

Förnybara drivmedels roll
för att minska transportsektorns
klimatpåverkan

ISSN 1653-0942
ISBN 978-91-85943-23-4
Riksdagstryckeriet, Stockholm, 2008

Förord

Mot bakgrund av den snabba utvecklingen inom området för förnybara drivmedel och den betydelse sådana har för omställningen till ett hållbart transportsystem och planeringen av trafikens infrastruktur beslöt trafikutskottet den 31 maj, 2007 att låta genomföra en forskningsöversikt i ämnet.

Det övergripande syftet med forskningsöversikten är att trafikutskottet ska få en sammanfattning av nuvarande kunskapsläge inför förestående riksdagsbehandling av riktlinjer för den långsiktiga planeringen av trafikens infrastruktur. I uppdraget har bl.a. ingått att

- presentera de förnybara drivmedel som uppfyller kraven på ett bärkraftigt drivmedel med avseende på:
 - miljön (hållbara ur klimatsynpunkt),
 - hälsan (ej hälsovådliga),
 - resurserna (energieffektiva, yteffektiva),
 - produktion och distribution (ekonomiskt rimligt pris),
- presentera framtidsscenarion där vägtrafikens drivmedel, såväl person- som godstransporter, relateras till övriga transportsystemet,
- klarlägga konsekvenserna i dessa framtidsscenarion för den fysiska planeringen och utvecklingen av trafikens infrastruktur,
- belysa vilken potential förnybara drivmedel har för utvecklingen av hållbar utveckling inom transportsektorn.

Däremot behandlas inte energieffektivisering eller andra åtgärder som innebär omställning av hela energisystemet i översikten. Inte heller ingår frågor som rör sociala aspekter eller ekonomiska styrmedel.

Uppdraget har utförts av forskningsledare Jonas Åkerman, Kungl. Tekniska högskolan, KTH, och tekn.dr Max Åhman, Lunds universitet/Lunds tekniska högskola, LTH. Författarna svarar själva för innehållet i rapporten.

Vidare har två grupper knutits till arbetet, den parlamentariska gruppen och expertgruppen.

Den parlamentariska gruppen har haft i uppgift att följa att arbetet bedrivits i enlighet med trafikutskottets uppdrag. Den har bestått av följande ledamöter eller suppleanter i trafikutskottet: Ulla Löfgren (m), Desirée Liljevall (s), Anita Brodén (fp), Sven Bergström (c), Annelie Enochson (kd), Peter Pedersen (v) och Karin Svensson Smith (mp).

Expertgruppens uppgift har varit att granska forskningsöversikten med avseende på kvalitet och innehåll. Sammansättningen av denna grupp har varit: Maria Grahm, Chalmers tekniska högskola (CTH), Karl Hillman, CTH, Frank Götmark, Göteborgs universitet, Olle Hådel, Vägverket, Bengt Johansson, Naturvårdsverket och Lunds universitet samt Magnus Blinge, Vinnova.

Utvärderings- och forskningsfunktionen vid riksdagens utredningstjänst och trafikutskottets kansli har biträtt i arbetet.

I denna rapport sammanställs den forskningsöversikt som utförts. Vidare redovisas uppteckningar från den offentliga utfrågning som trafikutskottet anordnade om forskningsöversikten torsdagen den 14 februari 2008.

Stockholm i april 2008

Ibrahim Baylan
Ordförande

Göran Nyström
Kanslichef

Innehållsförteckning

Förord.....	3
Sammanfattning	6
1 Introduktion.....	8
1.1 Bakgrund.....	8
1.2 Disposition – läsanvisningar	9
1.3 Klimatet i fokus.....	9
1.4 Förnybara drivmedel – en översikt.....	10
2 Förnybar energi för transportsektorn på lång sikt	16
2.1 Förnybar el.....	16
2.2 Bioenergi – potential till 2050.....	17
2.3 Ökad bioenergitillförsel – ett globalt problem eller en global möjlighet	19
2.4 Var i energi- och transportsystemet kan biobränslen ge störst utsläppsminskning?	23
3 Scenarier för Sveriges energi- och transportsystem fram till år 2050	29
3.1 Vilka utsläppsminskningar krävs till 2050 för att utvecklingen ska vara i linje med tvågradersmålet?	30
3.2 Hur långt kan man nå med teknikeffektivisering och koldioxidneutral energi?	31
3.3 Scenarier för energi- och transportsystemet till år 2050 som kan vara förenliga med tvågradersmålet.....	33
3.4 Förutsättningar för biodrivmedel inom olika transportslag	42
4 Biodrivmedel ur ett resurs- och miljöperspektiv.....	44
4.1 Förnybara drivmedels energi- och yteffektivitet samt klimatpåverkan	44
4.2 Hälsa och luftföroreningar	48
5 Ekonomi och introduktionsstrategier	50
5.1 Kostnader	50
5.2 Möjligheter till gradvis introduktion och distribution	52
5.3 Diskussion av utvecklingsvägar för drivmedelsproduktion och fordon fram till 2020	54
5.4 Diskussion om utvecklingslinjer för drivmedelsproduktion och fordon under perioden 2020–2050	58
6 Slutsatser	61
Referenser	64
<i>Bilaga</i>	
Offentlig utfrågning om forskningsöversikten	69
Bilder från utfrågningen.....	107

Sammanfattning

I denna rapport analyseras dels vilken roll förnybara drivmedel kan ha för att uppnå samhällets övergripande klimatmål, dels vilka kombinationer av drivmedel och typ av primär biomassa som har förutsättningar att bli miljömässigt, resursmässigt och ekonomiskt acceptabla.

För att nå långsiktiga reduktioner av utsläpp av växthusgaser som är i linje med tvågradersmålet, dvs. 80–90 % till år 2050, krävs en kombination av åtgärder på tre områden: kraftfull teknikeffektivisering i alla samhällssektorer, en betydande ökning av mängden koldioxidneutral energi och att den snabba volymtillväxten av flygresande, vägtransporter och övrig resursintensiv konsumtion bryts. Förnybara drivmedel utgör sannolikt en komponent i den arsenal av åtgärder som kommer att krävas, men biodrivmedel kommer även på lång sikt bara att räcka till en begränsad del av transportsektorns energibehov. I allmänhet är det effektivast att i första hand använda tillgänglig bioenergi för kombinerad el- och värmeproduktion i industriella processer och i kraftvärmeverk. En ökad andel eldrift för transporter – både i form av plug-in-hybrider/batterifordon och spårtrafik – utgör också en viktig komponent på vägen mot tvågradersmålet.

Dagens produktion av biodiesel och etanol från vete/majs är inte långsiktigt hållbar, varken ekonomiskt eller miljömässigt. Biometan (biogas) från rötning av avfall, slam m.m. räcker endast till en mindre del av transportsektorns energibehov men har ofta mycket positiva miljöeffekter. Det kan spela en viktig roll som nischbränsle i framtiden, speciellt för lokala fordonsflottor. Etanol från sockerrör har en potential att även i framtiden spela en viss roll i den globala energiförsörjningen, eftersom den är förhållandevis yteffektiv. En förutsättning är att den produceras utan negativa konsekvenser för värdefulla ekosystem, inte minst regnskogsområden. Dagens biodrivmedel kan, även om de inte alla är effektiva, bidra positivt till omställningen på medellång sikt genom att man bygger aktörsnätverk, marknader och erfarenheter för utvecklingen av andra generationens drivmedel.

Andra generationens drivmedel utgår i Sverige från vedråvara och har potentiellt mycket låga livscykelutsläpp av växthusgaser och högre yteffektivitet än dagens biodrivmedel. Processtekniker som kan användas är i första hand förgasning av biomassa och enzymatisk hydrolys för framställning av etanol. Bäst verkningsgrad vid förgasning av biomassa får man vid produktion av väte och metan tätt följt av metanol och DME. Syntetisk diesel/flygfoto-gen ger något sämre verkningsgrad. Användning av väte är förknippat med betydande teknisk-ekonomiska problem vad gäller distribution, lagring och fordon (bränsleceller). Metan är lättare att hantera men medför merkostnader jämfört med flytande drivmedel. Om förgasningstekniken blir etablerad så kan metanol, DME och biometan utgöra energieffektiva, yteffektiva och praktiskt hanterbara alternativ. Energiverkningsgrad från vedråvara till bränsle i tanken

kan i dessa fall komma att uppgå till mellan 50 och 60 %. Om ett genombrott nås för enzymatisk hydrolys av vedråvara till etanol så kan man nå en verkningsgrad omkring 45 %.

Väte producerat från biomassa som används i framtida bränslecellsfordon har marginellt högre systemverkningsgrad än t.ex. biometan, metanol eller DME som används i en effektiv dieselhybrid. För att väte ska slå igenom krävs dels att de betydande teknisk-ekonomiska problemen kan lösas dels att man får en situation där mängden bioenergi är starkt begränsad samtidigt som tillgången på förhållandevis billig el är stor. Detta skulle möjligen kunna bli fallet på längre sikt, exempelvis om solcellsel får ett genombrott eller om koldioxidlagring blir billigt och säkert.

1 Introduktion

1.1 Bakgrund

En väl fungerande transportsektor är en av de viktigaste komponenterna i ett modernt samhälle. Baksidan av denna rörlighet är trafikolyckor, buller, luftföroreningar och en energianvändning som orsakar betydande utsläpp av koldioxid. I Sverige används för inrikes transporter ca 101¹ TWh energi per år vilket ska jämföras med den totala energianvändningen på 402 TWh². Till skillnad från bostadssektorn och industrin är transporterna i dag nästan helt beroende av fossila ändliga resurser i form av diesel, bensin, flygfoto-gen och bunkerolja.

De senaste åren har produktionen av förnybara drivmedel ökat kraftigt, både i Sverige och globalt. Flera initiativ i bl.a. Brasilien, Kina, EU och USA har bidragit till en kraftigt ökad marknad för främst etanol och biodiesel. Brasilien har sedan 1970 gjort stora satsningar på att framställa etanol från sockerrör och vill nu exportera både etanol och teknologin till andra länder. Flera utvecklingsländer satsar i dag på att producera etanol för att minska sitt importberoende av olja men även för att utveckla sin landsbygd och för att kunna exportera etanol till i-länder i en framtid.

I Sverige har användningen av etanol ökat kraftigt bl.a. på grund av statliga insatser som skattelättnader och den s.k. pumplagen år 2006. Dock svarar fortfarande de förnybara drivmedlen för en liten del av den totala energianvändningen i den svenska transportsektorn (ca 3,1 % i vägtransportsektorn). Globalt står de förnybara drivmedlen för mindre än 1 % av den totala energianvändningen inom transportsektorn.

Krav på användning av förnybara bränslen i EU, USA och Brasilien driver på produktionen globalt, vilket i vissa fall också givit påtagliga negativa bieffekter. Exempel på detta är regnskog som skövats för att ge plats för palmoljeodlingar för biodieselproduktion i Indonesien och Malaysia, dåliga arbetsförhållanden på sockerrörsfälten i Brasilien och kopplingen till de senaste årens höga spannmålspriser. Detta sker samtidigt som den nu snabba introduktionen av biodrivmedel inom OECD-länder driver fram förnybara drivmedel som, av stora delar av forskarvärlden, inte anses ha en långsiktig potential att klara sig på marknadens villkor och än mindre lösa klimatproblemet.

I denna rapport analyseras först vilken roll förnybara drivmedel sammantaget kan spela för att man ska uppnå samhällets övergripande klimatmål, inte minst tvågradersmålet. Detta görs med hjälp av fem olika scenarier som alla innebär en reduktion av utsläppen av växthusgaser med 85 % fram till 2050. Sedan görs en genomgång av olika förnybara drivmedel och olika sätt att

¹Energimyndigheten (2007 b). Denna statistik tar inte med Sveriges del av utrikes flyg och utrikes sjöfart. Med dessa inräknade blir energianvändningen ca 110 TWh (Åkerman m.fl. 2007).

²Energimyndigheten (2007 b).

producera dessa. En bedömning görs av vilka produktionskedjor som har förutsättningar att vara miljömässigt, resursmässigt och ekonomiskt acceptabla.

1.2 Disposition – läsanvisningar

I fortsättningen av detta kapitel gör vi en kort beskrivning av dagsläget vad gäller användningen av förnybara drivmedel – i första hand etanol och biodiesel (RME) – och framtida möjliga utvecklingsvägar.

I kapitel 2 diskuteras framtida tillgång på förnybar energi med speciellt fokus på bioenergi. Vi konstaterar att osäkerheten är stor speciellt vad gäller global tillgång på biomassa för energiändamål. Därefter förs en principiell analys av var i energi- och transportsystemet som det ger störst energieffektivitet – och därmed störst möjlighet att ersätta fossila bränslen – att använda biobränslen.

I kapitel 3 presenteras kortfattat fem scenarier för Sveriges energi- och transportsystem som alla skulle medföra 85 % minskning av utsläppen av växthusgaser fram till år 2050. Syftet med detta kapitel är dels att visa på vilka transportmängder som kan vara förenliga med ett sådant klimatmål, dels att diskutera orsaker till och konsekvenser av den skiftande mängd biodrivmedel som används i scenarierna. Det visar sig att i ett av scenarierna används inte biodrivmedel alls i transportsektorn trots att hela samhällets utsläpp av växthusgaser minskar med 85 %. I de fyra övriga täcks mellan 20 och 50 % av transportsektorns energianvändning av biodrivmedel medan resten täcks av olja och el.

Hur olika biodrivmedel står sig ur ett resurs- och miljöperspektiv analyseras i kapitel 4. Vi konstaterar att den begränsande faktorn oftast är yta för produktion av biomassa, vilket innebär att hög produktion av färdigt biodrivmedel per markyta är nödvändig. Vi konstaterar att det finns flera produktionskedjor av drivmedel som är förhållandevis effektiva och det är svårt att utse en definitiv segrare. Gemensamt för de effektivare produktionskedjorna är att de utgår från träråvara i vårt klimat. För tropiska klimat har även etanol från sockerrör en potential till hög yteffektivitet.

I kapitel 5 diskuteras praktiska och ekonomiska aspekter på introduktion av olika drivmedel. En diskussion förs om utvecklingen fram till 2020 och om hur man skulle kunna uppfylla EU-kommissionens förslag på 10 % andel biodrivmedel år 2020. Utvecklingen mellan 2020 och 2050 skisseras också.

I kapitel 6 presenteras slutsatserna.

1.3 Klimatet i fokus

Klimatfrågan har de senaste åren lyfts fram som en av de viktigaste framtidsfrågorna över huvud taget. Framför allt efter publiceringen av IPCC:s³ fjärde rapport har frågan hamnat högt upp på den internationella dagord-

³ Intergovernmental Panel on Climate Change.

ningen i paritet med säkerhet och ekonomi. Ett skäl till klimatfrågans höga status i dag är sannolikt just den potentiellt stora påverkan en eskalerande klimatförändring skulle få på både säkerhet och ekonomi.

Sverige har traditionellt hållit en hög profil i det internationella klimatsamarbetet och har bl.a. åtagit sig hårdare krav än vad som stipuleras inom EU:s bördefördelning under Kyotoprotokollet. Skälen som angivits för denna hållning är att Sverige vill vara ett föredöme internationellt i denna viktiga fråga.

Som utgångspunkt i denna rapport har vi antagit att klimatet kommer att vara en central fråga i framtiden och att Sverige vill medverka till att den globala uppvärmningen begränsas till två grader. Tvågradersmålet har antagits av EU som ett riktmärke och har även varit utgångspunkt för regeringens vetenskapliga råd om klimatfrågor.⁴ För att ha 50 % sannolikhet att begränsa uppvärmningen till ca 2 grader krävs att halten växthusgaser (mätt som CO₂-ekvivalenter⁵) i atmosfären stabiliseras på 450 ppm. År 2005 var koncentrationen 425 ppm med en tillväxt på 1,9 ppm/år⁶. För att begränsa koncentrationen till 450 ppm måste man globalt stabilisera (dvs. bryta ökningen) växthusgasutsläppen inom 15 år för att sedan minska dem med 50–85 % till år 2050⁷.

Inrikes transporter stod år 2005 för utsläpp av 20 miljoner ton koldioxid vilket motsvarar 30 % av Sveriges totala inrikes utsläpp av växthusgaser.⁸ Om även utrikes transporter med flyg och sjöfart inkluderas, så uppgick utsläppen år 2005 till ca 31 miljoner ton koldioxidekvivalenter, eller ca 40 % av de totala utsläppen.⁹ Speciellt utsläppen från utrikes transporter ökar i dag snabbt, men dessa omfattas inte av Kyotoprotokollet.

1.4 Förnybara drivmedel – en översikt

Förnybara drivmedel kommer från antingen biomassa eller förnybar el i form av vattenkraft, solkraft, geotermi, vågkraft eller vindkraft. Givet den långsiktighet som krävs för att lösa klimatfrågan är det också relevant att inte bara titta på vilka drivmedel som finns tillgängliga i dag utan även vilka drivmedel som anses kunna bli tillgängliga i framtiden. Nedan följer en kort översikt av de förnybara bränslealternativ som finns i dag och de som antas kunna finnas om 5 till 20 år. Figur 1.1 nedan visar schematiskt förnybara drivmedel och från vilken råvara och med vilken produktionsprocess de tillverkas. Figur 1.1 är uppdelad på de drivmedel som finns tillgängliga i dag och de som förhoppningsvis ska finnas tillgängliga inom 5 till 20 år.

⁴ Miljövårdsberedningen (2007).

⁵ För att få ett gemensamt mått så räknas alla olika växthusgaser om till ton CO₂-ekvivalenter (CO₂-ekv eller CO₂-e), dvs. den mängd koldioxid som skulle ge samma strålningsdrivning (klimatpåverkan) under en viss tidsperiod, i detta fall 100 år.

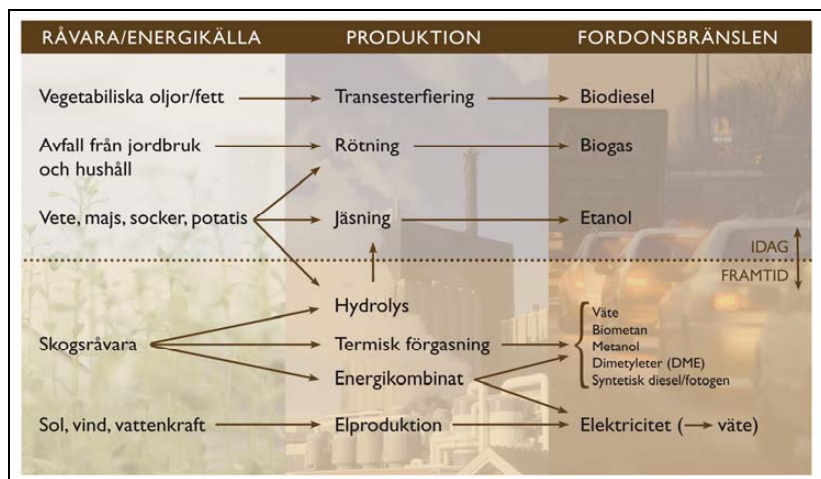
⁶ IPCC (2007).

⁷ IPCC (2007).

⁸ Energimyndigheten/Naturvårdsverket (2007).

⁹ Åkerman m.fl. (2007). Speciellt utsläppen från utrikes sjöfart är osäkra.

