2050. EU kommissionen har med anledning av detta tagit fram ”Färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppsnått samhälle 2050” (KOM (2011) 112) där EU:s mål och strategier presenteras för att uppnå målet. Färdplanen grundar sig på framförallt två modeller, där den ena förklaras mer ingående i avsnitt 3.5. I det här avsnittet med tillhörande delavsnitt presenteras innehållet i kommissionens rapport. EU kommissionen (2011a) är referens till avsnitt 3.4, om inget annat anges.

För att kunna minska EU:s inhemska utsläpp av växthusgaser med 80 % har kommissionen gjort en modelleringsanalys med ett antal scenarier som alla når upp till det satta målet. Hur stora utsläppsminskningarna måste vara i respektive sektor redovisas i tabell 2 för åren 2030 och måläret 2050.

**Tabell 2:** Minskade utsläpp av växthusgaser inom EU till 2005 och prognostiserade utsläppsminskningar till 2030 respektive till 2050 jämfört med 1990 (Europeiska kommissionen 2011).

	<b>Förändring av utsläpp jämfört 1990 [%]</b>		
	<b>2005</b>	<b>2030</b>	<b>2050</b>
Energi	-7	-54 till -68	-93 till -99
Transport exkl. sjöfart	30	20 till -9	-54 till -67
Bostäder & service	-12	-37 till -53	-88 till -91
Industri	-20	-34 till -40	-83 till -87
Jordbruk (ej CO <sub>2</sub> )	-20	-36 till -37	-42 till -49
Andra utsläpp utom CO <sub>2</sub>	-30	-72 till -73	-70 till -78
<b>Totalt</b>	<b>-7</b>	<b>-40 till -44</b>	<b>-79 till -82</b>

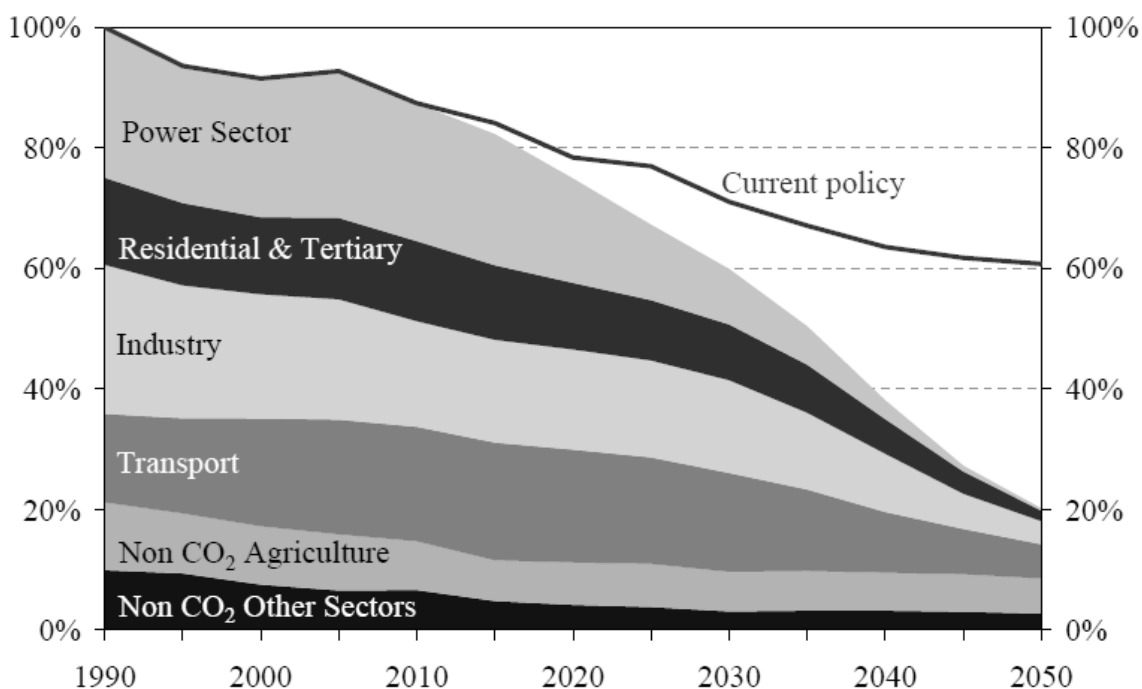
Analysen visar att en minskning med cirka 1 % årligen jämfört med 1990 fram till 2020 skulle vara kostnadseffektivt. Vidare skulle en minskning på 1,5 % fram till 2030 och 2 % årligen fram till 2050 vara kostnadseffektivt. Detta skulle ge en total minskning på 40 % till 2030 och 60 % till 2040, jämfört med 1990 års nivå, vilka kan ses som milstolpar. Analysen visar också att målet om att minska utsläppen av växthusgaser med 20 % till 2020 inte är kostnadseffektivt, minskningen bör istället vara 25 % för att inte minskningen längre fram i tiden ska behöva vara för stor.

För att EU ska kunna minska sina utsläpp med 80 % till 2050 bör varje medlemsland ta fram en plan för att nationellt minska växthusgasutsläppen. För att få det så kostnadseffektivt som möjligt föreslår EU kommissionen några åtgärder som bör vidtas när de nationella strategierna tas fram: koldioxidsnåla energikällor, CCS (carbon capture and storage), smarta elnät, eldrivna fordon och hybridbilar. Andra åtgärder som kan spela stor roll är en ökad avfallsåtervinning eller andra resurseffektiva åtgärder och bättre avfallshantering. Kommissionen konstaterar också att för att öka vår möjlighet att begränsa och anpassa oss till klimatförändringarna krävs mer forskning om nya tekniker.

Förutom den uppenbara fördelen med ett koldioxidsnålt samhälle, att minska utsläppen av växthusgaser, finns andra fördelar. Kostnader för energi sänks och beroendet av fossila bränslen minskar drastiskt vilket minskar risken för att påverkas av fluktuerande priser på fossila bränslen. En annan viktig fördel är att det skapas nya arbetstillfällen främst på kort och medellång sikt i och med att nya energitekniker växer fram och det skapar jobb inom byggbranschen när stora förändringar sker inom det området. Forskningsområdet är också ett område som skapar mycket nya jobb när samhället ska ställa om. Fördelar finns också i luftkvalitet som kommer att förbättras avsevärt. Fördelarna med det är att människors hälsa bli bättre, dödligheten minskar och antalet sjukvårdsbesök minskar. De här effekterna av en koldioxidsnål ekonomi beräknas spara åtskilliga miljarder euro fram till 2050.

De nationella insatser som EU gör för att få bukt med klimatförändringarna räcker inte. Det är ett internationellt problem och det krävs internationellt samarbete för att få ett hållbart samhälle. Europa 2020-strategin är en del i ett samarbete för att enas inom EU. EU har med sin nationellt ambitiösa klimatpolitik påverkat andra länder till att engagera

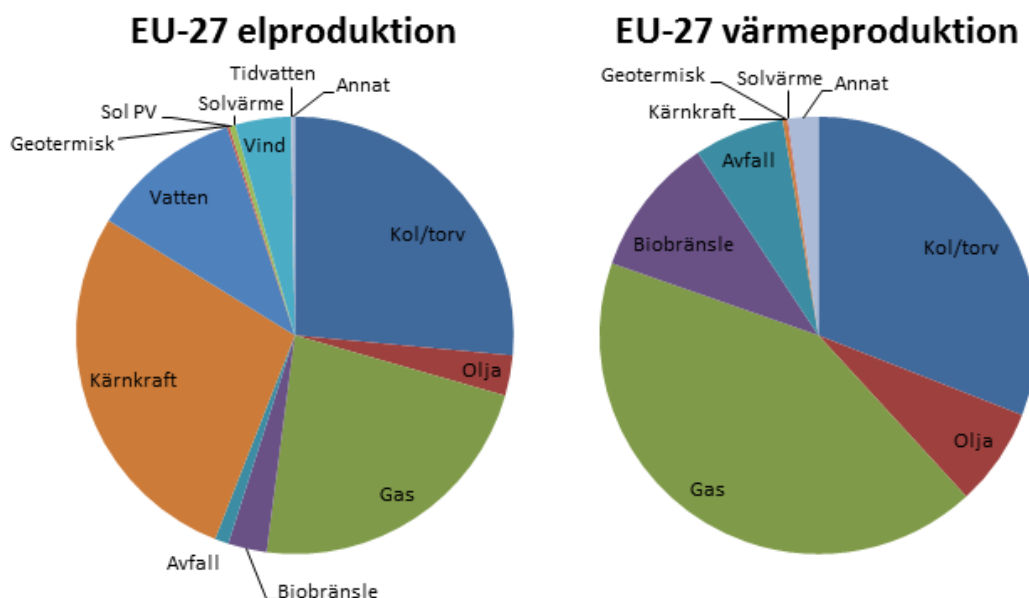
sig i frågan och måste fortsätta med det för att världens utsläpp av växthusgaser ska minska. Figur 3 visar hur stora utsläppsminskningarna i EU borde vara fram till 2050, totalt och sektor för sektor.



**Figur 3:** EU:s väg mot 80 % reducering av växthusgasutsläppen samt varje sektors bidrag. Linjen visar hur stor minskningen blir med dagens EU-politik (Europeiska kommissionen 2011).

### 3.4.1 Energisektorn

Totalt producerade EU-27, 27 medlemsländer i EU, 2009 drygt 3,2 miljarder GWh el och drygt 2,4 miljarder TJ värme. Hur produktionen av el och värme fördelas över olika energibärare ses i figur 4 och i bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 4:** EU-27:s totala elproduktion respektive värmeproduktion 2009 uppdelade på energibärare.



El är en viktig del i framtidens energisektor och växthusgasutsläppen kommer nästintill att vara nere på en nollnivå till 2050. Detta beror på att andelen koldioxidsnål teknik kommer att öka från dagens 45 % till nära 100 % 2050. För att det ska uppnås krävs att tekniker som finns idag byggs ut, som t.ex. solceller som med tiden kommer att bli mer konkurrenskraftigt allteftersom tekniken blir billigare. För att få en stor leveranssäkerhet krävs stora investeringar i så kallade smarta nät i hela Europa. Detta för att de ska fungera för en ojämn effekt som många förnybara källor har. Elen kan komma att ersätta både fossila bränslen i transportsektorn och fossila bränslen i uppvärmningssektorn. I dessa två sektorer kommer elanvändningen att öka men i och med en effektivitetsförbättring så kommer den totala elanvändningen att öka i samma takt som idag.

### **3.4.2 Transportsektorn**

El är en viktig del även i transportsektorn men det krävs också en rad andra åtgärder för att minska sektorns allt mer ökande utsläpp. I ett första steg, fram till 2025, kommer en ökad bränsleeffektivitet att vara en stor del i minskningen. För att ytterligare minska utsläppsnivån till 2050 nämns avgifter, smart stadsplanering och bättre allmänna transporter som möjliga åtgärder. Biobränslen ses som en möjlig lösning för främst tunga lastbilar och flyget. Om inte övergången till el sker i stor skala måste biobränsleanvändningen dock öka totalt i transportsektorn. Kommissionen menar att en ökad användning av biobränslen skulle leda till större fokus på biologisk mångfald och miljön i stort och samtidigt minska fokuset på minskade växthusgasutsläpp inom transportsektorn. Det är därför viktigt att utveckla andra generationens biobränslen. Åtgärder i den här sektorn skapar inte bara fördelar för klimatet, de ger också bättre luftkvalitet och andra hälsofördelar, de minskar vårt beroende av fossila bränslen och stärker EU:s fordonsindustris konkurrenskraft.

### **3.4.3 Bostads- och servicesektorn**

Genom att skapa en bättre energiprestanda för byggnader fås en billig möjlighet att minska utsläppen, dessutom på kort sikt. Kommissionens analyser visar att en minskning på 90 % till 2050 är fullt möjlig. Detta sätter press på det redan uppsatta målet att alla nya byggnader som byggs efter 2021 ska vara nära nollenergibyggnader. För att uppnå målet krävs strängare krav och regler på energiprestanda, något som en del länder redan har infört. För att ytterligare trycka på utvecklingen har EU beslutat att alla medlemsstater bör ställa krav på energieffektivitet vid offentlig upphandling av offentliga byggnader och tjänster med start i år, 2012. De befintliga byggnaderna är en stor utmaning och kräver renoveringar för att bli mer energieffektiva. Den stora utmaningen ligger i hur finansieringen ska gå till. Ett flertal medlemsländer har redan infört så kallade smarta finansieringssystem, t.ex. används fördelaktiga räntesatser som gynnar den privata sektorns investeringar i de mest effektiva byggnadslösningarna. För att få så klimatsmarta hus som möjligt krävs att fler finansieringsmodeller utvecklas. När energianvändningen går mot låga klimatgasutsläpp genom bland annat förnybar energi och värmepumpar gynnas människors hälsa och konsumenter skyddas mot stigande priser på fossila bränslen.

#### **3.4.4 Industrisektorn**

Industrisektorns minskning fram till 2050 ligger mellan 80 och 90 %. För att minska utsläppen krävs mer avancerade processer, bättre avfallshantering och rening av andra ämnen än CO<sub>2</sub>. En annan viktig del i minskningen är CCS, i stor skala efter 2035. Investeringar i CCS skulle årligen uppgå till åtskilliga miljarder euro. Industrisektorn är starkt beroende av dess konkurrenskraft och ständig övervakning och analys krävs för att inte klimatåtgärderna ska försvaga den europeiska industrin på världsmarknaden. Om priserna i Europa blir för dyra relativt andra delar av världen finns risk för koldioxidläckage, alltså att produktionen flyttar till andra länder vilket inte minskar utsläppen utan bara förflyttar dem vilket inte är en lösning på ett globalt problem. Risken för koldioxidläckage är något som måste hanteras.

#### **3.4.5 Jordbrukssektorn**

Analysen som kommissionen redovisar visar att andra utsläpp än CO<sub>2</sub> kan minska med mellan 40 och 50 % i jordbrukssektorn jämfört med 1990. Effektiv användning av gödselmedel, biogasframställning av organiskt gödsel och förbättrad hantering av stallgödsel nämns som några åtgärder. Bättre djurfoder, lokal diversifiering, förbättrad produktivitet inom djuruppfödning och ett maximalt utnyttjande av ett storskaligt lantbruk är andra viktiga åtgärder för att få till en minskning i jordbrukssektorn. En möjlighet att minska de globala utsläppen är att binda CO<sub>2</sub> i marken. Detta kan ske om åtgärder för marker vidtas, som t.ex. våtmarker och torvmarker, och om risken för erosion minskar. Skogarna kan på samma sätt ta upp kol genom att vi låter dem växa. Sektorn ger också goda möjligheter för bioenergi och råvaror till vissa industrier, vilket minskar användningen av fossila bränslen. Jordbrukssektorn beräknas stå för en tredjedel av EU:s utsläpp 2050 vilket är en betydligt större del än idag. Det är därför viktigt att minskningen i sektorn blir så pass stor som beräknat annars måste andra sektorer minska sina utsläpp ännu mer vilket innebär stora kostnader. Sektorn bedöms vara en viktig del i framtidens klimatpolitik eftersom den beräknas utgöra en så pass stor del av de totala utsläppen. Precis som industrisektorn föreligger det en risk för koldioxidläckage inom jordbrukssektorn.

### **3.5 EU:S MODELL**

EU:s färdplan till en utsläppssnål ekonomi är resultatet av två modeller, PRIMES och GAINS, som täcker EU:s utveckling och energisystem. Båda modellerna är energiekonomiska optimerings- och simuleringsmodeller (Naturvårdsverket 2012a). Här har jag valt att presenteras PRIMES lite närmre.

PRIMES är en energimodell som sträcker sig till 2050 och simulerar fram en jämvikt mellan energiproduktion och efterfrågan där resultatet visas land för land. Den innehåller information om fem sektorer; bostad, service, industri, transport och jordbruk. De energibärare som idag är kända är med i modellen, allt från fossila bränslen till förnybara bränslen, totalt 26 energibärare. Modellen beskriver noggrant olika typer av transporttekniker, olika energiproduktionstekniker och reningstekniker. CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, kväveoxider (NO<sub>x</sub>), svaveloxid (SO<sub>2</sub>), lättflyktiga organiska föreningar (VOC) och partiklar (PM) är de emissioner som modellen räknar med. Alla 27

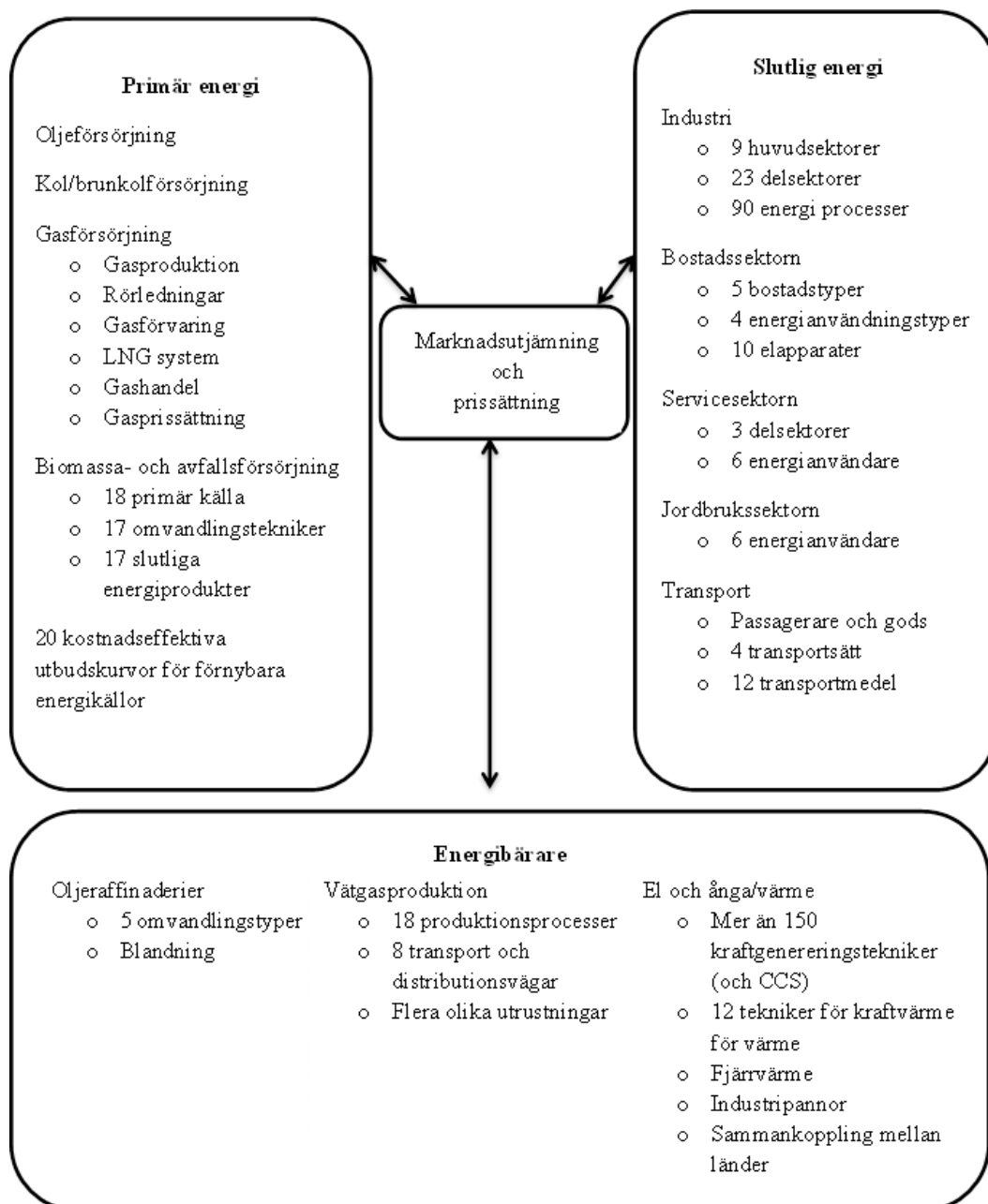
medlemsländer är med i modellen plus kandidatländer och grannländer. Modellen består av delmodeller som simulerar beteendet hos en energiproducent och/eller hos en energianvändare. PRIMES modelleras separat för varje sektor efter vad som är bäst för den enskilda aktören vilket gör att det efterliknar verkligheten i större grad än vad andra modeller gör som optimerar över hela systemet. Modellen används för åren 1990 – 2050 med steg om 5 år vilket är en stor skillnad mot andra optimeringsmodeller som beräknar tillgång och efterfrågan för hela perioden. De första fyra femårsperioderna, 1990, 1995, 2000, 2005, kalibreras mot Eurostat, som är en databas som innehåller information om bl.a. energipriser, befolkningens mängd och emissionsfaktorer. Eurostat är en av de databaser som används för att få indata till modellen, andra modeller innehåller information om t.ex. nätninfrastruktur. Det som stoppas in i modellen är bl.a. BNP, ekonomisk aktivitet per sektor, skatter, bidrag och gas och elnätets infrastruktur. För att modellera fram resultat för perioder efter 2005 startar modellen med att hitta en funktion mellan efterfrågan och pris vilket görs genom en energiprognosmodell. Därefter hittas en balans mellan tillgång och efterfrågan genom energiförsörjningsmodeller. Genom en finans- och prismodell tas en funktion mellan pris och tillgång fram. Modellen tar hänsyn till de konkurrensregler som finns och till de regleringar som antas finnas. I ett sista steg görs iterationer på priset tills en jämvikt uppnås. Det resultat som kommer ut från modellen är uppdelade per land och på de tidsperioder om fem år som nämndes ovan. Resultatet följer även Eurostats redovisningar vilket gör att det blir enkelt att jämföra med tidigare år. Exempel på utdata från PRIMES är följande (E3Mlab u.å.):

- Energibalans
- Balans för el och värme/ånga
- Produktion av nya bränslen
- Vilka fordon som används och transportaktiviteten
- Energikostnader, priser och investeringar
- Utsläpp av växthusgaser och andra luftföroreningar
- Utvärdering av politiska åtgärder

Modellen för efterfrågan på energi är uppdelad i delsektorer som i sin tur är uppdelade på energianvändare. De tekniker som används verkar på energianvändningsnivån och använder redan köpta energiformer. För varje sektor finns en beslutsfattande agent som optimerar resultatet för just den aktuella sektorn. Hur resultatet optimeras styrs av bl.a. skatter och energieffektivitet. Modellen utvärderar regelbundet potentialen för nya tekniker. Industrisektorn är en av dessa delsektorer och består i sig av nio olika delsektorer där järn och stålindustrin är ett exempel. Energianvändningen inom sektorerna består av olika användningsområden t.ex. produktion av aluminium. För att producera energi till användningsområdena används olika energiprosesstekniker där luftkompressorn är ett sätt. För att de här teknikerna ska kunna leverera energi används olika bränslen. De här många indelningarna i delsektorer gör att man får en mix av olika tekniker och bränslen och inte blir låst vid en viss teknik för ett visst ändamål och är en av orsakerna till att den är bra anpassad till verkligheten. Tjänstesektorn är en annan

delsektor i PRIMES och består av servicesektorn och jordbrukssektorn. Servicesektorn består av tre delsektorer, marknadsservice, handel och public service. De tre servicesektorerna och jordbrukssektorn delas upp i energianvändningsområden vilka t.ex. kan vara växthus eller belysning. Energianvändningsområden har sedan delats upp på energitekniker vilka exempelvis kan vara eluppvärmning eller fjärrvärme. Bostadssektorn är uppdelad på bostäder och elanvändning. Bostäderna delas upp efter uppvärmningsteknik som är fem till antalet, en bostad kan t.ex. vara kopplad till fjärrvärmenätet eller till största del använda el för uppvärmning. Både elanvändningen och de olika uppvärmningsteknikerna delas upp på energianvändningsområden. För bostäder kan det t.ex. vara matlagning och för elanvändningen kan det vara diskmaskin. Modellen räknar med både tekniska och beteendemässiga delar. Inom transportsektorn är modellen uppdelad på persontransport och godstransport och det finns flera olika typer av transportsätt så som väg, järnväg och flyg vilka är de första delsektorerna. Teknikerna för att t.ex. transporteras på väg är flera stycken i modellen och går under kategorin energitekniker. Varje energiteknik är kopplad till en viss energimängd. När modellen beräknar transportbehovet tar den hänsyn till mänskliga beteenden precis som den gör för bostadssektorn (E3Mlab u.å.).

Alla de delmodeller som hittills tagits upp, de för energianvändningsdelen av PRIMES, samverkar med produktionsdelen av PRIMES för att få en energibalans som är så verklighetstrogen som möjligt där pris sätts efter produktion och efterfrågan. Gasproduktion, biomassaproduktion, raffinaderier, transportsektorn och väteproduktion är områden som modelleras i fristående delmodeller men som även de samverkar med huvudmodellen i PRIMES. Figur 5 visar hur PRIMES hänger ihop (E3Mlab u.å.).