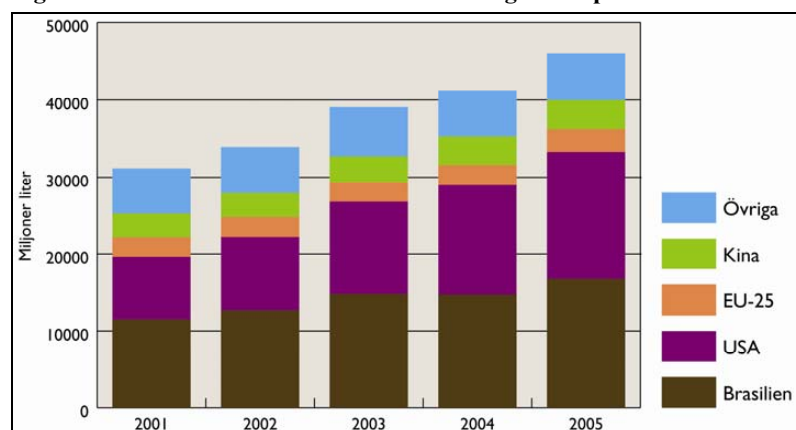
Figur 1.1 Huvudsakliga omvandlingsvägar från råvara till fordonsbränsle för de mest aktuella drivmedlen



1.4.1 Alternativ i dag

Marknaden för förnybara drivmedel domineras i dag av etanol, biodiesel samt biometan. Som råvaror används olika traditionella jordbruksprodukter som innehåller antingen mycket socker och stärkelse (för etanol), oljefrön (för biodiesel) eller som kan rötas (biogas). I figurerna 1.2 och 1.3 nedan visas den globala produktionen av etanol respektive biodiesel.

Figur 1.2 Produktion av etanol för användning i transportsektorn



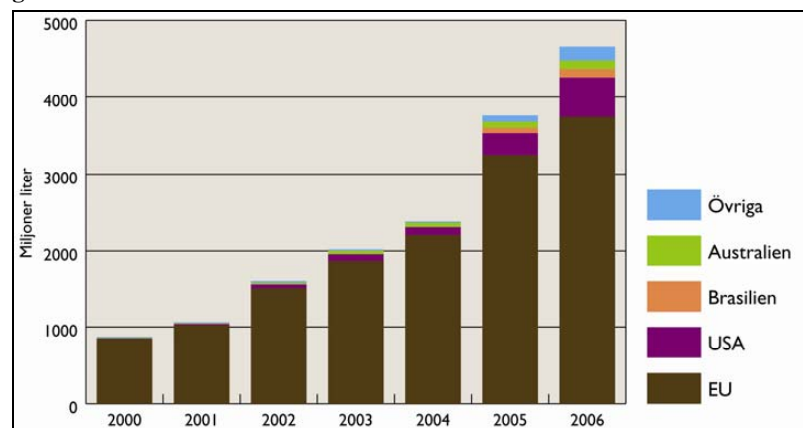
Källa: F. O. Lichts, 2005. 1 liter etanol motsvarar 0,67 liter bensin i energivärde.

Etanol är det vanligaste förnybara fordonsbränslet i dag och produceras från sockerrör i Brasilien, från majs i USA och från vete i Europa (framför allt i Sverige), se figur 1.2. Produktionen går ut på att jäsa socker till etanol. Sock-

ret finns antingen direkt i växten eller extraheras från stärkelsrika växter¹⁰. Råvaran avgör i stor utsträckning vad etanolen kostar och vilka miljöfördelar den har. Etanol från vete och majs kräver mer insatser i form av energi och odlingsyta per producerad liter bränsle och blir därför både dyrare att tillverka än etanol från sockerrör och har sämre miljöprestanda.

Biodiesel produceras framför allt i Tyskland och i Frankrike, och produktionen har växt kraftigt de senaste åren, se figur 1.3, men är i totalvolym fortfarande liten jämfört med etanol. Biodiesel framställs från vegetabiliska oljor eller fett som transesterfieras till ”fatty acid methyl esters (FAME)”. Vegetabiliska oljor fås ifrån oljerika fröväxter, t.ex. rapsfrön som pressas och renas. Inom EU används i dag raps som råvara, men biodiesel kan även framställas ur soja, solfrö, vissa palmväxter m.m. Även använd frityrolja eller djurfett kan användas som råvara.

Figur 1.3 Produktion av biodiesel för användning i transportsektorn globalt



Källa: F.O. Lichts 2006. En liter biodiesel motsvarar 0,92 liter vanlig diesel i energivärde.

Biogas som uppgraderats till biometan kan användas fordonsbränsle framför allt i Sverige och i Tyskland. Produktionen av biogas består av rötning av olika avfallsprodukter från jordbruket och övriga samhället såsom avloppsslam, gödsel, vallgrödor, slakteriavfall, hushållsavfall och drank¹¹.

I Sverige användes år 2006 ca 1,89 TWh¹² etanol, 0,6 TWh biodiesel och 0,23 TWh biometan vilket ska jämföras med de totalt 101 TWh¹³ som totalt användes för inrikes transporter. Den största delen etanol importeras från Brasilien och låginblandas i bensin. Biodieseln låginblandas i fossil diesel, och biometan används i lokala bussflottor och i personfordon som både kan köras på bensin och gas (bifuelfordon).

¹⁰ T.ex. vete, majs, potatis, hirs, råris eller kassava på södra jordklotet.

¹¹ Restprodukt från etanoltillverkning.

¹² 1 TWh motsvarar 115 miljoner liter bensin.

¹³ Energimyndigheten (2007 b).

1.4.2 Alternativ i framtiden

I framtiden finns det förhoppningar om att kunna framställa biodrivmedel från vedråvara i stället för av dagens socker, stärkelse och oljefrö från jordbruksprodukter. Att kunna använda vedråvara skulle potentiellt ge en större råvarubas i form av skogen och restprodukter från jordbruket¹⁴. Snabbväxande träsorter¹⁵ kan odlas på jordbruksmark och ger en hög energiavkastning per hektar samt kräver betydligt mindre behov av konstgödsel än konventionella jordbruksgrödor. Det som brukar kallas andra generationens bränsle och som förväntas bli kommersiellt gångbart inom alltifrån 5 till 20 år baserar sig på vedråvara. Tekniskt finns det två vägar att gå om man vill framställa biodrivmedel ur vedråvara, nämligen hydrolysspåret eller förgasningsspåret.

Hydrolysspåret

Vedråvara består av cellulosa, hemicellulosa och lignin. Cellulosan och delar av hemicellulosan kan brytas ned till glukos som går att jäsa till etanol. Lignin (normalt 25–30 viktprocent av skogsråvara) kan inte brytas ned till glukos men kan användas till värme och elproduktion – som delvis används i interna processer när etanolen produceras – och går på så vis inte förlorad. I dag finns tillgänglig teknik, s.k. sur hydrolys, och i framtiden hoppas man på enzymatisk hydrolys. Dagens tillgängliga teknik med sur hydrolys är för dyr för att anses kommersiellt gångbar. Enzymatisk hydrolys är potentiellt effektivare och även billigare än sur hydrolys men är fortfarande på forsknings- och demonstrationsstadiet. USA satsar mycket på denna teknik men även Sverige ligger långt framme med forskning och har bl.a. en försöks- och demonstrationsanläggning i Örnsköldsvik.

Med framtida enzymatisk hydrolys finns *potential* att nå en verkningsgrad från vedråvara till etanol på 45 % och därutöver erhålls 4 % till 8 % el som samproduceras i processen från den restprodukt (ligninet) som inte kan brytas ner till etanol¹⁶.

Förgasningsspåret

All vedråvara, och även alla fossila råvaror, går i princip att förgasa¹⁷ till en syntesgas bestående av kolmonoxid och väte. Denna syntesgas kan sedan användas för att producera ett antal biodrivmedel som väte, biometan, metanol, etanol samt syntetisk diesel och flygfotogen. Enklast är det att tillverka biometan då slutprodukten från förgasningssteget inte behöver bestå av ren syntesgas utan man kan förgasa vid en något lägre temperatur och får då en slutprodukt av ca: 50 % syntesgas och 50 % metan, d.v.s endast hälften av

¹⁴ Vid t.ex. etanolframställning i dag används bara stärkelsedelen av växten. Resten blir restprodukter.

¹⁵ T.ex. salix, hybridasp, elefantgräs, switchgrass eller eukalyptus i tropiska länder.

¹⁶ Procentsatser räknade på energiinnehåll oavsett energikvalitet. Siffror baserade på Faaij (2006).

¹⁷ Förgasning innebär att man delvis ”förbränner” kol/biomassa med för lite syre, vilket resulterar i en energirik syntesgas.

gasen behöver processas vidare till biometan. Den lägre förgasningstemperaturen ger också en något högre verkningsgrad. För att framställa de andra bränslen behöver man utgå från ren syntesgas och förgasningen måste då ske vid en högre temperatur. Från ren syntesgas är det enklast att tillverka väte, därefter följer metanol/DME. Syntetisk diesel ger ytterligare något lägre verkningsgrad. Syntetisk diesel tillverkas med den s.k. Fisher-Tropsch-metoden och kallas därför ofta också för F-T-diesel. Etanol går teoretiskt att tillverka från syntesgas men anses i dagsläget inte speciellt lovande om man jämför med syntetisk diesel eller metanol/DME. Inom EU pågår i dag flera forsknings- och demonstrationsprojekt för att utveckla förgasningstekniken och den efterföljande Fisher-Tropsch-processen. Kina satsar även mycket på att bygga ut förgasningstekniken, men dess fokus är att förgasa kol och tillverka syntetisk diesel eller metanol, vilket innebär höga utsläpp av koldioxid, se figur 4.2 i kapitel 4.

Med framtida förgasningsteknik finns en *potential* att producera biometan från vedråvara med en verkningsgrad mellan 60–70 % och väte med 60 % verkningsgrad. Dessa bränslen är dock gasformiga och ca: 8 till 20 % av energiinnehållet försvinner vid kompression för att lagra gasen i fordonet¹⁸. Vid produktion av metanol/DME fås en verkningsgrad på ca 55 % och ytterligare något lägre verkningsgrad, ca 45 %, fås för syntetisk diesel¹⁹. Även här finns möjlighet att samproducera el i s.k. *energikombinat* för att nå en högre totalverkningsgrad (el + bränsle) men då sänker man det absoluta utbytet av bränsle. En intressant möjlighet är att vid förgasningen utgå från svartlut i pappersmassaindustrin.²⁰ Detta skulle sannolikt ge en bättre verkningsgrad och möjligen vara mer ekonomiskt. Det bör dock noteras att svartluten i dag inte spills bort, vilket innebär att den i massaproduktionen behöver ersättas med en lika stor mängd, men mindre förädlad, energi i form av t.ex. skogsresor.

Elektricitet

Inom transportsektorn är det i dag endast järnvägen som använder elektricitet i en större skala. Hybridfordon med elmotorer, s.k. plug-in-hybrider, kan i framtiden komma att använda elektricitet direkt från elnätet och göra elektricitet till ett konkurrenskraftigt alternativ även för en del av vägtransporterna. Batteriernas prestanda behöver förbättras för att göra plug-in-hybrider konkurrenskraftiga. Med en fortsatt positiv utveckling av bl.a. litiumbatterier, bör de på längre sikt kunna ta en signifikant marknadsandel trots ett även då sannolikt högt inköpspris. På lång sikt, framemot 2050, skulle uppemot 50 % av personbilsresorna kunna täckas av el från nätet (se även avsnitt om plug-in-hybrider i avsnitt 3.3: Diskussion av scenarierna). Med en fortsatt utveckling av batteriteknik bör även mindre elbilar kunna få ett visst genomslag på

¹⁸ 8–10% för kompression till 200 bar för metan och 12–20 % för kompression av väte till 350 bar, Ahlvik (2001) Åhman (2001). Räknet på primärenergiinnehåll.

¹⁹ Siffror baserade på Faaij (2006).

²⁰ Utveckling av denna teknik görs av Chemrec i Piteå.

marknaden i framtiden. Dessa skulle framför allt passa för kortare sträckor, t.ex. pendling i glesbygd och mindre orter.

Miljöeffekterna av att använda el beror helt på hur elektriciteten har producerats, och här skiljer sig olika synsätt åt avseende hur man ska räkna:

- i. Antar man ett litet tillskott av elfordon med en totalt sett liten elanvändning och vill veta miljöeffekterna på kort sikt är marginalperspektivet det rimliga. Marginalperspektivet innebär att man räknar på den sist tillförda elen i systemet ("på marginalen"). I Sverige har detta oftast räknats som el ifrån kolkondens (i Danmark) vilket ger höga CO₂-utsläpp. Det bör noteras att om man har ett system med utsläppstak och handel med utsläppsrätter – som inom EU – så kommer marginalet att ha nollutsläpp. Detta beror på att även om elen produceras i ett kolkraftverk, och just där ger ökade utsläpp, så måste utsläppen minska lika mycket någon annanstans i systemet eftersom antalet utsläppsrätter är givet.
- ii. Antar man många elbilar och således en hög elanvändning på lång sikt är det rimligt att räkna med att den ökande efterfrågan på el framtvingar nya kraftverk. Nya kraftverk i Sverige i dag baseras nästan uteslutande på förnybar energi. Många elfordon i framtiden kan således antas gå på elektricitet med låga eller inga koldioxidutsläpp.
- iii. En tredje beräkningsmetod är att använda sig av den genomsnittliga elproduktionen i Sverige vilken till 90 % är koldioxidfri. Räknar man på genomsnittet för den nordiska elmarknaden så är 74 % av elproduktionen koldioxidfri. Även här kan man räkna på kort och på lång sikt om man antar att elproduktionen ändras över tiden.

För att göra det ännu mer komplicerat har man på en avreglerad elmarknad möjligheten att köpa miljömärkt el (vilket bl.a. SJ gör) eller produktspecifiserad el.

2 Förnybar energi för transportsektorn på lång sikt

2.1 Förnybar el

I de scenarier som presenteras i kapitel 3 utgår vi från två olika globala (se figur 3.4) respektive svenska alternativ för energitillförsel till år 2050. De skiljer sig främst åt vad gäller tillförseln av bioenergi. I båda de globala tillförselalternativen har vind-, våg- och solel sammantaget ökat mycket kraftigt. Främst handlar det om vind- och solel, men även t.ex. vågkraft kan komma att ge betydande tillskott. I dag är kostnaden för solcellsel flera gånger högre än marknadspriset. Det som gör solel attraktivt är att den potentiellt kan bidra med mycket stora mängder el, om än till ett relativt högt pris. Även potentialen för vindkraftsel är dock betydande. I scenarierna står förnybar el från främst vind och sol för tillsammans mellan 20 och 30 PWh år 2050, vilket är mer än dagens totala globala elproduktion som ligger på ca 17 PWh.

Kostnaden för ny vindkraft är starkt beroende av vindförhållanden och kalkylränta. Enligt en uppskattning av Elforsk (2003) så ligger kostnaden på ca 40 öre/kWh, vilket är ungefär i nivå med marknadspriset på den nordiska elbörsen. Man har då antagit 6 % real kalkylränta och 20 års avskrivningstid. För havsbaserad vindkraft kring år 2015 uppskattas kostnaden till ca 30 öre/kWh. En uppskattning av IEA (2006) pekar på en kostnad under närmaste tioårsperiod på ned till 35 öre/kWh. IPCC (2007) uppger en beräknad kostnad år 2030 på mellan 21 och 56 öre per kWh.

I dagsläget kostar solcellsel i storleksordningen 2–5 kr/kWh. Det är mellan 5 och 10 gånger högre än dagens nordiska marknadspris på ca 40–50 öre. Enligt flera källor kommer solcellsel även i framtiden att vara förhållandevis dyr. IPCC (2007) uppger beräknad kostnad år 2030 till mellan 42 och 175 öre per kWh, vilket är ungefär dubbelt så mycket som man beräknar att vindkraft ska kosta (se ovan). På längre sikt, framemot 2050, kan solcellsel komma att ge ett stort bidrag till den globala energiförsörjningen, men tekniken förefaller i dag relativt långt från en storskalig kommersialisering. Det största hindret för en större andel solcellsel är sannolikt kostnadsbilden och det därtill kopplade kapitalbehovet som kan bli mycket stort vid en snabb utbyggnad (Azar & Lindgren, 1998).

Nätansluten solel har störst potential för kostnadseffektivitet på marknader som dels har en hög solinstrålning, dels har en efterfrågan som samvarierar med solinstrålningen. Detta gäller exempelvis stora delar av länder som USA och Australien där en stor del av elen används för att kyla hus. I Sverige däremot har vi en låg solinstrålning, och dessutom är elbehovet störst under vinterhalvåret.

För att förnybar el ska kunna användas i större skala i transportsektorn – utöver användning i elfordon – krävs en betydande användning av vätgas.

Vätgas kan produceras med el som insats genom hydrolys. Användning av väte och bränsleceller kräver omfattande systemförändringar med långa ledtider. System för distribution av väte behöver byggas upp, och dessutom krävs bränslecellsfordon vars kostnadsbild och tidpunkt för kommersialisering är osäker. Distribution av väte är kostsamt, då högt tryck krävs, och medför betydande energiförluster, vilket förtar en stor del av den höga verkningsgrad som bränslecellen i sig förväntas ha. Dessa hinder bidrar till att väte används i begränsad omfattning i scenarierna år 2050. En bidragande faktor är att elpriset i scenarierna antas ligga relativt högt, vilket bl.a. beror på den betydande mängden solcellsel som används. Bränslecellsfordon är betydligt känsligare för ett högt elpris än elfordon, eftersom de kräver mer än dubbelt så mycket el per kilometer om vätgasen produceras med hjälp av el.²¹ De framtida produktionskostnaderna för fordon som utnyttjar nätel respektive bränslecellsfordon är också viktiga.

2.2 Bioenergi – potential till 2050

Bioenergi står i dag för ca 10 % av den globala energiförsörjningen, men den största delen är s.k. traditionell biomassa (kvistar, träkol m.m.) som används ineffektivt och med stora negativa hälsoeffekter i u-länder vid matlagning över öppen spis.

Bioenergis framtida potential är (ännu) mer svåranalyserad än t.ex. solenergis²² inte minst på grund av konkurrens om mark som också kan användas till matproduktion, virkesproduktion och för att tillhandahålla biologisk mångfald och ekosystemtjänster.²³ Mycket av den globala framtida biomassapotentialet finns i de tropiska regionerna i Sydamerika, södra Afrika och Sydostasien. För att komma i närheten av optimistiskt uppskattade biomassapotentialet till 2050 så blir handel med biomassa eller biobränslen en nödvändighet på längre sikt för att utjämna potentiell produktion i tropiska regioner och efterfrågan på norra halvklotet. I tabell 2.1 nedan visas dagens nivå på biomassaanvändning och den uppskattade *tekniska* potentialen till 2050.

²¹ Åhman (2001).

²² Solenergis framtida roll bestäms i hög grad ”endast” av teknisk utveckling och framtida kostnader för tekniken i sig.

²³ Människan är för sin existens beroende av ett flertal ekosystemtjänster, exempelvis mat, rent vatten, timmer och fibrer, men även sådana som reglerar klimat, översvämningar, sjukdomar och avfallsströmmar från samhället. Se Millenium Ecosystem Assessment (2005) för en genomgång av begreppet ekosystemtjänster.

Tabell 2.1 Bioenergiressurser i dag och uppskattade tekniska potentialer till 2050

Biomassa/år	Sverige (TWh)	Världen (TWh)
Tillförsel 2005	112 ^a	12 800 ^b
Potential till 2050	150–228 ^c	35 000–210 000
Antagen bioenergi-tillförsel i scenarierna	150–200 (låg/hög)	25 000–80 000 (låg/hög)
Energitillförsel 2006 (alla energislag)	467 ^e	133 000 ^d

Källor: Sammanställningar och data från: ^a Energimyndigheten (2007 b), ^b IPCC (2007), ^c Kommissionen mot oljeberoende (2006), Hagström (2006) och ^d IEA (2007).

* Exklusive värmeförluster i kärnkraft.

Generellt är osäkerheterna om framtida bioenergi-potentialer betydligt mindre för Sverige än vad de är globalt. Detta beror främst på att det i Sverige är i skogen som den största bioenergi-potentialen finns, medan potentialen globalt sett framför allt finns på mark som också kan användas för matproduktion.

Hur mycket produktiv mark som kan vara tillgänglig för bioenergi-produktion efter det att inte minst tillräcklig matproduktion säkerställts påverkas av följande faktorer:

- I. **Den globala dieten:** Köttkonsumtion kräver betydligt mer mark för odling av djurfoder och för bete än vad motsvarande mängd vegetarisk kost kräver.
- II. **Produktionsutveckling inom jordbruket:** Avkastningen på marken kan i stora delar av världen öka väsentligt utan att nödvändigtvis äventyra mångfalden. Detta inkluderar bl.a. bevattning, växtförädling och inte minst mekanisering.
- III. **Befolkningstillväxt och ekonomisk tillväxt:** Den globala befolkningens storlek är förstås betydelsefull liksom takten och fördelningen av den ekonomiska tillväxten som ofta påverkar dieten mot mer kött.
- IV. **Restriktioner för att bevara ekosystemtjänster/biologisk mångfald:** Hur mycket mark som behöver sättas undan för att behålla en tillräcklig nivå på ekosystemtjänster.
- V. **Klimatförändringar:** De framtida klimatförändringarna kommer i sig att förändra de globala möjligheterna till bioenergi-produktion. I Skandinavien kommer vi antagligen att få en ökad produktion av biomassa vid måttliga temperaturökningar medan en del regioner på södra halvklotet kan komma att bli obrukbara på grund av vattenbrist. De exakta effekterna beror på hur stor uppvärmningen blir och är i dag svåra att uppskatta.
- VI. **Framtida total tillgång på bioproduktiv mark och vattenresurser:** Globalt har arealen mark som används för odling ökat stadigt de

senaste 50 åren liksom produktiviteten.²⁴ Ökningen av mark som odlas har dock delvis skett på bekostnad av naturskogar och på mark rik på biodiversitet. En ökad befolkningstillväxt och en ökad konkurrens om bioproduktiv mark och globala vattenresurser kan leda till rovdrift och att den globala mark- och vattenförsörjningen försämras. Vår globala förmåga att skydda och ta till vara både bioproduktiv mark och livsnödvändiga vattenresurser påverkar i slutändan hur mycket mark som kan användas för bioenergi.²⁵

Den framtida biomassapotentialet från mark som eventuellt inte behöver tas i anspråk för matproduktion och från mark som är olämplig för matproduktion men fungerar bra för t.ex. fleråriga växter i södra Afrika, Sydamerika och Karibien kan variera mellan *ingenting* i pessimistiska uppskattningar upp till 150 000 TWh/år i optimistiska uppskattningar. Skillnaderna beror på antaganden om ekonomisk tillväxt, produktionsutveckling inom jordbruket, global diet och förmågan att bibehålla biodiversitet.²⁶

Sammanfattningsvis så är det mycket svårt att uppskatta hur mycket bioenergi som kan produceras år 2050 utan påtagliga konflikter med mat- och virkesproduktion samt övriga vitala ekosystemtjänster. Just på grund av denna osäkerhet är det angeläget att analysera konsekvenserna av olika höga nivåer. I de scenarier som beskrivs i nästa kapitel har vi utgått från två globala nivåer för bioenergitillförsel, 25 000 TWh/år (låg) respektive 80 000 TWh/år (hög). Det kan noteras att den lägre nivån ändå innebär nästan en fördubbling jämfört med dagens nivå.

Som jämförelse till dessa nivåer kan nämnas att i Miljövårdsberedningens PM ”Tillväxt och miljö i globalt perspektiv” redovisas ett scenario där den globala bioenergianvändningen är 64 000 TWh.²⁷

2.3 Ökad bioenergitillförsel – ett globalt problem eller en global möjlighet

I Sverige finns den största bioenergipotentialet på skogsmark.²⁸ Globalt antas en stor del av bioenergin i framtiden komma från mark som potentiellt även kan användas som jordbruksmark.

I många utvecklingsländer, där en stor del av den långsiktiga potentialen anses finnas, ses moderna biobränslen som en del av utvecklingen mot ett bättre samhälle. En kraftig expansion av den globala biomassaproduktionen innebär emellertid också ett ökat tryck på jordens ekosystem. De globala

²⁴ FAO (2007).

²⁵ Se t.ex. Brown (2006) generellt om vår framtida vatten- och matförsörjning och Alcamo et al (2005) för scenarier om globala ekosystemtjänster som mat, vatten och bioenergi år 2050.

²⁶ Se översikt i Smeets et al (2007).

²⁷ Miljövårdsberedningen (2007).

²⁸ I Sverige tillfördes 2005 ca 112 TWh bioenergi varvid ca 1 TWh kom från jordbruksmark och 8 TWh från avfall.

ekosystemens långsiktiga förmåga att förse människor med ekosystemtjänster som mat, rening av vatten, pollinering, mediciner m.m.²⁹ måste inkluderas i en bedömning av de långsiktiga möjligheterna för bioenergi.

Biodiversitet och ekosystemtjänster vid storskalighet

Miljöeffekterna på marken som avsätts för bioenergi beror på vad marken användes till tidigare. Att ersätta intensivodlad spannmålsproduktion med t.ex. salix kan innebära fördelar, medan t.ex. sockerrörsodling på gammal betesmark i tropiska länder innebär en försämring.

I Sverige har det föreslagits av Kommissionen mot oljeberoende att uttaget av bioenergi från skogsmark ska ökas genom att man undantar ca 5 % av skogsmarken och där bedriver intensivodling med gödsling vilket ger 10 TWh utöver dess totalt bedömda potential på >220 TWh. En ökad användning av bioenergi ifrån skogen kan komma i konflikt med andra miljömål, t.ex. ”levande skogar”. Skogstyrelsen gick t.ex. nyligen ut och hävdade att skogsmark motsvarande en potentiell bioenergiproduktion på 6–8 TWh³⁰ borde undantas de närmaste åren för att klara detta miljömål. Intensivodlade områden är i högre grad monokulturer än konventionellt odlad skog, men ökningen av biomassatillväxt skulle kunna möjliggöra att man sparar fler områden helt för att bevara biologisk mångfald med samma eller ökat uttag nationellt sett från den svenska skogen.³¹ På detta område är ett bättre vetenskapligt underlag eftersträfvansvärt.

Svensk bioenergi från jordbruket kommer att ersätta redan intensiv spannmålsproduktion och då blir effekterna vad gäller biodiversitet positiva. Odling av t.ex. salix kräver mindre insatser i form av konstgödsel, vilket är positivt för växthusgasbalansen. Om däremot bioenergiodlingen ersätter betesmark så blir effekterna på biodiversitet negativa.

I utvecklingsländer skulle en storskalig satsning på bioenergi kunna leda till förluster av biodiversitet eftersom det just är lågproduktiv mark som ska tas i anspråk. Den största producenten av biodrivmedel i dag är Brasilien där etanol produceras från sockerrör. Den expansion av sockerrörsodling för etanol som förväntas ske i Brasilien är planerad att ske på ”Cerradon”, ett vidsträckt savannlandskap i södra Brasilien som i dag delvis används som betesmark, för sojaodling och även till stora delar är outnyttjat (naturlig savann). Att omvandla en del av detta område till produktiv jordbruksmark kommer att innebära förluster av biodiversitet. Generellt ska frågan om markanvändning vägas mot u-länders behov av att hitta inkomster och stödja en positiv utveckling på landsbygden. Ländernas institutionella förmåga att undvika rovdraft och planera markanvändningen så att mark med höga biodi-

²⁹ Se Millenium Ecosystem Assessment (2005) för en genomgång av begreppet ekosystemtjänster.

³⁰ Räknet på att *all* skogsråvara i dessa områden skulle ha gått till bioenergi. Skogstyrelsen (2007).

³¹ Se t.ex. slutrapport från ”Fiberskogsprojektet” (Bergh, 2007) och Emanuelsson, (2007).

versitetsvärden kan skyddas är en nyckelfaktor för framtida bioenergiutveckling.³²

Expansionen av brasiliansk sockerrörsetanol kan illustrera flera konflikter som måste hanteras. Även om expansionen av sockerrörsodling förväntas ske på "Cerradon" långt ifrån regnskogen så kan det få utträngningseffekter i form av att man flyttar betesdjur och sojaodling från den mark som tas i anspråk för sockerrörsodling och i stället hugger ned regnskog och plöjer ny mark där. I dag är sockerrörsodlingen ett i hög grad manuellt arbete som ger många arbetstillfällen, dock ofta under miserabla arbetsförhållanden. Vid en framtida expansion planeras att mekanisera skörden av sockerrör och på så vis fasa ut en stor del av det manuella arbetet. En miljömässig fördel av en sådan utveckling är att den återstod som i dag lämnas kvar på fältet och bränns (blasten) kan tas hand om hand och omvandlas till energi. Nackdelarna är att mekanisering kräver mer insatsenergi för att driva traktorer m.m. och att arbetstillfällena blir färre (men mer kvalificerade). Brasilien är ett exempel där staten försöker planera för en storskalig expansion av både bioetanol- och biodieselproduktionen samtidigt som man har ambitionen att ta hänsyn till sociala och miljömässiga krav.³³

Att använda jordbruksmark till energiproduktion

Är det moraliskt ansvarigt att odla energigrödor på jordbruksmark som i stället kunde odlas med spannmål för mat?

I Sverige har vi inte brist på livsmedel och med en alltmer avreglerad jordbruksmarknad kan stora arealer avsättas för energiproduktion. År 1992, strax före EU-inträdet, hade Sverige en nästan helt avreglerad jordbruksmarknad, och då gjordes bedömningen att teoretiskt 800 000 hektar kunde avsättas.³⁴ I och med EU-inträdet försvann detta "överskott" på jordbruksmark när jordbruksmarknaden "återreglerades" inom EU. I takt med att EU:s gemensamma jordbrukspolitik håller på att avregleras så har vi idag ca: 280 000 hektar mark i träda som potentiellt skulle kunna användas för bioenergi. Kommissionen mot oljeberoende räknar med, baserat mycket på LRF:s energiscenario, att 400 000 hektar kan avsättas i framtiden. Situationen har dock ändrats snabbt och idag ifrågasätts alltmer hur mycket svensk jordbruksmark som skulle kunna vara tillgängligt i framtiden. De senaste två årens prisökning på spannmål har t.ex. gjort energiodling på jordbruksmark orealistiskt.

I utredningen "Bioenergi från jordbruket – en växande resurs"³⁵ diskuteras den moraliska aspekten för svenskt jordbruk. Utredningen menar att det moraliska problemet ligger i att inte hävda god jordbruksmark, dvs. det är fel att

³² UN-Energy/FAO (2007).

³³ Brasilien utvecklar visioner knutna till sin "Agro-Energy Policy" för att visionärt kunna täcka 10 % av det globala bensinbehovet 2025 utan allvarliga konsekvenser för miljön och med sociala fördelar, se t.ex. Cezar de Cerqueira Leite et al (2007), Garcez och Nildo de Souza Vianna (2007).

³⁴ Biomassautredningen (1992).

³⁵ SOU 2007:36.

plantera igen jordbruksmark med skog eller bebygga den. Således rekommenderade också utredningen att god jordbruksmark ges status av riksintresse i den fysiska planeringen.

Globalt beräknas ca 800 miljoner människor vara undernärda³⁶ i dag, men samtidigt beräknar WHO att 1,6 miljarder är överviktiga och att ca 300 miljoner av dessa dessutom är kraftigt överviktiga. Kopplingen mellan matproduktion och svält är således inte helt enkel. Den största orsaken till svält och undernäring är fattigdom och sällan fysisk brist på mat i sig.³⁷ Högre priser på jordbruksprodukter skulle kunna leda till att många u-länder fick möjlighet att utvecklas och höja levnadsstandarden³⁸ samtidigt som höjda matpriser drabbar människor med låga inkomster. I en UN-Energy/FAO-rapport nyligen konstaterades att det går att kombinera bioenergiproduktion med livsmedels-säkerhet i framtiden och att bioenergiproduktion skulle kunna ha mycket positiva effekter på landsbygdsutveckling i fattiga länder men att detta inte skulle ske automatiskt utan att det behövs en medvetenhet och vilja att ta tag i problemet för att undvika de negativa effekterna³⁹.

Global utveckling

Bioenergi och möjligheten att producera flytande biodrivmedel har fått stort genomslag i Asien, Sydamerika och Afrika de senaste åren. Skälen är flera men de höga oljepriserna som tär hårt på många u-länders handelsbalans är det tydligaste skälet följt av klimatfrågan och framför allt dess koppling till CDM.⁴⁰

De växter som odlas för biomassa i tropiska länder i dag är främst sockerrör, palmolja, kassava och lite jetropa. Jetropa är en oljefröväxt som växer på halvtorra områden och på mark som inte passar till matproduktion. Möjligheten att kunna utnyttja torra områden för bioenergiproduktion gör att det knyts stora förhoppningar till jetropa. Hittills odlas växten bara i större försök i Indien och delvis i Afrika, och än så länge är den långsiktiga ekonomiska och miljömässiga potentialen relativt okänd. Produktionen av palmolja sker framför allt i Sydostasien och har där medfört att stora områden regnskog huggits ned. Stora delar av u-länderna i t.ex. Afrika har möjlighet att odla sockerrör effektivt och producera etanol.⁴¹ Brasilien stöder aktivt denna utveckling i södra Afrika. Tidigare har Zimbabwe haft en stor produktion av etanol från sockerrör och i dag produceras sockerrörsetanol i Zambia, Malawi och Sydafrika. Det finns även ett antal växter som kan producera vedråvara effektivt på södra halvklotet på längre sikt om produktionsprocesser för andra generationens drivmedel mognar.

³⁶ FAO (2007).

³⁷ Se bl.a. World Watch Institute (2007).

³⁸ Ibid.

³⁹ UN-Energy/FAO (2007).

⁴⁰ CDM: Clean Development Mechanism, ekonomiskt stöd till att minska växthusgas-utsläpp i u-länder.

⁴¹ Johnson and Matsika (2006).

Långsiktiga förhoppningar knyts inte bara till att ersätta den egna importen av råoljeprodukter (eller öka exporten som t.ex. Nigeria har gjort) utan även till att så småningom kunna exportera en förädlad produkt till EU och USA. Utvecklingen av bioenergi från jordbruksmark kan vara en del i fattigdomsbekämpningen.⁴² Bioenergi ses inte främst som en klimatfråga i u-länder utan som en generell utvecklingsfråga. Sida är aktivt inom detta område och stöder i dag bl.a. den tanzaniska regeringen i att hantera den i dag växande efterfrågan på mark för bioenergiproduktion.

En snabbt växande biobränslemarknad kan få negativa konsekvenser om det stöder rovdrift av naturresurser i fattiga länder med dålig kapacitet att kontrollera och stävja detta. Länder med tropiskt klimat måste utveckla institutionell kapacitet att planera markanvändningen och vidmakthålla sina naturresurser samtidigt med en expansion av bioenergiproduktionen. Skövling av regnskog i Indonesien och Malaysia för att röja mark för palmoljeodlingar är ett tydligt exempel på hur en expansion av bioenergi inte får gå till.⁴³

Certifiering av biodrivmedel har föreslagits som ett sätt att hindra att i-ländernas efterfrågan på biodrivmedel får negativa konsekvenser både miljömässigt och socialt. Flera initiativ är på gång, bl.a. ett frivilligt certifierings-schema för palmolja, men det är i dag svårt att nå en effektiv bindande överenskommelse som inte av WTO ses som en begränsning av frihandeln⁴⁴. Frivilliga certifieringsprojekt kan ge en signal till producenterna, men bara om volymen som produceras med certifikat blir tillräckligt stor för att påverka den totala produktionen.

2.4 Var i energi- och transportsystemet kan biobränslen ge störst utsläppsminskning?

I det förra avsnittet konstaterade vi att biobränslen är en begränsad resurs. Även om den *tekniska* potentialen i vissa bedömningar är mycket hög, så begränsas den praktiska potentialen av ett flertal faktorer. Därför är det viktigt att biobränsle, och andra primärenergikällor, används på ett sådant sätt att den totala energieffektiviteten i energi- och transportsystemet blir så hög som möjligt, eftersom detta gör att maximal mängd fossila bränslen kan ersättas. I detta avsnitt för vi ett principiellt (dvs. något förenklat) resonemang kring vilka användningsområden som bör prioriteras, under förutsättning att högsta möjliga energieffektivitet eftersträvas. I praktiken kommer förstås praktiska och ekonomiska aspekter också att påverka hur olika energikällor används. Med allt högre energipriser framöver kommer dock ett ineffektivt energiut-

⁴² World Watch Institute (2007); Johnson and Rosillo-Calle (2007); Goldemberg (2000); UN-Energy/FAO (2007).

⁴³ Palmolja används främst som livsmedel men på senare tid har dock intresset ökat för biodiesel från palmolja. Försök att använda palmolja i svensk biodiesel var på gång men drogs tillbaka av miljöskäl. I dag används ingen palmolja i biodiesel i Sverige, däremot importeras palmolja till livsmedel m.m.

⁴⁴ Doornbosch och Steenblik (2007).

nyttjande också att innebära dålig ekonomi, även på kort sikt. Vi antar att långsiktiga utsläppsmål (minskning med 80–90 %) gör att den mängd fossila bränslen som kan användas blir mycket begränsad. I kapitel 3 presenteras sedan fem scenarier för Sveriges energi- och transportsystem fram till år 2050. Hur mycket biobränsle som används i transportsektorn i scenarierna beror dels på den totala tillgången på bioenergi, dels på efterfrågan på energi inom andra sektorer, dvs. industri och bebyggelse.

Det resonemang som förs i detta avsnitt gäller – med smärre justeringar – både i nutid och för framtida förhållanden (framtida teknologi). Det sammanfattas i form av ett antal tumregler i följande ruta. Med tumregler menas att det finns undantag från dessa regler.

Tumregler för att nå högsta energieffektivitet i hela energisystemet och därmed kunna minska mängden fossila bränslen maximalt

1. El bör i första hand användas för ”elspecifika” ändamål, i andra hand för transporter och för värmepumpar samt i tredje hand för processvärme i situationer där biobränsle är olämpligt. Direktel för lokalvärme bör undvikas.
2. Den oljeanvändning som är förenlig med klimatmålen bör i första hand användas i transportsektorn, eftersom biobränsle med större effektivitet kan ersätta olja i kraftvärme och i många industriprocesser.
3. Biobränslen bör i första hand användas för processvärme, gärna i kombination med elproduktion (mottrycksel).
4. I andra hand bör biobränsle användas för produktion av kraftvärme och drivmedel för transportsektorn. Hur mycket som ska användas till varje sektor beror på scenariot.

Det vi diskuterar här är således hur olika primärenergikällor, däribland biobränsle, kan användas på effektivast möjliga sätt för att vi ska kunna erhålla olika typer av energitjänster, som ljus, värme och transporter. Huvudsakliga primärenergikällor kan delas in enligt följande med den högsta energikvaliteten först:

- El från vatten, vind, sol, kärnkraft etc.
- Fossila bränslen
- Biobränslen
- Solvärme/geotermisk värme

El har den högsta energikvaliteten och solvärme/geotermisk den lägsta. Detta innebär att el har det största användningsområdet och *oftast* ger minst förluster vid omvandling till olika energitjänster. Värme vid låga temperaturer har lägst kvalitet och går enbart att använda för lokaluppvärmning.

När det gäller användningssidan så kan de energitjänster som där efterfrågas grovt delas in enligt följande, med dem som kräver högst energikvalitet först:

- Belysning, elektronik etc., ”elspecifikt” (i dag ca 110 TWh)
- Transporter (i dag ca 110 TWh)
- Processvärme, högtemperatur (i dag ca 90 TWh)
- Lokaluppvärmning, lågtemperatur (i dag ca 90 TWh)

El bör i första hand användas till belysning, elektronik, stationära motorer etc., dvs. sådana tjänster som ofta benämns elspecifika.⁴⁵ ⁴⁶Den el som blir över när behovet för elspecifika ändamål tillgodosetts kan användas till en del av de tre andra typerna av energitjänster, dvs. transporter, processvärme och lokalvärme. Detta diskuteras vidare nedan.