**Figur 5:** PRIMES modellstruktur (efter E3Mlab u.å.).

Gasproduktionsmodellen i PRIMES är en av de delmodeller som producerar energi. Modellen täcker hela Europa och Asien och den globala LNG-marknaden (flytande naturgas). Modellen sätter ett pris på gas genom att studera tillgången på gas, infrastrukturen för gas och konkurrensen om gas på den europeiska och asiatiska marknaden. Efterfrågan på gas tas från sektorerna som använder gas, alltså de industrier, bostäder mm som togs upp ovan. Modellen hittar sedan en balans mellan efterfrågan och produktion vilket ger ett pris på gas (E3Mlab u.å.).

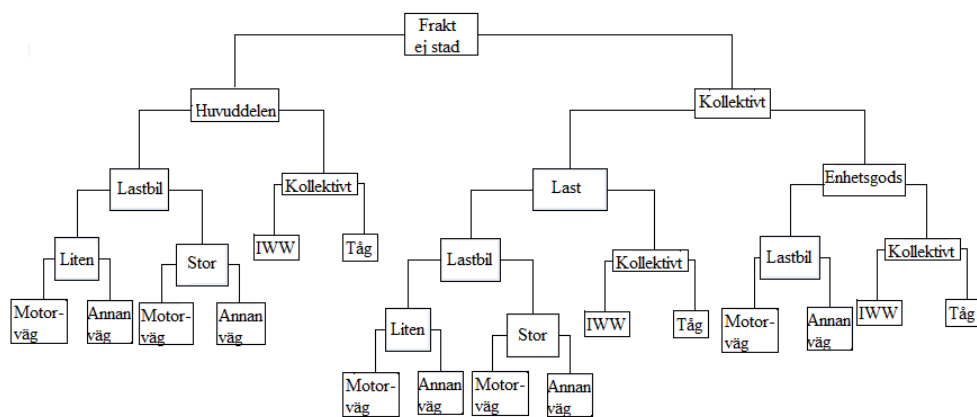
Modellen för produktion av biomassa är en ekonomisk modell som beräknar den optimala användningen av biomassa och avfall. Modellen har delats upp på energigrödor, skog, vattenbiomassa och avfall. I sin helhet består modellen av 13 olika

typer av biomassaprodukter uppdelade på fast, flytande och gas där pellets, bioetanol respektive biogas är exempel på produkter (E3Mlab u.å.).

För att beräkna framtidens petroleumpris, raffinaderiaktivitet och kapacitetexpansion så används en modell för petroleumproduktion. Modellen samverkar med huvudmodellen PRIMES för att hitta en balans mellan efterfrågan och produktion. Priset på petroleum för slutanvändaren sätts som en funktion av marginalkostnaden plus priset för transport, distribution och skatter (E3Mlab u.å.).

Modellen för produktion av väte består av ett antal olika tekniker. För lagring av väte inom fordonsindustrin finns två alternativ, ett där väte är i flytande form och ett där det är i gasform. Infrastrukturen för dessa båda alternativ ser olika ut varför alternativen i modellen konkurrerar med varandra. De många alternativ som finns i modellen ger fem nya fordonsalternativ som alla drivs med väte. Alla dessa konkurrerar med andra typer av fordon som drivs av andra drivmedel. Vilken fordonstyp som väljs baseras på kostanden per fordonskilometer och varje år görs prövningen igen då nya bilar måste komma in på marknaden för att tillgodose den ökande transportaktiviteten. Väte används också till produktion av el och värme. Varje år beräknas hur stora investeringar som läggs på utvecklingen av ny vätgas (E3Mlab u.å.).

Modellen för transportsektorn är mycket mer detaljerad än den delmodell som ingår i huvudmodellen PRIMES, dessutom är valen fler. Transportmodellen kan både användas tillsammans med PRIMES, och då ingå i energibalansen genom iterationer, och som en egen modell för transportsektorn. Modellen består av två huvuddelar: en transportbehovsdel och en teknikvaldsdel som interagerar med varandra. För att beräkna vilken teknik som kommer att användas tas hänsyn både till kostnader och användbarhet. För att beräkna transportbehovet löses ett nyttomaximeringsproblem för privat transport och genom en kostandsminimeringsproblem för företag. Valen för både privat transport och transport inom företag har flera olika val att välja mellan. Privat transport kan t.ex. välja mellan kollektivt resande eller i eget fordon därefter följer ett antal olika val beroende på vilket det föregående svaret blev. För företag är valen om än möjligt ännu fler. I figur 6 ses ett exempel på vilka valmöjligheter som finns för företag i transportmodellen (E3Mlab u.å.).



**Figur 6:** Beslutsträd för företag i transportmodellen (efter E3Mlab u.å.).

## 4 RESULTAT FÄRDPLANSARBETET

Här presenteras resultatet av de studier som har gjorts för de åtta länderna. Resultatet presenteras land för land. Varje lands färdplan har i sin tur delats upp på fem eller sex sektorer som presenteras var för sig. Kapitlet inleds med Sveriges klimatpolitik och därefter presenteras en samlad bedömning av vad branschorganisationer, myndigheter, miljöorganisationer och andra företag har för scenarier och utvecklingsriktning för Sverige. Detta eftersom Sveriges färdplan ännu ej är klar.

En färdplan, *road map* på engelska, har inte en viss mall som måste följas. En färdplan kan därför se olika ut för olika länder och det är ibland oklart om ett land har en officiell färdplan eller inte. De färdplaner som valts att analyseras varierar därmed i innehåll och kvalitet. Gemensamt för alla färdplaner är dock att det endast är produktionsperspektivet som tas hänsyn till, inte konsumtionsperspektivet. Produktionsperspektivet räknar endast med de utsläpp som genereras inom landets gränser. Konsumtionsperspektivet räknar in de nationella utsläppen minus exporten men lägger istället till importen, produkter som vi konsumerar men som genererar utsläpp i andra länder. Dessa två perspektiv kan skilja sig relativt mycket åt då t.ex. Sveriges 2003 släppte ut 10 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita ur ett konsumtionsperspektiv vilket är 25 % mer än ur ett produktionsperspektiv (Naturvårdsverket 2012c).

### 4.1 SVERIGES KLIMATPOLITIK

Regeringens proposition *En sammanhållen klimat och energipolitik* (2008/09:162) godkändes i riksdagen under 2009 och är den nu gällande klimatpolitiken.

Propositionen innehåller mål för Sverige fram till 2020 när det gäller utsläpp av växthusgaser. Den innehåller också en vision fram till 2050 som säger att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av CO<sub>2</sub> eller andra växthusgaser år 2050 (2008/09:162).

Som en del i Sveriges miljöarbete har regeringen tagit fram miljö kvalitetsmål för 16 miljöområden. Miljö kvalitetsmålet begränsad klimatpåverkan syftar till att stabilisera halten av växthusgaser i atmosfären för att begränsa klimatförändringarna. Ett förändrat klimat påverkar andra miljö mål som t.ex. hav i balans samt levande kust och skärgård. För att nå miljö målet om begränsad klimatpåverkan har riksdagen satt upp två delmål. Mellan 2008 och 2012 ska utsläppen i genomsnitt vara 4 % lägre än 1990 års nivå för de totala utsläppen i Sverige (Miljömålsportalen 2011), jämfört med plus 4 % som är Sveriges åtagande i Kyotoprotokollet (Naturvårdsverket 2012d). Fram till 2020 ska utsläppen ha minskat med 40 % för de verksamheter som inte ingår i handeln med utsläppsrätter. De verksamheter som inte ingår är t.ex. transportsektorn och enskild uppvärmning av byggnader. I det andra delmålet får de två flexibla mekanismerna CDM och JI räknas med men inte i det första delmålet. Inget av målen får räknas med kolsänkan som en utsläppsminskning. Det första målet uppnås med god marginal. Det andra ser ut att kunna uppfyllas beroende på vad de styrmedel som är beslutade om får för verkan (Naturvårdsverket 2012e).

För att följa EU:s råd om att ta fram en färdplan och för att uppnå målet om begränsad klimatpåverkan har Sveriges regering gett naturvårdsverket i uppdrag att ta fram

underlag till en färdplan för Sverige fram till 2050. Arbetet ska vara klart december 2012, men det kom i månadsskiftet januari/februari 2012 ut med delrapporten *Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050* (Naturvårdsverket 2012a).

#### 4.2 SVERIGES UTVECKLING TILL 2050

Det finns ett flertal aktörer i samhället som har åsikter om hur vi ska förändra samhället för att motverka klimatförändringarna och för att jordens medeltemperatur inte ska öka med mer än 2 °C. Dessa aktörer är allt från statliga myndigheter till enskilda organisationer. Några av de här aktörernas strategier och visioner om Sveriges utveckling presenteras här sektor för sektor.

Sveriges totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 60 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där transportsektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 3. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 3:** Sveriges utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	11,5	19,1
Transport	20,3	33,8
Bostad- & service	2	3,3
Industri	13,7	22,8
Jordbruk	10	16,6
Avfall	1,9	3,2

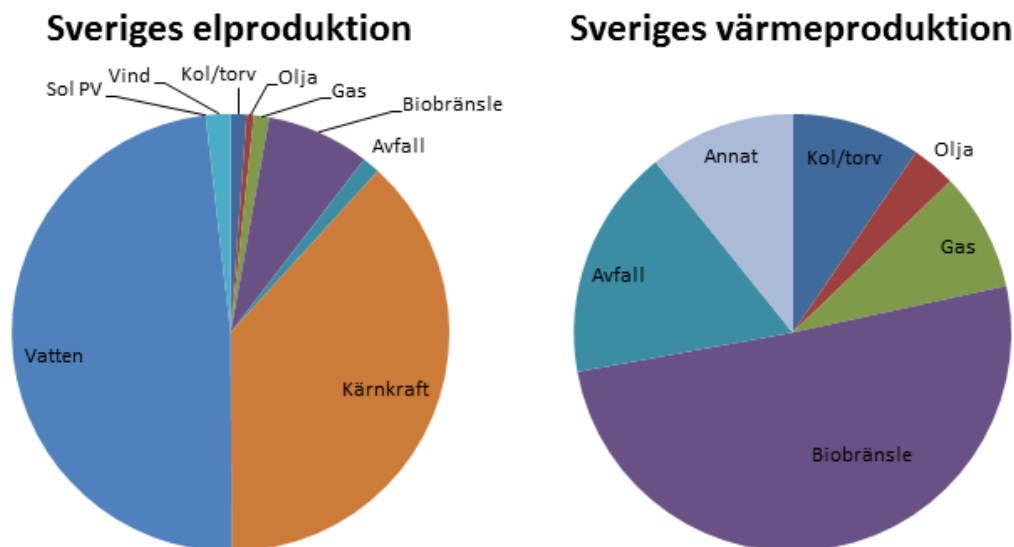
Svenska bioenergiföreningen, Svebio, menar att en minskning på 70-90 % är möjlig men att det för fossila bränslen även är möjligt att nå en nollnivå och att Sverige år 2050 bör basera all sin energiproduktion på förnybart (Andersson 2012). Annan forskning tyder på att nå en nollnivå i utsläpp till 2050 är möjligt men kostnaderna är för stora så det är inte troligt att så blir fallet. Att Sverige når en nära nollnivå till 2100 är däremot mer troligt, och också nödvändigt, då det ekonomiska läget blivit en fördel för ytterligare utsläppsminskningar med teknik som tidigare var för dyr (Profu 2010). Samtidigt menar IVA (2008) att genom att sätta en nollnivå som mål skapas goda förutsättningar för att minska utsläppen och de jämsätter det med Vägverkets nollvision om trafikolyckor. Att sätta en nollvision skapar möjlighet att hitta rätt lösningar och se var det krävs mer forskning.

För att gå mot ett klimatneutralt samhälle måste vi bryta de normer som finns idag. Vi måste ändra beteende och tankemönster. Det vi alltid har gjort kan vi inte fortsätta att göra (Khan 2011). En annan förutsättning för att Sverige ska lyckas med sin klimatpolitik är att världen hänger på. Sverige kan inte ensamt gå mot minskade utsläpp då Sveriges del i de totala utsläppen är mycket små men också p.g.a. konkurrensmässiga skäl (Profu 2010).



#### 4.2.1 Energisektorn

Totalt producerar Sverige 2009 nästan 137 000 GWh el och drygt 187 000 TJ värme. Energiproduktionen består framförallt av vattenkraft och kärnkraft vilket gör att elen är nästintill klimatneutral, hur produktionen av el och värme fördelas över olika energibärare ses i figur 7. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 7:** Sveriges totala elproduktion respektive värmeproduktion 2009, uppdelade på energibärare.

De åtgärder som nämns nedan går alla hand i hand och ingen av lösningarna kan ensamt leda till klimatneutralitet. Utöver de åtgärder som tas upp finns ytterligare en möjlig åtgärd för att minska utsläppen inom elproduktionen nämligen att använda CCS. Saxe m.fl. (2011) menar dock att detta är en teknik som länder med användning av mycket fossila bränslen i elproduktionen bör satsa på eftersom de har större incitament än Sverige som använder relativt lite fossila bränslen. BECCS (Bio Energy with Carbon Capture and Storage) är samma teknik som CCS men med den skillnaden att den används på biomassa. Eftersom växterna under många år tagit upp CO<sub>2</sub> ur atmosfären och att den sedan transporteras ned under marken gör att utsläppen blir negativa vilket får fördelar för klimatet både när användningen av fossila bränslen minskar och när CO<sub>2</sub> tas från atmosfären (Biorecro u.å.). BECCS på bioeldade kraftvärmeverk kräver dock höga priser på koldioxidutsläpp för att det ska vara lönsamt (Andersson 2012).

#### *Förnybar energi*

En ökad användning av förnybar energi behövs då elanvändningen i flera sektorer väntas öka, en stor produktion av el ger också möjligheter till export. För att öka andelen förnybara el är ekonomiska styrmedel och forskning bra tillvägagångssätt (Saxe m.fl. 2011). Förnybar el har en förmåga att variera i effekt vilket är en svårighet i arbetet mot bl.a. klimatneutral el. Det kräver flexibla system som kan anpassas för dag- och nattvariationer, säsongvariationer och tillfälliga variationer. För att komma till bukt med den sist nämnda variationsorsaken kan handel med utlandet vara en möjlig åtgärd, alltså export eller import av el. För att lösa variationerna i elproduktionen för de andra fallen ser Energimyndigheten (2011) tre möjligheter: ökad flexibel produktionskapacitet, ökad flexibilitet i användningen och ökad användning av

elenergilagring. Sverige ligger långt fram när det gäller forskning om biokraft, vattenkraft, solkraft och vågkraft. Sverige har goda kunskaper om vattenkraft och har under årens lopp både byggt nya och byggt om befintliga vattenkraftverk. Detta skapar goda förutsättningar för Sverige att exportera kunskapen då miljöhänsynen väntas öka och därmed utbyggnaden av vattenkraft globalt sätt. Ytterligare möjligheter för Sverige är att öka verkningsgraden i bikraftsanläggningar. De få kraftvärmeanläggningar som idag eldas med naturgas ska succesivt övergå till biogas. Vindkraften har i Sverige vuxit snabbt och det är, tack vare elcertifikatsystemet, lönsamma på land. Vindkraft ute till havs kräver mer ekonomiska styrmedel som stärker incitamenten att investera. Andra problem med vindkraften som måste lösas är vissa kommuners ovilja att planera för vindkraft och de protester som finns från närboende och intresseorganisationer.

Tillverkningen av solceller har under de senaste åren sjunkit kraftigt i pris vilket kan leda till att kostnaderna blir så låga att elcertifikatsystemet kan vara det enda som behövs för att investeringar i tekniken ska ta fart. Ändringar av befintliga lagar som inte direkt rör förnybar energi kan indirekt få konsekvenser för tekniken. Det gäller t.ex. vattenkraft som vid ändrad vattendom riskerar att få en minskad elproduktion till följd av ändrade vattenflöden (Saxe m.fl. 2011).

Användningen av biomassa kommer troligen att öka men uttaget från skogen får inte bli för stort då det inte är hållbart. Beroende på hur stor potentialen för biomassa antas vara varierar de andra energislagen. En stor andel biomassa kan minska behovet av t.ex. kärnkraft medan en liten mängd biomassa kan kräva större energieffektiviseringar för att utsläppen ska bli så små som nödvändigt. Den maximala potentialen för biobränslen från skogen är inte heller säkert att det gynnar minskade utsläpp då det försämrar kolsänkan. Det är också viktigt att den biomassa som produceras är yt- och resurseffektiv för att få största möjliga vinning. Vid odling av biomassa, t.ex. energiskog, kommer den att konkurrera med livsmedelsproduktionen vilket är viktigt att ta hänsyn till. För att få utvecklingen att gå mot mer biobränslen istället för användningen av fossila bränslen är styrmedel ett effektivt sätt. Idag beskattas t.ex. energiproduktion som genererar CO<sub>2</sub> vilket gynnar biobränslen och andra kolsnåla alternativ. Fördelen med de här generella styrmedlen, som inte riktar in sig på en enskild teknik, är att det inte blir en för stor press på biobränslen vilket skulle kunna öka priset på biomassa och till slut göra det oekonomiskt att använda. En annan fördel med att de inte riktar in sig på en enskild teknik är att en teknik som är bra idag kanske inte är bäst om 20 år och då hindrar inte de befintliga styrmedlen utvecklingen av ny teknik (Khan 2011). En ökad användning av biomassa, solenergi och geoenergi kommer troligen att ske i större skala först efter 2020, fram till dess kommer vind och vatten att vara de förnybara energislagen som fortsatt kommer att dominera (Greenpeace & EREC 2011).

Nya tekniker innebär alltid en osäkerhet i om de ska lyckas eller ej. För att främja utvecklingen av ny teknik krävs därför statligt stöd eller garantier som minskar investeringsrisken för de företag som väljer att satsa på ny teknik (Khan 2011).

### *Kärnkraft*

Kärnkraften är en omdiskuterad fråga och har så varit sedan 1970 när utbyggnaden av kärnkraft startade i Sverige. Kärnkraftsolyckan i Japan 2011, till följd av en jordbävning och efterföljande tsunami, satte fokus på kärnkraften (Saxe m.fl., 2011). Sveriges elproduktion består av en stor del kärnkraft och det skulle enligt Hedberg m.fl. (2011) krävas att Sverige bygger ut de orörda älvarna för att ersätta kärnkraften med vattenkraft. P.g.a. Sveriges goda förutsättningar för förnybar energi menar däremot Greenpeace och EREC, The European Renewable Energy Council, (2011) att Sverige redan till 2030 skulle kunna avveckla kärnkraften för att övergå till förnybara energislag och på så vis minska utsläppen med 95 % jämfört med 1990. Till 2050 skulle då Sveriges energiproduktion bestå av 100 % förnybar energi. Tillgången till förnybara energislag gör att det även kommer att vara ett mer kostnadseffektivt sätt jämfört med ett BAU-scenario. Om inte kärnkraften avvecklas skulle den hindra utvecklingen av förnybar energiteknik (Greenpeace & EREC 2011). Samtidigt är stålindustrin, liksom de flesta industrier, igång dygnet runt och året om och det kräver en stabil elproduktion. För att detta ska uppfyllas är det nödvändigt att kärnkraften behålls åtminstone till 2050 enligt Axelsson (2012) och Möller (2012). En utfasning av kärnkraften gör att elproduktionen minskar och utrymmet för export minskar. Om användningen av förnybar el inte är tillräckligt stor och om elanvändningen blir mycket stor finns t.o.m. risken att Sverige måste importera el (Saxe m.fl. 2011).

Kärnkraft har den fördelen att den gynnas av höjda koldioxidskatter (Saxe m.fl. 2011) eftersom utsläppen är mycket små (Vattenfall 2012). Saxe m.fl. (2011) menar att dåligt enade politiker gör kärnkraften osäker vilket i princip innebär en avveckling av kärnkraften. För att kärnkraften ska vara en del av framtidens energiförsörjning krävs enade politiker och en utveckling av den fjärde generationens kärnkraft. Den nya generationen använder restvärmen i reaktorerna på ett mer effektivt sätt och det omdiskuterade avfallet har en mycket kortare nedbrytningstid än i dagens kärnkraftverk (Saxe m.fl. 2011). I Naturvårdsverkets halvtidsrapport (2012a) konstateras att det finns ett antal olika scenarier för kärnkraftens framtid. En del spår att den helt kommer att ersättas med andra energikällor andra att det krävs import av el om den fasas ut. Vad Naturvårdsverket kommer att lägga fram som förslag till den svenska färdplanen när det gäller kärnkraften visar inte rapporten några tecken på.

### *Smarta nät*

Genom smarta nät skulle flexibiliteten i elnäten förbättras. Flexibla nät behövs om användningen av förnybara energikällor ska öka då många av dem är oregelbundna och ofta väderberoende. Smarta nät skapar förutsättningar för elenergilagring, för att bättre kunna anpassa produktion till efterfrågan, och ger bättre styrning av produktion och distribution. Smarta nät ska också göra det möjligt för elkunder att kunna styra sin elanvändning beroende på priset. För att det ska vara möjligt krävs att elförbrukningen mäts per timme och att elpriset varierar under dygnet. Sverige ligger relativt långt fram i forskningen när det gäller smarta nät men en stor fråga är vem som ska stå för investeringskostnaderna (Saxe m.fl. 2011).

### *El och elnätet*

Nordisk el beräknas bli emissionsfri till 2020 och europeisk el till 2050. När elen är så pass klimatvänlig passar det bra att den används i större skala för energibehov i transportsektorn, industrisektorn och att den får större utrymme i energisektorn. Den fjärrvärme som i allt större mängd förser Sveriges hushåll med värme ska vi emellertid inte räkna bort. Den har en stor potential att även den bli helt emissionsfri med hjälp av t.ex. biobränslen och kommer att spela en stor roll i omställningen mot minskade utsläpp (Profu 2010).

Sveriges elnät, stamnät, regionnät och lokalnät, är som äldst 60 år och det krävs viss ombyggnad för att underhålla näten. Sverige importerar och exporterar framförallt el från den nordiska marknaden och har därför kablar kopplade till den. Kablar till Tyskland och Polen finns också för att bedriva elhandel med de icke nordiska länderna. Förankringen till Europa gör att Sverige kan exportera koldioxidsnål el och på så sätt bidra till minskade emissioner även utanför landets gränser (Saxe m.fl. 2011). På längre sikt kan solkraft komma att reglera svensk vattenkraft genom kablar från södra Europa på samma sätt som el från vattenkraft i norr har försett södra Sverige med el (IVA 2008). Att införa en gemensam EU-finansiering är nödvändig för att lösa problemet med kostnader (Saxe m.fl. 2011).

### *Effektiviseringar*

Effektiviseringar i både produktion och användning av energi är en viktig del i arbetet med utsläppsminskningarna. Sverige har som mål att till 2020 minska energianvändningen per BNP med 20 %. För att få till en effektivisering i energisektorn krävs styrmedel, t.ex. skatter för energi och CO<sub>2</sub>. En annan del i effektiviseringen består i att minska förlusterna vid överföring från produktion till kund och minska förluster vid produktion i t.ex. kraftvärmeverk. En del på vägen mot energieffektivitet är den energimärkning som börjar synas i samhället, t.ex. för energisnåla bostäder (Saxe m.fl. 2011). En energieffektivisering efter det att elproduktionen blivit klimatneutral gör ingen skillnad för klimatet men kan såklart spela roll ur andra synvinklar. Effektiviseringar är därför viktigt redan nu som en del i åtgärderna för minskade växthusgasemissioner (Profu 2010).

#### **4.2.2 Transportsektorn**

Regeringen målar i sin proposition (2008/09:162) upp en målbild för Sveriges transportsektor fram till 2030: ”År 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.” Detta innebär enligt Sköldberg m.fl. (2010):

”Då skall vi ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränsle fria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala.”

För Trafikverket (2012) innebär målet om en fossiloberoende fordonsflotta till 2030 respektive målet om noll nettoutsläpp av växthusgaser till 2050 följande:

”Fossiloberoende fordonsflotta till 2030. Av Trafikverket tolkat som åtminstone 80 procent lägre användning av fossil energi till vägtransporter 2030 jämfört med 2004.”

”Transportsektorn ska bidra till det nationella miljö kvalitetsmålet för begränsad klimatpåverkan. Visionen om att Sverige inte ska ha några nettoutsläpp av klimatgaser 2050 innebär även att transportsektorn utsläpp bör vara nära noll.”

Målet är enligt Sköldberg m.fl. (2010) möjligt att nå genom åtgärderna som nämns nedan. Utsläppen från personbilar antas kunna vara noll år 2030 medan tung trafik fortfarande kommer att släppa ut växthusgaser men i mindre utsträckning än idag.

#### *Minskat transportbehov*

För att minska den fossila användningen i transportsektorn utgör ett minskat transportbehov en del av lösningen (Sköldberg m.fl. 2010). Trafikverket (2012) menar till och med att det är nödvändigt att behovet av transport minskar eftersom tekniken inte räcker till för att minska utsläppen i den omfattning som krävs. Om den privata bilen får stå och man istället väljer att gå, cykla eller åka kollektivt finns det också andra fördelar än att minska effekten på klimatet. Det ger mindre buller, lägre halter av luftföroreningar, en säkrare trafikmiljö, mindre trängsel, förutsättningar för förbättrad kollektivtrafik, jämställdheten ökar och den sociala interaktionen lika så (Trafikverket 2012). En samhällsstruktur som bygger tätare med sammanbindande gång och cykelvägar skapar förutsättningar för ett minskat transportbehov (Sköldberg m.fl. 2010). Ett minskat transportbehov kan också skapas genom industrisektorns minskade transportbehov av bränslen. Det gäller framförallt gasformiga bränslen som istället för att transporteras på vägar kan transporteras i ledningar fram till industrierna (Axelsson 2012). Effektivare ruttplanering och större farkoster tillsammans med fullastade lastbilar, tåg och fartyg minskar transportbehovet för godstransporter (Khan 2011).

#### *Transportbyte*

För att uppnå ett byte av transportslag krävs stora satsningar på kollektivtrafiken för att människor ska lämna bilen hemma och istället ta bussen eller tåget. Det behövs bl.a. tätare turer, enklare biljettsystem och utbyggnad av det kollektiva trafiknätet. Tillsammans med de här krävs åtgärder för att göra det svårare att ta bilen som t.ex. trängselskatter och höjda parkeringsavgifter. Cykel och gångvägar ska göra det lättare för människor att ta sig kortare sträckor gående eller på cykel. Det bör också finnas pendelparkeringar och möjlighet att ta med cykel på bussar och tåg för att resandet med bil ska minska och för att alternativen ska bli smidigare (Sköldberg m.fl. 2010). Godstransporter som idag sker på vägar bör flytta över till järnvägar för att öka effektiviteten och minska utsläppen av växthusgaser (Greenpeace & EREC 2011).

#### *Effektivitet*

Många studier tyder på att efterfrågan på energi inom transportsektorn kommer att minska i framtiden, Greenpeace och EREC (2011) har gjort beräkningar där energibehovet minskar med 35 %. Om energibehovet minskar, minskar också bränsleåtgången. Därför krävs effektivare bilar och energieffektiva bränslen. Minskad vikt på bilar, bättre underhåll av motorer, minskad friktion och grönare körning är åtgärder som skulle kunna vara lösningar (Sköldberg m.fl. 2010).

### *Bränslebyte*

Fossilbränsleanvändningen måste minska kraftigt och bytas ut mot el och biobränslen. Den fossila användningen kommer dock inte att nå 100 % minskning p.g.a. att flyg och tunga lastbilar troligen även 2030 kommer att vara beroende av fossila bränslen (Sköldberg m.fl. 2010). Flyget kan minska sina utsläpp med 40 % till 2030, jämfört med 2005, om andra generationens biobränslen används. Sjöfarten är svår att reglera då det kräver internationella överenskommelser som gynnar klimatsmarta bränslen (IVA 2008).

El är en stor del av framtidens bränslen inom transportsektorn. Det är främst lättare transportslag som väntas använda el, som t.ex. personbilar, motorcyklar och lätta lastbilar. Elanvändningen spås däremot inte att öka så kraftigt beroende på att effektiviteten kommer att vara så pass mycket större, en bil kan minska energibehovet med upp till 60-70 %. Andra lösningar är biogas, byte från bensin till diesel och biobränslen, så som etanol och FAME. Under en period är det nödvändigt att det finns möjlighet att återgå till fossila bränslen för att omställningen inte ska bli för dyr under tiden då nya bränslen utvecklas (Sköldberg m.fl. 2010, Profu 2010).

Tillgången till biobränslen finns inom Sveriges gränser, främst skog då jordbruksmarkerna till stor del behövs till livsmedelsproduktion. Det är dock inget hinder att Sverige skulle kunna importera drivmedel från EU. Sveriges behov är relativt litet och det är inga stora mängder som behövs. När även EU övergår till biobränslen blir trycket högre. Regeringens mål att ha en fossiloberoende transportsektor 2030 ligger nära i tiden och trycket på biobränslen är stort för att nå upp till målet. Därför krävs väl genomtänkta åtgärder där försiktighet och beaktande av miljö och livsmedelsproduktion är viktiga delar (Sköldberg m.fl., 2010). Ett byte till biobränslen är inget problem tekniskt då bränslet har många likheter med dagens fossila bränslen. Det som kan skapa problem är konkurrensen mellan olika sektorer, så gott som alla sektorer planerar för att använda biobränslen i större utsträckning vilket kan öka priserna. För att undvika konkurrensen är el och vätgas bra alternativ (Khan 2011). Men ett samarbete mellan alla sektorer måste ske när det gäller användningen av biobränslen (Axelsson 2012, Möller 2012).

För att utvecklingen ska gå mot mer miljövänlig teknik kan höjda skatter på fossila drivmedel vara ett alternativ. En höjning av koldioxidskatten ger förutom anledning att övergå till mer miljövänlig teknik också investeringspengar. En skatt på CO<sub>2</sub> är en bra grund men andra styrmedel bör jobbas fram vilket inte bara gäller transportsektorn utan alla sektorer som släpper ut CO<sub>2</sub> (Khan 2011).

#### **4.2.3 Bostads- och servicesektorn**

Den här sektorn kan vara utsläppsfri redan 2020 (Andersson 2012) eller 2030 med hjälp av de tekniker som finns idag. Geoenergi, t.ex. bergvärme, är en koldioxidsnål teknik som kan ta större del i sektorn. Bättre energieffektivisering behövs, bra isolering och fönster är några delar som spelar roll. Nybyggen som ofta ska stå i över 100 år behöver anpassas redan i ett tidigt stadium för att utsläppen ska vara låga i framtiden. Valet av

byggmaterial spelar stor roll för hur stora utsläppen av växthusgaser blir (IVA 2008). Energieffektiviseringar i byggnader minskar inte emissionerna primärt utan påverkar produktionen av marginaler som i Sverige idag utgörs av fossila bränslen. Om nätet byggs samman med Europa, som beskrevs i avsnitt 4.2.1, blir den här sekundära effekten extra kraftfull mot de globala minskade utsläppen. Den lilla del som idag värms upp med olja och naturgas bör med höjda koldioxidpriser vara borta från sektorn inom en snar framtid (Andersson 2012).

För att både på lång och kort sikt nå upp till målen om energisnåla hus kan det i ett första steg byggas upp förväntningar och krav på att byggnader ska vara energieffektiva och på så vis ställa krav på byggbolagen genom styrmedel både genom lagar och ekonomiska incitament. På längre sikt krävs kunniga yrkesarbetare som kan bygga och designa energisnåla hus vilket kräver utbildning (Khan 2011).

#### **4.2.4 Industrisektorn**

En del forskning tyder på att industrin kan minska utsläppen med 40 % redan till 2030, jämfört med 2005. Minskningen skulle till stor del ske med CCS (IVA 2008). Olika resultat av scenarioanalyser och forskning visar dock att det finns delade meningar om hur stor del CCS verkligen kommer att ha för minskade utsläpp av växthusgaser. En del menar att priset på utsläppsrätter kommer att vara för lågt för att det ska löna sig att investera i CCS och andra att potentialen är för låg (Naturvårdsverket 2012a). Tekniken med CCS används dock redan idag. Statoil använder CCS på flera ställen varav ett på gasplattformen Sleipner utanför Norge där CO<sub>2</sub> avskiljs från naturgas och transporteras sedan tillbaka ner under havets botten. Projektet har pågått sedan 1996 och varje år pumpas runt 1 miljon ton CO<sub>2</sub> ner under havet i en salin akvifer. Från 2030 beräknas CCS tekniken finnas tillgänglig i stor skala och ha störst användning i industrin och för kraftvärmeverk (Profu 2010). Stålintustrin driver ett projekt med CCS och har kommit fram till att utsläppen kan minska med 60 % från den malmproducerande ståltillverkningen. För att göra en bedömning om vilken betydelse CCS kommer att ha i framtiden finns det dock andra faktorer än minskade utsläpp som är av betydelse. T.ex. måste lagringsplatser finnas tillgängliga inom ett rimligt avstånd (Axelsson 2012). I Sverige är förutsättningarna relativt begränsade p.g.a. landets hårda berggrund men det finns potentiella lagringsmöjligheter sydost om Gotland och i sydvästra Skåne. Möjligheter att transportera CO<sub>2</sub> utomlands finns också. Norges kapacitet skulle som exempel täcka Sveriges lagringsbehov i mer än 1000 år (Biorecro 2010). Men ett transportbehov kommer troligen att finnas vilket kan kräva ny infrastruktur. Kostnaden för CCS är osäker men bedöms bli hög vilket måste tas hänsyn till när det gäller industrins konkurrenskraft. Det är viktigt att inte tro att alla koldioxidutsläpp ska kunna fångas in och lagras utan det är endast de största utsläppen som CCS bör utnyttjas till. En viktig effekt från industriprocesser är att restvärmen till viss del går till fjärrvärmenätet och minskar således behovet av att producera energi vilket i sin tur minskar utsläppen inom energisektorn. Om CCS används försvinner den möjligheten (Axelsson 2012).

Liksom i andra sektorer är energieffektiviseringar en viktig åtgärd även i industrisektorn. Den spillvärme som bildas i industrier tas redan idag omhand och används i fjärrvärmenätet men den mängden ska öka (IVA 2008). Andra åtgärder är en ökad elanvändning, ökad användning av bioenergi och en ökad användning av naturgas istället för olja, vilket även begränsar efterfrågan på biomassa (Axelsson 2012, Möller 2012). Möller (2012), Plast- och Kemiföretagen, menar att naturgas är en nödvändig del i ett hållbart samhälle antingen som råvara eller som energibärare. Det finns industriprocesser som i dagsläget inte har möjlighet att släppa beroendet av fossila bränslen. Järn- och stålindustrin är en delsektor som får svårt med det om inte industrin ska läggas ned, vilket Axelsson (pers. kontakt 2012) inte ser som något alternativ varken ur ett ekonomiskt eller miljömässigt perspektiv. Processerna inom stålproduktionen kräver höga temperaturer vilket ställer höga krav på de bränslen som används, vilket idag är gas och olja. Stålindustrin räknar med att efterfrågan på stål kommer att öka även i framtiden och stålproduktionen från malm beräknas finnas kvar (Axelsson 2012). För att producera stål från malm används reduktionsmedlet kol, för att kunna byta ut det mot ett mer miljövänligt reduktionsmedel har stora pengar lagts på forskning men Jernkontoret ser fortfarande kol som det primära alternativet även i framtiden enligt Axelsson<sup>1</sup>. Regeringens mål om nettonollutsläpp 2050 tros bli väldigt svårt att uppnå inom stålindustrin oavsett om CCS används eller inte (Axelsson 2012). Utsläpp från produktionsprocesser, som det malmbaserade stålet, är den största utmaningen menar Sunér (2012), ansvarig för energi och klimat på Svenskt Näringsliv.

Utvecklingen mot en koldioxidsnål industri har inte kommit lika långt i utvecklingen som andra sektorer. Att forskning och teknikgenombrott behövs för att industrin ska vara med i arbetet mot nettonollutsläpp är många överens om. Hänsyn måste tas till industrins konkurrenskraft och inga drastiska åtgärder kan genomföras (Khan 2011, Axelsson 2012, Möller 2012). För att det ska vara möjligt att minska utsläppen krävs att de klimatstrategier som tas fram ser ut det globala perspektivet (Axelsson 2012). För att behålla konkurrenskraften är det svårt för enskilda länder att skapa en egen industripolitik vilket innebär att vi måste arbeta med det på EU nivå för att ta fram lösningar som klarar konkurrens från de länder som inte har åtaganden om minskade utsläpp (Khan 2011).

#### **4.2.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

Inom jordbrukssektorn är det N<sub>2</sub>O och CH<sub>4</sub> som står för de största utsläppen av växthusgaser till skillnad från CO<sub>2</sub> som är fallet för de övriga sektorerna. N<sub>2</sub>O kommer från åkermark och CH<sub>4</sub> kommer från idisslande djur. En mindre del CO<sub>2</sub> kommer från de maskiner som används inom jord- och skogsbruket men de största utsläppen härstammar från biologiska processer (IVA 2008).

För att främja minskade utsläpp inom sektorn skulle vallodling föredras framför spannmålsodling eftersom den har större kolinlagring. En kraftfoderbaserad köttkonsumtion är bättre för klimatet än vad betesbaserad köttkonsumtion är. Men klimatfrågan är inte den enda miljöfrågan, när det t.ex. handlar om biologisk mångfald är den betesbaserade köttkonsumtionen bättre än den kraftfoderbaserade



(Jordbruksverket 2011). Utsläppen från markerna kan minskas genom att det planteras fleråriga växter som förhindrar N<sub>2</sub>O från att avgå. För organogena jordar är långliggande vall ett alternativ eftersom de gör att jorden inte måste plöjas varje år vilket snabbar på utsläppen. Minskningen är inte lika stor som i de andra sektorerna men 15 % mindre utsläpp än 2005 till 2030 skulle vara möjligt. För att minska utsläppen från djurhållningen med 10 % kan matintaget minskas genom att de födoämnen som djuren behöver optimeras bättre. Gödselhanteringen kan optimeras så att inga marker gödslas i onödan genom kvävesensorer som känner av behovet av gödsling i marken. Det är en teknik som redan finns tillgänglig och skulle kunna halvera utsläppen från gödselhanteringen fram till 2030 jämfört med 2005. De maskiner som används inom jordbruket kommer troligen att nå en nollnivå när det gäller utsläpp precis som personbilar. De huvudsakliga bränslena kommer att vara biodrivmedel och el (IVA 2008). Uppvärmningen av stallar och växthus är också delar av sektorn som kan minska utsläppen av CO<sub>2</sub>. Att minska utsläppen av CH<sub>4</sub> och N<sub>2</sub>O är svårare men sektorn har stor potential att öka biobränsleproduktionen och på så vis minska utsläppen i andra sektorer menar Andersson (2012), näringspolitisk handläggare på Svenska Bioenergiföreningen.

Skogens upptagningsförmåga är osäker men om den sköts på rätt sätt finns en potential för att öka kolsänkan och på så vis undvika utsläpp och minska CO<sub>2</sub> i atmosfären. Betesmarker kan också bidra till kolsänkan. Enligt IVA (2008) finns det forskning som visar att potentialen för inbindningen kan vara så stor som 2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv. Skogen kan också bidra med restprodukter till biogasframställning av andra generationens biodrivmedel (IVA 2008).

Skogsbruket styrs på svensk nivå men jordbruket styrs på EU-nivå och är alltså svårare att styra över själv. Men lite utrymme finns för nationell styrning för att minska jordbrukets klimatpåverkan. Ekonomiska styrmedel för växthusgaser är dock svårt att uppnå då det är svårt att mäta utsläppen från jordbruket (Khan 2011).

#### **4.2.6 Avfallssektorn**

För att minska utsläppen i avfallssektorn krävs beteendeförändringar, mindre mat måste slängas. Den mat som slängs måste användas för biogasproduktion och material ska återanvändas i större grad. Förbränning av avfall sker med insamling och lagring av de gaser som frigörs. De soptippar som finns idag släpper ut växthusgaser, för att förhindra detta ska soptipparna tas tillvara som en energiresurs (IVA 2008).

Det två största bidragen till minskade utsläpp, menar Nilzén (2012, pers. kontakt), är import av brännbart avfall och rötningen av avfall till biogas. Den först nämnda diskuteras i Sverige idag men metoden är kontroversiell. Nilzén menar dock att metoden har stora klimatvinster om importen sker från länder där avfallet i annat fall skulle ha deponerats. Klimatvinsten blir större ju lägre plasthalten är i avfallet. Det avfall som importerats skulle i sådana fall förbrännas och användas i fjärrvärmenätet och som el. Arbetet som kommunerna gör med biologiskt avfall är också en viktig del och ett flertal bussar, sopbilar och personbilar kör idag på biogas.

### **4.3 SAMMANFATTNING AV SVERIGES UTVECKLING**

Sveriges utsläpp av växthusgaser kan inte nå en nollnivå till 2050 vilket både branschorganisationer, miljöorganisationer, myndigheter och forskning är eniga om. En nollnivå till 2100 är mer realistisk. Däremot menar IVA att en nollnivå som vision till 2050 skapar bra förutsättningar för att hitta de rätta verktygen.

För att minska de redan låga utsläppen inom energisektorn är effektiviseringar och förnybara bränslen de alternativ som tas upp av alla de studerade rapporterna. Även el kommer att utgöra en större del inom sektorn eftersom den har stor potential att bli koldioxidneutral. Huruvida kärnkraften kommer att finnas kvar eller inte till 2050 råder det delade meningar om. Greenpeace menar att den måste fasas ut för att inte hindra utvecklingen av förnybar energiteknik medan branschorganisationer menar att den är nödvändig för att säkerställa en stabil elproduktion till bl.a. industrin och för att inte riskera att behöva importera el.

Transportsektorn är den sektor som idag släpper ut mest växthusgaser. Regeringen har satt upp ett mål till 2030 då transportsektorn ska vara fossiloberoende och ska också till 2050 bidra till ett Sverige utan nettoutsläpp. Målet till 2030 är tolkningsbart och har tolkats på olika sätt. Trafikverket har tolkat det som att den fossila användningen ska minska med åtminstone 80 % jämfört med 2004. Av ett forskningsföretag har det tolkats som att sektorn ska ha tekniska möjligheter att drivas av fossilbränslefria energibärare. Åtgärderna mot minskade utsläpp är däremot i det närmsta lika. Minskat transportbehov, transportbyte, bränslebyte och effektiviseringar är de åtgärder som tas upp. En stor del av framtidens bränslen förutspås bli el och biodrivmedel.

Inom bostadssektorn och avfallssektorn är energisnåla hus respektive minskat avfall och återvinning åtgärder som ska minska utsläppen.

Inom industrin är energieffektiviseringar och byte till el, bioenergi och naturgas viktiga åtgärder. Hur stor minskningen av växthusgaser vänta bli är dock beroende på om CCS används eller inte. IVA menar att industrin kan minska sina utsläpp med 40 % redan till 2030 med hjälp av CCS medan Profu menar att tekniken inte kommer att finnas tillgänglig i stor skala förrän efter 2030. Huruvida den kommer att användas beror på koldioxidpriser, lagringskapacitet och lönsamhet.

Inom jord- och skogsbruket handlar det om att minska utsläppen från marken, byta drivmedel i de maskiner som används och minska utsläppen från uppvärmning. En stor potential till Sveriges totala utsläppsminskning är biomassa och kolsänkan.

### **4.4 FINLAND**

Finland publicerade sin färdplan under hösten 2009. I rapporten *Government Foresight Report on Long-term Climate and Energy Policy: Towards a Low-carbon Finland* presenteras en redogörelse för Finlands klimat- och energipolitik bortom 2020 mot 2050. Fram till 2020 har Finland redan satt upp mål och konkreta åtgärder i klimat- och energistretgin som publicerades innan den här mer långtgående strategin. Prime minister's office publications (2009) är referens till detta avsnitt om inget annat anges.

Finlands totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 66 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 4. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 4:** Finlands utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	<b>Utsläpp 2009 [10<sup>6</sup> ton CO<sub>2</sub>-ekv]</b>	<b>Andel av de totala utsläppen [%]</b>
Energi	25,6	38,6
Transport	12,9	19,5
Bostad & service	3,3	5
Industri	13,6	20,5
Jordbruk	7,5	11,3
Avfall	2,2	3,3

Finlands mål är att minska utsläppen med minst 80 % till 2050 jämfört med 1990. Detta innebär att de nationella utsläppen kan uppgå till maximalt 14 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv år 2050, se bilaga B. De åtgärder som tas upp i rapporten är bara exempel på hur målet kan nås och har skapats genom ett antal olika scenarier.

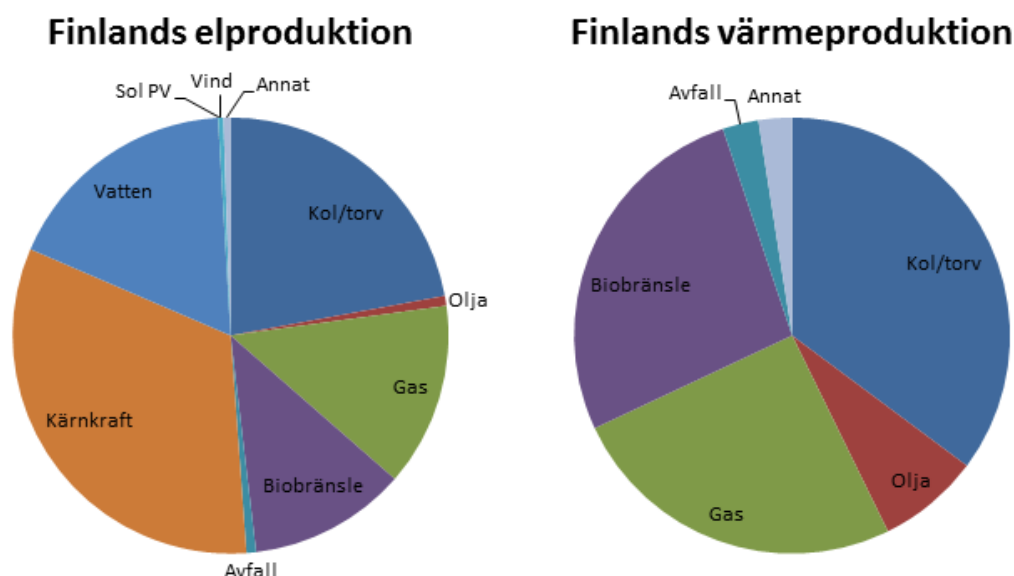
Finland påpekar tydligt att klimatförändringarna är ett globalt problem, liksom reduceringen av växthusgaser, det krävs globala insatser för att lösa problemet. Dock menare de att ett litet land mycket väl kan göra skillnad även om inte utsläppen globalt minskar avsevärt. Ett litet land kan gå före och visa vägen när det gäller att sätta upp mål och ta fram nya tekniker vilket är något som måste prioriteras för att gå framåt i utvecklingen. Utvecklingen mot ett koldioxidsnålt samhälle måste vara både ekonomiskt, socialt och ekologiskt hållbart och många av de lösningar som är åtgärder för minskade klimatförändringar kan också ha fördelar ur den ekonomiska synvinkeln. Åtgärder inom ett av hållbarhetsområdena kan på samma sätt få konsekvenser för ett annat, för andra åtgärder vet vi i dagsläget inte vilka konsekvenser de får. I Finland spelar små och medelstora företag en viktig roll för teknikutvecklingen när det gäller ny grön och hållbar teknik.

Framtidens utsläpp och utveckling beror på olika faktorer som ökar utsläppen eller minskar utsläppen. För Finlands utveckling tas sex stycken faktorer upp. I Finland hänger emissionerna i princip samman med befolkningens mängd, så ökar befolkningens mängd ökar även emissionerna. På samma sätt korrelerar ekonomisk tillväxt och emissioner. Scenarierna i färdplanen tyder dock på att detta samband kommer att minska när landet går mot ett koldioxidsnålt samhälle och den ekonomiska tillväxten kommer att öka. Den tekniska utvecklingen spelar så klart en stor roll liksom priset på bränslen. Är priset på fossila bränslen dyrt i förhållande till andra mer hållbara bränslen kommer andelen fossilkraft på marknaden att minska. Den femte faktorn som tas upp är människors värderingar och attityder till omställningen till koldioxidsnålt teknik. Klimatförändringarna i sig är också en faktor som kommer att göra skillnad för landets utveckling. I ett land som Finland räknar man med ett minskat värmebehov

samtidigt som förutsättningarna för ökad vindkraft och jordbruk ökar. De risker som kommer med klimatförändringarna bör samtidigt uppmärksammas och planeras för.

#### 4.4.1 Energisektorn

Finland producerade 2009 drygt 72 000 GWh el och nästan 184 000 TJ värme, hur produktionen är uppdelad mellan olika energibärare ses i figur 8. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



Figur 8: Finlands elproduktion och värmeproduktion, 2009, fördelat på energibärare.

Mer förnybar energi krävs på marknaden så som bioenergi och vindkraft. För att få in en stor del vindkraft i elsystemet krävs nya lösningar som tillåter det. En utbyggnad av kärnkraften kan vara en lösning för att minska utsläppen av växthusgaser men det finns ännu inga beslut på om man ska ersätta de befintliga verken när dessa tas ur bruk under 2030 eller 2040-talet. Inom energisektorn kan CCS utgöra en del i lösningen mot minskade emissioner. En viktig del är också energieffektiviseringar som är ett billigt alternativ och måste till i alla sektorer.