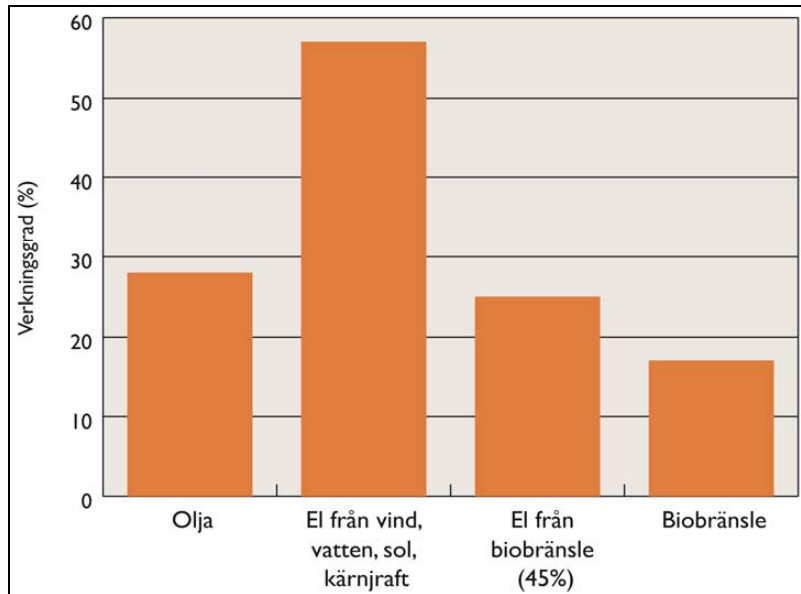
I figurerna 2.1–2.3 visas energiverkningsgrader för omvandlingen från primärenergi till energitjänster.⁴⁷ Det är viktigt att notera att vi här delvis jämför primärenergikällor som har olika kvalitet. Att el från vind-, våg-, vatten- och solkraft har högst verkningsgrad för framställning av alla typer av energitjänster betyder inte att el kan användas för alla dessa energitjänster. El är t.ex. oftast betydligt dyrare än oförädlad primärenergi som biomassa. Dessutom kan el även i framtiden bara användas för en del av transportsektorns energibehov. Vad som kan utläsas ur figurerna är hur de relativa skillnaderna i verkningsgrad mellan två primärenergikällor skiljer sig åt mellan olika energitjänster (dvs. mellan figurerna 2.1–2.3). Exempelvis ger el från vind-, våg-, vatten- och solkraft cirka tre gånger högre verkningsgrad än biodrivmedel för energitjänsten transporter, medan sådan el bara ger marginellt högre verkningsgrad än biobränsle vid produktion av högtemperaturvärme (processvärme). På grund av detta är det energieffektivt att elektrifiera transporterna i möjligaste mån, i form av spårtransporter (eller trådbussar/trådlastbilar) men även som plug-in-hybrider eller batterielbilar. Även om man utgår från biomassa som används i ett kraftvärmeverk och låter elen ladda batterier i elfordon, så blir verkningsgraden högre än för andra generationens biodrivmedel (figur 2.1). Denna slutsats stärks av att man i detta fall också erhåller fjärrvärme, vilket inte är inkluderat i figuren.

⁴⁵ Det är sant att el bör användas för dessa tjänster, men det är i många fall möjligt att använda andra primärenergikällor, t.ex. bränslen för motordrift. Dock blir energieffektiviteten då onödigt låg.

⁴⁶ Hur mycket el som behövs för sådana tjänster beror bl.a. på hur effektiva lampor som används och hur effektivt stationära motorer regleras. Detta är en viktig fråga som dock inte diskuteras vidare i detta avsnitt.

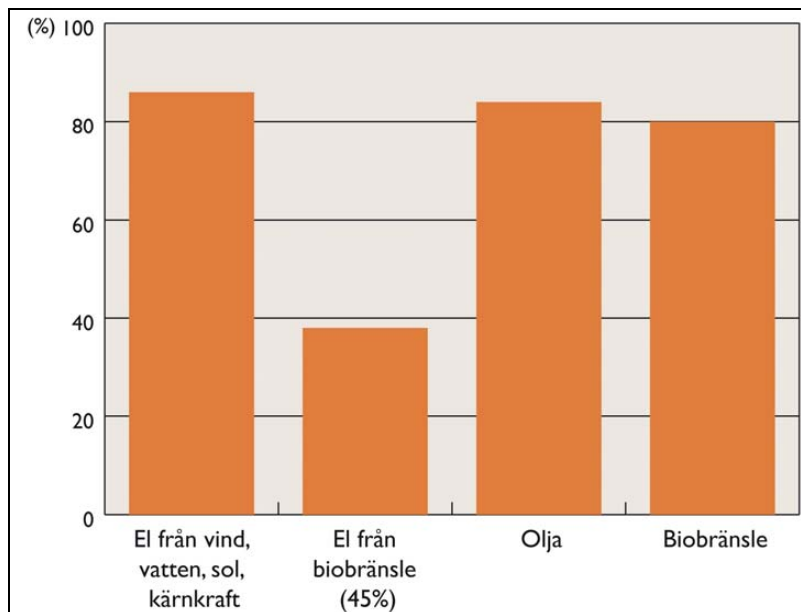
⁴⁷ Olje- och gaspannor för direkt uppvärmning av hus minskar i dag snabbt, vilket är bra ur de flesta perspektiv. Vi har därför inte tagit med olja som ett alternativ för lokaluppvärmning i figur 2.3.

Figur 2.1 Transporter – verkningsgrad från primärenergikälla till drivhjul för vägfordon. Framtida teknik avses, dvs. andra generationens drivmedel, men de relativa skillnaderna är likartade i dag. För eldrivna spårfordon blir verkningsgraden ännu något högre än för de batterifordon (inkl. plug-in-hybrider) som avses i figuren.



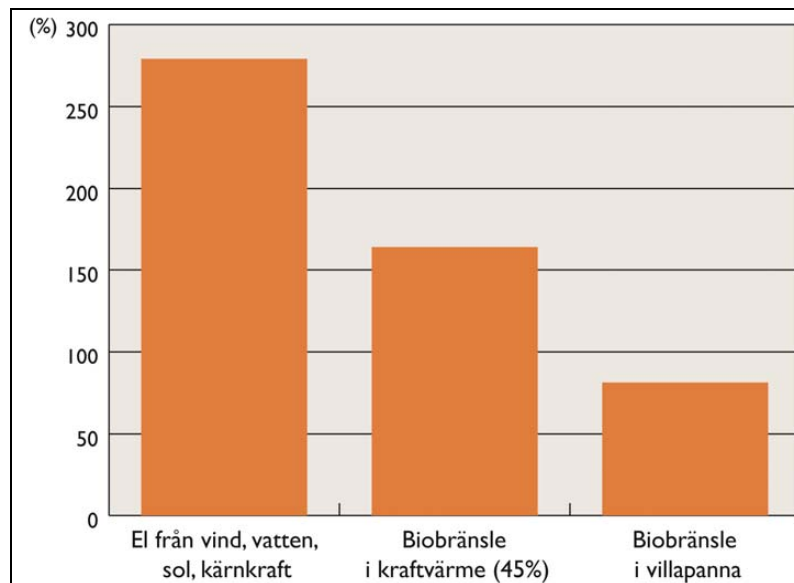
Källa: Åhman (2001).

Figur 2.2 Högtemperaturvärme – verkningsgrad från primärenergikälla till värme vid hög temperatur (>100 grader), även här avses framtida teknik.



Figur 2.3 Lokalvärme – verkningsgrad från primärenergikälla till värme vid låg temperatur, lokaluppvärmning, även här avses framtida teknik.

För biobränsle i kraftvärme antas att hela elproduktionen används för att med hjälp av värmepumpar värma upp hus. Denna värme läggs således ihop med den fjärrvärme som produceras.



För den merpart av transportsektorn som det inte är möjligt att elektrifiera krävs någon form av bränsle. Som framgår av figur 2.1 är verkningsgraden för olja i transportsektorn betydligt högre än för biobränslen – och detta gäller ändå andra generationens drivmedel – medan olja och biobränslen har ungefär samma verkningsgrad vid produktion av processvärme (figur 2.2).⁴⁸ Av detta kan man dra slutsatsen att den mängd olja som kan användas – givet det utsläppsmål som ska nås – i första hand bör användas i transportsektorn.⁴⁹ Om man ska nå långtgående minskningar av utsläpp av växthusgaser – 80–90 % – till 2050 kommer olja enbart att användas inom transportsektorn och dessutom endast räcka till delar av denna (se kapitel 3).

I figur 2.3 kan man se att det är betydligt effektivare att använda biobränsle i ett kraftvärmeverk och producera fjärrvärme och el som driver värmepumpar än att elda biobränslet direkt i villapannor. Biobränsleeldade villapannor är således ur energieffektivitetssynpunkt inte ett bra alternativ. I figur 2.2 ser vi att biobränsle och el har i stort sett samma verkningsgrad vid produktion av processvärme.⁵⁰ För både transporter och produktion av lokalvärme har däremot direkt användning av biobränsle betydligt lägre verkningsgrad än el. Av detta kan man dra slutsatsen att biobränsle i första hand bör

⁴⁸ I vissa processer kan det vara svårt av praktiska skäl att använda biobränsle, t.ex. när det gäller processkol i stålindustrin eller i vissa fall när el erfordras.

⁴⁹ Som vi konstaterar i avsnitt 4.2 är skillnaderna i utsläpp av NO_x, partiklar och kolväten i allmänhet små mellan fossila och förnybara drivmedel.

⁵⁰ Detta är en viss förenkling då el ofta är lättare att dosera.

användas för att producera processvärme i industrin. I andra hand bör el i kombination med processvärme produceras, s.k. mottrycksel.

Möjliga användningsområden för det biobränsle som sedan återstår är produktion av el och fjärrvärme i kraftvärmeverk eller produktion av drivmedel för fordon. Hur mycket som ska gå till kraftvärme respektive drivmedel avgörs av flera faktorer, vilket illustreras i scenarierna i nästa kapitel. Exempelvis, vid god tillgång på vind-, vatten- och solkraft, minskar behovet av kraftvärmeproduktion, eftersom det då finns el som kan användas för elspecifika ändamål och el som genom värmepumpar kan ge lokalvärme. Det biobränsle som då frigörs kan användas för produktion av drivmedel. Vid låg tillgång på vind-, vatten- och solkraft, å andra sidan, blir det angeläget att använda en större del av bioenergin i kraftvärmeverk.

Det kan konstateras att dagens användning av biobränsle i Sverige i relativt hög utsträckning följer de riktlinjer som här skissats för en energieffektiv användning av olika energikvaliteter.

3 Scenarier för Sveriges energi- och transportsystem fram till år 2050

Detta kapitel bygger på rapporten ”Tvågradersmålet i sikte? – Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050” som fms/KTH skrivit på uppdrag av Naturvårdsverket.⁵¹

En kortfattad presentation görs av fem scenarier för Sveriges energi- och transportsystem som alla medför 85 % minskning av utsläppen av växthusgaser fram till år 2050. En sådan minskning bedöms mot bakgrund av den senaste klimatforskningen kunna vara i linje med det tvågradersmål som EU och Sverige satt upp som riktmärke. Utöver dessa scenarier illustreras i ett ”teknikscenario” hur långt man kan nå enbart med kraftiga teknikeffektiviseringar och en betydligt större tillförsel av koldioxidneutral energi. Den utsläppsminskning som detta scenario resulterar i blir 53 % till år 2050.

Avgränsningen av det system som scenarierna omfattar är i princip alla energirelaterade aktiviteter som utförs inom Sveriges gränser samt svenskars andel av internationella flyg- och sjötransporter. Studien omfattar energi- och transportsystemets utsläpp av koldioxid samt flygets utsläpp av kväveoxider och vattenånga.⁵² De utsläpp som direkt ingår i studien utgör ca 80 % av de totala svenska utsläppen av växthusgaser, vilka enligt den här använda systemavgränsningen uppgick till 78 miljoner ton år 2005.⁵³ De största kategorier som ej ingår i det system som här analyseras är utsläpp av metan och dikväveoxider från jordbruket och avfallssektorn samt flourerade växthusgaser från industrin.

Syftena med detta kapitel är två, dels att visa på vilka transportmängder som kan vara förenliga med tvågradersmålet, dels att diskutera orsaker till och konsekvenser av den olika stora mängd biodrivmedel som används i scenarierna.

I figur 3.1 visas hur utsläppen av växthusgaser från transportsektorn fördelar sig på olika transportslag. I flyg, sjöfart och tåg ingår persontransporter och godstransporter. Svenskars utrikes flyg- och sjöresande ingår, liksom import med fraktfartyg och färjor. Speciellt underlaget för utrikes sjöfart är osäkert. För flyget är antaget en uppräkningsfaktor av koldioxidutsläppen med en faktor 2,5 för att ta hänsyn till utsläppen av kväveoxider och vattenånga. Osäkerheten kring denna faktor är stor.⁵⁴ De totala utsläppen av växthusgaser från transportsektorn som den här är avgränsad uppgår till ca 35 miljoner ton CO₂-ekvivalenter eller 31 miljoner ton exklusive arbetsmaskiner.

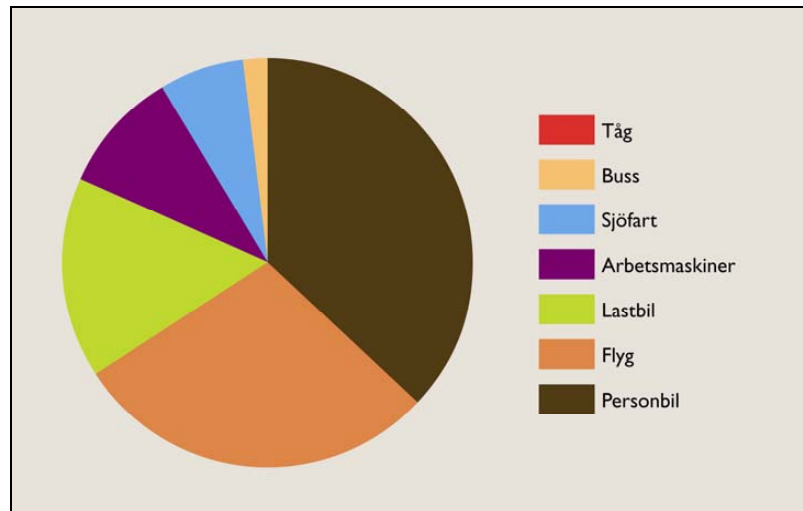
⁵¹ Åkerman m.fl. (2007).

⁵² En uppräkningsfaktor på 2,5 har använts för dessa utsläpp.

⁵³ Åkerman m.fl. (2007).

⁵⁴ Se Sausen m.fl. (2005); Forster m.fl. (2006); Åkerman m.fl. (2007).

Figur 3.1 Transportsektorns utsläpp av växthusgaser år 2005 uppdelat på de olika transportslagen enligt den här använda systemavgränsningen



3.1 Vilka utsläppsminskningar krävs till 2050 för att utvecklingen ska vara i linje med tvågradersmålet?

I denna studie utgår vi ifrån EU:s och Sveriges målsättning att jordens medeltemperatur inte ska öka med mer än två grader i förhållande till förindustriell tid. Enligt Sternrapporten och EEA innebär en 70-procentig minskning av de globala utsläppen fram till år 2050 jämfört med år 2000 att man kan stabilisera halten CO₂-ekvivalenter på 450 ppm, vilket skulle innebära att sannolikheten att hålla tvågradersmålet är 50 %.⁵⁵ Vetenskapliga rådet för klimatfrågor gör en liknande bedömning.⁵⁶ Man säger att det globalt skulle krävas en 70-procentig minskning av utsläppen för att temperaturökningen sannolikt ska begränsas till två grader. Vi utgår i denna studie från att det krävs en 70-procentig minskning av de globala utsläppen av växthusgaser till år 2050. Om jordens befolkning år 2050 uppgår till 9 miljarder människor, innebär det ett utsläppsutrymme på i genomsnitt 1,15 ton CO₂-ekv. per världsinvanare.⁵⁷

I scenarierna antar vi att det genomsnittliga svenska utsläppsutrymmet också är 1,15 ton CO₂-ekv. år 2050, vilket skulle innebära att det krävs en minskning av de totala svenska utsläppen med 85 % och en minskning per capita av utsläppen med 87 %, givet en svensk befolkning på 10,5 miljoner⁵⁸ år 2050.⁵⁹ Med antagandet att övriga utsläpp, främst lustgas från gödselhan-

⁵⁵ Stern (2006) och EEA (2005).

⁵⁶ Miljövärdsberedningen (2007).

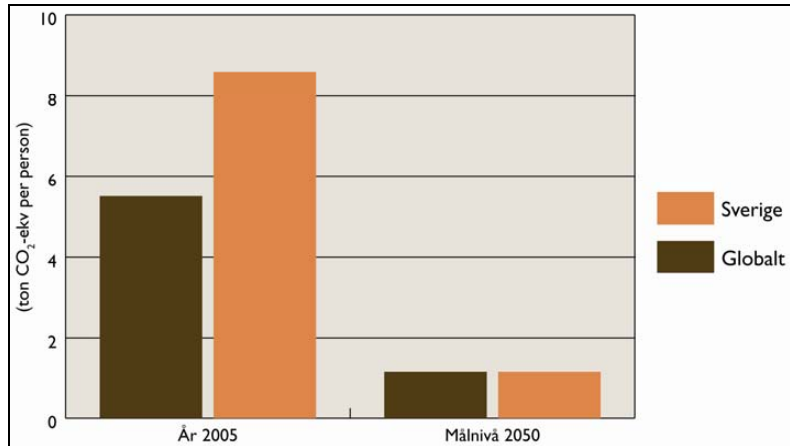
⁵⁷ Detta gäller under förutsättning att utsläpp från jordbruk, deponier och från förändrad markanvändning kan minska i samma utsträckning.

⁵⁸ SCB (2006).

⁵⁹ Om de svenska utsläppen per person år 2050 fortfarande ska ligga ca 50 % över det globala genomsnittet så krävs en minskning av utsläppen med ca 80 % istället för de 87 % som här antagits.

tering, metan från kor och metan från deponier, kan minskas i samma grad, blir målnivån för energi- och transportsystemet 0,92 ton CO₂-ekv.person. I figur 3.2 visas hur målnivåerna (totala utsläpp) förhåller sig till dagens utsläpp.

Figur 3.2 De målnivåer för år 2050 som används här jämfört med år 2005



3.2 Hur långt kan man nå med teknikeffektivisering och koldioxidneutral energi?

För att analysera hur långt det är möjligt att komma med enbart tekniklösningar har vi tagit fram ett teknikscenario för energi- och transportsystemet till år 2050. I teknikscenariot har vi antagit att väsentliga teknikeffektiviseringar har fått fullt genomslag år 2050, att tillförseln av koldioxidneutral energi ökat betydligt samtidigt som inga försök gjorts för att påverka volymutvecklingen (t.ex. volymen uppvärmd yta eller resandet mätt som personkilometer) i respektive sektor. I tabell 3.1 visas de prognoser för olika delar av energisystemet som använts.

Tabell 3.1 Centrala antaganden om volymutveckling i teknikscenariot

	2005	2050
Bilresande	100	150
Lastbilstransporter	100	210
Flygresande	100	420
Industriproduktion	100	140–300
Bostadsyta	100	130
Lokalyta	100	165

Siffrorna gäller för hela Sverige och inte per person

Källor: Bearbetade data från Åkerman & Höjer (2006), Vägverket (2007), Energimyndigheten (2007 a), IPCC (2007)

Tekniknivån som antas för 2050 innebär att den specifika energianvändningen har minskat med 60–85 % för personbilar, med 54 % för flyget, med 32–46 % för uppvärmning och med 15–70 % för olika industritillämpningar. Detta innebär exempelvis att personbilar i genomsnitt har en bränsleförbrukning som (i energi-termer) motsvarar mindre än 3 liter bensin per 100 kilometer. För bilar som använder el laddad från nätet är energianvändningen ännu lägre.

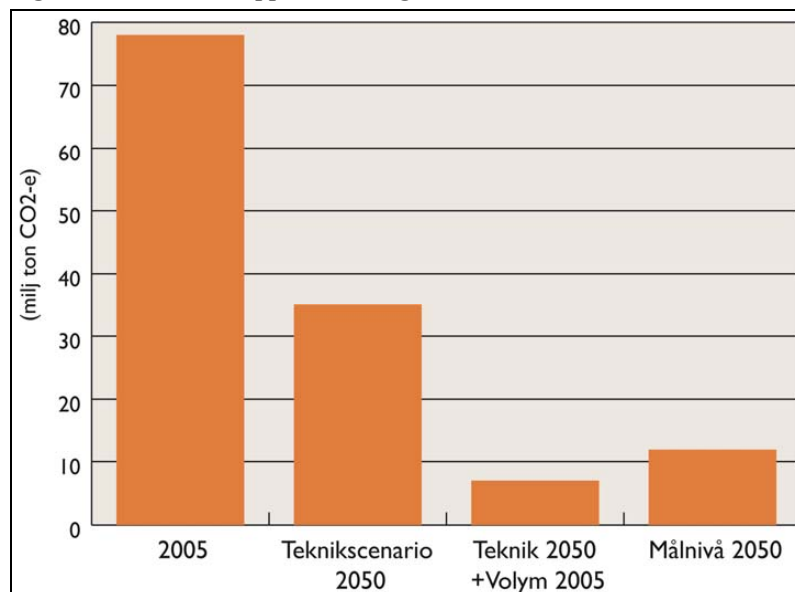
Vi har för teknikscenariot vidare antagit en nivå på bioenergitillförsel på 200 TWh (varav 60 TWh exporteras) och en hög tillförsel av vind- och vågkraft, 45 TWh. För 20 TWh fossilt bränsle (eller biobränsle) har vi antagit att koldioxiden kan samlas upp och lagras på ett säkert sätt. Dessutom används 68 TWh vattenkraft i energisystemet. Kärnkraften har antagits bli utfasad fram till år 2050. All efterfrågan på energi utöver dessa volymer antar vi tillgodoses med fossila bränslen utan koldioxidlagring.

Sammantaget ger dessa antaganden en utsläppsnivå för teknikscenariot som visas i figur 3.3 nedan. Trots den kraftiga teknikeffektiviseringen och den förhållandevis höga tillförseln av förnybar energi ligger utsläppsnivån 190 % över målnivån år 2050.⁶⁰ Orsaken är att volymerna av resande, gods-transporter, boendeyta och industriproduktion enligt BAU-prognoserna spås öka kraftigt. Om vi i stället hypotetiskt antar att volymerna skulle frysas på dagens nivå samtidigt som teknikeffektiviseringar och tillskott av förnybar energi sker på samma sätt som i det tidigare scenariot, nås målnivån för 2050 med viss marginal (se figur 3.3). I detta scenario förutsätts att kraftiga teknikeffektiviseringar genomförs och att man har en väsentligt ökad tillförsel av förnybar energi. Volymerna varuproduktion, resande, boendeyta etc., antas utvecklas enligt dagens "långtidsprognoser" (se texten). Alla staplar inkluderar utrikes flyg och sjöfart. För flyget är antaget en uppräkningsfaktor av koldioxidutsläppen med en faktor 2,5 år 2005 och en faktor 2,0 år 2050, för att ta hänsyn till utsläppen av kväveoxi-

⁶⁰ Vi har antagit att all svensk kärnkraft fasats ut fram till år 2050. Om man i stället skulle välja att behålla en elproduktion från kärnkraft på 2005 års nivå och vidare antar att hela denna produktion används för att producera väte som ersätter fossila drivmedel i transportsektorn, kommer utsläppsnivån i stället att ligga 100 % över målnivån.

der och vattenånga. I figuren visas också ett hypotetiskt scenario där volymerna antas frysta på dagens nivå samtidigt som teknikeffektiviseringar och tillskott av förnybar energi sker på samma sätt som i Teknikscenario 2050. I detta fall underskrider målnivån för 2050 med marginal.

Figur 3.3 Svenska utsläpp av växthusgaser i ett teknikscenario för år 2050



Även beaktat osäkerheter i antagandena, är det tydligt att bättre teknik och koldioxidneutral energi inte räcker i sig. Det krävs således också att åtminstone ökningstakten för inte minst resande, godstransporter och varuproduktion bryts. Detta är en stor utmaning, kanske främst när det gäller internationella godstransporter och flygresor.

3.3 Scenarier för energi- och transportsystemet till år 2050 som kan vara förenliga med tvågradersmålet

I detta avsnitt presenteras kortfattat fem stycken scenarier för Sveriges energi- och transportsystem fram till år 2050. De är alla utformade för att nå målnivån för Sveriges energi- och transportsystem på 0,92 ton CO₂ekvivalenter per person till år 2050 (1,15 ton för alla svenska utsläpp) som innebär 87 % minskning per capita jämfört med år 2005. Tonvikten ligger på energi- och transportsystemens struktur år 2050, vilka utgör s.k. framtidsbilder.

Syfte med scenarierna är bl.a. att ge underlag för nutida beslut som berör strukturer eller system i samhället som har lång livslängd. Detta gäller i synnerhet transportinfrastruktur och bebyggelse, men även system för drivmedelsproduktion, kraftverk samt fordonsflottor (inte minst flygplan och fartyg). De val som på dessa områden görs i dag, kommer till stor del att påverka möjligheterna att nå målnivåer år 2050 och senare.

Alternativ för energitillförsel globalt och i Sverige

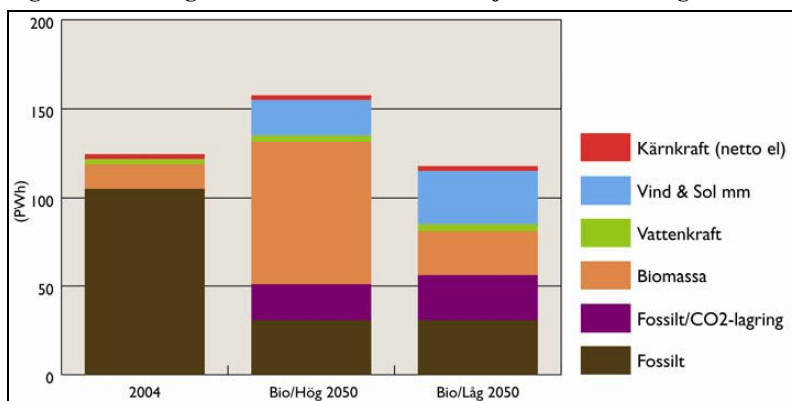
Som dimensioner i scenarierna använder vi dels tillgång till bioenergi, dels en dimension som handlar om människors sätt att leva. I den senare dimensionen ingår exempelvis tidsanvändning, val av boende och rese- och konsumtionsbeteenden.

När det gäller energitillförseln kan man konstatera att både den totala mängden förnybar energi och fördelningen mellan bränslen respektive el påverkar vilka tekniklösningar som är intressanta. Om exempelvis andelen vatten-, vind-, våg- och solex är hög i förhållande till andelen bränslen, blir det intressantare att elektrifiera transportsektorn och att använda värmepumpar för uppvärmning än om det omvända är fallet.

Utgångspunkten är här två globala tillförselalternativ där den centrala variabeln är tillgången på biobränsle för energiändamål, se figur 3.4. I tillförselalternativet Bio/Låg antas att tillgången på bioenergi år 2050 är 25 PWh. Detta är en förhållandevis låg siffra, men representerar ändå inte någon nedre gräns. I det andra alternativet antas att tillgången på biomassa för energiändamål är 80 PWh år 2050.

Denna nivå skulle teoretiskt exempelvis kunna uppnås i ett scenario där intensivodling tillämpas i hela världens jordbruk samtidigt som den genomsnittliga globala kosthållningen liknar den vi i dag har i västvärlden.⁶¹ Effekterna av en sådan intensiv markanvändning på jordens ekosystem och dess förmåga att framgent producera ekosystemtjänster återstår dock att analysera.

Figur 3.4 De två globala tillförselalternativen i jämförelse med läget år 2004



Källa för år 2004: IEA (2006).

I alternativet Bio/Hög står vind-, våg- och solex tillsammans för 20 PWh och i Bio/Låg för 30 PWh. Detta kan jämföras med dagens totala globala elproduktion som uppgår till ca 16 PWh. (För att solex ska kunna ta ett betydande marknadssegment krävs sannolikt, förutom en fortsatt teknikutveckling, att elpriserna år 2050 ligger betydligt högre än i dag.) Till detta ska läggas 20 respektive 25 PWh fossila bränslen som vi antar används i anläggningar där

⁶¹ Enligt Hoogwijk m.fl. (2003).

koldioxiden avskiljs och lagras. Detta motsvarar ca 25 respektive 40 % av energianvändningen för kraft- och värmeproduktion (inkl. processvärme) och innebär att 6–8 Gt koldioxid lagras i de två tillförselalternativen för år 2050.⁶² Både antagandena om förnybar elproduktion och mängden koldioxidlagring får anses vara relativt optimistiska.

Båda scenarierna medför en minskning av utsläppen av växthusgaser med 70 %. I tabell 3.2 visas energitillförseln för det svenska energi- och transport-systemet i de två alternativen i jämförelse med år 2005. Den svenska energianvändningen per capita antas ligga 50–60 % över det globala genomsnittet, vilket främst beror på Sveriges energiintensiva exportindustri. Det kan noteras att Sverige, trots denna energianvändningsnivå inom landet, har förutsättningar att bli en betydande exportör av både bioenergi och förnybar el. Avskiljning och lagring av koldioxid antas för ca 20 TWh uppdelat på både fossila bränslen och biobränslen. Detta innebär att ca 5 miljoner ton koldioxid per år förutsätts kunna lagras på ett säkert sätt.

Tabell 3.2 De två alternativen för svensk tillförsel respektive användning av energi som används i denna rapport. Fossilbränsleanvändningen varierar i de olika scenarierna beroende på olika nivå på flyget och därmed olika nivåer på dess utsläpp av kväveoxider och vattenånga.

	2005 (TWh)	Bio/Hög 2050 (TWh)	Bio/Låg 2050 (TWh)
Fossilt	212	34–50	40–45
Biomassa	112 ⁶⁴	200	150
Vattenkraft	72	68	68
Vind- och vågkraft	1	30	45
Kärnkraft (netto el)	70	0	0
Solvärme	0	4	6
Totalt tillförsel	467	336–352	309–314
Nettoexport av biomassa	? ⁶⁵	39–55	55–60
Nettoexport av el	7	17	30
Total användning (inkl förluster)	460	280	224
varav med CO ₂ -lagring		20	20
<i>Energi per capita (MWh):</i>	<i>51</i>	<i>25</i>	<i>19</i>

⁶⁴ En del av denna, osäkert hur stor del, importeras.

⁶⁵ Osäkerheten är här stor, men troligen är det fråga om en nettoimport.

Källa för 2005: Energimyndigheten (2006 a) samt egna kompletteringar för utrikes flyg- och sjöfart. Dessa beräknas stå för ca 14 respektive 7 TWh enligt vår systemavgränsning

Huvuddimensioner i scenarierna: Beteendemönster respektive tillförsel av bioenergi och annan förnybar energi

I tabell 3.3 nedan visas hur dimensionerna beteendemönster respektive tillgång på bioenergi kombineras i de olika scenarierna. I scenarierna 1 och 2 arbetar människor relativt mycket och prioriterar en hög materiell konsum-

⁶² Här antas att ca 80 % av avskiljningen sker i anläggningar som använder kol och att 90 % av koldioxiden avskiljs.

tionsnivå. Långväga flygresande är nedprioriterat. I scenarierna 3 och 4, däremot, prioriteras långväga resor och upplevelser högre än ren varukonsumtion. Beteendemönstren i de fyra första scenarierna har vissa gemensamma drag med de som dominerar i dagens samhälle, men alla förutsätter ändå stora förändringar i minst ett avseende. Scenario 5 har vissa likheter med 3 och 4 såtillvida att upplevelser prioriteras högre än materiell konsumtion. Dock skiljer detta scenario ut sig från de övriga i det att arbetstiden är kortare. Detta är kopplat till ett lägre tempo i samhället i stort, och faller tillbaka på ett värderingsskifte i där fri tid kommit att uppvärderas i förhållande till materiell konsumtion. Scenarierna illustrerar olika prioriteringar mellan energikrävande aktiviteter. En nödvändig förutsättning i alla scenarier är dock att människor stödjer en politik som gör att de totala utsläppen inte överstiger målnivån.

Tabell 3.3 Scenariernas dimensioner

	Högt tempo och materiell konsumtion	Högt tempo och upplevelseinriktad konsumtion	Lägre tempo och upplevelseinriktad konsumtion
Stor global tillgång på bioenergi (80 PWh)	Scenario 2	Scenario 4	Behandlas ej. Minst utmaning att nå målen i detta fall.
Liten global tillgång på bioenergi (25 PWh)	Scenario 1	Scenario 3	Scenario 5

I alla scenarier förutsätts det också en kraftig teknikeffektivisering. Detta innebär t.ex. att den specifika energianvändningen år 2050 har minskat med 50–85 % för bilar, med 45–54 % för flyget, med 32–46 % för uppvärmda ytor och med 15–70 % för olika industritillämpningar. Teknikeffektiviseringen är något kraftigare i de scenarier där det finns relativt lite biomassa att tillgå, beroende på att energipriserna där blir högre. Även i de scenarier som antar en större tillgång på bioenergi blir dock energipriserna betydligt högre än vad de är i dag.

Jämförelse av energi- och transportsystemets struktur i scenarierna år 2050

Alla de fem scenarier som beskrivits här är utformade så att de når de mål för utsläpp av växthusgaser och energianvändning som härletts från EU:s och Sveriges tvågradersmål. I detta avsnitt jämförs scenarierna och vissa slutsatser dras, både av det som är gemensamt och det som skiljer dem åt. Eftersom denna rapport i första hand behandlar förnybara drivmedel är detta avsnitt fokuserat på transporter. Det bör dock hållas i minne att de transportvolymerna och den energianvändning för transporter som här redovisas delvis är ett resultat av de antaganden som i scenarierna gjorts för varu- och tjänsteproduktion liksom för bebyggelsens utveckling.

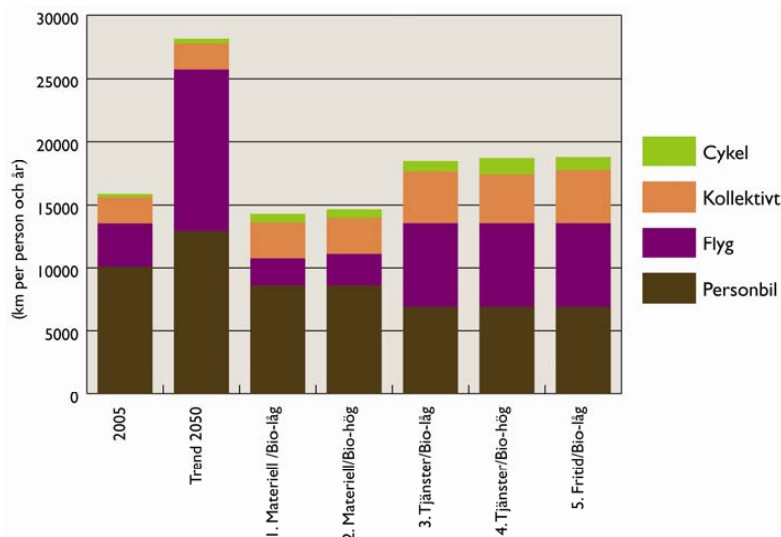
I figur 3.5 visas resandevolymer i scenarierna uppdelade på bil-, flyg- respektive kollektivresande jämfört med år 2005 och den prognos för volymutveckling till år 2050 som antogs för teknikscenariot. Både bilresandet

och flygresandet ligger i alla scenarier långt under trendalternativet. Det är tydligt att dagens ökningstakt av bil- och flygresandet behöver brytas om målet ska nås. Om flyget minskar som i scenarierna 1 och 2 behöver bilresandet *bara* minska med ca 15 % jämfört med år 2005.

Dock indikerar skillnaden mellan dessa scenarier och trendscenariot att det är ett synnerligen kraftigt trendbrott som då krävs för inte minst flygresandet. Om å andra sidan flyget ökar som i scenarierna 3–5 krävs att bilresandet per person minskar med ca 30 %. Kollektiv- och cykelresandet ökar i alla scenarier, allra mest i scenarierna 3–5 där kollektivresandet fördubblas. Den- na ökning sker framför allt i större tätorter och medför att bilresandet där kan minska i högre grad än för riket i genomsnitt. På landsbygden och i mindre tätorter, däremot, kan personbilsresandet bara minska marginellt. En bi- dragande orsak till att det totala resandet är lägre i scenarierna 1 och 2 är att varukonsumtionen och godstransporterna där är relativt höga, vilket ger mindre utrymme för resande.

Figur 3.5 Resandevolymer i scenarierna

Volymerna är uppdelade på bil-, flyg-, kollektiv- respektive cykelresande jämfört med år 2005 och ett trendscenariot för 2050 som innebär samma volym- ökning som i teknikscenariot som presenterades i avsnitt 3.2.



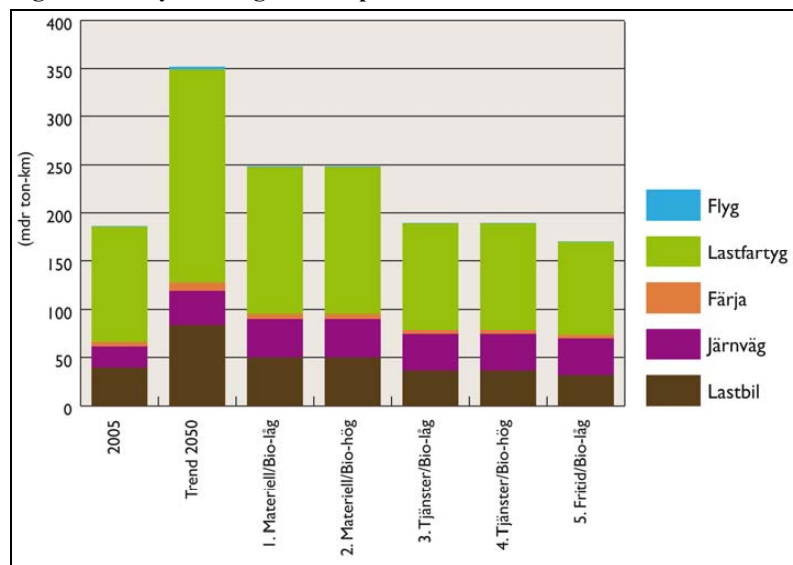
I figur 3.6 visas volymerna godstransporter i de olika scenarierna. Alla inrikes transporter samt sjötransporter (och flygtransporter) av importgods ingår. Däremot ingår inte transporter av exportvaror utanför Sveriges gränser. Speciellt volymen utrikes sjötransporter, som står för drygt 90 % av sjötransporterna, är osäker.⁶³ Noterbart är att sjötransporter dominerar godstransportvolymerna med denna systemavgränsning. När det gäller energianvändning och

⁶³ Dataunderlaget för sjöfarten baseras på mängd lossat gods från olika avsändarländer, Sika (2006), samt egna uppskattningar av transportavstånd. Detta leder till en relativt grov skattning av sjöfartens energianvändning och utsläpp av koldioxid.

utsläpp står dock lastbilstransporterna för en dubbelt så stor andel som sjöfarten, vilket beror på att sjötransporter är betydligt mer energieffektiva än lastbilstransporter per tonkilometer (för långväga transporter skiljer det ungefär en faktor 5).