#### 4.4.2 Transportsektorn

Genom att effektivisera logistiken kring transporterna kan utsläppen minska med 10-20 %. Genom tekniska förbättringar och förändringar kan energibesparingar upp till 30 % vara möjliga. En del är att göra motorerna mer effektiva vilket kräver politiska åtgärder och stöd. Tågtransporter liksom sjötransporter släpper i allmänhet ut mindre än vad vägtransporter gör, att därför byta från väg till järnväg och sjöfart, speciellt vid långa och tunga transporter, är en viktig åtgärd. Detta kräver hållbar satsning på järnväg och sjöfart. För den trafik som även i framtiden sker på vägar är ett minskat transportbehov och alternativa bränslen för biltrafiken nödvändig, där biobränslen och el är bra alternativ till en början för att med tiden ersättas av grön vätgas. Människor måste också åka mer kollektivt och använda cykel som färdmedel i större utsträckning. Att byta ut de fossila bränslena mot el i lastbilar är idag mer eller mindre omöjligt men hybridtekniken kan minska utsläppen betydligt.

#### **4.4.3 Bostads- och servicesektorn**

För att till 2050 kunna minska utsläppen måste vi redan idag bygga de byggnader som ska vara en del i minskningen eftersom byggnader har så pass lång livslängd. För att uppnå en effektiv servicesektor krävs effektivare användning av energi. Det ska uppnås genom enkla åtgärder som att t.ex. stänga av datorn över natten och använda lampor bättre och mer effektivt. En övergång till förnybara bränslen ska få ner emissionerna från sektorn ytterligare. För att öka energieffektiviteten i byggnader krävs hårdare byggnormer och krav på renoveringar av gamla byggnader. På EU nivå krävs hårdare regler för t.ex. hushållsapparater för att hålla nere energiförbrukningen.

#### **4.4.4 Industrisektorn**

Olika industrier har olika potential att minska utsläppen och metoderna att göra det varierar. I metallindustrin kan minskade emissioner uppnås genom energieffektiviseringar, byte av bränsle från fossilt till förnybart och till el utan emissioner. Kemikalieindustrin kan minska sina utsläpp genom effektivare processer, bättre utnyttjande av restvärme och genom att använda bioteknik. Betongtillverkning bidrar i väldigt stor utsträckning till de totala utsläppen inom industrisektorn. Åtgärder för tillverkningen kan vara att använda restprodukter i betongmassan och bränslebyte. I framtiden kan betong komma att bytas ut mot mindre koldioxidintensiva byggmaterial. Användning av CCS kan utgöra en del av en lösning i industrisektorn men det är osäkert om så kommer att bli fallet. Andra alternativ som är på forskningsstadiet är att använda elektrolys och att ersätta stenkol med träkol.

Finland har en stor export och samtidigt en utsläppsintensiv industri vilket gör att de måste ta hänsyn till risken med koldioxidläckage. Orsakerna till koldioxidläckage är framförallt tre stycken; konkurrenskraft, investeringar och energipris. En utsläppsintensiv produkt är dyrare i ett land med utsläppstak än i andra länder vilket leder till att konkurrenskraften för produkten sjunker. De investeringar som görs inom industrin kan styras genom utsläppstak vilket innebär att vinsten blir större om det satsas på produkter som ligger utanför utsläppstaket. Energipriset sjunker när efterfrågan minskar till följd av utsläppstaket. Detta gör att efterfrågan på energi ökar på andra ställen och därmed utsläppen. För att minska risken för koldioxidläckage kan ett internationellt bindande avtal om utsläpps begränsningar skapas.

#### **4.4.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

Som i de andra sektorerna är energieffektiviseringar en del av lösningen även inom skogsbruket. Att förändra utsläppen från jordbrukssektorn kräver en minskad produktion av mat, mat som genererat mycket växthusgasutsläpp, och istället ersätta den med mat som inte genererar så mycket emissioner. Det är såklart svårt att vidta sådana åtgärder när en befolkning växer men det finns andra sätt som kan minska emissionerna. Ett sätt är att förbättra produktionsmetoderna och att öka avfallsåtervinningen och omvandla så mycket som möjligt till energi som kan nyttjas av flera sektorer. En ökad användning av biobränslen kräver fortsatt utredning av hur skogen fungerar för detta, samtidigt måste skogens potential som kolsänka utredas. För att gynna kolsänkan bör skogen tas omhand och mer träd bör planteras. Genom att nyttja det virke som kommer

från skogen till att t.ex. bygga hus lagras kolet ännu längre, om det också ersätter andra utsläppsintensiva material blir klimatvinsten extra stor.

Inom jordbruket är det viktigt att effektivisera gödningen och att utveckla odlingsmetoderna. Åtgärder som redan har vidtagits är att miljöstöd införts för att odla vall på torvåkermark.

Bioraffinaderier är anläggningar som kombinerar produktion av både energi och produkter från biomassa, det som kommer ut från anläggningen kan alltså vara både papper och bioenergi. Detta menar Finland har stor potential att minska utsläppen genom att det ersätter användningen av fossila bränslen och att det samtidigt producerar nya produkter.

#### 4.4.6 Avfallssektorn

Åtgärder i den här sektorn är framförallt att förebygga uppkomsten av avfall men också att ta till vara på den energi och det material som finns i avfallet. Att förbjuda deponering av biologiskt material skulle minska utsläppen av växthusgaser ytterligare.

#### 4.5 TYSKLAND

*Energy concept for an environmentally sound, reliable and affordable energy supply* är Tysklands strategi för minskade emissioner av växthusgaser. Den publicerades i september 2010 av Federal Ministry of Economics and Technology (2010) vilket är referens för hela detta avsnitt om inget annat anges.

Tysklands totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 919 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 5. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 5:** Tysklands utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	355,5	38,6
Transport	153,3	16,7
Bostad & service	141,1	15,3
Industri	176	19,1
Jordbruk	78,5	8,6
Avfall	11,8	1,3

Tysklands mål är att minska utsläppen av växthusgaser med 80 % till 2050. För att nå dit måste utsläppen minska med 40 % till 2020, 55 % till 2030, 70 % till 2040 för att sedan nå en utsläppsminskning på mellan 80 och 95 %. Detta innebär att utsläppen ska ligga på en nivå mellan 62 och 250 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv/år 2050, se bilaga B.

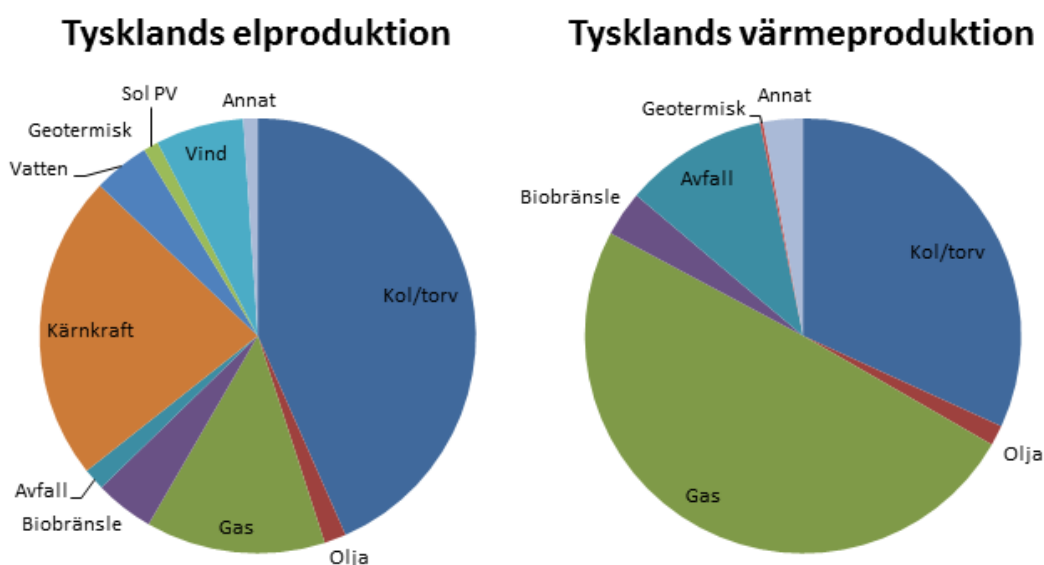
För att kunna skapa ett nytt energisystem konstateras att det krävs mer forskning. I Tyskland finns ett forskningsprogram som riktar in sig på energi, ”The Energy Research Programme”. Programmet ska fokusera på förnybar energi, energieffektivitet, lagring av

energi, integrering av förnybara energikällor i systemet och att hitta ett samspel mellan dessa tekniker.

Samarbetet i EU är viktigt när det t.ex. gäller utvecklingen av elnätet och EU-ETS (emission trading system), EU:s handel med utsläppsrätter. Tyskland kommer att arbeta för minskade emissioner i EU och samarbeta med grannländer och medlemsländer för att utveckla de tekniker och styrmedel som krävs.

#### 4.5.1 Energisektorn

2009 producerade Tyskland 592 000 GWh el och mellan 470 000 och 480 000 TJ värme, hur produktionen fördelas mellan olika energibärare ses i figur 9. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



Figur 9: Tyskland elproduktion och värmeproduktion 2009, uppdelade på energibärare.

Förnybara bränslen är en stor del i omställningen till minskade utsläpp. Tyskland ska jobba för att de förnybara bränslena ska utgöra 18 % av den slutliga energianvändningen 2020, 30 % 2030, 45 % 2040 och 60 % 2050. Elproduktionen har högre mål än så, år 2050 ska den förnybara delen utgöra 80 % av den totala elförbrukningen där vind är en stor del. För att få igång utvecklingen mot vindkraft till havs krävs finansiering, eftersom tekniken är relativt ny och kostsam. Tyskland startade därför under 2011 ett program för vindkraftverk till havs. De vindkraftsparker som byggs på land ska byggas upp med tanke på natur och miljö. Ett alternativ är att bygga på platser där det redan idag finns vindkraftverk, antingen byta gamla mot nya mer effektiva eller bygga fler vindkraftverk. För att säkerställa att tillräckligt mycket mark planeras för vindkraft kommer regeringen att samarbeta med myndigheter och de olika delstaterna. Problemet med vindkraft är ofta att allmänheten är emot en utbyggnad. Detta ska Tyskland jobba med genom att bl.a. minska ljudemissionerna från vindkraftverk och förändra luftfartslagen till fördel för vindkraftverk.

Biomassan är en annan viktig del i Tysklands framtida energisystem men den biomassa som används till energiproduktion ska vara hållbar. Produktionen av biomassa ska vara

effektiv och markanvändningen ska effektiviseras. Användningen av biogas ska öka genom att förbättra möjligheterna att föra in gas i näten. Den inhemska potentialen för biomassa är begränsad men för att uppfylla behoven av biomassa ska hållbart producerad biomassa importeras. För att verkligen säkerställa att det är hållbart producerad biomassa som används ska de som inte följer detta inte heller kunna ta del av de fördelar som bioenergi för med sig, så som minskade skatter. Kontroller ska genomföras och det gäller både importerad och inhemsk biomassa.

För att stödja konsumenter, industrier och lokala myndigheters arbete mot minskad energianvändning ska en energifond införas. För konsumenter innebär det bl.a. bättre information om energimärkningar och förslag på åtgärder som kan vidtas. För industrin innebär det bl.a. stöd för nya tekniker och för myndigheter ett stöd i nya projekt och för utbildning för de arbeten som pågår i kommunen.

I Tysklands färdplan tas kärnkraft upp som en del i energiförsörjningen under en begränsad tid. För att klara detta var det planerat att de kärnkraftverk som står idag skulle få förlängd livslängd med i genomsnitt 12 år. Efter kärnkraftsolyckan i Fukushima i mars 2011 togs det beslutet tillbaka och kärnkraften ska nu vara avvecklad till 2022 och i samband med detta stängdes de äldsta verken av (DN 2011).

För att klara av ett utsläppsmål på 80 % krävs väl fungerande och effektiva elnät. Elnätet i Tyskland ska förnyas och förbättras, hur detta ska göras ska undersökas, men en snabbare nätexpansion är nödvändig. Ett samarbete med viktiga aktörer och delstaterna ska inledas för att kunna skapa så effektiva nät som möjligt. För att förenkla för en utbyggnad av nätet kommer regeringen att förbättra processen både under planeringsfasen och godkännandefasen. Lagar och skatter ska ses över för att skapa incitament för aktörer att investera i nya nät. Det nya nätet ska integreras med nät i Europa och ett samarbete med andra länder som gränsar till Nordsjön ska inledas för att få till nät till havsbaserad vindkraft. Längre fram i tiden kommer smarta nät att finnas tillgängliga, dessa anpassar produktionen till efterfrågan, löser lagringsfrågan och är utrustade med modern informationsteknik. I smarta nät ingår smarta mätare för kunderna som gör att de får större kontroll över energianvändningen.

Ett flexibelt elsystem är nödvändigt när sol och vind tar en allt större del av elproduktionen. Regeringen ska skapa de förutsättningar som krävs för att förnybara energikällor ska kunna ta sig in på marknaden. Det kommer att vara viktigt att kunna lagra energi för att dag som natt och sommar som vinter kunna säkerställa att efterfrågan på energi kan uppfyllas. För att få bukt med det här ska den tyska regeringen på medellång sikt utreda hur stor potentialen är för pumpad vattenkraftslagring. Den potential som finns i Tyskland är inte tillräcklig, på lång sikt kommer andra källor att behövas där Norge är ett bra alternativ men även potentialen för Alperna ska undersökas närmare. Användningen av biomassa kan vara ett sätt att jämna ut de fluktuationer som blir av vind och solkraft vilket ska undersökas närmare. Tryckluftslagring, lagring av väte, metan från väte och batterier för elfordon är tekniker som kan vara en lösning på



lagringsfrågan. Det ska ske mer forskning på området och dessa tekniker är bland annat det som ska undersökas.

#### **4.5.2 Transportsektorn**

Inom transportsektorn kommer el att ha en betydande roll. Tysklands mål är att 2020 ha 1 miljon elbilar på vägarna och 2030 ha 6 miljoner elbilar. En elbil är dock inte helt emissionsfri då den också kräver andra drivmedel och så länge den drivs på el och fossila bränslen släpper den ut växthusgaser. En övergång till biobränslen skulle göra att elbilen blir ett emissionsfritt transportmedel om man ser till nettoutsläpp. Tyskland håller på att utveckla bränslen baserade på vätgas och bränsleceller sedan tidigare. Dessa tekniker kan ersätta en del av de fossila bränslena, detta under förutsättning att vätgasen produceras av förnybara källor. På EU-nivå krävs ambitiösa mål för den högsta tillåtna utsläppsnivån av nya bilar, detta ska Tyskland verka för. Biobränslen är också en del av framtidens energibärare inom sektorn och Tyskland ska satsa på att utveckla andra generationens biobränslen utan att påverka användningen av de biobränslen som används idag. Biobränslets användning på järnvägar och inlands sjöfart ska undersökas. Regeringen ska undersöka hur vägtullar påverkar den tunga trafikens effektivitet och miljövänlighet.

#### **4.5.3 Bostads- och servicesektorn**

En stor del, 75 %, av byggnaderna är byggda före 1979 då den första tyska värmeisoleringsförordningen trädde i kraft. En majoritet av dessa byggnader har inte renoverats för att förbättra energiprestandan detta gör att många byggnader ligger efter när det gäller en modern energiteknik. Energieffektiviseringar och ett minskat energibehov är en stor del i arbetet mot minskade emissioner inom sektorn. 2050 ska bostadssektorn vara nästintill klimatneutral, vilket innebär att använda minimalt med energi och att den energi som används till störst del produceras av förnybar energi. Då är det viktigt att det ställs krav på energieffektiva byggnader vilket den tyska regeringen bl.a. ska göra genom att ställa krav på energieffektivitet vid offentlig upphandling. För att renoveringar av byggnader ska sätta fart finns ekonomiska incitament i form av stöd och energiskatter. Uppmaningar till byggbranschen ska ske, så att de regelbundet utbildar sig för att efterleva den stigande energiprestandan. För att energikonsumenter ska spara på energi och använda den så effektivt som möjligt är höjda energipriser ett alternativ, men för att konsumenterna ska ha en chans att spara energi är det viktigt att de får information om hur de kan spara. Det tyska energieffektiviseringsinitiativet kommer att jobba med detta. För att ytterligare lägga vikt på energieffektiviseringar ska en energimärkning, liknande den för byggnader, finnas för produkter.

#### **4.5.4 Industrisektorn**

Energieffektiviseringar i industrin kan innebära att flera miljarder sparas varje år. Regeringen ska ge skattelättnader till de energiintensiva industrier som sparar energi. För små och medelstora företag ska regeringen fortsätta att finansiera de lån som tas till energieffektiviseringsprocesser för att dessa ska få låg ränta.

För utsläppsintensiva industrier, som stål, kalk, cement och kemikalier, är CCS ett bra alternativ. Regeringen ska stötta utvecklingen av CCS-tekniken genom bland annat pilotprojekt.

#### 4.5.5 Jord- och skogsbrukssektorn

Restprodukter från jordbruket ska användas till att framställa energi.

#### 4.5.6 Avfallssektorn

Användningen av avfall till energiproduktion ska öka vilket också minskar trycket på biomassa från bl.a. skogen.

### 4.6 DANMARK

Danmarks färdplan blev klar i februari 2011. Danmarks regering står som författare till strategin som heter ”Energistrategi 2050 – fra kul, olie og gas til grøn energi”. Referens i detta avsnitt är Regeringen (2011) om inget annat anges.

Danmarks totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 61 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 6. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 6:** Danmarks utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	24,6	39,5
Transport	13,5	21,7
Bostad & service	4,5	7,2
Industri	5,8	9,3
Jordbruk	12,2	19,6
Avfall	1,4	2,2

Danmark har som mål att minska utsläppen av växthusgaser med 80-95 % till 2050 jämfört med 1990. Detta innebär att de nationella utsläppen maximalt får ligga mellan 3,5 och 14 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv/år 2050, se bilaga B. Omställningen ska ske omkostnadseffektivt och det ska vara hållbart för statsfinanserna. Det ska ge den största säkerheten och samtidigt den största minskningen av växthusgasutsläpp för pengarna. Det innebär att Danmark inte kommer att satsa storskaligt på tekniker som kräver mycket stöd utan istället forska och utveckla dessa tekniker för att sedan kunna använda när tekniken inte kräver lika stort stöd. Danmark menar att strategin för att minska utsläppen är något som måste vara flexibelt. Den teknik som idag är dyr och oekonomisk kan längre fram vara det bästa alternativet. Därför utesluter inte heller Danmark kol tillsammans med CCS som ett alternativ. Övergången får inte försvaga Danmarks konkurrenskraft gentemot andra länder, vilket bland annat betyder att energipriserna inte får stiga oväntat mycket. De ska inte skapa ett självförsörjande energi- och transportsystem utan fortsätta att utnyttja fördelarna med att delta i den internationella omställningen, t.ex. inom EU.

Alla investeringar i Danmarks färdplan är finansierade för att säkerställa en ekonomiskt ansvarig omställning. T.ex. så finansieras en ökad energieffektivisering i slutändan av energikonsumenten genom energibolagens avgifter. Utvecklingen av befintlig teknik finansieras genom en avgift på elräkningen till ett så kallat PSO-system som ger pengar till forskning och utveckling av energitekniker. Kostnaderna för omställningen står alltså konsumenterna för men det är också dem som kan dra nytta av förändringarna genom lägre kostnader och bättre utbud.

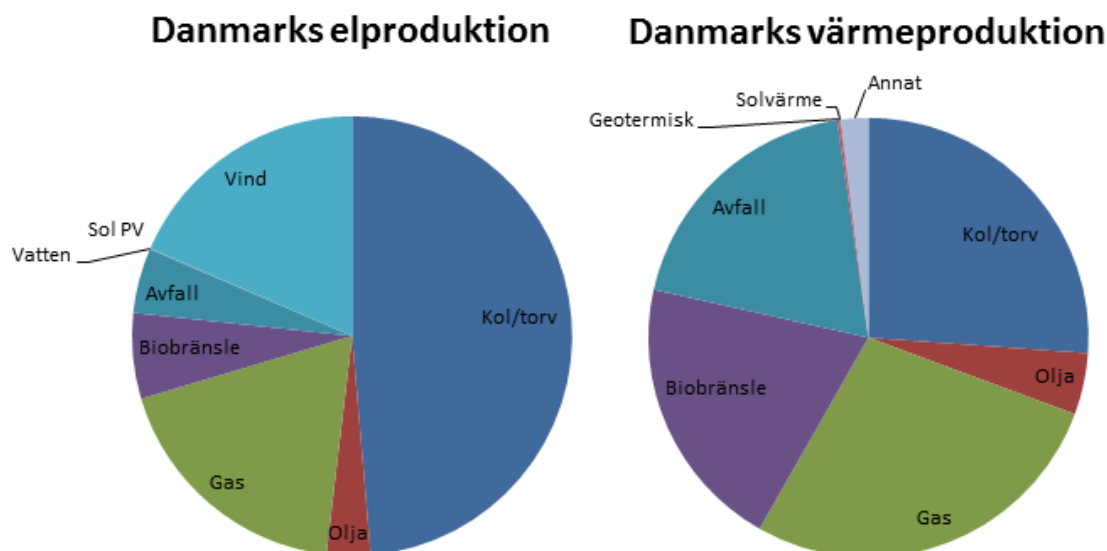
För att kunna nå ett fossilt oberoende samhälle satsar regeringen pengar på forskning och utveckling av nya och gamla tekniker och lösningar. Danmark ska jobba för att stödja utvecklingen genom att t.ex. ingå partnerskap med privata aktörer och att aktivt stödja utvecklingen av grön teknik. T.ex. ska ett antal miljoner gå till ett demonstrationsprojekt om stora värmepumpar i fjärrvärmeproduktionen och satsning på vågkraft och andra idag mindre använda tekniker.

För att kunna göra en stor omställning av energisystemet krävs ekonomiska incitament. En ökning av priset för användningen av fossila bränslen ska undersökas för att se vad det ger för konsekvenser och hur det påverkar utvecklingen. En utvärdering av de incitament som finns ska regelbundet utföras för att säkra att Danmark kan nå upp till de energi- och klimatmål som landet strävar efter.

Danmark skriver på flera ställen att de inte bara vill jobba för en nationell strategi utan även vill jobba för en global klimatstrategi. De vill satsa på att påverka andra länder i klimatfrågan i t.ex. FN eller Rio +20 mötena för att tillsammans kunna skapa en global insats för klimatet. De vill också stödja en grön utveckling i utvecklingsländerna, främst de fattiga. De vill också jobba vidare med klimatfrågan på EU nivå bl.a. när det gäller att frångå användandet av fossila bränslen i transportsektorn och utvecklingen av smarta nät i hela EU.

#### **4.6.1 Energisektorn**

Danmark producerade 2009 drygt 36 000 GWh och nära 131 000 TJ värme, hur produktionen fördelas mellan olika energibärare ses i figur 10. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 10:** Danmarks elproduktion och värmeproduktion 2009, fördelat på energibärare.

Regeringen har som mål att energisektorn år 2050 ska vara koldioxidfri. Danmarks elproduktion består redan idag av runt 20 % vindkraft men en stor del, över 70 %, kommer från fossila bränslen. Många av Danmarks vindkraftsparker är gamla och många måste bytas ut innan 2020. Därför satsar Danmark på en utbyggnad av vindkraftverken så att de utgöra en större del av elproduktionen i framtiden. Redan 2020 beräknar regeringen att 40 % av elproduktionen ska genereras av vindkraft och att andelen fossil energi ska ha minskat drastiskt till under 40 %. Vindkraft är en stor tillgång för Danmark men platserna på land är begränsade så ökningen av antalet vindkraftsparker måste till stor del ske till havs trots de större investeringskostnaderna. Den danska regeringen ska också stötta kommunerna i deras arbete med vindkraftverk på land.

Biomassa är inte en obegränsad resurs men den kommer ändå att spela en roll i energiproduktionen i framtiden för att nå målet om 80-95 % minskning av växthusgasutsläppen. Det konstateras också att priset på biomassa kommer att öka om efterfrågan ökar. En analys av biomassa som energiresurs ska genomföras för att se om det är miljömässigt rätt. För att få biogasproduktionen att gå framåt satsar regeringen många miljoner bl.a. genom att ge mer pengar per producerad energienhet med biomassa. Om biomassa blir en begränsad resurs ser Danmark andra alternativ för att lösa energifrågan, t.ex. väte inom transportsektorn. Sol och vågkraft kan bli ett komplement till vindkraften, men på längre sikt eftersom solkraftens utveckling har kommit långt men den är fortfarande dyr och vågkraften kräver mer forskning innan den kan kommersialiseras. Ytterligare en teknik för minskade emissioner är att använda CCS på kol och oljebaserad energi vilket skulle kunna vara en lösning längre fram i tiden. Det kan vara en god idé att sprida ut elproduktionen på olika tekniker för att inte satsa allt på ett kort och därmed riskera att förlora alla satsade pengar.

Fjärrvärmesystemet, som idag använder en stor del olja och kol, kan lätt anpassas efter förnybara bränslens variation över tiden till relativt låga kostnader. Danmark påpekar

också vikten av att ha ett smart elnät som klarar fluktuationer. Nätet behöver också expandera och en utökad nätförbindelse med utlandet, t.ex. Tyskland och Sverige, är nödvändig. Satsningen på smarta nät och uthålliga nät gäller internationellt men regeringen vill också verka för att EU ska ha en säker elmarknad. För att lösa problemet med lagring ses Sveriges och Norges vattenkraftverks reservoarer som en kostnadseffektiv lösning.

Danmark har ingen egen kärnkraft utan importerar el från grannländer som har kärnkraft (Sydsvenskan 2009). Det är inte heller något som landet ska satsa på för att komma i bukt med växthusgasutsläppen eftersom de anser att problemen är många. Osäkerheten kring kärnavfallet ses som en. Den ekonomiska osäkerheten ses som en annan, då bland annat det nya kärnkraftverket i Finland har visat på en betydligt dyrare slutnota än beräknat. Det gör att investeringskostnaden per producerad enhet blir dyrare än både vind och kol. Kärnkraft ska, för att det ska vara ekonomiskt lönsamt, gå för fullt hela tiden vilket inte lämpar sig i ett land som Danmark där fluktuationerna är relativt stora p.g.a. vindkraften.

Det krävs i många fall stora investeringar i energisektorn för att bl.a. bygga upp nya anläggningar. Ett förslag att bygga t.ex. en vindkraftspark tar ofta lång tid innan den är i drift, ofta över 5 år. Det betyder att de beslut som tas idag ofta inte har någon verkan förrän om ett antal år, ibland så mycket som 15 år. Många anläggningar har också lång livslängd vilket måste tas hänsyn till när nya tekniker ska ersätta gamla. Fungerande anläggningar får inte skrotas i onödan för att göra plats för nya med tanke på det ekonomiska och resursmässiga slöseriet.

#### **4.6.2 Transportsektorn**

Inom transportsektorn ska en omställning från fossila bränslen till gröna alternativ så som el och biobränslen hjälpa till att minska utsläppen. El kommer att vara en viktig del i transportsektorn i framtiden. De menar dock att det är svårt att förutspå hur stor del elen kommer att ha i transportsektorn 2050 och lämnar det därför öppet. Eftersom biobränslen är en begränsad resurs skulle vätgas på sikt kunna ersätta biobränslen. Det är dock inget alternativ idag då förlusten i tillverkningen är för stor. För att säkra att de nya bränslena och teknikerna kommer leda till minskade utsläpp gjorde Danmark 2011 en utvärdering av teknikerna för att i fortsättningen göra en nya var tredje år. Någon stor omställning från fossila drivmedel kommer inte att ske de närmsta 10 åren både på grund av tekniska hinder och att det är ekonomiskt orealistiskt. På EU nivå vill Danmark bl.a. vara med och bidra i utvecklingen av andra generationens biobränslen och stödet till första generationens biobränslen.

#### **4.6.3 Bostads- och servicesektorn**

Effektiviseringar i nya byggnader och renovering av gamla är en central del i minskade utsläpp av växthusgaser inom sektorn. I befintliga byggnader kan t.ex. isoleringen förbättras och fönster kan bytas ut mot nya energieffektiva fönster. De byggnader som idag värms med olja ska övergå till fjärrvärme och värmepumpar. Det ska genom lagar och regler bl.a. sättas stopp för oljebrännare för nya men också gamla byggnader från

och med 2017. Utveckling av en märkning för lågenergihus ska hjälpa till så att energieffektiviteten blir större i bostadssektorn.

#### 4.6.4 Industrisektorn

Användningen av CCS ser landet inte som någon möjlighet i dagsläget p.g.a. att tekniken inte är tillräckligt utvecklad och att det är kostsamt. Möjligheten att använda CCS i framtiden ses som ett alternativ, då tillsammans med kol eller biomassa. Koltillgångarna ses som stora globalt sett och Danmark har goda geologiska möjligheter för förvaring av CO<sub>2</sub>. Olja tillsammans med kol är idag en stor del av landets energiproduktion och Danmark får stora inkomster från olja och gasproduktionen i Nordsjön. Det stora överskottet har lett till en ökad välfärd och att Danmark har kunnat betala av sina skulder. Det har också skapat fler jobb möjligheter och en ekonomisk tillväxt. För att ta till vara på den guldgruva som finns i Nordsjön vill Danmark fortsätta att ta olja därifrån. De uppmuntrar till att hitta nya oljetillgångar, djupare ned i havsbotten och hitta nya platser. Den utvinning som sker vill de skall ske med mer miljövänlig teknik.

#### 4.6.5 Jord- och skogsbrukssektorn

Jordbrukets klimatutsläpp står för en betydande del av de totala utsläppen och det är därför viktigt att hitta lösningar även här. Danmarks plan är först och främst att analysera de möjligheter som finns för sektorn men även här arbeta på EU nivå med EU:s jordbrukspolitik för att säkerställa klimatsäkra lösningar.

### 4.7 STORBRIANNIEN

Storbritannien publicerade en rapport mot minskade utsläpp redan 2009. Den riktar in sig på mål och åtgärder fram till år 2020 med en del om en framtida färdplan för 2050 (HM Government 2009). Färdplanen för 2050, *The carbon plan: Delivering our low carbon future*, presenterades under 2011. HM Government (2011) är referens till detta avsnitt om inget annat anges.

Storbritanniens totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 566 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 7. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 7:** Storbritanniens utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	195,6	34,3
Transport	120,5	21,1
Bostad & service	92,2	16,1
Industri	91,6	16
Jordbruk	49,6	8,7
Avfall	18,1	3,2

Under 2008 beslutades att The Climate Change Act skulle antas vilket innebär ett juridiskt bindande avtal om att Storbritannien till 2050 ska minska utsläppen av växthusgaser med 80 % jämfört med 1990. Lagen innehåller också beslut om att införa kolbudgetar i perioder om fem år med start 2008, vilka ska begränsa utsläppen av växthusgaser. De tre första kolbudgetarna blev juridiskt bindande i maj 2009 och den fjärde, som gäller från 2023 till 2027, blev antagen i juni 2011. Dessa fyra kolbudgetar ska minska utsläppen med minst 50 % till 2027.

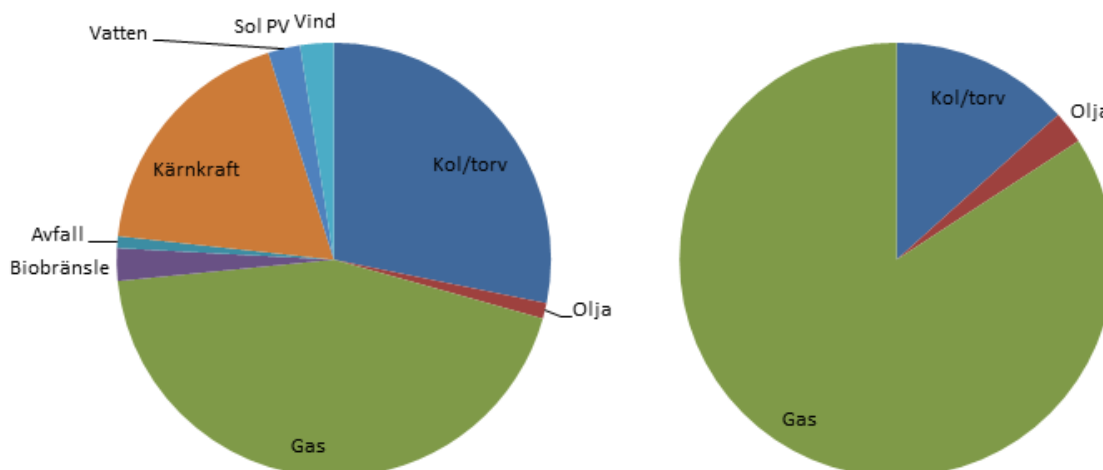
Om Storbritannien minskar utsläppen med 80 % fram till 2050 motsvarar det en utsläppsnivå på 155 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv år 2050, se bilaga B. Dem har delat upp arbetet för att nå dit i två perioder, före 2020 och efter 2020. Under den första perioden satsas mest på forskning och en förberedelse för en omställning. Efter 2020 räknar de med att den nya gröna tekniken ska ha kommit så långt så att den kan tas i bruk. Storbritannien ska fortsätta jobba aktivt inom EU för att tillsammans med andra länder arbeta med att ta fram tekniker för en koldioxidsnål ekonomi. De är för en höjning av EU målet om 20 % minskning av växthusgasemissionerna till 30 % till 2020 jämfört med 1990, vilket de menar skulle snabba på processen med att lansera nya gröna tekniker.

Storbritannien har omfattande mål för en framtid med låga växthusgasutsläpp och en plan för hur de ska nå dit. I planen ryms en rad olika incitament och ekonomiskt stöd till företag och privatpersoner. De incitament som tas upp här är bara exempel, de verkliga stöd som Storbritanniens regering planerar och redan har bidragit med är långt mycket större.

#### **4.7.1 Energisektorn**

Storbritannien producerade 2009 nästan 376 000 GWh el och drygt 60 000 TJ värme, hur produktionen fördelas mellan olika energibärare ses i figur 11. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.

## Storbritanniens elproduktion    Storbritanniens värmeproduktion



**Figur 11:** Storbritanniens elproduktion och värmeproduktion 2009, fördelat på energibärare.

År 2050 är elproduktionen nere på nära noll i utsläpp, detta med bl.a. Sverige som förebild. För att framställa el ska Storbritannien använda förnybara energikällor, framförallt vind. De ser också kärnkraft och kol, biomassa eller gas tillsammans med CCS som möjliga alternativ. För att lösa problemet med fluktuerande energiproduktion och tillgodose behovet av ökad elanvändning krävs smartare, starkare och större elnät. Elproduktionen ska redan till 2030 bestå av 30 % förnybar el. För att tekniker så som CCS, kärnkraft och förnybart ska kunna användas efter 2020 måste de teknikerna utvecklas och lanseras i stor skala. Det är industrierna som leder arbetet men regeringen kommer att utgöra ett stöd. Som med mycket annat som rör framtiden är det svårt att veta vilken teknik som är den bäst lämpade redan nu. I Storbritannien är det tänkt att CCS, kärnkraft och förnybart ska vara de alternativ som finns på marknaden och att tiden ska visa vilken teknik som får den ledande marknadsrollen, det är också den som är mest kostnadseffektiv. Medan nya anläggningar byggs för elproduktion kommer gaskraftverk att spela en roll i landets elproduktion främst när efterfrågan är stor fram till omkring 2030. För att göra det lätt att övergå till förnybara energislag ska det lokala planeringssystemet förbättras, handläggningstider för att få ett tillstånd ska inte vara längre än ett år, Green Investment Bank ska med stöd från regeringen investera i grön teknik.

Kärnkraft är en omdiskuterad fråga i världen speciellt efter Fukushima, att Storbritannien ändå väljer att satsa på det är för att det är en väldigt bra väg för att minska växthusgasutsläppen. De hänvisar också till Weightman (2011) som menar, i en rapport om konsekvenserna efter olyckan i Fukushima, att Storbritannien inte har några brister när det gäller kärnkraftsindustrin. Risken för en jordbävning med efterföljande tsunami är liten och påpekar att den närmsta kanten till en tektonisk platta är närmare 1000 miles från Storbritannien.



#### **4.7.2 Transportsektorn**

Transportsektorn består till stor del av fossila bränslen. Dessa måste fasas ut och stegvis övergå till utsläppsnåla alternativ. År 2050 ska i princip alla bilar och vanar vara utsläppsnåla fordon. Fordonen kan drivas av el, vätgasdrivna bränsleceller eller hållbara biobränslen. Olika typer av hybrider som kan drivas av olika bränslen är också en möjlig lösning. Användningen av hållbara biobränslen kan komma att användas över hela sektorn, men det är det hållbara användandet som begränsar. Vilken teknik som kommer att bli den dominerande och mest effektiva är svårt att säga och därför lämnas det öppet. Den nuvarande regeringen kommer att bidra med 300 miljoner GBP för att minska den initiala kostnaden för företag och privatpersoner. Järnvägen ska ev. byggas ut beroende på politiska beslut. Resandet med tåg ska minska utsläppen genom en ökad elektrifiering, minskad kolanvändning och effektivare tåg. För att få ner växthusgasutsläppen jobbar regeringen i nära samarbete med järnvägsindustrin. Det bästa sättet för minskade emissioner är att gå och cykla i större utsträckning. Att åka kollektivt är ett annat koldioxidsnålt alternativ, eller att förebygga resandet genom t.ex. att ha telefonmöten istället för att resa i jobbet. Regeringen stödjer utvecklingen genom en fond för utbyggandet av kollektivtrafiken för hållbara städer. För att minska utsläppen från godstrafik ingår eco-driving, bättre logistik, övergå till mer koldioxidsnåla transportslag och övergå till miljövänligare bränslen.

#### **4.7.3 Bostads- och servicesektorn**

Bostadssektorn ska till 2050 bli helt koldioxidfri framförallt genom att övergå till värmepumpar, fjärrvärme, energieffektiva byggnader och minskade växthusgasutsläpp för uppvärmning. För att uppnå mer energieffektiva hus krävs bra isolering och smarta mätare som kunden ska uppmuntras att använda för att få koll på sin egen energiförbrukning och på så vis kunna spara pengar. Det kräver också smartare användning av varmvatten och mer energieffektiv belysning och andra apparater som kräver el. De påpekar också vikten av att anpassa produktionen efter efterfrågan för att dels spara pengar men det gör också så att tillväxt kan skapas då det frigör resurser. Storbritanniens uppvärmningsbehov står till stor del och lutar på andra länders export av olja och naturgas. För att minska utsläppen av växthusgaser måste Storbritannien sluta använda kol och naturgas till uppvärmning. Det gör också att importen av energi kan minska, vilket i sin tur minskar risken för fluktuerande priser. I stället för kol och olja ska värmepumpar och effektiva fjärrvärmesystem ge värme till bostäder och andra byggnader. För att alla byggnader ska bli så energieffektiva som regeringen vill och för att skapa motivation hos hushållen och företagen har de skapat The Green Deal som är ett politiskt ramverk, som träder i kraft 2012, för att undanröja de hinder som är i vägen för energieffektiva hus. Energy Company Obligation (ECO) är ett annat styrmedel som ska göra byggnader mer energieffektiva. Kostanden för ECO kommer att fördelas över alla invånare genom energiräkningen. En del av ECO ska även stötta fattiga hushåll med så kallad prisvärd värme.

Storbritannien har många gamla byggnader, byggnadsbeståndet är ett av de äldsta i Europa, och det krävs att standarden höjs i alla byggnader. En stor del av omställningen

i bostadssektorn går ut på ändrade beteenden. Smarta mätare ska hjälpa människor att förstå hur stor deras energianvändning är och hur de kan spara energi och därmed pengar. Energicertifikat är en annan del i beteendeförändringen utöver kostnadsminskningen som följer. Certifikatet ska vara obligatoriskt vid försäljning, uthyrning eller vid nybyggnationer och en energibedömare ger betyg mellan A och G och ger samtidigt tips på vilka energisparande åtgärder som är möjliga. För myndigheter i byggnader över 1000 m<sup>2</sup> och som ofta besöks ska energicertifikat vara obligatoriskt. Certifikatet beräknas spara flera hundra GBP per år. För att uppnå minskade utsläpp från uppvärmningen finns det olika tekniker. Biomassaförbränning, elektrisk motståndsuppvärmning, värmepumpar, mikrokraftvärme och solenergi för varmvatten är exempel på tekniker vid byggandet. Tekniker som rör energisystemet är kombinerad värme och effekt, gasnät med biometan injektion och fjärrvärmenät. Vissa tekniker, t.ex. förbränning av biomassa, är fortfarande dyra tekniker och återbetalningstiden är lång. Det gör att dessa tekniker inte kommer att etableras den närmsta tiden men längre fram i tiden är det fullt möjligt. Tekniker som däremot kan användas redan nu i Storbritannien i omställningen till koldioxidsnål teknik är värmepumpar och fjärrvärmenät.

#### **4.7.4 Industrisektorn**

Olja, el och naturgas är de energislag som används mest inom industrisektorn. 80 % av utsläppen från sektorn är från värmeförbrukningen till olika industriprocesser. All industri måste bli mer energieffektiv och det krävs en övergång till grönare energialternativ. Eftersom många gröna tekniker fortfarande är på forskningsstadiet är det svårt att nu säga vad som kommer att vara en bra tillgänglig metod längre fram. De närmsta åren, fram till 2020, ska industrierna satsa på att bli så effektiva som möjligt när det gäller energi, processer och material vilket innebär lägre kostnader och ökad konkurrenskraften. Det här kommer att hjälpa företagen att förbereda sig för framtidens stora omställning som kommer efter 2020. Det kan då handla om bränslebyte och CCS för de delar inom industrin som inte har möjlighet att minska sina utsläpp på annat sätt. Olika delar av industrin har olika möjligheter att byta bränsle men den stora användningen av kol för uppvärmning måste minska och då är biobränslen och el alternativ. För processer som inte kräver så hög temperatur är bytet enklare. I dessa processer kan förbränning av biomassa och återanvändning av värme i processer som kräver högre temperatur vara ett alternativ. De processer som kräver högre temperaturer är svårare att byta ut bränslet i men ett alternativ kan vara att byta till el. För att industrin fortfarande ska vara konkurrenskraftig gentemot andra länder har regeringen lanserat ett åtgärds paket för att minimera risken att övergå till klimatsmarta energilösningar.

Övergången till ett koldioxidsnålt samhälle innebär inte bara svårigheter och kostnader. En övergång skapar nya möjligheter och marknader för industrisektorn, stål för vindturbiner och aluminium till nya elmotorer är några exempel.

#### **4.7.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

Att ta hand om näringsämnen i grödor bättre är en del i minskningen av växthusgaser inom jordbruket. Förbättringar när det gäller avel och utfodring är också viktiga delar.

Åtgärderna leder till en ekonomisk vinning och en ökad produktivitet. Genom att bruka skogen på ett hållbart sätt skapas möjligheter för kolinlagring, användningen av hållbara träprodukter lagrar också kol vilket på så vis blir en kompensation för produkter som avger mycket växthusgaser. Jordar lagrar naturligt kol och det är viktigt att öka dessa förråd. För att stödja utvecklingen har regeringen tagit fram ett flertal olika initiativ, t.ex. stödjer de forskningen för att hitta metoder som minskar utsläppen inom jord- och skogsbrukssektorn.

#### 4.7.7 Avfallssektorn

Förhindra uppkomsten av avfall, minska metanemissionerna från deponier och effektiv energiåtervinning från restavfall är tre områden som ska minska utsläppen i avfallssektorn. Att minska uppkomsten av avfall är det mest effektiva sättet att bli av med avfall. Att vara mer resurseffektiv skapar också fördelar i andra sektorer vilket då även skapar förutsättningar för avfallssektorn att bli en del i en grön ekonomi. Att minska metanemissionerna kan i sin tur delas upp i tre metoder: minska uppkomsten av biologiskt avfall, vidta andra åtgärder än deponi för biologiskt nedbrytbart avfall och minska emissionerna genom att fånga in metan för att t.ex. omvandla till energi. Att ta till vara på den energi som finns i avfall är ett bra alternativ för biobränslen. En ökad deponiskatt ska minska mängden avfall som deponeras. Utsläppen kommer dock inte att vara nere på noll till 2050 då biologiskt avfall tar längre tid än så att brytas ned.

#### 4.7.8 Sektorsvis minskning

I tabell 8 ses de utsläppsminskningar som Storbritannien kan uppnå med de åtgärder som presenteras i färdplanen.

**Tabell 8:** De beräknade utsläppen sektorsvis för de fyra kolbudgetperioderna samt för 2050, endast ungefärliga värden. För energisektorn räknas endast elproduktionen. Minskningen till 2050 visas i procent jämfört med 1990 och 2009.

	Utsläpp [ $10^6$ ton CO <sub>2</sub> -ekv]					Minskning till 2050 jämfört	
	2012	2017	2022	2027	2050	1990	2009
Energi (endast el)	140	110	80	25-65	-25 - 5	98-109	97-113
Transport	130	120	110-120	95-115	19-40	65-84	66-84
Bostad	100	90	85	65-85	0-18	83-100	80-100
Industri	120	118	115	90-115	20-70	55-87	23-78
Jordbruk	46	45	44	41-45			

#### 4.8 NEDERLÄNDERNA

Den engelska versionen av Nederländernas färdplan är en sammanfattning av den holländska versionen. Rapporten, *Exploration of pathways towards a clean economy by 2050: How to realise a climate-neutral Netherlands*, publicerades 2011 och Ros m.fl. (2011) är referens för hela detta avsnitt om inget annat anges.

Nederländernas totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 198 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn, se tabell 9. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 9:** Nederländernas utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

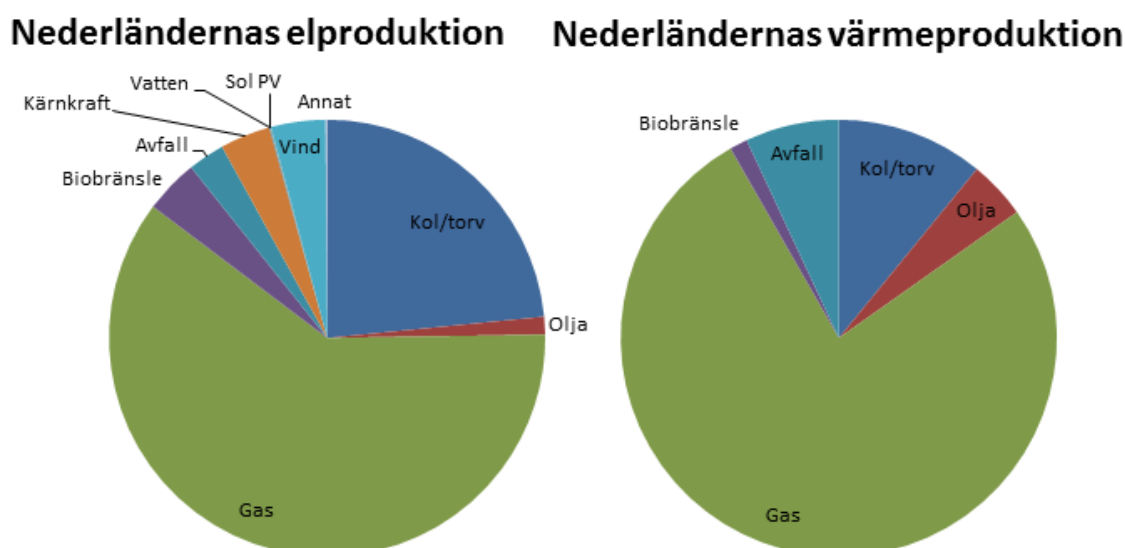
	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	67	33,7
Transport	34,6	17,4
Bostad & service	29,8	15
Industri	34,9	17,5
Jordbruk	27	13,5
Avfall	5,3	2,7

Målet för Nederländerna är att minska utsläppen av växthusgaser med 80 % till 2050 jämfört med 1990. När en uppdelning av den globala utsläppsminskningen mellan länder har skett kan utsläppsminskningen för Nederländerna vara större eller mindre, men i nuläget så jobbar Nederländerna mot 80 % minskning. Detta motsvarar en utsläppsnivå på 42 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv 2050, se bilaga B.

Att nå målet om 80 % minskning till 2050 är känsligt. Det hänger på att de tekniker som ska ersätta den fossila energin fungerar. Skulle t.ex. tillgången till biomassa vara mindre än beräknat måste den delen av energiförsörjningen ersättas med något annat vilket kan bli fossila bränslen då tillgången till andra gröna tekniker är begränsade. För att undvika en osäker framtid är det därför viktigt att få en mix av de tekniker som tas upp här.

#### 4.8.1 Energisektorn

Nederländerna producerade 2009 mellan 113 000 och 114 000 GWh el och drygt 141 000 TJ värme, hur uppdelningen mellan energibärare ser ut visas i figur 12 I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 12:** Nederländernas elproduktion och värmeproduktion 2009, fördelat på energibärare.

Ett minskat energibehov kan ske, trots en ökad befolkning och ekonomisk tillväxt, genom effektivare processer och produkter och genom beteendeförändringar. För att minska koldioxidutsläppen i energisektorn måste elproduktionen nå ner till nollutsläpp.