I scenarierna 1 och 2 är lastbilstransporter och sjötransporter högre än år 2005 – beroende på prioriteringen av varukonsumtion – men ändå betydligt lägre än i trendalternativet år 2050. I scenarierna 3, 4 och 5 minskar lastbilstransporter och sjötransporter också i förhållande till år 2005. I alla scenarier ökar spårtransporterna kraftigt och tar marknadsandelar från lastbilstransporter. Även sjötransporter antas ersätta en del lastbilstransporter, men eftersom merparten av sjötransporterna i dag sker interkontinentalt döljs detta i den här relativt aggregerade redovisningen.

Figur 3.6 Volymer av godstransporter i scenarierna



De påtagliga trendbrotten vad gäller både resande och godstransporter har i scenarierna åstadkommits bl.a. genom höjda kostnader för utsläpp av växthusgaser och genom en genomtänkt samhällsplanering som givit förbättrade alternativ som ger klimatvänlig tillgänglighet, främst i form av spårtrafik (person och gods), förbättrad godslogistik, tillgänglighet via IT och en transportsnål stadsplanering.

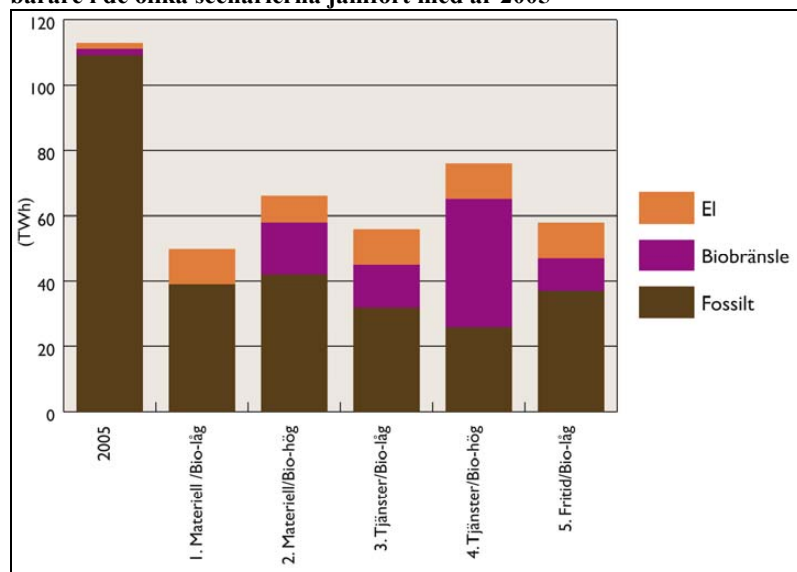
Både flygets och sjöfartens bränslen är i dag helt obeskattade. Det är angeläget att åtgärda dessa undantag från ”polluter pays principle”.⁶⁴ De omfattande interkontinentala sjötransporterna av gods beror delvis på att bränslet är skattebefriat, och här är det ekonomiskt och miljömässigt motiverat med

⁶⁴ Det är här också värt att notera att internationella flygresor också är helt befriade från moms, vilket leder till en ökad konsumtion av flygresor jämfört med om samma moms hade betalats som på andra varor.

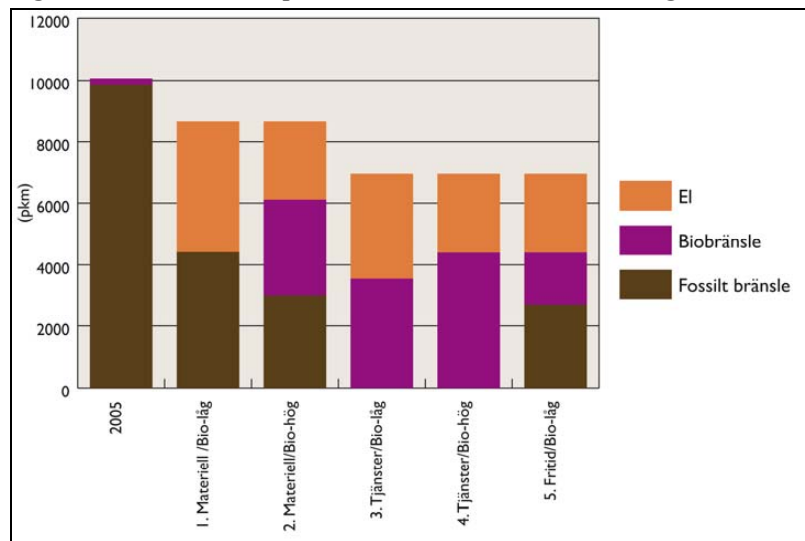
snabbast möjliga förändringar. När det gäller transporter inom Europa är det viktigt att lastbilstransporter först får betala fullt för externa effekter (t.ex. genom en kilometerskatt), så att man inte riskerar en överflyttning från sjöfart till lastbilstransporter.

I figur 3.7 visas hela transportsektorns energianvändning i scenarierna och hur den är fördelad på energibärare. Transportsektorn har minskat sin användning av fossila bränslen i mindre utsträckning än industrin och bebyggelsen. Detta beror på att det är effektivare att i första hand använda biomassa i de andra sektorerna. I scenario 1 används inga biobränslen alls i transportsektorn trots att de totala utsläppen från energi- och transportsystemet även i det scenariot minskar med 85 %. Flyget använder huvudsakligen fossilt bränsle i alla scenarier utom i scenario 3.

Figur 3.7 Transportsektorns energianvändning uppdelad på energibärare i de olika scenarierna jämfört med år 2005



Godstransporterna antas i alla framtidsbilderna använda fossila drivmedel, utom lastbilar för distribution med hybriddrift som använder el laddad från nätet vid körning inom tätorter. Personbilar använder till stor del el laddad från nätet. I figur 3.8 visas andelen personkilometer med bil som sker med olika energibärare. Mellan 25 och 50 % av alla resta kilometer med personbil sker med eldrift, till största delen med plug-in-hybrider och till mindre del med rena batterielbilar. För all eldrift (el laddad från nätet) av personbilar åtgår mellan 3 och 7 TWh el. Eldrivna spårtransporter har ökat kraftigt, i scenarierna 3–5 har de mer än fördubblats. För det personbilsresande som inte utnyttjar el används fossilt bränsle i scenario 1, biodrivmedel i scenarierna 3 och 4 samt en kombination i scenarierna 2 och 5. Biodrivmedel är i huvudsak DME/metanol och till viss del biometan.

Figur 3.8 Andelen körda personbilskilometer med olika energibärare

Diskussion kring scenarierna

Ökad eldrift i form av spårtransporter och plug-in-hybrider spelar en viktig roll i alla scenarier. Eftersom verkningsgraden med eldrift i allmänhet är bättre än för både konventionella hybrider och bränslecellsbilar, lönar det sig oftast ur ett energi- och miljöperspektiv att elektrifiera bilresor under ca 5 mil, förutsatt att elproduktionen inte ger några större utsläpp. För att nå de volymer som skisserats i scenarierna till år 2050 krävs dock att en del hinder kan övervinnas.

Plug-in-hybrider finns inte i dag tillgängliga på marknaden, men kan komma att introduceras i mindre skala under den närmaste tioårsperioden. De kommer sannolikt att vara dyrare än de hybrider utan plug-in-funktion som i dag finns på marknaden, t.ex. Toyota Prius, och dessa är i sin tur betydligt dyrare än konventionella bilar av samma storlek. Nyckelfrågan är hur den utökade batterikapacitet som en plug-in-hybrid kräver, i förhållande till en konventionell hybrid, ska kunna tillgodoses på ett miljöanpassat och kostnadseffektivt sätt. Batterier för plug-in-hybrider bör ha både en hög effekttäthet och en hög energitäthet. Dessutom behöver de tåla både djupa urladdningar och många grunda urladdningar utan att batteriernas livslängd kompromissas. Inte minst dessa för batterier påfrestande körcykler tenderar att ge relativt höga batterikostnader. De sannolikt även i framtiden relativt höga inköpskostnaderna för plug-in-hybrider kan dock delvis kompenseras av lägre driftskostnader när man använder el från nätet. Med dagens priser på el respektive bensin skulle energikostnaden per mil minska med omkring 6 kr. Det bör här noteras att det i allmänhet krävs flera bilgenerationer för att radikalt ny teknik ska bli pålitlig och kostnadseffektiv, vilket tenderar att fördröja marknadspenetrationen.

En faktor som sällan uppmärksammas är den energi som används och de utsläpp som sker vid tillverkning av fordon. För en personbil beräknas energi

vid tillverkningen motsvara 10–20 % av den energi som används för att köra bilen under hela dess livslängd.⁶⁵ Andelen för utsläpp av växthusgaser är likartad. Toyota uppger att utsläpp vid produktion av hybriden Prius är något högre (även i absoluta tal) än för en motsvarande konventionell bil. Det är inte osannolikt att plug-in-hybrider kommer att ha ytterligare något större utsläpp och energiåtgång vid tillverkning på grund av den större batterikapacitet som behövs.

En osäkerhet rör tillgången på batterimetaller (och priset på dessa) om plug-in-hybrider ska nå en stor andel globalt. Andelen körda kilometer med enbart eldrift kan också begränsas av att behovet av kupévärmes är svårt att tillgodose i svenskt vinterklimat utan någon form av förbränning.⁶⁶ På lång sikt, frammot år 2050, skulle med optimistiska antaganden cirka hälften av allt personbilsresande kunna elektrifieras. Framför allt skulle plug-in-hybrider kunna ge en stor klimatnytta utanför de större tätorterna, dvs. i områden där förutsättningarna för effektiv kollektivtrafik är dåliga.

Ett frågetecken rör tillgången på olja för transportsektorn år 2050. Priset på olja kan komma att vara mycket högt om drygt 40 år. Denna faktor är sannolikt mest avgörande för flyget, vars bränslekostnader redan i dag utgör en betydande del av de totala kostnaderna (mellan 15 och 30 % beroende på oljepris) trots att flygbränsle är helt obeskattat.

Vi har i scenarierna inte räknat med någon större användning av väte. Detta beror på att plug-in-hybrider i de flesta fall är effektivare än bränslecellsbilar och att det fortfarande finns utrymme för en relativt stor andel fossilt bränsle just i transportsektorn även om de totala utsläppen ska minska med 85 %.⁶⁷ Användning av väte och bränsleceller kräver också betydligt mer omfattande systemförändringar med långa ledtider. Både system för produktion och distribution av väte behöver byggas upp, och dessutom krävs fordon vars kostnadsbild är högst osäker. Plug-in-hybrider kommer också sannolikt att vara dyra i inköp, men kräver åtminstone inte någon ny infrastruktur för distribution av drivmedel utan i princip bara eluttag på strategiska ställen som hemmet och arbetsplatsen.

Vad som skulle kunna göra väte konkurrenskraftigt är möjligen om man har mycket ont om biobränsle och oljan blir mycket dyr samtidigt som avskiljning och lagring av koldioxid från fossila bränslen blir ett konkurrenskraftigt alternativ. Efter år 2050 kan betydelsen av väte som energibärare komma att öka.

Det råder i dagsläget en stor osäkerhet om hur stor klimatpåverkan som flygets utsläpp av kväveoxider och vattenånga orsakar. Den totala klimatpåverkan uppskattas vara mellan 1,89 och 5 gånger högre än den som orsakas enbart av koldioxidutsläppen.⁶⁸ I denna studie har vi räknat med att denna faktor är 2,5 år 2005 och att den kan bringas ned till 2 år 2050, genom att flygvägar kan anpassas för varje enskild flygning så att den totala klimatpå-

⁶⁵ Jonsson (2005).

⁶⁶ Niklas Gustafsson, Volvo Cars, Personlig kommunikation.

⁶⁷ Detta bygger dock på att transportsektorns totala energianvändning kan minskas kraftigt genom betydligt effektivare fordon och en begränsning av transportvolymerna.

⁶⁸ Sausen m.fl. (2005).

verkan minimeras. På grund av den stora osäkerheten är det intressant att analysera hur mycket utsläppen i scenarierna förändras vid andra antaganden. Med en faktor 1,5 istället för 2,0 i scenario 3 (som har mest flygresande) skulle samhällets totala utsläpp minska med 12 %, vilket alltså innebär att målnivån underskrids med 12 %. En faktor 1,5 innebär att i stort sett all klimatpåverkan från utsläppen av vattenånga måste undvikas samtidigt som ingen ökning av koldioxidutsläppen sker. Med en faktor 3,0 istället för 2,0 i scenario 3 skulle samhällets totala målnivå överskridas med 23 %.

3.4 Förutsättningar för biodrivmedel inom olika transportslag

Eftersom tillgänglig bioenergi sannolikt inte kommer att räcka till hela transportsektorns behov, är det av intresse i vilka delar av transportsektorn som det i första hand bör användas. Vi diskuterar här var det ger störst energieffektivitet att använda förnybara drivmedel, men berör också några andra aspekter som i dagsläget kan påverka var biodrivmedel introduceras.

Som vi nämnt kan man i vägtrafiken använda de av andra generationens drivmedel som beräknas ge högst energiutbyte från vedråvara, dvs. metanol, DME och möjligen etanol. Etanol och metanol kan låginblandas i bensin. Eftersom dieselmotorer har en högre verkningsgrad än ottomotorer (bensinmotorer) kan det också på sikt vara intressant att ersätta fossil diesel med biodrivmedel. DME är t.ex. ett intressant alternativ för lastbilstransporter.

De förnybara drivmedel som utgör praktiskt rimliga alternativ för flyget är syntetiskt flygfotogen producerat från biomassa och väte. Metanol och etanol är för tunga i förhållande till sitt energiinnehåll, vilket skulle ge en oacceptabel ökning av bränsleförbrukningen. En övergång till vätgas skulle kräva helt nya flygplan, nya produktions- och distributionsanläggningar samtidigt som ledtiderna från start av planering av ett nytt flygplanskoncept till dess större del av flottan är utbytt rör sig om 40–60 år. För flygindustrin är det av största vikt att kontinuerligt förbättra säkerheten, vilket gör att man är försiktig med att pröva sådana helt nya tekniska lösningar som vätgasdrivna flygplan skulle innebära. Dessutom leder vätgasdrift till 2,6 gånger högre utsläpp av vattenånga, och osäkerheten om klimatpåverkan från dessa utsläpp på hög höjd är fortfarande stor. Vätgas är således inget alternativ för flyget annat än möjligen på mycket lång sikt. Syntetisk flygfotogen producerad genom förgasning av biomassa kan däremot komma att introduceras i mindre skala redan den närmaste tioårsperioden. Den har i stort sett samma kemiska egenskaper som vanlig oljebaserad flygfotogen och kan användas i befintliga motorer. Till en början kommer det sannolikt att ske som låginblandning. I dag finns ingen kommersiell produktion från biomassa, men i Sydafrika produceras syntetisk flygfotogen genom förgasning av kol. För att man ska kunna använda biomassa som råvara behöver förgasnings- och syntesprocesser utvecklas vidare. Förgasningssteget är detsamma som kan användas för produktion av väte,

metanol och DME, och liknande det som kan användas för biometan. Hela produktionsprocessen för syntetisk flygfotogen är dock något mer komplicerad än för dessa drivmedel och är mycket lik processen för produktion av syntetisk diesel. Nackdelar med syntetisk flygfotogen jämfört med t.ex. metanol och DME är att drivmedelsutbytet (i energitermer) av en given mängd biomassa är i storleksordningen 20 % lägre och att produktionskostnaden beräknas bli högre⁶⁹.

Handelsfartyg drivs nästan uteslutande med dieselmotorer. Alla drivmedel som kan användas i tunga lastbilar kan också användas i sjöfarten. Detta betyder att de drivmedel ur andra generationen som har bäst effektivitet vid framställningen – dvs. DME, metanol, biometan och möjligen etanol – kan användas.

I dagsläget finns det några faktorer som utöver energieffektivitet kan komma att påverka var i transportsektorn som biodrivmedel *faktiskt* kommer att användas. En sådan faktor är skattebefrielsen av flyg- och sjöfartsbränsle. Eftersom man för dessa bränslen i dag varken betalar koldioxidskatt, energiskatt eller moms, skulle man inte få någon ekonomisk fördel av att använda ett koldioxidneutralt bränsle. I sjöfartens fall är det dessutom så att priset på de bunkeroljor man i dag använder är mycket lågt i förhållande till bensin, diesel och flygfotogen, vilket ytterligare ökar den ekonomiska merkostnaden för att byta till biodrivmedel.

I och med att klimatfrågan de senaste åren kommit i fokus har förnybara drivmedel och andra åtgärder för minskad klimatpåverkan kommit att bli marknadsföringsargument. För flyget ökar de totala utsläppen i dag snabbt. Allt bränslesnålare flygplan kan bara kompensera för en del av den snabba ökningen av flygresandet. Det är därför inte osannolikt att flyget för att förbättra sitt miljörykte kan komma att relativt snart introducera biobaserad flygfotogen i mindre skala, trots det sämre drivmedelsutbytet jämfört med metanol och DME och trots att man inte kan bli av med någon koldioxidskatt.⁷⁰

Sammantaget kan man dra slutsatsen att energieffektivitet och dagens beskattning av olika drivmedel i dagsläget talar för att biodrivmedel i första hand är aktuella för vägtransporter, men att flyget för att förbättra sitt miljörykte också kan komma att börja med låginblandning av syntetisk flygfotogen producerad från biomassa.

⁶⁹ Conca et al 2007

⁷⁰ Om flyget kommer med i ETS kommer man vid användning av biodrivmedel att kunna undvika kostnader för utsläppsrätter. Priset på dessa beräknas dock bli betydligt lägre än dagens svenska skatt på koldioxid.

4 Biodrivmedel ur ett resurs- och miljöperspektiv

4.1 Förnybara drivmedels energi- och yteffektivitet samt klimatpåverkan

De främsta skälen till att utveckla förnybara drivmedel är att minska transportsektorns utsläpp av koldioxid och det faktum att oljan är en ändlig resurs.

De två viktigaste bedömningsgrunderna för biodrivmedel är:

- (i) Växthusgasutsläpp ur ett livscykelperspektiv.
- (ii) Yteffektiviteten.

För att ett bränsle ska vara bra måste det *både* ha låga utsläpp av växthusgaser ur ett livscykelperspektiv och vara yteffektivt, dvs. ge stor mängd färdigt drivmedel (mätt som energiinnehåll) per hektar.

Livscykelperspektiv

Det är viktigt att beakta ett drivmedels hela livscykel från primärenergi till bränsle i tanken. Alla utsläpp och all energianvändning under livscykeln bör i princip beaktas. För fossila drivmedel utgör energianvändning vid bränsleproduktionen 5–15 % av den primärenergi som åtgår. Eftersom insatsenergin vid produktionen är fossil blir andelen för utsläppen densamma. När det gäller biodrivmedel går det åt större energiinsatser vid produktionen, vilket beror på att råvaran, biomassa, är mindre förädlad än vad råolja är. För andra generationens drivmedel kan energiinsatsen i bästa fall begränsas till kring 40 % av den primärenergi som sätts in i processen. Utsläpp av växthusgaser kan ske i flera olika steg av produktionsprocessen, bl.a. vid produktion av konstgödsel, vid gödsling av mark (lustgas), vid transporter och vid förädling av biomassan t.ex. genom förgasning. Hur stora utsläppen av växthusgaser blir beror bl.a. på hur mycket konstgödsel man använder och hur stor del av insatsenergin som utgörs av fossila bränslen.