Det ska ske genom vind, sol, kärnkraft och geotermisk energi. Variationer i de förnybara energislagen finns och är svåra att matcha med kärnkraften som ger en konstant produktion. En stor andel vind tros kunna passa variationerna under dygns- och årsbasis. Vindkraft på land är relativt begränsad i Nederländerna men vindkraft till havs har stor potential. Det måste undersökas var vindkraftverken ska placeras med tanke på vind och påverkan på växter och djur. Solkraft är en bra källa till energi under sommaren men är begränsad under vinterhalvåret då behovet är som störst. Användningen av solpaneler kommer även att vara begränsad p.g.a. att det är svårt att matcha produktion och efterfrågan. Småskalig solkraft i form av solpaneler är dock en lösning inte minst för att ge hushåll och företag en del i en hållbar elproduktion. Den geotermiska energin är en begränsad resurs i landet och kommer därför inte att utgöra en så stor del av energisektorn. För att få bukt med den varierande produktionen av el kan gas användas som reglerkraft. Hur stor mängd som måste användas beror på hur stor del som exporteras och importeras och vilka möjligheter som finns för lagring av energi. Lagring av el är inte ett alternativ för årstidsvariationer men för variationer över dygnet. De variationer som uppstår under året kan lösas genom att länka samman hela Europa i ett elnät och möjligen Nordafrika. Nederländerna är redan idag sammankopplade i elnät med grannländerna.

Gaseldade kraftvärmeverk tillsammans med CCS kommer att vara en begränsad del i energiförsörjningen men den kommer att få större del om det gemensamma elnätet i Europa inte blir av.

#### **4.8.2 Transportsektorn**

Människorna måste välja att ta cykel eller åka kollektivt istället för att ta bilen. När elen blir utsläppsnål kommer elbilen att spela en större roll i landets bilpark. Vätgasbilar kommer att vara ett komplement till elbilen och då främst för längre transporter.

Biobränslen och biogas och kan användas i t.ex. flygplan där teknikerna är osäkra. Hur hållbart det är att använda biobränslen måste undersökas. Ny teknik där alger används för att framställa biobränslen ska undersökas, det skulle minska påverkan på jord- och skogsbruket.

#### **4.8.3 Bostads- och servicesektorn**

Effektivare byggnader är en viktig åtgärd. När det gäller beteendeförändringar kan en grad lägre inomhus minska emissionerna betydligt. Elektriska värmepumpar i bostäder och kontorslokaler är en del i lösningen men utvecklingen till 2050 är begränsad och det kommer bara vara en liten del, inte p.g.a. tekniken utan för att företag är så pass ovan att använda tekniken. Ett finansieringssystem, för att hushållen ska investera i teknik som förbättrar husen, ska införas.

#### **4.8.4 Industrisektorn**

Effektivare processer är en del av lösningen men även CCS minskar emissionerna. I Nederländerna finns en del tomma oljefält och gasfält som kan användas för lagring av CO<sub>2</sub> men täcker troligen inte den efterfrågan som kommer de närmsta årtiondena. För att de förvaringsutrymmen som väljs ska vara så kostnadseffektiva som möjligt ska

utrymmena räcka till den CO<sub>2</sub> som släpps ut från industrier under dess livslängd. Frågan om förvaring kan dock lösas genom att frakta CO<sub>2</sub> till en akvifär i Nordsjön, vilken beräknas räcka till hela Europas lagringsbehov, men osäkerheterna är än så länge stora. Skulle det visa sig att den kan ta emot hela Nederländernas behov av lagring är lagringen i CCS inget problem. CCS tekniken kräver mer forskning för att det ska vara ett säkert alternativ för industrier att investera i och att företag som sköter transporten ska känna trygghet i att det kommer att användas.

Många växthusgaser som inte är CO<sub>2</sub> kommer att reduceras kraftigt till 2050 och en del kommer att nå noll. Fluorföreningar är kraftiga växthusgaser och kan ersättas med andra mindre farliga ämnen. Även kväveoxidgenererande ämnen väntas nå en nollnivå.

#### **4.8.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

Utsläppen från den här sektorn består mest av CH<sub>4</sub>, från djurhållningen, och N<sub>2</sub>O, från gödselanvändningen. Teknikerna för att minska utsläppen är än så länge få. Men effektiviseringar i mjölkproduktionen, bättre djurfoder och bättre användning av gödselmedel kan minska utsläppen med ca 5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv.

#### **4.8.6 Avfallssektorn**

Avfall från affärer och hushåll kan bidra till den ökade biobränsleanvändningen. Metanutsläpp från deponier väntas vara nära noll år 2050.

### **4.9 SLOVENIEN**

Slovenien har inte någon officiell färdplan ännu eftersom den till och med februari var ute på remiss och därefter har Sloveniens regering anpassat planen efter önskemål och kommentarer. Det som finns publicerat är en sammanfattning av innehållet i den färdplan som var ute på remiss. Innehållet kan därför skilja sig från den publicerade fulltextversionen, men är antagligen i det stora hela lika. *Draft strategy for the transition of Slovenia to a low carbon society by 2050* heter färdplanen som Republic of Slovenia, government office of climate change (u.å.) har publicerat, det är den som är referens i detta avsnitt om inget annat anges.

Sloveniens totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 19 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn är den enskilt störst bidragande sektorn men där transportsektorn också utgör en stor del, se tabell 10. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

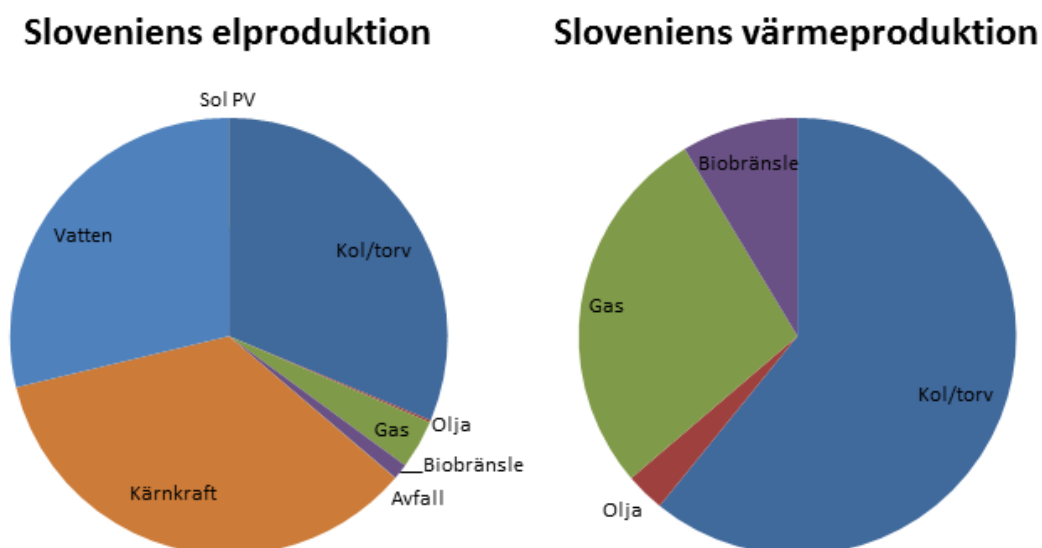
**Tabell 10:** Sloveniens utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	6,5	33,5
Transport	5,3	27,3
Bostad & service	1,9	9,8
Industri	2,8	14,4
Jordbruk	2,2	11,3
Avfall	0,6	3,1

Med low-carbon society menas ett samhälle som har lägre växthusgasemissioner än vad ekosystemet klarar av att absorbera. Målet för Slovenien är att stödja det globala målet om att den globala medeltemperaturen inte ska stiga med mer än 2 °C jämfört med förindustriell tid. För att göra det ska växthusgasemissionerna minska med 80 % fram till 2050 och understiga 4 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv. Det ger utsläpp på 2 ton/capita årligen vilket anses vara kolneutralt. Utsläppsminskningen i Slovenien beräknas bli långsammare än för EU totalt, 22 % till 2030 och 50 % till 2040. Den långsammare minskningstakten förklaras av ett ökat transportbehov och en låg energi- och material produktivitet i industrisektorn. Det gör att dessa två sektorer kommer att öka sina utsläpp innan de kan minskas. För att Slovenien ska nå målet om en utsläppsminskning kan de flexibla mekanismer som finns under Kyotoprotokollet utnyttjas.

#### 4.9.1 Energisektorn

Slovenien producerade 2009 drygt 16 000 GWh el och 9 000 TJ värme, hur uppdelningen mellan energibärare ser ut visas i figur 13. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 13:** Sloveniens elproduktion och värmeproduktion 2009, fördelat på energibärare.

Inom energisektorn ska utsläppen vara noll och importen av olja ska vara obefintlig 2050. Importen av kol ska vara nere på noll redan till 2020. För att uppnå dessa mål ska

energieffektiviseringar i alla sektorer ske, både i byggnader och när det gäller framställning av värme, smarta energinät ska byggas och användningen av förnybara källor ska vara en del i minskningen. Den förnybara energikällan ska bestå av vattenkraft, biomassa, geotermisk energi, solkraft och en liten del vindkraft.

#### **4.9.2 Transportsektorn**

Inom transportsektorn ska emissionerna minska till 1,24 miljoner ton per år. Tillgängligheten ska öka för alla oavsett social grupp eller geografiskt läge. Cykel och gång ska vara huvudalternativet när det gäller persontransport. För att minska godstrafiken på vägarna ska t.ex. järnvägen restaurera och göra huvudstaden till en knutpunkt med höghastighetståg ut i landet. Genom att utveckla nya energisnåla motorer med lägre koldioxidutsläpp och bygga elnät som kan förse dessa bilar med energi kommer emissionerna av växthusgaser minska ytterligare. Samhällsplaneringen ska vara sådan att material och energieffektivitet ökar medan behovet av transporter minskar. De lokala leveranserna ska öka medan de långväga transporterna minskar.

#### **4.9.3 Bostads- och servicesektorn**

Precis som energisektorn ska bostads- och servicesektorn vara helt koldioxidfri till 2050. År 2050 ska alla hus vara passiv hus eller självförsörjande på energi. Övergången till detta är tänkt i tre steg. År 2020 ska alla nya hus uppnå den givna standarden. År 2030 ska alla offentliga byggnader uppnå standarden för att alla byggnader 2050 ska uppnå målet. För det här krävs information till allmänheten om energieffektiviseringar och förnybara energikällor. Utvecklingen och realiseringen av passivhus ska stödjas. En utveckling mot grön turism är viktigt. Slovenien ska också vara ledande i utbildningen för grön utveckling och gröna jobb.

#### **4.9.4 Industrisektorn**

Industrisektorn ska minska sina utsläpp till ungefär 1 miljon ton CO<sub>2</sub>-ekv per år detta fortfarande då Slovenien ska ha en stark konkurrenskraft gentemot andra länder när det gäller industrin. Detta ska regeringen stödja genom bl.a. styrmedel.

#### **4.9.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

1,225 miljoner ton/år ska utsläppen i jordbrukssektorn som mest vara år 2050, detta inkluderar inte bränslen. Landet ska vara självförsörjande på mat till åtminstone 80 %. Det ska finnas incitament för att införa ekologiskt jordbruk och för forskning på området. Förutom att försöka motverka klimatförändringarna ska jordbrukssektorn också anpassas till de förändringar som följer av ett ändrat klimat.

För att minska de inhemska emissionerna kan skogen användas som kolsänka. Hur den kommer att kunna användas i framtiden är dock oklart då det spelar roll hur det ses på kolsänkan som ett alternativ till utsläppsminskning internationellt.

#### **4.9.6 Avfallssektorn**

Utsläppen ska minskas till ungefär 340 kg ton/år. Samtidigt ska deponeringen vara mindre än 10 % av avfallshanteringen och inte bidra till några utsläpp av växthusgaser. För att uppnå målen ska sopsortering främjas så att användningen av avfall ska kunna



öka, som t.ex. energi men också genom materialåtervinning. Lagstiftningen behöver stärkas så att kraven på avfallshantering blir större och sanktioner för de som inte sköter sig blir större. Tillsynen måste bli lätt att genomföra.

#### 4.9.7 Sektorsvis minskning

I tabell 11 ses de sektorsvisa utsläppsminskningarna som Slovenien presenterar i sin färdplan.

**Tabell 11:** Utsläpp sektorsvis 2050 enligt Sloveniens vision, samt hur stor minskningen är jämfört med 1990 och 2009 års nivå i respektive sektor.

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> - ekv]	Utsläpp 2050 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> - ekv]	Minskning jämfört 1990 [%]	Minskning jämfört 2009 [%]
Energi	6,1	0	100	100
Transport	5,3	1,24	60	76,6
Bostad & service	1,9	0	100	100
Industri	0,8	~1	77	64,3
Jordbruk	2	1,225 ej bränsle	51	44,3
Avfall	0,6	0,0034	99,5	99,5

#### 4.10 POLEN

Polen har till skillnad från de andra presenterade länderna inte själva tagit fram en färdplan. Den strategi som presenteras här har Världsbanken gjort, vilket innebär att det inte nödvändigtvis är något som Polen står bakom. Till skillnad från de andra presenterade länderna sträcker sig Polens strategi endast till 2030. ”Transition to a low-emissions economy in Poland” (The world bank, 2011) är referens till hela detta avsnitt om inget annat anges.

Polens totala utsläpp av växthusgaser uppgick 2009 till drygt 376 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012) där energisektorn bidrar till nästan hälften av de totala utsläppen, se tabell 12. I bilaga B finns den bakomliggande statistiken och beräkningarna till tabellen.

**Tabell 12:** Polens utsläpp av växthusgaser i absoluta tal 2009 och andelen av de totala utsläppen, uppdelade på sex stora utsläppssektorer (UNFCCC 2012).

	Utsläpp 2009 [10 <sup>6</sup> ton CO <sub>2</sub> -ekv]	Andel av de totala utsläppen [%]
Energi	179,4	46,8
Transport	47,4	12,4
Bostad & service	43,4	11,3
Industri	58,5	15,3
Jordbruk	44,9	11,7
Avfall	8,7	2,3

Utsläppen per BNP är mer än dubbelt så stora för Polen jämfört med ett medel för EU. På senare år har även sambandet tillväxt och emissioner ökat. Polen har trots det minskat sina utsläpp med åtskilliga procent och har med god marginal klarat sitt

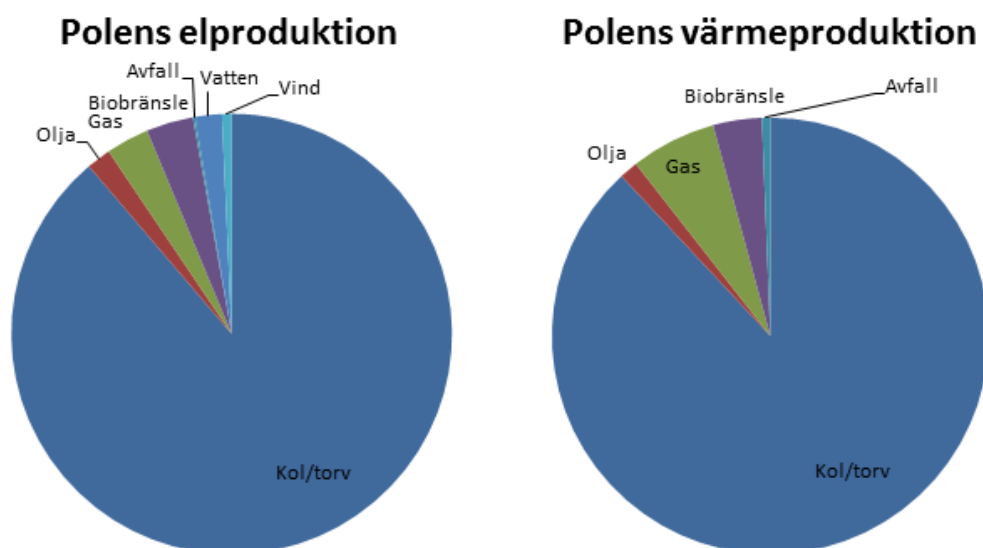
åtagande i Kyotoprotokollet. Kolkraften gör ändå att det är en stor utmaning att minska utsläppen i Polen och rädslan för att de redan höga elpriserna ska stiga ännu mer är stor då en omställning till grönare alternativ sker. Höjda elpriser kan sätta välfärden på spel och konkurrera ut Polen i den globala konkurrensen. Därför läggs stor vikt vid kostnader när det planeras för nya tekniker.

Polen menar att EU:s mål om att minska utsläppen med 80 % kommer bli en ”stor börda för Polens ekonomi och för hushållen”. Den ekonomiska fördel som blir av att investera i ny utsläppssnål teknik kommer främst andra länder än Polen att dra nytta av. Endast när det gäller biomassa kan polska företag gynnas genom en ökad produktion, all annan teknik så som vindkraft och kärnkraft, måste de importera (EnergSys 2012).

De resultat som världsbanken presenterar visar att Polen kan minska sina utsläpp med 31 % fram till 2030 jämfört med 2005. Minskningen kräver samordning mellan politiker, företag och invånare och en stor del av minskningen är att övergå till grön energiteknik. Befintlig teknik så som CCS har antagits kunna användas innan 2030 och vara en del i omställningen. Förändringar som bidrar till en betydande ändring i konsumenternas livsstil har inte antagits bidra till minskningarna, så som t.ex. mer kollektivtrafik och svalare hem.

#### 4.10.1 Energisektorn

Polen producerad 2009 nära 152 000 GWh el och drygt 312 00 TJ värme, hur uppdelningen mellan energibärare ser ut visas i figur 14. I bilaga A ses den statistik som figuren baseras på.



**Figur 14:** Polens elproduktion och värmeproduktion 2009, fördelade på energibärare.

Energisektorn är den sektor som genererar mest utsläpp idag. Kärnkraftverk har lång livslängd och är ett bra alternativ för Polens kolkraftverk. Polen har idag ingen kärnkraft men kan tidigast år 2020 utgöra en del av energiproduktionen även i ett BAU-scenario. Även fast landet övergår till kärnkraft och förnybart kommer landets energiproduktion

utgörs av en stor del kol även i ett low carbon scenario. En stor del i minskningen ligger i effektiviseringar i andra sektorer. Den största minskningen ligger i energieffektiviseringar och byte till förnybara bränslen. Vind, biomassa och biogas är alternativ på förnybara bränslen som kan användas inom energisektorn.

#### **4.10.2 Transportsektorn**

Transportsektorn är den sektor där utsläppen växer fortast. De flesta bilar i Polen är gamla och oeffektiva och släpper samtidigt ut mycket föroreningar. En stor del i utsläppsminskningen är att göra hela transportsektorn effektivare t.ex. genom effektivare motorer.

#### **4.10.3 Bostads- och servicesektorn**

Även i bostadssektorn är energieffektiviseringar en viktig del mot minskade utsläpp.

#### **4.10.4 Industrisektorn**

Effektivare processer är en viktig del i vägen mot en kolsnål ekonomi och dessa åtgärder kan tillsammans med de andra energieffektiviseringarna i bostads- och transportsektorn minska utsläppen med 68 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv till 2030. Detta skulle bli en ekonomisk fördel samtidigt som utsläppen minskar. Användningen av CCS är ytterligare ett alternativ för de stora utsläppsindustrierna.

#### **4.10.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

För att minska utsläppen inom denna sektor är det viktigt med åtgärder, vilka åtgärderna är sägs inte mer än att skötsel av gräsmarker måste bli bättre.

### **4.11 JÄMFÖRELSE MELLAN LÄNDER**

De nationella utsläppen inom EU varierar en hel del mellan länderna och därför blir också utsläppen 2050 olika stora eftersom utsläppsminskningen mäts i procent. Vilka mål länderna har till 2050 och hur stora utsläppen bli om målet uppfylls ses i tabell 13. Där ses också utsläpp per capita och per BNP 2009 och 2050.

**Tabell 13:** Uppsatt nationellt mål till 2050 och de utsläpp som landet kommer ha om målet uppnås. Utifrån 2009 års befolkning och BNP, mätt i euro, visas utsläpp per capita samt utsläpp per BNP 2009 och 2050 om respektive land når det satta målet.

	<b>Mål till 2050</b>	<b>Utsläpp [10<sup>6</sup> ton CO<sub>2</sub>-ekv]</b>		<b>Utsläpp 2009</b>		<b>Utsläpp 2050</b>	
	<b>jämfört 1990 [%]</b>	<b>2009</b>	<b>2050</b>	<b>[ton/capita]</b>	<b>[kg/BNP]</b>	<b>[ton/capita]</b>	<b>[kg/BNP]</b>
EU	-80	4614,5	1117,8	9,2	0,39	2,2	0,10
Finland	-80	66,3	14,1	12,5	0,38	2,7	0,08
Tyskland	-80 till -95	919,7	62-250	11,2	0,39	0,8-3,0	0,03 - 0,11
Danmark	-80 till -95	62,3	3,5-13,9	11,3	0,28	0,6-2,5	0,02 – 0,06
Storbritannien	-80	570,1	155,9	9,3	0,36	2,5	0,10
Nederländerna	-80	198,9	42,4	12,1	0,35	2,6	0,07
Slovenien	-80	19,4	3,7	9,7	0,55	1,9	0,11
Polen		383,2		10,1	1,23		
Sverige		60,1		6,5	0,21		

De huvudsakliga åtgärderna för minskade utsläpp av växthusgaser inom energi-, transport- och bostads- och servicesektorn, för respektive land, visas i tabell 14.

**Tabell 14:** Visar de huvudsakliga åtgärder som respektive land tänker nyttja inom energi, transport och bostads- och servicesektorn för att minska de nationella utsläppen av växthusgaser.

	<b>Energi</b>	<b>Transport</b>	<b>Bostad och service</b>
Finland	Bioenergi, vind, ev. kärnkraft, CCS, effektiviseringar.	Transportbyte, minska transportbehovet, biobränslen och el. Vätgas på sikt.	Energieffektiviseringar i byggnader, förnybar energi.
Tyskland	Förnybar energi (vindkraft till havs), förbättrade elnät.	El, biobränslen, vätgas.	Energieffektiviseringar i byggnader, förnybar energi.
Danmark	Vindkraft till havs, biomassa, förnybart i fjärrvärmesystemet	El och biobränslen. Vätgas på sikt.	Energieffektiviseringar i byggnader, fjärrvärme och värmepumpar.
Storbritannien	Förnybart (vind), CCS (kol, biomassa, gas), kärnkraft och förbättrade elnät.	El, vätgas, hybrider, biodrivmedel och mer resande med kollektivtrafik.	Energieffektiviseringar i byggnader, värmepumpar, fjärrvärme, smarta mätare.
Nederländerna	Effektiviseringar, vind, sol, kärnkraft och geotermisk energi, CCS (gas).	El, vätgas, biobränslen av alger och biogas. Mer cykel och kollektivtrafik.	Energieffektiviseringar i byggnader.
Slovenien	Effektiviseringar, förbättrade elnät, vattenkraft, biomassa, geotermisk energi, sol och lite vind.	Energisnåla motorer, el, samhällsplanering. Mer cykel, gång och järnväg.	Passivhus och självförsörjande hus.
Polen	Kärnkraft, förnybar energi.	Effektivare sektor, t.ex. motorer.	Effektiviseringar

De huvudsakliga åtgärderna för minskade utsläpp av växthusgaser inom industri-, jord- och skogsbruk och avfallssektorn, för respektive land, visas i tabell 15.

**Tabell 15:** Visar de huvudsakliga åtgärder som respektive land tänker nyttja inom industri, jord- och skogsbruks- och avfallssektorn för att minska de nationella utsläppen av växthusgaser.

	<b>Industri</b>	<b>Jord- och skogsbruk</b>	<b>Avfall</b>
Finland	Energieffektiviseringar, byte av bränsle, CCS.	Ökad avfallsåtervinning, källa till biobränslen och kolinlagring i vegetation och i träprodukter.	Minskad avfallsmängd, ta till vara på energi i biologiskt material.
Tyskland	Energieffektiviseringar, CCS.	Restprodukter från skogsbruket ska bli energi.	Avfall ska tas till vara och bli energi.
Danmark	CCS (kol eller biomassa).	Jobba med EU:s jordbrukspolitik.	
Storbritannien	Energi effektiviseringar, gröna energialternativ, CCS.	Kolinlagring i vegetation och i träprodukter.	Minska avfallsmängden, ta till vara på energi i biologiskt material.
Nederländerna	Effektivare processer, CCS.	Effektivare mjölkproduktion, bättre djurfoder och gödselmedel.	Ta till vara på energi i avfall.
Slovenien		Ekologiskt jordbruk, kolsänka.	Mindre deponering, sopsortering ska leda till material- och energiåtervinning.
Polen	Effektivare processer, CCS.		