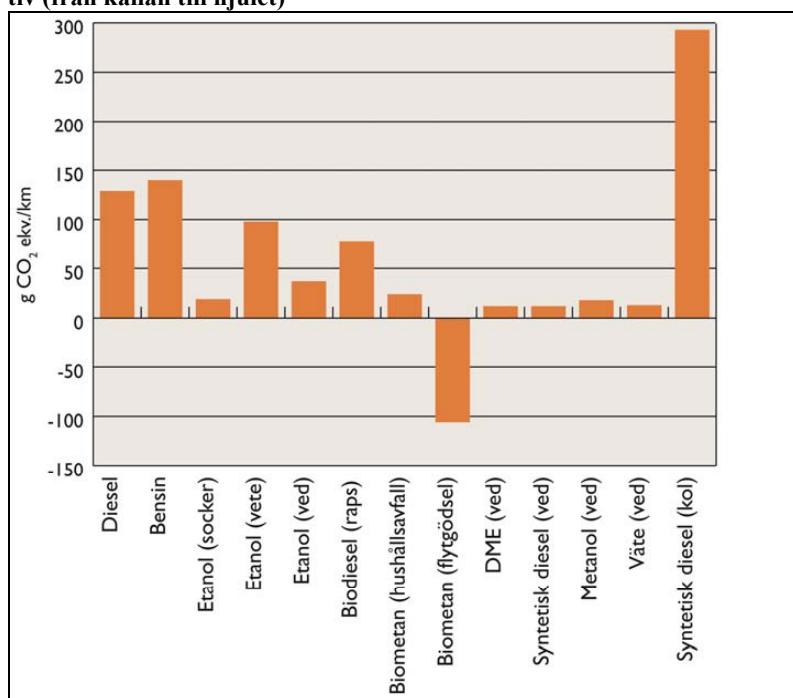
För att kunna jämföra drivmedel måste man alltså ta hela bränslets livscykel med i beräkningen, se schematisk figur 4.1 nedan.

Figur 4.1 Schematisk skiss över livscykel för biodrivmedel och bensin/diesel



I figur 4.2 nedan visas beräkningar av växthusgasutsläpp per körd kilometer som gjorts inom ramen för ett EU-projekt som innefattade forskare samt den europeiska bil- och bränsleindustrin.⁷¹ I utsläppen av växthusgaser räknas inte endast koldioxid in utan även metan och N₂O (lustgas). Framför allt lustgas, som frigörs vid användandet av konstgödsel, ger ett substantiellt bidrag för biodrivmedel som kommer från växter som intensivodlas. EU JRC/Concawes studie, som visas i figur 4.2, anses vara en av de mest etablerade och accepterade studierna. Liknande svenska och internationella studier ger resultat som pekar i samma riktning.⁷² Det som skiljer är antaganden om tidsperspektiv, teknikutveckling, hur tillsatsenergin framställs, vilka utsläpp som räknas in (bara CO₂ eller samtliga växthusgaser) och till viss del systemgränser, dvs. hur man allokerar nyttan av restprodukter från produktion av etanol eller överskottsvärme.⁷³

Figur 4.2 Utsläpp av växthusgaser per kilometer ur ett livscykelperspektiv (från källan till hjulet)



Källa: Concawe m fl (2007). Avser 2010 års tekniknivå på fordon och bränsletillverkning.

I figur 4.2 syns det att framför allt första generationens biodrivmedel (etanol från vete, biodiesel från raps) är långt ifrån ”koldioxidneutrala”. Dessutom har en

⁷¹ Concawe et al (2007).

⁷² Se t.ex. Ecotrafic (1992); IEA (1999); Ahlvik et al. (2003); IEA (2007).

⁷³ Se genomgång av Larson (2005).

studie nyligen publicerats som indikerar att utsläppen skulle kunna vara större än vad som hittills antagits för biodrivmedel från intensivodlade marker.⁷⁴

I figur 4.2 finns även flera drivmedel med låga utsläpp av växthusgaser. Alla de s.k. andra generationens drivmedel (DME, syntetisk diesel, metanol, etanol från ved samt väte) har relativt låga utsläpp av koldioxid. Bäst i figur 4.2 är biogas från flytgödsel som t.o.m. har negativa utsläpp. Detta beror på att alternativet för flytgödsel är att sprida det och då avgår så småningom metan, vilket är en mycket stark växthusgas. Bio är således ett mycket bra drivmedel men produktionen begränsas av tillgång på flytgödsel. Etanol från sockerrör har också låga utsläpp.

Noteras kan också att syntetisk diesel från kol, vilket bl.a. diskuteras i Kina och som kan bli en verklighet när oljan sinar, släpper ut dubbelt så mycket koldioxid som bensin och diesel.

Vilken mark som tas i anspråk för bioenergiproduktion är också väldigt viktigt för växthusgasutsläppen. Mark som aldrig odlats, t.ex. vissa savanner, regnskogar m.m., lagrar oftast stora mängder kol som frigörs ifall man startar att intensivodla marken för mat eller ettåriga energigrödor (socker, vete, majs). Det kan ta flera decennier att kompensera det kol som frigörs som koldioxid med den vinst man får genom att ersätta fossila bränslen med bioenergin⁷⁵. Lägg därtill att dessa typer av marker oftast har mycket höga värden av biodiversitet och ekosystemtjänster som bör skyddas. I Figur 4.2 som utgår från Europeiska förhållanden antas att endast tidigare uppodlad mark tas i anspråk.

Begränsande faktor – mark

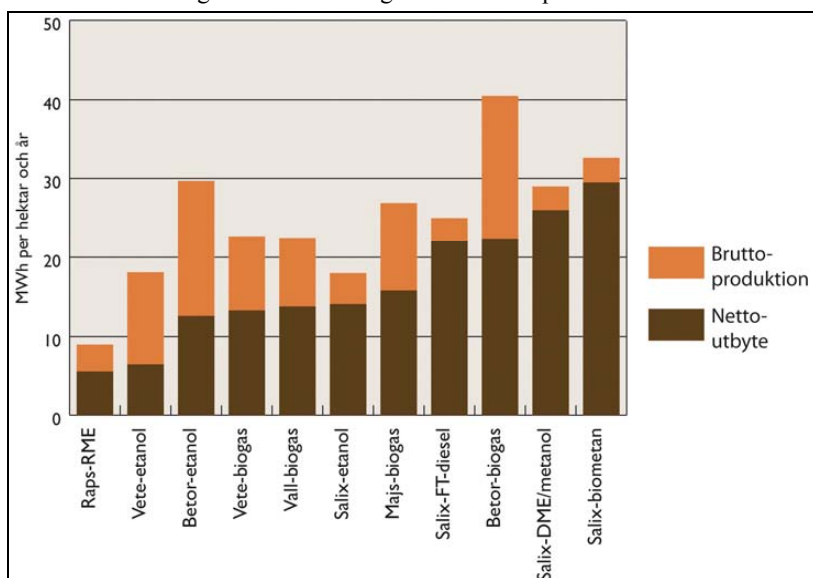
De flesta livscykelanalyser redovisar utsläpp per körd kilometer eller per energienhet framställt biobränsle. Om man utgår ifrån biomassa som resurs och vill analysera framtida lämplighet bör man studera vad som är den begränsande faktorn i framtiden och som på så vis styr tillgången. Den begränsande faktorn i en framtid som baserar sig på biomassa är tillgänglig mark för att odla biomassan. Hur mycket nyttig bioenergi man kan framställa per hektar tillgänglig mark (yteffektivitet) blir således en nyckelfaktor. Avkastningen per hektar varierar kraftigt mellan olika temperaturzoner, tillgång till vatten och bra jordmån. Möjlighet att odla olika grödor med lokala förutsättningar spelar också roll.

I figur 4.3 nedan visas som ett exempel yteffektiviteten för ett antal förnybara drivmedel i södra Sverige.

⁷⁴ Crutzen et al. (2007). Studien fokuserar på avgången av lustgas (en mycket stark växthusgas) från kvävegödslade marker. Studien har dock kritiserats av andra forskare för att överdriva denna effekt.

⁷⁵ Searchinger et al (2008); Fargione et al (2008).

Figur 4.3 Yteffektivitet för dagens och framtida drivmedel från svensk åkermark. Nettoutbyte = Bruttoproduktion – total energiinsats, odling i Götalands södra slättbygder på genomsnittlig åkermark, biprodukter har allokerats utifrån energiinnehåll och dragits ifrån råvaruproduktion.



Källa: Börjesson 2007.

En generell slutsats från figur 4.3 ovan är att drivmedel från vedråvara (Salix, hybrid asp, poppel etc.) är betydligt arealeffektivare än drivmedel från traditionella jordbruksgrödor som vete, vall och raps. Undantaget är sockerbetor men det odlas i dag bara på jordbruksmarker i Skåne och på Gotland. Förhållandet mellan de olika drivmedlen och de odlade råvarorna skiljer sig inte nämnvärt åt mellan olika landsdelar men avkastningen är betydligt lägre generellt ju längre norrut man kommer (30 % lägre t.ex. i norra Götalands slättbygder).

Slutsatsen att biodrivmedel från träråvara är både yteffektivast och ger minst utsläpp av klimatgaser sett ur en livscykel gäller i stort hela det tempererade området i världen, dvs. i princip USA, Japan, EU och Ryssland.

För tropiska områden i södra Afrika och Sydamerika har oftast sockerrör och eukalyptus den högsta produktiviteten energi per hektar.⁷⁶ Typiska värden för yteffektivitet i dag för sockerrör i Brasilien är 31 MWh etanol/ha och ungefär lika mycket via hydrolys av eukalyptus.⁷⁷ I framtiden kan produktionen närma sig 50 MWh/ha och år enbart med bättre produktionsprocesser utan krav på förbättrad avkastning av torrs substans per hektar.⁷⁸ Etanol från sockerrör har här en fördel gentemot t.ex. drivmedel från förgasning av ved-

⁷⁶ IPCC (1996).

⁷⁷ IPCC (1996).

⁷⁸ Antaganden om att framtida förbättrad enzymatisk hydrolys blir tillgängligt. För sockerrör innebär enzymatisk hydrolys att man även kan utnyttja restprodukter i form av fibermassan och blasten.

råvara i och med att tekniken för socker är tillgänglig i dag. Lokalt förekommer det länder med mycket hög avkastning sockerrör per hektar, t.ex. Malawi, Tanzania, Zambia och Zimbabwe, som har en medelavkastning på 105 till 118 ton torrsubstans per hektar, vilket skall jämföras med Brasiliens medelavkastning på 74 ton torrsubstans per hektar.⁷⁹

En begränsande faktor för odling på södra halvklotet är vatten. Detta kan göra det fördelaktigt med växter som kräver mindre vatten, typ jetropa. På en global skala har föreslagits att man på södra halvklotet odlar mer biobränslen för export medan man på norra halvklotet odlar spannmål som exporteras söderut.⁸⁰

Oavsett om man ser till växthusgasutsläpp per körd km (figur 4.2) eller energidrivmedel per hektar (figur 4.3) är de s.k. ”andra generationens” drivmedel som baserar sig på vedråvara bättre än dagens alternativ, som baserar sig på traditionella jordbruksprodukter, med undantag för etanol från sockerrör.

Väte, biometan, metanol och DME framstår som bra alternativ. Väte finns ej med i figur 4.3 ovan men kan antas ha något högre utbyte än t.ex. metanol. Syntetisk diesel kan också vara bra men kommer alltid att ha större energiförluster och medföra högre kostnader, än t.ex. metanol och DME. Etanol från träråvara har också en potential till relativt hög energieffektivitet, framför allt om man räknar med energivärdet i biprodukten (ligninet). Biometan från avfall är bra men begränsas på grund av begränsad mängd avfall. Biometan (biogas) från rötning kan dock i en framtid integreras med biometan från förgasad biomassa, vilket har en bra energibalans.

Energikombinat där exempelvis drivmedel, el och värme samproduceras förs ofta fram som ett sätt att höja den måttliga verkningsgrad som erhålls vid produktion av enbart drivmedel. Den högre totala verkningsgrad som kan erhållas beror oftast på att en stor mängd värme produceras samtidigt som utbytet av drivmedel sjunker⁸¹. Eftersom drivmedel (och el) har en högre energikvalitet än värme är vinsten med kombinat av denna typ ofta inte så stor.

4.2 Hälsa och luftföroreningar

Biodrivmedel som används i förbränningsmotorer ger utsläpp av NO_x, partiklar och kolväten på ett likartat sätt som bensin och diesel. Skillnaderna mellan biodrivmedel och bensin/diesel är relativt små, men där finns skillnader.

En fördel med etanol och metanol är att de generellt ger lite lägre utsläpp av kolväten, kolmonoxid och partiklar.^{82 83} En nackdel med etanol och meta-

⁷⁹ Johnson and Matsika (2006).

⁸⁰ Falkemark och Rockström (2006).

⁸¹ Börjesson (2007)

⁸² Ahlvik och Brandberg (1999); IEA (1999); IEA (2004).

⁸³ Internationellt sett (framförallt U-länder) så innehåller biodrivmedel mindre svavel än fossila drivmedel vilket gör att utsläpp av svaveldioxid och även små partiklar blir lägre.

nol är att de vid kallstart ger högre utsläpp av flyktiga kolväten, däribland formaldehyd, som är en hälsofarlig gas. Detta går dock att åtgärda med förvärmning och/eller direktinsprutning vilket bl.a. Saab tittar på i sin etanol-satsning.⁸⁴ För bilar med låginblandning anses inte detta vara något problem.

Väte och biometan släpper ut mindre partiklar och kolväten än motsvarande mängd bensin/diesel.

Skillnaderna mellan biodrivmedel och konventionella drivmedel är i allmänhet små. Potential finns att väsentligt minska utsläppen från dagens nivåer, både för fossila drivmedel och för biodrivmedel. Idag måste alla drivmedel, även etanol, metanol och biometan ha någon form av efterreningsutrustning för att klara utsläppskrav. Utsläppsnivåerna i dag och i framtiden avgörs mer av förbränningsteknik och vilken typ av avgasreningsteknik som används än vilket bränsle som används.⁸⁵ Det enda framtida bränslet som skiljer sig väsentligt från dagens konventionella är väte i bränsleceller och elektricitet som båda har potential till ”noll-utsläpp” lokalt.

Hantering

Etanol och metanol är mer lättantändliga än bensin och diesel men förångas sakta vilket ger låga koncentrationerna av farliga ångor. Vid olyckor anses därför etanol och metanol mindre farliga än bensin och diesel. Metanol är giftigt att förtära och etanol bör undvikas i stora mängder men detta gäller även bensin och diesel. En fördel med etanol och metanol är att bägge drivmedlen är biologiskt nedbrytbara. Biodiesel kan hanteras säkert och är mindre farlig för både människor och djur jämfört med vanlig fossil diesel. Väte är säkert när det släpps ut i luften men instängt i en tank finns det en explosionsrisk. Denna risk kan dock hanteras. DME anses vara ett relativt säkert bränsle att hantera och lagras i tank under ett tryck på 7–9 bar. Sammanfattningsvis finns det för vissa drivmedel (t.ex. väte) säkerhetsproblem vid hanteringen, men problemen förefaller hanterbara.⁸⁶

⁸⁴ Ecotrafic (2007).

⁸⁵ IEA (2004).

⁸⁶ Se t.ex. IEA (1997); IEA (2004); Ecotrafic (2007); SPI (2007).

5 Ekonomi och introduktionsstrategier

5.1 Kostnader

Dagens svenska etanol från vete och biodiesel från raps är dyrare att producera än bensin och diesel. Endast etanol från sockerrör i Brasilien kan i dag konkurrera med bensin vad gäller produktionskostnad, dvs. exklusive skatter och subventioner. Skillnaderna i kostnad mellan bensin/diesel och biodrivmedel minskar när man prissätter den negativa miljöpåverkan som nettoutsläppen av koldioxid ger upphov till.

Kostnader för biodrivmedel – 2005

Framställningskostnaderna för de biodrivmedel som används i dag varierar stort. Lägst kostnad har etanol från Brasilien som kostar i storleksordningen 2–3 kr/l bensinekvivalenter (b.e.).⁸⁷ Etanol från majs kostar 3–4 kr/l b.e. och etanol från vete ca 6–7 kr/l b.e. att producera. Biodiesel kostar 4–5 kr/l b.e. och biometan säljs för ca: 6 kr/l b.e. Alla prisuppgifter här är utan skatter⁸⁸.

Detta kan jämföras med produktkostnader för bensin (inklusive distribution) på 3,9 kr för år 2006⁸⁹ med ett genomsnittligt världsmarknadspris på olja på 65 USD/fat. Även om man räknar in dagens svenska CO₂ skatt på 2,15 kr/l på bensinen blir etanol från vete inte riktigt konkurrenskraftigt. Ungefär samma slutsats avseende ekonomin gäller för biodiesel jämfört med diesel. I dag har dock både etanol och biodiesel även ett tillfälligt undantag från energiskatten, vilket motiveras av att det är ny teknik under utveckling.

Vilka faktorer påverkar drivmedelskostnaderna?

Råvarukostnader dominerar kostnaden för bensin och diesel (60–70 %)⁹⁰ och är även en dominerande del av den slutgiltiga kostnaden för att framställa dagens etanol och biodiesel (58–65 %).⁹¹ En prognos för råvarupriserna inom EU de närmaste åren visas i tabell 5.1. Osäkerheterna kring prisutvecklingen är mycket stor, men tabellen kan ge en indikation på de relativa skillnaderna mellan olika typer av råvara.

⁸⁷ Biodrivmedel jämförs här generellt med liter bensinekvivalenter dvs. den mängd biodrivmedel som innehåller lika mycket energi som en liter bensin. En liter etanol motsvarar ca 0,67 liter bensin i energivärde.

⁸⁸ Jordbruksverket 2006, SOU 2007-35, Boisen 2008

⁸⁹ SPI (2007).

⁹⁰ Siffrorna varierar men 60–70 % har angivits av Concawe et al 2007/EU JRC och US DOE.

⁹¹ Kojima och Johnson (2005).

Tabell 5.1 Uppskattade råvarukostnader fram till 2012 inom EU

Biomassa kostnad vid råoljepris på 50 euro/bbl.	Euro/GJ
Vete	6.7
Raps	10.4
Vedråvara från skogsavfall	2.9
Vedråvara från dedikerade odlingar	4.5

Källa: Concawe et al 2007.

Med andra generationens drivmedel ökar kostnaderna för processen, men å andra sidan använder man en potentiellt billigare råvara (ved), se tabell 5.1. Kostnaderna för biomassa på längre sikt är mycket osäkra och beror bl.a. av utvecklingen av produktionsmetoder och konkurrensen om råvaran (se avsnitt 2.2 och 2.3). Vidareutveckling av produktionssystem för både träråvara och jordbruksprodukter kan antas leda till lägre produktionskostnader för biomassa i framtiden, dock kan *priset* som bränsletillverkaren måste betala för biomassan bli högt om konkurrensen om mark för olika ändamål – t.ex. matproduktion, virkesproduktion och ekosystemtjänster – blir stor.

Kostnader för biodrivmedel – Framtiden

Vad som är intressant ur ett klimatperspektiv är om förnybara drivmedel skulle kunna bli ekonomiskt konkurrenskraftiga i framtiden. I tabell 5.2 nedan visas en sammanställning av grova *uppskattningar* av framtida potentiella kostnader för andra generationens drivmedel. Osäkerheten är mycket stor och resultaten bör endast ses som indikationer, men som framgår av tabell 5.2 förefaller andra generationens biodrivmedel från vedråvara ha en framtida potential till att bli ekonomiskt konkurrenskraftiga med framtida bensin och diesel. I dessa bedömningar ingår dock antaganden om framtida teknikutveckling och storskalig produktion.