## **5 ANALYS**

Med 2009 års siffror har Tyskland de absolut största utsläppen totalt sett. Finland är det land som har störst utsläpp per capita och Polen störst utsläpp per BNP. För alla länder utom Sverige är energisektorn den enskilt största utsläppskällan vilket beror på den generellt höga andelen fossila bränslen i sektorn inom EU. Transportsektorn eller industrisektorn är de sektorer som har de näst största utsläppen. För Slovenien bidrar transportsektorn med en stor del till de totala nationella utsläppen, nästan lika mycket som energisektorn. För Sveriges som har mycket vattenkraft och kärnkraft är istället transportsektorn den största utsläppskällan.

### **5.1 MÅL OCH FÄRDPLANER**

Alla länder förutom Polen har satt samma mål som EU, att minska de nationella utsläppen med 80 % till 2050 jämfört med 1990. Tyskland och Danmark har som minsta mål 80 % men kan minska med så mycket som 95 %. Detta ger i absoluta tal ett stort intervall i vad respektive land får släppa ut 2050 och gör också skillnad för om landet når gränsen 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita eller ej. Minskar Tyskland och Danmark med 95 % har dessa länder de två lägsta utsläppen per capita och ligger långt under 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita. Slovenien är det enda land som kommer under 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita om de minskar med 80 %, beroende på de idag redan låga utsläppen. Finland, Storbritannien och Nederländerna ligger alla runt 2,5 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita 2050. EU når inte heller gränsen utan landar på 2,2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita. Alla länders utsläpp minskar i absoluta tal mycket, men de höga utsläppen idag gör att de flesta länder inte når ner till de utsläpp per capita som anses nödvändig för att uppnå tvågradersmålet.

#### **5.1.1 Energisektorn**

Om Sloveniens, Storbritannien och EU:s sektorsvisa utsläppsminskningar till 2050 jämförs ses att alla tror på nära noll eller till och med negativa utsläpp för energisektorn 2050. Att energisektorn har potentialen att minska så pass mycket finns det andra länder som bevisar där t.ex. Sverige redan idag har väldigt låga utsläpp. Förutsättningarna för att nå så låga utsläpp inom energisektorn varierar dock mellan länder p.g.a. nationella förutsättningar. Att Sverige har så låga utsläpp beror på tillgången till vattenkraft, som alla länder inte har samma tillgång till. De förnybara alternativen inom sektorn är framförallt vind och biobränsle där vind verkar vara det absolut populäraste alternativet, p.g.a. att det är en obegränsad resurs vilket inte biobränslen är som riskerar att både ta slut och bli kostsamt när efterfrågan stiger. För att klara av en stor utbyggnad av vindkraften ser Danmark, Nederländerna och Tyskland, alla länder med kust, den dyrare havsbaserade vindkraften som huvudalternativ då utrymmet på land är begränsat.

El är en viktig del i framtidens energiproduktion och det är därför viktigt att satsa på elnäten. Många länder tar upp smarta nät som en viktig åtgärd. Nederländerna menar att ett gemensamt elnät skulle kunna jämna ut de variationer som bli över året. Ett gemensamt nät skulle göra det möjligt för länder med god tillgång på t.ex. sol att exportera under energiintensiva delar på året för att andra delar av året importera t.ex. vattenkraft. Sverige som har goda tillgångar på skog skulle kunna exportera biomassa

till länder med sämre tillgång. Det skapar goda förutsättningar att nyttja de förnybara energikällor som finns inom området och till möjligheter för export och import.

### **5.1.2 Transportsektorn**

EU beräknar att transportsektorn ska minska utsläppen med 54-67 % till 2050 jämfört med 1990. Storbritannien räknar med en minskning på 65-84 % och Slovenien en minskning på 60 %. Storbritannien räknar alltså med störst minskning vilket kan bero på en god tilltro till elbilen. Landet räknar också med att i princip alla fordon ska vara utsläppsnåla 2050 vilket Slovenien inte verkar räkna med där det bl.a. planeras för att effektivisera motorerna så att utsläppen minskar, inte stoppas helt. Självklart kommer emissionsfria alternativ att vara lösningar även i Slovenien.

För att minska emissionerna inom transportsektorn är el och bibränslen de alternativ som alla länderna tar upp. Huruvida bibränslen kommer att täcka den efterfrågan som uppstår är oklart varför fler alternativ behövs där vätgas och produktion av bibränslen genom alger är två förslag som tas upp. Människor måste i större utsträckning välja att åka kollektivt. Självklara val i ett koldioxidsnålt samhälle är också gång och cykel som är helt emissionsfria transportmedel. Även effektiviseringar är givna alternativ som både är kostnadseffektiva och gynnsamma för klimatet. För att skapa förutsättningar för ett minskat transportbehov lyfts vikten av smart stadsplanering i EU:s färdplan något som inte alla länderna tar upp men som är en viktig del i minskade utsläpp av växthusgaser inom transportsektorn.

### **5.1.3 Bostads- och servicesektorn**

Slovenien tror på nollutsläpp från bostadssektorn medan EU tror på runt 90 % reducering jämfört med 1990, Storbritannien tror att utsläppen åtminstone kan minska med 80 % men en nollnivå är också möjlig. Att bostadssektorn kan minska med i princip lika mycket som energisektorn beror till viss del på att den sektorn påverkas mycket av hur elen och värmen produceras och här är det framförallt förnybara energilag som är alternativen. Utsläppen beror också på hur stor mängd energi som används varför många av länderna satsar på att spara energi i bostadssektorn genom att införa energisnål teknik och energisnåla byggnader, eller i vissa fall hus som producerar energi. Lagar, styrmedel och höjda elpriser ska förbjuda användningen av fossila uppvärmningsalternativ och minska energianvändningen. Genom smarta mätare ges kunden möjlighet att kontrollera sin energiförbrukning, en metod som Storbritannien tar upp. Fjärrvärme är en energiform som har goda möjligheter till att bli emissionsfri varför det är ett bra alternativ för uppvärmning av bostäder och byggnader, ett alternativ som Storbritannien tagit till sig och även Sverige som redan idag har relativt stor del fjärrvärme. Att spara energi är både bra för klimatet, så länge det minskar emissionerna, och för ekonomin vilket antagligen är en stor anledning till att energi inom sektorn sparas.

### **5.1.4 Industrisektorn**

Med dagens teknik och tekniker under utveckling ser det ut som att industrin inte når ner till de utsläppsminskningar som energi och bostadssektorn gör. Det beror på att en



del processer inom industrin även 2050 beräknas vara beroende av fossil energi, som t.ex. processer inom stålproduktion, och att CCS inte är lönsamt på alla utsläpp. EU menar att utsläppen åtminstone kan minska med 83 % men kan minska ända upp till 87 %. Storbritannien utgör en osäkrare inställning till minskning inom sektorn och ger ett spann på 55-87 %. Kanske beroende på om CCS används. Slovenien tror på en minskning däremellan, 77 %. Hur stor minskningen blir inom sektorn tycks till viss del bero på hur stor industri landet har. Det kan vara svårare att minska redan låga utsläpp procentuellt mycket jämfört med att minska stora utsläpp. Slovenien kommer efter minskningen att ligga på ca 1 miljon ton CO<sub>2</sub>-ekv medan Storbritannien ligger på 20-70 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv.

Åtgärder inom sektorn är att i den mån det går minska användningen av fossila bränslen och istället nyttja förnybara alternativ eller el. En del av industriprocesserna kommer troligen även i framtiden att vara beroende av fossila bränslen. För att ändå minska utsläppen, och minska energianvändningen inom hela sektorn, är energieffektiviseringar en viktig åtgärd. Energieffektiviseringar ses av vissa länder som ett första steg för att så småningom övergå till förnybara alternativ. Detta gynnar inte bara ekonomin inom industrin utan gör också stor skillnad för utsläppen då energianvändningen består av utsläppsintensiva bränslen. Det skapar också ekonomiska fördelar vilket Tyskland tänker förstärka genom ytterligare ekonomiska fördelar genom bl.a. skattelättnader. Energieffektiviseringar är också en bra och ekonomisk lösning för länder med stor del fossilanvändning varför det även är en bra lösning för Polen.

En svårighet med den här sektorn är konkurrensen från andra länder utanför EU som inte har krav på minskade utsläpp av växthusgaser. Blir priset på industrins produkter för höga jämfört med andra kommer konkurrenskraften att minska vilket kan leda till koldioxidläckage vilket varken är bra för klimatet eller ekonomin i EU och medlemsländerna. För att skydda ett land mot koldioxidläckage är ett sätt att skapa internationellt bindande utsläpps begränsningar.

### **5.1.5 Jord- och skogsbrukssektorn**

Jordbrukssektorn är den sektor som i dagsläget inte har någon given väg för att minska utsläppen, främst beroende på att det handlar om biologiska processer. Det som går att göra inom jord- och skogsbruket är att byta ut de fossila fordonsbränslena och minska utsläppen för uppvärmning av byggnader. EU:s totala minskning av växthusgaser inom sektorn beräknas bli som minst 42 %, maximalt kan jordbrukssektorn minska med 49 % i hela EU. Slovenien beräknat att de nationella utsläppen från jordbrukssektorn ska minska med drygt hälften, 51 %. Hur stor utsläppsminskningen blir i Storbritannien inom sektorn finns ingen siffra på men enligt de beräkningar som finns för de fyra kolbudgetperioderna tyder dessa på att minskningen inte är så stor. Detta kan bero på att teknikerna inom sektorn är osäkra och att det helt enkelt är för stora osäkerheter fram till 2050. Många länder ser den här sektorn som en källa till biobränslen och att den på så vis kan bidra till minskade utsläpp. En del menar också att sektorn kan bidra genom att fånga upp CO<sub>2</sub> ur atmosfären genom att utnyttja kolsänkan. Hur stor kolsänkan kommer att vara i framtiden är osäkert och den minskning vi räknar med att skogen ska

bidra med kan vara nere på noll och då måste minskningen i andra sektorer bli större. Det är därför viktigt att ta hänsyn till att kolsänkan kanske inte är något att räkna med utan att vi istället måste hitta ytterligare lösningar eller ge större utrymme för de tekniker som finns. Det är också av vikt att inse att kolsänkan och potentialen för biobränslen står mot varandra. Ökar vi uttaget av biobränslen minskar samtidigt kolsänkan och tvärt om.

### **5.1.6 Avfallssektorn**

Varken Danmark eller Polen tar upp åtgärder för den här sektorn. För de andra länderna handlar det om att minska avfallsmängden och att ta till vara på den energi som finns i avfallet. Finland lutar åt liknande förbud mot deponering av biologiskt material som Sverige redan har vilket minskar utsläppen av CH<sub>4</sub>. En del ser dock problemet att deponier som redan finns inte kommer att försvinna på 40 år varför inte heller utsläppen från sektorn kommer att nå nollutsläpp 2050. Det finns dock tekniker där CH<sub>4</sub> från deponier samlas in och tas till vara på, vilket i sådana fall ger noll eller nära nollutsläpp från deponier. Tyskland och Storbritannien tar upp fördelen med att ta till vara på energin för att minska trycket på biomassa från skogen.

## **5.2 FÖRUTSÄTTNINGAR OCH POLITIK**

Den stora skillnaden mellan de studerade länderna ligger mellan Polen och de övriga länderna. Den klimatstrategi som världsbanken tagit fram visar att Polen till 2030 kan minska sina utsläpp med 31 % jämfört med 2005. Steget till att minska med 80 % till 2050 är däremot långt när det 2030 redan gått halvvägs och där EU:s färdplan pekar på att de totala minskningarna bör uppgå till 40 % 2030. Tyskland, som i likhet med Polen har relativt mycket fossila bränslen, pekar istället på att utsläppsminskningarna bör uppgå till 40 % redan till 2020 och 55 % till 2030. En sådan stor minskning vore för kostsamt för Polen och dess invånare vilket beror på att de till största del behöver importera energitekniker eftersom de inte själva sitter på resurserna. De andra länderna ser inte att de kommer att behöva importera stora delar av framtidens energiförsörjning eftersom tekniken finns inom landets gränser på ett eller annat sätt. Danmark har redan idag en stor del vindkraft och det är den tekniken som kommer få fortsatt möjligheter att växa för att minska användningen av kol och olja. I Storbritannien finns ingen förnybar teknik som utgör en större del av energiproduktionen men det finns forskning på ett flertal olika tekniker inom landets gränser. Även Tyskland satsar på forskning, inom framförallt vindkraft eftersom det finns goda möjligheter för det nationellt sett. Finland använder relativt mycket kärnkraft och ser det som en del av lösningen till minskade utsläpp av växthusgaser. Både Tyskland, Danmark och Storbritannien använder idag mycket fossila bränslen i sin energiproduktion, inte lika mycket som Polen men en större del utgörs av fossila bränslen. Dessa länder ser trots den höga andelen fossila bränslen förnybara alternativ och i vissa fall kärnkraft som framtidens energibärare. Hur kommer det sig då att Polen ser problem och inte visar någon vilja att ens försöka ställa om energisystemet i någon större utsträckning när andra länder med liknande utgångspunkt ser möjligheter. En anledning kan vara den politiska viljan. För att ett helt land ska ställa om krävs mål att vandra mot och en styrning högre uppifrån vilket ännu

inte verkar finnas i Polen. Polen har möjlighet att både satsa på biobränslen, som de har god tillgång till, och på kärnkraft som har lång livslängd. Med de här åtgärderna skulle Polens utsläpp av växthusgaser minska, kanske inte med så mycket som 80 % men det skulle komma en bra bit på vägen. Med de elnät som planeras över Europa förbättras möjligheterna för utsläppsnåla alternativ ytterligare då importmöjligheterna bli större.

Om ett land som Polen producerar sin energi från nästan 90 % fossila bränslen krävs det mycket för att minska den delen vilket är svårt när det nästan inte finns någon annan befintlig del att öka. För att minska nationella utsläpp så kostnadseffektivt som möjligt är det en fördel om landet sitter på tekniker för att producera energi, antingen tekniker som används eller tekniker under utveckling, för att slippa importera.

Det är svårt att förutsäga framtiden och vad som kommer att vara möjligt då. Ett exempel är Tyskland som på mindre än ett år ändrade inställning till kärnkraften, från förlängning av livslängden till avveckling. En rad olika aspekter spelar roll för utveckling och förutsättningarna kan komma att ändras ett flertal gånger under de närmsta 40 år. Inget land har angett hur stora delar varje energislag ska ta, vilket beror på den stora osäkerheten i hur teknikerna utvecklas och vilka nya tekniker som kommer in på marknaden. Flera länder har också lyft fram den ekonomiska fördelen av att satsa på fler tekniker för att inte misslyckas. Fram till 2050 är det troliga dock att de tekniker som finns idag, på marknaden eller på forskningsstadiet, är de tekniker som kommer att användas för att minska emissionerna av växthusgaser. Denna bedömning grundas på att det tar relativt lång tid för en helt ny teknik att komma ut på marknaden från det att den upptäcks.

### **5.3 NYCKELTEKNIKER TILL 2050**

De tekniker och åtgärder som alla de studerade länderna väljer mot minskade utsläpp är koldioxidsnåla energikällor, CCS, smarta elnät och eldrivna fordon vilket är de som EU kommissionen också rekommenderade i sin färdplan. Åtgärderna täcker visserligen in de flesta tekniker som idag är kända, men i och med att alla länder väljer att utnyttja dessa tyder det på att det är en relativt ekonomisk lönsam väg för att minska utsläppen av växthusgaser. De flesta av åtgärderna lägger störst vikt på att minska utsläppen av CO<sub>2</sub> vilket är bra eftersom utsläppen är stora. Men för att minska klimatförändringarna och nå tvågradersmålet krävs åtgärder för alla växthusgaser, inte minst för att de andra har större påverkan på växthuseffekten än vad CO<sub>2</sub> har. Det här gäller inte minst i jordbrukssektorn och avfallssektorn där utsläppen av andra växthusgaser än CO<sub>2</sub> är stora.

Kärnkraft är en omdiskuterad koldioxidsnål energikälla som det råder delade meningar om. CCS är en teknik som det inte hänt så mycket med men som alla länder lutar sig mot. El beräknas vara framtidens stora fordonsbränsle. Hur dessa nyckeltekniker kommer att utvecklas till 2050 diskuteras nedan.

#### **5.3.1 Kommer kärnkraften att finnas i EU 2050?**

Kärnkraften har både för- och nackdelar, och de flesta av länderna ser kärnkraften som en del av en lösning till att minska utsläppen av växthusgaser. Några planerar redan för

ny kärnkraft och för en ny generation av kärnkraftverk. Andra har ännu inte tagit några beslut om huruvida nya verk ska byggas, men inte heller om nedrustning av befintliga ska ske. I vilken utsträckning kärnkraften kommer att användas bestäms av hur annan energiproduktion utvecklas och hur efterfrågan ser ut. Skulle t.ex. solkraften få ett stort genomslag och stå för en stor del av energiförsörjningen är behovet av kärnkraft begränsat, men blir utvecklingen av nya tekniker begränsad måste kärnkraften ta en större del. Danmark och Tyskland är de två länder som redan idag har bestämt att inte använda kärnkraft i energisystemet 2050. Tyskland såg möjligheten med kärnkraft under arbetet med att ta fram den nationella färdplanen men gjorde en helomvändning i och med tsunamin och efterföljande kärnkraftsolycka i Fukushima. Kärnkraften ska där avvecklas redan till 2022 och kommer således inte att utgöra en del i den nationella minskningen av växthusgaser till 2050. Danmark, som idag inte har någon kärnkraft, hade tagit ställning redan innan olyckan och såg delvis andra hinder med kärnkraften. Avfallsfrågan är en osäkerhet, men den största osäkerheten anser de nog ändå är den ekonomiska lönsamheten som de anser vara sämre än för både vind och kolkraft. För Danmark, som är en stor vindkraftsnation, lämpar sig inte heller kärnkraften för de fluktuationer som finns i elnäten. Ska kärnkraft finnas i ett land ska den gå för fullt hela tiden för att det ska vara ekonomiskt lönsamt vilket även har påpekats av flera länder. För Polen skulle kärnkraften vara ett kostnadseffektivt sätt att byta ut stora delar av kolkraftverken eftersom den har lång livslängd. Fördelen med den långa livslängden gynnar alla länder som nyttjar tekniken, men förr eller senare måste beslut tas om kärnkraften ska få förlängd livslängd, genom att bygga nya verk och rusta upp gamla, eller om den ska läggas ned.

Liksom oenigheten mellan länder i frågan om kärnkraft är ett alternativ för att minska växthusgaser eller ej finns också en oenighet inom Sveriges gränser. Branschorganisationer för industrier och energi menar att kärnkraften behövs och kommer att finnas kvar, medan Greenpeace menar att den kan avvecklas och att Sverige ändå kan minska sina utsläpp betydligt. Att kärnkraften skulle avvecklas skulle med dagens tekniker äventyra industrins energiförsörjning eftersom alternativen inte kan täcka efterfrågan.

Kärnkraften kommer antagligen att vara en del i minskade växthusgasutsläpp fram till 2050 sett till hela EU. I och med att nya tekniker utvecklas minskar behovet av kärnkraft och i och med de risker som finns med kärnkraften och den begränsade livslängden kommer den antagligen att minska och i en längre framtid än 2050 att fasas ut.

### **5.3.2 Kommer CCS slå igenom stort före 2050?**

Användningen av CCS som en del i minskade emissioner av CO<sub>2</sub> tas upp av alla länder, förutom Slovenien. Alla ser potentialen i att kunna minska utsläppen från framförallt industrin men också från kolkraftverk, som är ett alternativ till minskade utsläpp i t.ex. Polen. Alla länder menar också att tekniken inte är tillräckligt utvecklad för att den ska kunna användas idag. Det finns de som tror att tekniken kan finnas i kommersiell skala efter 2030 och Storbritannien menar att den kan användas redan under 2020-talet. Ett

flertal av ländernas regeringar tycker att tekniken är värd att satsa på och kommer att stötta utvecklingen på olika sätt. Det här gäller t.ex. för Storbritannien som låter CCS konkurrera med andra tekniker för att få en så kostnadseffektiv lösning som möjligt. Hur utvecklingen av CCS kommer se ut är därför svårt att säga i dagsläget då tekniken ännu inte fått fäste på marknaden, trots att tekniken funnits i mer än 15 år. Trots att den under den här tiden har använts på flera ställen värden över har tekniken inte kommersialiserats i stor skala och den är fortfarande olönsam.

Den långsamma utvecklingen av tekniken kan vara en faktor som gör många länder och branscher osäkra på CCS. Om utvecklingen mot ett kolsnålt samhälle fortsätter i snabbare takt kan efterfrågan på biobränslen bli större än tillgången. Även om inte biobränslen är de enda bränslena för en energiproduktion utan fossila bränslen finns begränsningar, vilket gör att det kan finnas behov av att använda fossila bränslen för att tillgodose efterfrågan på energi. För att både tillgodose energibehovet och minska utsläppen av växthusgaser kan det bli nödvändigt att använda CCS. Inom industrin krävs höga temperaturer och alla energibärare lämpar sig inte för energiframställning till industrins alla processer. Därför är CCS ett bra alternativ även inom industrin där en del fossila bränslen kommer att behövas.

Något som tas upp är huruvida CCS kommer att vara lönsamt framför att betala för att släppa ut koldioxid. Vid årsskiftet 2012/2013 löper den internationella handeln med utsläppsrätter ut och om den inte förlängs finns det ingen ekonomisk lönsamhet i att investera i CCS, eftersom kostnaden för att släppa ut CO<sub>2</sub> försvinner internationellt sett. EU-ETS finns fortfarande kvar men systemet gäller som nämnts bara inom EU. Om det internationella systemet med handel med utsläppsrätter förlängs ökar incitamenten att utveckla och använda CCS. Ställs det tillräckligt stora krav på klimatåtgärder till följd av en stark klimatpolitik kommer det att löna sig att investera i CCS och tekniken kommer att utvecklas allteftersom.

En viktig men osäker del med CCS är var lagringen ska ske. Alla länder har inte tillgång till lagringsutrymmen, vilket gör att samarbeten mellan flera länder troligen måste ske för att tillgodose efterfrågan på lagring. Det är osäkert hur stora volymer de geologiska formationer som finns att tillgå rymmer. Noggranna undersökningar och beräkningar bör därför göras innan tekniken används, för att säkerställa att den kan användas fullt ut. En stark politisk vilja och krav på klimatåtgärder sätter fart på de undersökningar som krävs. Skulle det visa sig att det inte finns platser för lagring inom rimliga avstånd kan inte tekniken användas i stor skala.

Det som sätter press på utvecklingen av CCS och därmed lönsamheten och möjligheterna till lagring är en stark politisk vilja som ställer höga krav på klimatåtgärder. Finns den så kommer CCS troligen att vara en åtgärd mot minskade koldioxidutsläpp 2050.

### **5.3.3 Vad kommer elfordonens roll att vara 2050?**

Elfordon pekas ut som en viktig del i bränslebytet inom transportsektorn. Hur stor del elanvändningen kommer att få beror på ett antal faktorer. Till att börja med måste elen

vara emissionsfri, annars förlorar det fördelen med att frångå fossila bränslen. Huruvida elen kommer att vara emissionsfri eller ej verkar det råda enighet om då energisektorn är den sektor som har bland de större potentialerna att minska sina utsläpp. Även om elproduktionen inte når absoluta nollutsläpp är utsläppen med säkerhet mindre än de som fossila bränslen orsakar. Det land som i dagsläget inte ser ut att få eller har den vilja som krävs för att få en emissionsfri elproduktion är Polen. Där är det tveksamt om elbilen gör någon nytta eftersom emissionerna för bränslet kommer från elproduktionen och inte från bilen.

Den andra faktorn som påverkar elfordonens plats i fordonsflottan är transporten av el till bilarna, vilken kräver att elnätet byggs ut för att skapa laddningsmöjligheter. Problemet med elfordon är att de inte kan transporteras långa sträckor utan laddning. Ett annat problem är att el inte fungerar som bränsle för tyngre fordon som lastbilar och bussar. För dessa krävs att andra bränslen tas fram. När el varken fungerar för långa avstånd eller för tyngre fordon kan man fråga sig om det är någon mening att använda tekniken på bilar och andra lätta fordon. En stor del av de transporter som sker är korta bilresor så det minskar emissionerna avsevärt i transportsektorn om dessa sträckor blir emissionsfria. Lösningen för tyngre fordon kan vara biobränslen och eftersom det är en begränsad resurs är det en fördel om inte hela fordonsflottan nyttjar dessa. Elbilar är ofta hybridbilar och kräver också andra drivmedel som kan vara biobränslen som är ett klimatsmartare alternativ än fossila bränslen.

Forskningen är väl medveten om de begränsningar som finns med elfordon och därför försöker man förbättra tekniken genom att t.ex. utveckla batterier som klarar längre körsträckor och laddar snabbare. Eftersom utvecklingen går framåt och el troligen kommer att vara nästintill emissionsfri är elfordon ett bra alternativ för framtidens fordonsflotta. Hur stor del som kommer att utgöras av elbilar är osäkert, då det till stor del beror på hur andra drivmedel utvecklas. Även om el är ett bra alternativ kommer det troligen inte att utgöra hela andelen drivmedel ens för bilar eftersom det finns andra klimatvänliga alternativ redan idag.

#### **5.4 INTERNATIONELT ARBETE FÖR TVÅGRADERSMÅLET**

Om EU fortsätter att ligga långt fram i klimatarbetet och lever upp till den färdplan som satts upp och om ländernas nationella färdplaner efterföljs minskar utsläppen inom EU, vilket är bra. EU utgör dock inte en tillräckligt stor del av världens utsläpp för att ensamma stabilisera nivån av växthusgaser i atmosfären eller uppnå tvågradersmålet. Om inte utsläppskrav sätts på fler länder finns också risken för koldioxidläckage. För att få bukt med det här problemet krävs internationellt samarbete. En andra åtagandeperiod i Kyotoprotokollet kan vara en del av en lösning eller att skapa ett gemensamt system för handel med utsläppsrätter liknande EU-ETS. Det handlar om att skapa lika villkor över hela världen så att alla länder konkurrerar på samma villkor samtidigt som utsläppen av växthusgaserna minskar. Eftersom målen för utsläppsminskningar endast gäller ur ett produktionsperspektiv finns risken att en större del varor och produkter importeras, för att minska utsläppen inom landet och ur ett statistiskt perspektiv ligga bra till. Principen är densamma som för koldioxidläckage, utsläppen minskar inte, de

sker bara på en annan plats. Samtidigt kan det vara svårt att mäta nationella utsläpp ur ett konsumtionsperspektiv, när det handlar om att minska utsläppen, eftersom vi inte rår på de utsläpp som genereras i andra länder.

Även om EU minskar sina utsläpp med 80 % till 2050 och resten av världen vidtar liknande åtgärder för klimatet, så finns det inget som garanterar att temperaturen inte stiger mer än 2 °C vilket beror på de osäkerheter som finns i de modeller som används. Detta gör att det bara är en viss sannolikhet att vi når målet, bland forskare bedömt som 66 % chans. Det anses alltså vara 33 % risk att den globala medeltemperaturen stiger med över 2 °C vilket riskerar att påverka både djur, natur och människor. Med dagens klimatpolitik är det dock säkert att vi inte når tvågradersmålet. Ambitionerna måste bli högre och åtgärder måste i högre grad sättas in. Arbetet med färdplanerna är en del i rätt riktning.

Osäkerheten till om tvågradersmålet uppnås eller ej kan vara anledningen till att en del scenarierapporter för Sverige menar att vi redan till 2050 bör nå nollutsläpp. Resultatet av det här arbetet visar också att en 80 % reduktion av växthusgasutsläppen inte går hand i hand med en utsläppsgräns på 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita för de studerade länderna. Vad som är rätt nivå att sträva efter är osäkert, då både 80 % nivån och 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita kan komma att ändras. Hur stora utsläppen får vara inom EU beror också på framtida klimatförhandlingar och hur fördelningen av de globala utsläppsminskningarna kommer se ut. De länder som har studerats menar dock att 80 % reduktion av växthusgaser till 2050 tillsvidare är en bra nivå att sträva efter, eftersom det är deras mål i dagsläget. En del av länderna påpekar dock att den nivån kan behöva höjas.

## 6 SLUTSATSER

Med de åtta länderna och EU som grund kan följande slutsatser dras om hur EU:s energi- och transportsystem fram till 2050 ser ut och vad som krävs för att minska emissionerna av växthusgaser:

- Målet om 80 % reduktion av växthusgaser delas av EU och de studerade länderna som en bra vision till 2050.
- Endast Slovenien når utsläppstaket på 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita om utsläppen minskar med 80 %.
- För en omställning till ett kolsnålt samhälle krävs politisk vilja och till viss del goda förutsättningar när det gäller energitekniker.
- Kärnkraften kommer, tillsammans med förnybara alternativ, att medverka till minskade emissioner av växthusgaser till 2050 inom EU, men det finns variationer mellan länder.
- CCS kommer att användas i stor skala 2050 om tekniken har utvecklats, om det är lönsamt och om möjligheter till lagring finns. Förutsättningar för teknikutvecklingen är en stark politisk vilja som ställer höga krav på klimatåtgärder.
- Elbilen är ett utsläppsnålt alternativ om elen blir emissionsfri. Elbilen kommer att utgöra en stor del av fordonsflottan 2050.
- Målet om 80 % reduktion av växthusgaser går inte hand i hand med målet om maximalt 2 ton CO<sub>2</sub>-ekv/capita 2050.
- För att nå tvågradersmålet, och minska de globala utsläppen av växthusgaser, måste en internationell överenskommelse skapas. Det minskar även risken för koldioxidläckage.



## 7 REFERENSER

Andersson K. (2012). *Kommentarer till Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. Remissvar från Svebio 13 jan 2012.

Axelsson H. (2012). *Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050, delrapport version 22 december*. Remissvar från Jernkontoret 10 jan 2012.

Azar C. & Johansson D.J.A. (u.å.). *Utsläppsbanor för ett 1,5°C-mål* [Elektronisk]. Naturskyddsföreningen. Tillgänglig: [http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/energi/rapport%201,5%20grader\\_1%C3%A5guppl%C3%B6st.pdf](http://www.naturskyddsforeningen.se/upload/Foreningsdokument/Rapporter/energi/rapport%201,5%20grader_1%C3%A5guppl%C3%B6st.pdf) [2012-03-02].

Biorecro (u.å.). *BECCS* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.biorecro.se/?page=what\\_we\\_do\\_beccs](http://www.biorecro.se/?page=what_we_do_beccs) [2012-04-26].

Biorecro (2010). *BECCS som klimatåtgärd - En rapport om koldioxidlagring från biomassa i ett svensk-norskt perspektiv* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://biorecro.se/BECCS\\_Rapport\\_100922\\_Biorecro.pdf](http://biorecro.se/BECCS_Rapport_100922_Biorecro.pdf) [2012-03-09].

DN (2011). Tysk kärnkraft avvecklad till 2022. *Dagens nyheter* 30 maj 2011 [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.dn.se/ekonomi/tysk-karnkraft-avvecklad-till-2022> [2012-03-21].

E3Mlab (u.å.) *PRIMES model – version used for the 2010 scenarios for the European commission including new sub-models* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/PRIMES%20Manual/The\\_PRIMES\\_MODEL\\_2010.pdf](http://www.e3mlab.ntua.gr/e3mlab/PRIMES%20Manual/The_PRIMES_MODEL_2010.pdf) [2012-04-02].

EnergSys (2012). *Assessment of the impact of the emission reduction goals set in the ec document "roadmap 2050" on the energy system, economic growth, industry and households in Poland* [sammanfattning].

Europa (2010). *Kyotoprotokollet om klimatförändringar* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://europa.eu/legislation\\_summaries/environment/tackling\\_climate\\_change/128060\\_s\\_v.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128060_s_v.htm) [2012-03-29].

Europeiska kommissionen (2011a). *Färdplan för ett konkurrenskraftigt utsläppsnålt samhälle 2050*. KOM (2011) 112.

Europeiska kommissionen (2011b). *Europa 2020* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://ec.europa.eu/europe2020/reaching-the-goals/targets/index\\_sv.htm](http://ec.europa.eu/europe2020/reaching-the-goals/targets/index_sv.htm) [2012-01-24].

Europeiska miljöbyrån (2011). *EU:s utsläpp av växthusgaser minskade 2005* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.eea.europa.eu/sv/pressroom/newsreleases/eu-s-utslapp-av-vaxthusgaser-minskade-2005> [2012-02-29].

Eurostat (2012a). *Population at 1 January* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/table.do?tab=table&language=en&pcode=tps00001&tableSelection=1&footnotes=yes&labeling=labels&plugin=1> [2012-04-18].

Eurostat (2012b). *Gross domestic product at market prices* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/tgm/refreshTableAction.do?tab=table&plugin=1&pcode=tec00001&language=en> [2012-04-21].

Federal Ministry of Economics and Technology (2010). *Energy concept for an environmentally sound, reliable and affordable energy supply*. Niestetal: Silber Druck oHG.

FN (2009a). *1990-talet* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling-och-fattigdomsbekampning/fn-och-klimatforhandlingarna-/1990tal-ramkonventionen-och-dess-forsta-protokoll-/> [2012-02-24].

FN (2009b). *2000-talet* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling-och-fattigdomsbekampning/fn-och-klimatforhandlingarna-/2000-tal-kyoto-protokollet-trader-i-kraft/> [2012-02-24].

FN (2010a). *Köpenhamn* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling-och-fattigdomsbekampning/fn-och-klimatforhandlingarna-/2009-cop15-i-kopenhamn/> [2012-02-24].

FN (2010b). *Cancun* [Elektronisk]. 17 december 2010. Tillgänglig: <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling-och-fattigdomsbekampning/fn-och-klimatforhandlingarna-/2010-cop16-i-cancun/> [2012-02-24].

FN (2012) *Durban* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.fn.se/fn-info/vad-gor-fn/utveckling-och-fattigdomsbekampning/fn-och-klimatforhandlingarna-/2011-infor-cop17-i-durban/> [2012-02-24].

Greenpeace & EREC (2011). *The advanced energy revolution – A sustainable energy outlook for Sweden*.

HM Government (2009). *The UK Low carbon transition plan National strategy for climate and energy*.

HM Government (2011). *The Carbon Plan: Delivering our low carbon future*.

Hedberg D., Frank H. & Kullander S. (2011). Klarar sig Sverige utan kärnkraft? *Svenska dagbladet*, 5 juli 2011 [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/klarar-sig-sverige-utan-karnkraft\\_6061139.svd](http://www.svd.se/opinion/brannpunkt/klarar-sig-sverige-utan-karnkraft_6061139.svd) [2012-02-22].

IEA (u.å.a). *Electricity/Heat in Finland in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=FI](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=FI) [2012-04-23].

- IEA (u.å.b). *Electricity/Heat in Denmark in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=DE](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=DE) [2012-04-23].
- IEA (u.å.c). *Electricity/Heat in Germany in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=DK](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=DK) [2012-04-23].
- IEA (u.å.d). *Electricity/Heat in United Kingdom in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=GB](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=GB) [2012-04-23].
- IEA (u.å.e). *Electricity/Heat in Netherlands in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=NL](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=NL) [2012-04-23].
- IEA (u.å.f). *Electricity/Heat in Slovenia in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=SI](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=SI) [2012-04-23].
- IEA (u.å.g). *Electricity/Heat in Poland in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=PL](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=PL) [2012-04-23].
- IEA (u.å.h). *Electricity/Heat in Sweden in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=SE](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=SE) [2012-04-23].
- IEA (u.å.i). *Electricity/Heat in European Union -27 in 2009* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY\\_CODE=30](http://www.iea.org/stats/electricitydata.asp?COUNTRY_CODE=30) [2012-04-23].
- IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. IGES, Hayama, Japan.
- IPCC (2007a). *Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. IPCC, Genève, Schweiz.
- IPCC (2007b). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.
- IVA (2008). *En svensk nollvision för växthusgasutsläpp* ISSN: 1102-8254.
- Jordbruksverket (2011). *Den svenska kött- och mjölkproduktionens inverkan på biologisk mångfald och klimat – skillnader mellan betesbaserade och kraftfoderbaserade system*. Jordbruksverket 2011:21
- Khan J., Hildingsson R. & Klintman M. red. (2011). *Vägval 2050 – Styrningsutmaningar och förändringsstrategier för en omställning till ett kolsnålt samhälle*. LETS 2050.
- Miljöbörsern (u.å.). *Flexibla mekanismer* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.miljoborsen.se/gpage5.html> [2012-03-06].

- Miljömålportalen (2011). *Begränsad klimatpåverkan* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://miljomal.nu/1-Begransad-klimatpaverkan/> [2012-03-08].
- Miljövårdsberedningen (2007). *Vetenskapligt underlag för klimatpolitiken*. Rapport 2007:03.
- Möller M. (2012). *Synpunkter på Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050 – Delrapport 1, version 22 december* Remissvar från Plast och kemiföretagen 10 jan 2012.
- Naturvårdsverket (2011). *Tvågradersmålet* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Global-utmaning/Vaxthusgasutslappen-maste-minskas/Tvagradersmalet/> [2012-03-02].
- Naturvårdsverket (2012a). *Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050*. Naturvårdsverket rapport 6887. Bromma: CM Gruppen AB.
- Naturvårdsverket (2012b). *National Inventory Report Sweden 2012 - Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol*.
- Naturvårdsverket (2012c). *Konsumtionens klimatpåverkan* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Start/Klimat/Konsumtion-och-klimat/Konsumtionens-klimatpaverkan/> [2012-06-11]
- Naturvårdsverket (2012d). *Sveriges åtagande enligt Kyotoprotokollet* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Start/Klimat/Klimatpolitik/Sveriges-klimatpolitik/Sveriges-klimatmal/Sveriges-atagande-enligt-Kyotoprotokollet/> [2012-03-30].
- Naturvårdsverket (2012e). *Miljömålen - fokus på förutsättningarna. Årlig uppföljning av miljökvalitetsmålen 2012* Naturvårdsverkets rapport NV-08927-11 s. 17-20
- Prime minister's office publications (2009). *Government Foresight Report on Long-term Climate and Energy Policy: Towards a Low-carbon Finland*. 30/2009. Helsingfors: Helsinki University Print.
- Profu (2010). *Scenarier för utvecklingen av el- och energisystemet till 2050*.
- Proposition 2008/09:162. *En sammanhållen klimat och energipolitik*. Stockholm: Miljödepartementet.
- Regeringen (2011). *Energistrategi 2050 - fra kul, olie og gas til grøn energy*. Februari 2011:5 Köpenhamn: Litotryk København A/S.
- Republic of Slovenia, government office of climate change (u.å.). *Draft strategy for the transition of Slovenia to a low carbon society by 2050* [sammanfattning].
- Republic of Slovenia (u.å.). *Climate change policy* [Elektronisk] Tillgänglig: [http://www.svps.gov.si/en/climate\\_change/climate\\_change\\_policy/#c330](http://www.svps.gov.si/en/climate_change/climate_change_policy/#c330) [2012-03-05].

- Rohli R.V. & Vega A.J. (2008). *Climatology*. Kanada: Jones and Bartlett Publishers.
- Ros J., Koelemeijer R., Elzenga H., Peters J., Hekkenberg M & Bosch P. (2011). *Exploration of pathways towards a clean economy by 2050: How to realise a climate-neutral Netherlands*. PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- Rummukainen M., Johansson D. J. A., Azar C., Langner J., Döscher R. & Smith H. (2011). *Uppdatering av den vetenskapliga grunden för klimatarbetet*. SMHI, klimatologi Nr 4.
- Saxe M., Paradis H., Sjögren H., Widmark A. & Barr S. Å. (2011). *Politik och hållbar energipolitik för ett klimatneutralt samhälle 2050*, Svensk energi.
- Sköldberg H., Löfblad E., Holmström D. & Rydén B. (2010). *Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030* Elforsk, rapport 10:55.
- Statoil (2011). *Statoilkoncernen* [Elektronisk]. Tillgänglig: [http://www.statoil.se/FrontServlet?ds=Statoil&state=Statoil\\_dynamic&viewid=2086360](http://www.statoil.se/FrontServlet?ds=Statoil&state=Statoil_dynamic&viewid=2086360) [2012-03-07].
- Sunér Fleming M. (2012). *Synpunkter på "Underlag till en svensk färdplan för ett Sverige utan klimatutsläpp 2050", delrapport version 22 december* Remissvar från Svenskt näringsliv 10 jan 2012.
- Sydsvenskan (2009). *Danskar mer positiva till kärnkraft*. *Sydsvenskan* 7 december 2009 [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.sydsvenskan.se/danmark/article587031/Danskar-mer-positiva-till-karnkraft.html> [2012-02-24].
- The World bank (2011). *Transition to a low-emissions economy in Poland*.
- Trafikverket (2012). *Målbild för ett transportsystem som uppfyller klimatmål och vägen dit* 2012:105.
- UNFCCC (2012). *Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by Party* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://unfccc.int/di/DetailedByParty.do> [2012-05-09]
- United Nations (1998). *Kyoto protocol to the united nations framework convention on climate change* Tillgänglig: <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpeng.pdf> [2012-02-24].
- Vattenfall (2012). *Kärnkraft – då, nu och sedan* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.vattenfall.se/sv/karnkraft---da-nu-och-sedan.htm> [2012-02-22].
- Weightman M. (2011). *Japanese earthquake and tsunami: Implications for the UK Nuclear Industry* [Elektronisk]. Tillgänglig: <http://www.hse.gov.uk/nuclear/fukushima/interim-report.pdf> [2012-02-29].

## **PERSONLIG KONTAKT**

Axelsson Helén avdelningschef Energi och miljö, Jernkontoret, e-post 24 feb 2012.

Johansson Daniel forskare, Chalmers, e-post 27 april 2012.

Nilzén Per rådgivare Forskning och utveckling, Avfall Sverige, e-post 4 april 2012.

## **BILAGA A                      ENERGIBÄRARE INOM ENERGISEKTORN**

I tabell A1 visas de energibärare som används i respektive land för el- och värmeproduktion. Siffrorna är från International Energy Agency (IEA), som för Finland (IEA u.å.a), Tyskland (IEA u.å.b), Danmark (IEA u.å.c), Storbritannien (IEA u.å.d), Nederländerna (IEA u.å.e), Slovenien (IEA u.å.f), Polen (IEA u.å.g), Sverige (IEA u.å.h) och EU-27 (IEA u.å.i) har hämtats från det aktuella landets energistatistik.

**Tabell A1:** Energibärare inom energisektorn för respektive land för 2009. Den övre siffran, för varje land, visar elproduktion [GWh] och den undre siffran visar värmeproduktion [TJ].

	Kol torv	Olja	Gas	Bio- bränsle	Avfall	Kärn- kraft	Vatten	Geo- term- isk	Sol PV	Sol- värme	Vind	Tid- vatten	Annat	Totalt
FI	15912	533	9801	8433	513	23526	12686		5		277		376	72062
	64696	13913	46467	49349	4903								4557	183885
DE	257137	9639	78884	25928	9634	134932	24710	19	6579		38639		6363	592464
	149746	7123	232818	15779	50191			1048					13842	470547
DK	17688	1176	6733	2288	1735		19		4		6721			36364
	34141	5913	36037	26486	25112			241		105			2621	130656
UK	106018	4367	165482	9127	3302	69098	8947		20		9347			375708
	8058	1461	50758											60277
NL	26605	1487	68705	4538	3084	4228	98		46		4581		130	113502
	15419	6080	108042	1862	9817									141220
SL	5132	28	593	188	4	5739	4713		4					16401
	5533	263	2513	784										9093
PL	134696	2723	4787	5227	236		2974				1077			151720
	274958	4316	19764	11270	1905									312213
SE	1600	730	1548	10412	1785	52173	65977		7		2485			136717
	17900	6118	16380	94591	32010								20155	187154
EU-27	849327	95972	725961	91742	32656	893991	359106	5547	14058	22	132666	497	8281	3209826
	751496	175858	1024085	251700	162256	6672		2381		109			54291	2428848



## BILAGA B BERÄKNINGAR

Från Eurostat har följande data tagits för respektive land, där Finland visas som exempel. Den 1 januari 2010 hade Finland 5,3 miljoner invånare (Eurostat 2012a) och det är den siffran som använts för beräkningar för 2009 års utsläppsnivå. Det har även antagits att den siffran inte förändras i någon större utsträckning till 2050 varför den även har använts för 2050 års utsläpp. Finland hade år 1990 70,4 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv i nationella utsläpp. År 2009 var de nationella utsläppen 66,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012). BNP för Finland var under 2009 172518 miljoner euro (Eurostat 2012b).

Med hjälp av de angivna siffrorna har följande beräkningar gjorts:

$66,3 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv} / 5,3 \text{ miljoner invånare} = 12,5 \text{ ton CO}_2\text{-ekv/capita 2009}$

$66,3 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv} / 172518 \text{ BNP} = 3,8 \cdot 10^{-4} \text{ ton CO}_2\text{-ekv/BNP 2009}$

$70,4 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv} \cdot 0,2 = 14,08 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv 2050 om 80 \% minskning}$

$14,08 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv} / 5,3 \text{ miljoner invånare} = 2,7 \text{ ton CO}_2\text{-ekv/capita 2050}$

$14,08 \text{ miljoner ton CO}_2\text{-ekv} / 1725178 \text{ BNP} = 8,2 \cdot 10^{-5} \text{ ton CO}_2\text{-ekv/BNP 2050}$

Motsvarande beräkningar har genomförts för Tyskland, Danmark, Storbritannien, Nederländerna, Slovenien och EU-27. För Polen och Sverige har de två första beräkningarna genomförts. Alla beräkningar har gjorts i Excel, se tabell B1.

Från UNFCCC (2012) har ytterligare data tagits för utsläpp från sex stora utsläppssektorer. För att få fram utsläppen har olika alternativ valts i fyra olika rullgardinsmenyer. Emissionerna av växthusgaser har valts ut genom att välja land under "select party". Under "select year" har "Base year (convention), 1990 and last year" valts. Under "select gas" har "aggregate GHGs" valts. De totala utsläppen har fått genom att också välja "total GHG emissions excluding LULUCF/LUCF" under "select category". För att få energisektorns utsläpp har "Energy" använts men "Manufacturing Industries and Construction", "Transport", "Other sectors" och "Other (not elsewhere specified)" har dragits bort. För transportsektorns utsläpp har "transport" valts. För bostads- och servicesektorn valdes "Commercial" och "Residential" under "Other sectors". För industrins utsläpp användes utsläppen för "Industrial processes" och "Manufacturing Industries and Construction". För jordbrukssektorns totala utsläpp valdes "Agriculture" och "Agriculture forestry and fisheries" under "Other sectors". För avfallssektorn valdes "Waste".

Med de val som beskrivits ovan och Finland som fortsatt exempel släppte energisektorn 2009 ut 25,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv. Transportsektorn släppte ut 12,9 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv, bostads- och servicesektorn 3,3 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv, industrisektorn 13,6 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv, jordbrukssektorn 7,5 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv och avfallssektorn 2,2 miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv (UNFCCC 2012). Andelen av de totala utsläppen 2009 för varje

sektor har beräknats. Motsvarande beräkningar har gjorts för Tyskland, Danmark, Storbritannien, Nederländerna, Slovenien, Polen, Sverige och EU-27. Alla beräkningar har gjorts i Excel vilka ses i tabell B2.

**Tabell B1:** Beräkningar och statistik för de länder samt EU som ingår i examensarbete.

	Milj ton CO2-ekv 1990	-80 % till 2050	-95 % till 2050	Ton CO2- ekv/capita 2050	Ton CO2- ekv/BNP 2050	Milj ton CO2-ekv 2009	Milj inv. 1 jan 2010	BNP 2009 [milj euro]	Ton CO2- ekv/capita 2009	Ton CO2- ekv/BNP 2009
Finland	70,4	14,1		2,7	8,16E-05	66,3	5,3	172518	12,5	0,00038
Tyskland	1247,9	249,6	62,45	3,0	1,05E-04	919,7	82	2374500	11,2	0,00039
Danmark	69,4	13,9	3,5	2,5	6,20E-05	62,3	5,5	223985	11,3	0,00028
Storbritannien	779,4	155,9		2,5	9,96E-05	570,1	61,6	1564475	9,3	0,00036
Nederländerna	212	42,4		2,6	7,42E-05	198,9	16,5	571145	12,1	0,00035
Slovenien	18,5	3,7		1,9	1,05E-04	19,4	2	35310	9,7	0,00055
Polen	453,5					383,2	38,1	310653	10,1	0,00123
Sverige	72,5					60,1	9,3	292472	6,5	0,00021
EU-27	5588,8	1117,8		2,2	9,52E-05	4614,5	499,7	11745353	9,2	0,00039

**Tabell B2:** Visar den mängd CO<sub>2</sub>-ekv som respektive sektor släppte ut 2009 [miljoner ton CO<sub>2</sub>-ekv].

	Energi	Transport	Bostad	Industri	Jordbruk	Avfall	Totalt
Finland	19,4	12,8	5,3	18,5	8,7	4	68,7
Tyskland	457,7	163,8	196,8	271,8	98	43,1	1231,2
Danmark	26,7	11	7	7,8	15,3	1,4	69,2
Storbritannien	272,8	116,8	106,2	156	63,1	59,1	774
Nederländerna	55,8	26,3	28,3	55,3	32,5	12,8	211
Slovenien	6,8	3,1	1,9	4,4	2,5	0,6	19,3
Polen	245,8	25,3	98,6	76,6	57,9	9,6	513,8
Sverige	10,3	19	9,2	18,6	10,9	3,4	71,4
EU-27	1842,1	771,5	723,2	1291,9	703,2	214,2	5546,1