De framtida kostnaderna för biomassa från vedråvara liksom råoljepriserna är väldigt svåra att förutsäga. De framtida priserna angivna för diesel och bensin baserar sig på ett råoljepris på 65 USD/fat.⁹² De flesta långsiktiga oljeprisprognoser har tidigare angivit ett långsiktigt jämviktspris på 40 USD/fat baserat på det faktum att produktionskostnaden för olja från ”icke-konventionella” oljereserver, t.ex. tjärsand och oljeskiffer, antas ligga runt 25–35 USD/fat.⁹³ De senaste årens konsumtionsökning och nedskrivna framtida ”konventionella oljereserver” har dock ändrat bilden. I dag räknar t.ex. IEA med ett oljepris på 60 USD/fat eller högre fram till 2030.⁹⁴ Priset för konsumenter kan dock bli betydligt högre i framtiden om man t.ex. beskattar

⁹² BP (2007).

⁹³ Tjärsand och oljeskiffer tillhör s.k. icke-konventionella fossilkällor. Produktionen från ”konventionella” oljekällor antas kunna öka i 5–15 år till för att därefter minska, s.k. ”Peak-Oil”. Huruvida olja från icke-konventionella källor kommer att utnyttjas beror mycket på framtida globala klimatåtaganden.

⁹⁴ IEA (2007) som där också nämner: ”A supply-side crunch in the period to 2015, involving an abrupt escalation in oil price, cannot be ruled out”.

koldioxiden. Jämförelsen och relevansen mellan stigande råoljepris och konsumentpriset på färdiga produkter, exempelvis bensin, försvåras huvudsakligen av två skäl. Priset på dollarn är väsentligt och en sjunkande dollar leder till stigande pris på såväl råolja som på färdiga produkter. I konsumentledet motverkas det av en stigande kurs på den svenska kronan. Det internationella priset på råolja och färdiga produkter har en tydlig korrelation över tid, men kan variera påtagligt beroende på lokal eller temporär förändring i såväl efterfrågan som utbud. Siffrorna för nuvarande teknik antar storskalig produktion vilket i dag endast sker för etanol från sockerrör av de alternativ som visas i tabell 5.2.

Tabell 5.2 Uppskattade produktionskostnader för andra generationens drivmedel vid storskalig produktion och med teknikutveckling. De framtida kostnaderna för biodrivmedel förutsätter stora tekniska framsteg vad gäller produktionsprocesserna.

Uppskattningar	Framtida kostnader vid storskalig produktion och med teknikutveckling (Kr/l bensinekv.)	Distributionskostnader (Kr/l bensinekv.)	Totalt Framtid
Bensin/diesel	2.8–3.5	0.9–1	3.7–4.5
Etanol (trä)	3–6	1	4–7
Biometan (trä)	3	1–2	4–5
Metanol (trä)	2.7–3.5	~1.1	3.8–4.6
DME (trä)	2.7–3.5	1.5–2	4.2–5.5
Syntetisk diesel (trä)	3.3–5.3	0.9–1	3.2–6.3
Väte från trä	2.7–4.8	2–3.6	4.7–8.4
Väte från sol	4.4–7	2–3.6	6.4–10.6

Källor: Baserat på Hamelinck och Faaij (2006), IEA (2004), Williams (1998) Ogden (1999), SGC (2008). Distributionskostnader från Ecotrafic (2002), IEA (1999) och Ogden (1999), Boisen (2008). Variationen visar olika antaganden om teknikutveckling och olika biomassapriser (0,5 kr/lbe eller 0,75 kr/lbe). Siffrorna för biometan baseras på delvis andra antaganden avseende skala och teknikutveckling än övriga förgasningsbränslen (meta-nol/DME/Väte) och är därför inte direkt jämförbara. Biometan bör vara, tvärtom vad tabellen säger, potentiellt något billigare att producera från träråvara än metanol och DME under samma antaganden. Den lägre siffran på distributionskostnader för biometan motiveras av samordningsvinster med naturgasnätet.

Även det framtida priset på vedråvara är mycket osäkert. I exemplet ovan har två nivåer antagits motsvarande 2,6 euro/GJ (0,5 kr/l b.e.) eller dagens genomsnittliga kostnad för vedråvara på 3,9 euro/GJ (0,75 kr/l b.e.). Prisreduktionen ned till 2,6 euro/GJ antas komma från teknik- och marknadsutveckling. Råvarukostnadens andel av den slutgiltiga produktionskostnaden har då minskat till <40 % i tabell 5.2. Minskningen i produktionskostnad *kan* leda till minskning i priset på biomassa *ifall* produktionsökningen är i takt med efterfrågan. Som nämnts finns det också en betydande risk för hård konkurrens om mark, vilket kan leda till betydande prisökningar för biomassan.

5.2 Möjligheter till gradvis introduktion och distribution

Möjligheterna att introducera ny teknik gradvis är ett nyckelområde för att lyckas bryta den dominerande tekniken. På fordonsbränslesidan är detta mycket aktuellt, och det är utifrån detta perspektiv en stor fördel med drivme-

del som går att antingen lågiblanda eller använda i flexifuelbilar. Mer kostsamt blir det med bifuelssystem⁹⁵ t.ex. för biometan och bensin.

Flytande drivmedel

Alla flytande drivmedel som är aktuella inför framtiden kan användas med konventionell fordonsteknik. Syntetisk diesel är lika bra eller bättre än dagens diesel, och etanol är en utmärkt ersättare till bensin. I vissa fall behöver motorerna anpassas för driften med nya drivmedel som t.ex. etanol och metanol. För etanol handlar det mest om att optimera bränslet för etanoldrift i stället för bensindrif.⁹⁶ Metanol är betydligt mer aggressivt än bensin, och man behöver anpassa vissa material i motorerna.⁹⁷ Här finns dock stor erfarenhet då flera länder hade fordon som körde på 85 % metanol i slutet på 1980-talet. Användning av etanol, metanol och metan i dieselmotorer kräver en tändförstärkare, t.ex. vanlig diesel i små mängder. Kraven på infrastruktur är för alla flytande drivmedel i princip desamma som för bensin och diesel.

Gasformiga drivmedel

En förbränningsmotor kan även anpassas till att köras på gasformiga drivmedel som väte, DME och metan (biogas). Lagring i fordonet och distributionen av dessa drivmedel medför merkostnader i jämförelse med flytande drivmedel (speciellt gäller detta väte). Gasformiga drivmedel får inte ta för stor plats och förvaras därför under tryck i fordonet. Trycket har stor inverkan på kostnaden och energieffektiviteten. Väte behöver komprimeras till 300–350 bar och biometan till 200 bar för att ge tillräcklig räckvidd för fordonet. Andra metoder för att lagra väte har föreslagits (t.ex. flytande väte och lagring i nanofibrer) men inget har hittills visats vara tillräckligt tekniskt utvecklat eller ekonomiskt och energimässigt bättre än att trycksätta vätet. DME är också ett gasformigt drivmedel, men trycket behöver bara vara 6–9 bar för att få det flytande, vilket kräver mindre kostsamma lösningar. DME kan jämföras med LPG (Liquified Petroleum Gases) som redan används i delar av världen i dag utan problem. En fördel med DME, som främst utgör ett alternativ för tunga fordon, är att det minskar behovet av kostsam reningsutrustning eftersom utsläppen är mindre än vid användning av dieselbränsle.

För väte som ska användas i ett bränslecellsfordon är det tekniskt möjligt att använda sig av en ”vätebärare” i stället för rent väte. Man kan t.ex. tanka med bensin och med hjälp av partiell oxidation frigöra vätet från bensinen ombord på fordonet. Metanol kan också användas som ”vätebärare”. Fördelarna är att använda sig av befintlig infrastruktur och ett flytande bränsle som

⁹⁵ Bifuel = fordon som har två tanksystem för två olika bränslen (t.ex. biogas och bensin), flexifuel = fordon som kan använda en varierande bränslemix i ett och samma tanksystem (t.ex. bensin eller E85).

⁹⁶ En helt ny motor som konstrueras för endast etanol- eller metanoldrift kan tillåta högre kompression eftersom oktantalet är högt för etanol/metanol. Detta ger teoretiskt en verkningsgrad som är 10–15 % högre.

⁹⁷ T.ex. slangar i bränslesystemet, kolvringar och ventilsäten.

är lättare att hantera, men nackdelarna är energiförluster samt tyngre och dyrare fordon.

Flexifuelfordon och bifuelldon

I Sverige och England finns även E85, dvs. en blandning av 85 % etanol och 15 % bensin som används av anpassade bilar. Vissa startproblem har rapporterats med E85 vid kallt väder i Norrland, men numera höjs ofta andelen bensin något under vintern för att undvika detta.

Bifuelfordon, dvs. fordon med två olika tanksystem, finns för framför allt fordon med ett gasformigt och ett flytande bränsle. Volvos bifuelldon kan tanka både naturgas/biometan och vanlig bensin. Merkostnaden för dessa fordon är dock betydligt större än för flexifuelfordon som enbart har en tank där bensin och etanol kan blandas. Hur stora merkostnaderna skulle bli vid en storskalig produktion är osäkert. Concawe⁹⁸ uppskattar exempelvis merkostnaden för ett bifuelldon som använder metan och bensin till ca 23 000 kronor i ett scenario bortom 2010.⁹⁹ Den relativa merkostnaden blir mindre för lastbilar och bussar, vilket gör att dessa fordon är speciellt intressanta vid en ökad användning av biometan.

Låginblandning

Vissa biodrivmedel kan låginblandas i bensin eller diesel. Upp till 5 % etanol kan låginblandas i bensin redan i dag inom EU, och man diskuterar för närvarande att höja denna gräns till 10 %. I Brasilien kör man på en 25-procentig etanolblandning men med något anpassade bilar. Metanol kan redan i dag blandas upp till 3 % i bensin inom EU. Vid högre inblandning bör man justera fordonen något eftersom metanol är mer korrosivt.

Biodiesel blandas i dag i fossil diesel upp till 5 % inom EU och kan i princip tankas till 100 % i vanliga moderna dieselfordon i dag.¹⁰⁰ Dock har 5 % låginblandning medfört vissa problem för tyngre fordon vid kallt väder.¹⁰¹ Syntetisk diesel kan blandas fullt ut med vanlig diesel.

5.3 Diskussion av utvecklingsvägar för drivmedelsproduktion och fordon fram till 2020

I de flesta av de scenarier som beskrivits i kapitel 3 utgår vi ifrån att andra generationens drivmedel samt effektivare och delvis elektrifierade fordon (främst hybrider, plug-in-hybrider, små elbilar) utvecklas, introduceras och börjar användas i större skala på längre sikt, framemot 2050. Hur stor skala varierar mellan scenarierna, och inte i något scenario täcker biodrivmedel mer

⁹⁸ Concawe m fl (2007).

⁹⁹ 2500 Euro per fordon.

¹⁰⁰ IEA (2004).

¹⁰¹ Energimyndigheten (2007 b).

än hälften av den totala transportsektorns energibehov (större andel för vägtransporter).

Hur ny teknik utvecklas, kommersialiseras och sprids på marknaden har studerats av ett flertal forskare inom energi- och transportområdet. Generella slutsatser från dessa studier används i skissen nedan. Skissen utgår även från de ledtider som är aktuella för att t.ex. byta ut en nationell fordonsflotta, utveckla och bygga upp produktionsanläggningar och marknadsutveckling för kommersialisering av nya produkter.

Fram till år 2020 kan Sverige bryta tillväxten av växthusgasutsläpp från transportsektorn främst genom effektivisering av fordonsflottan (både tunga och lätta fordon), genom ökad andel kollektivtrafik, ökad andel gods på spår och fartyg och genom låginblandning av etanol och eventuellt även metanol. Energieffektivare fordon är en förutsättning för att nå klimatmål och för att begränsa användningen av allt knappare drivmedel. Insatser för att effektivisera fordonsflottan måste kompletteras med andra styrmedel så att effektiviseringarna inte äts upp av ökande transportvolymen eller större fordon.¹⁰²

Det är dock viktigt att satsningar samtidigt görs på mer långsiktiga alternativ för att ha möjligheten att på allvar börja introducera andra drivmedel i större skala senare, om förutsättningarna skulle bli gynnsamma. För att andra generationens drivmedel ska kunna börja introduceras om 10–15 år behövs forsknings- och utvecklingsinsatser i dag. I Sverige har vi starka forsknings- och utvecklingsmiljöer både när det gäller förgasningsspåret och hydrolysspåret. Pågående försök och demonstrationsanläggningar finns för både förgasning (t.ex. Värnamo och Piteå) och enzymatisk hydrolys (i Örnsköldsvik). Förgasningstekniken är gemensam för flera drivmedel som DME, metanol, metan och till viss del syntetisk diesel/flygbränsle. Detta innebär att man inte i dag behöver göra ett val mellan dessa drivmedel.

Risken att satsningar i dag ska låsa in den tekniska utvecklingen i ”fel” alternativbränsle och förhindra en vidareutveckling mot långsiktigt bättre alternativ finns men ska inte överdrivas. I utvecklingsfasen är de olika bränslealternativen snarare komplementära och hjälper varandra. Dagens stora inlåsning finns i form av de redan etablerade drivmedlen bensin och diesel.

Även om dagens etanol från vete och biodiesel från raps inte är de långsiktigt intressanta alternativen, finns det flera skäl att utnyttja dagens tillgängliga biodrivmedel för en vidareutveckling mot andra generationens bränsle. Det främsta skälet är att etanol och biodiesel kan verka som ”bryggtekniker”,¹⁰³ med att bygga upp en kritisk massa av intressenter och användare som kan driva utvecklingen vidare mot andra generationens drivmedel. Tekniskt sett skiljer sig produktionen av första och andra generationens bränsle åt (olika processteknik och olika råvaror). Argumentet om bryggtekniker handlar här inte så mycket om teknik utan mer om hur viktiga aktörsnätverken och deras

¹⁰² Detta brukar kallas ”rebound”-effekten och utgår ifrån att om det blir billigare att köra på grund av bränslesnålare fordon har man råd att köra mer eller skaffa sig en större bil.

¹⁰³ Sandén och Jonasson (2005).

kunskap och erfarenhet från marknaden varit för att driva teknikutveckling inom energi- och transportsektorn.¹⁰⁴ Det bör dock göras klart för dagens aktörer att en expanderande produktion av första generationens drivmedel inte är långsiktigt hållbar och att strävan bör vara att gå mot andra generationens drivmedel. Dessutom bör man vara medveten om att det råder en osäkerhet om hur mycket bioenergi som kan och bör användas i transportsektorn.

Staten måste visa uthållighet och stabilitet för att locka privata investerare till att satsa på alternativ teknik. Förtroendet är viktigt. Dock får stödsystemen inte vara rigida ifall man vill främja en teknisk och samhällelig utveckling, utan stödsystemen bör ständigt utvärderas och förändras. Exempel är miljöbilsdefinitionen som bör skärpas allteftersom ny teknik blir kommersiellt tillgänglig. Skatterabatten för biodrivmedel bör även förändras och följa teknikutvecklingen och på längre sikt styra mot effektivare drivmedel.

EU-kommissionens förslag om 10 % förnybara drivmedel i vägtransportsektorn

Enligt förslag från EU-kommissionen¹⁰⁵ ska 10 % av transportsektorns användning av bensin och diesel täckas av biodrivmedel år 2020. Enskilda länder kan dock uppfylla detta krav genom import från andra EU-länder eller från länder utanför EU (även EU totalt räknar med att vara importberoende). Minskningen av växthusgaser ur ett livscykelperspektiv måste vara minst 35 % för att ett biodrivmedel ska räknas. Biodrivmedel som baseras på restprodukter eller cellulosa och som inte direkt konkurrerar med matproduktion räknas dubbelt.

I fortsättningen av detta avsnitt diskuterar vi hur man fram till år 2020 skulle kunna uppnå en andel biodrivmedel på 10 % inom vägtransportsektorn enligt förslaget från EU-kommissionen. Två faktorer avgör möjligheterna att uppnå 10 % biodrivmedel, dels produktionskapaciteten för drivmedel, dels möjligheterna att i fordonsflottorna utnyttja denna mängd. När det gäller produktionskapaciteten är det en viktig faktor hur stor del som ska produceras i Sverige respektive importeras. Viktigt att ta hänsyn till är också den framtida fördelningen mellan fordon försedda med dieselmotorer respektive ottomotorer (vanligen kallade bensinmotorer). I dag ökar dieselandelen snabbt inom vägtrafiken, vilket dels beror på att godstransporterna ökar snabbare än bilresandet, dels på att andelen personbilar med dieselmotorer ökar snabbt.¹⁰⁶ Detta innebär att det kommer att bli allt intressantare att hitta alternativ till diesel. Hur utvecklingen kommer att se ut fram till 2020 är förstås osäkert och bl.a. beroende av vilka styrmedel som kommer att sättas in för att begränsa utsläppen av växthusgaser. Hur stor mängd biodrivmedel som krävs för att täcka 10 % beror på hur stor den totala energianvändningen i vägtransportsektorn blir. Med en kraftigare satsning på effektivisering av fordonen och ut-

¹⁰⁴ Se t.ex. Sandén och Jonasson (2005); Nilsson et al (2005).

¹⁰⁵ EU-kommissionen (2008).

¹⁰⁶ Andelen dieselmotorer i nybilsförsäljningen har ökat från 9,7 % år 2005 till 34,6 % år 2007 (Bil Sweden).

veckling av alternativ till personbils- och lastbilstransporter erfordras en mindre mängd biodrivmedel än vad som annars skulle bli fallet. I det följande antar vi att hela vägtrafiksektorns energianvändning minskat med 20 % till år 2020 och att behovet av bensin eller bensinersättning uppgår till ca 25 TWh (jämfört med ca 45 TWh år 2005) medan behovet av diesel eller dieslersättning uppgår till ca 35 TWh (jämfört med ca 27 TWh år 2005). Med dessa antaganden skulle mängden biodrivmedel behöva uppgå till ca 6 TWh år 2020. Om man inte lyckas effektivisera energianvändningen så mycket som antagits ovan krävs det förstås en större mängd biodrivmedel. Eftersom vissa drivmedel kan räknas dubbelt kan Sverige formellt sett klara kravet med en lägre nivå.

År 2006 användes i Sverige 2,7 TWh biodrivmedel i transportsektorn, men eftersom biometan enligt förslaget ska räknas dubbelt motsvarar detta 2,9 TWh. Gapet till målnivån blir således ca 3 TWh. Detta kan t.ex. fyllas med 3 TWh etanol eller biodiesel alternativt med 1,5 TWh av de drivmedel som räknas dubbelt, som biometan eller drivmedel producerade från vedråvara genom enzymatisk hydrolys eller förgasning. Olika kombinationer av dessa ytterligheter är förstås möjligt, och det är heller inte säkert att dagens produktion av biodrivmedel kvarstår år 2020.

En möjlighet är således att täcka gapet med 3 TWh av första generationens drivmedel som veteetanol och biodiesel. Tekniken för produktion av dessa drivmedel är kommersialiserad men energiutbytet och klimatnyttan per hektar är låg i förhållande till vad andra generationens drivmedel väntas ge. Att producera 3 TWh inhemskt kan vara förknippat med relativt höga kostnader, speciellt om priset på jordbruksprodukter fortsätter att var högt. Ett annat alternativ är att förlita sig på importerad sockerrörsetanol. Möjligen är det en billigare lösning, men även världsmarknadspriset på etanol kan komma att stiga om många länder vill öka andelen biodrivmedel, vilket just det här refererade förslaget från EU-kommissionen kan komma att bidra till. Eventuellt kan också konflikter med bevarande av biologisk mångfald komma att uppstå. Med certifieringskrav från EU kan man undvika att biodrivmedel tas direkt från sådana områden, men det är svårt att försäkra sig emot att biodrivmedel tränger undan andra grödor som i sin tur kan ta värdefull naturmark i anspråk. Ett tredje alternativ skulle kunna vara produktion av etanol genom enzymatisk hydrolys av vedråvara. Att denna teknik skulle få ett genombrott så att man skulle kunna producera 1,5 TWh etanol år 2020 förefaller dock optimistiskt.

Tekniken för att ta hand om totalt 4,9 TWh etanol på användningssidan är beprövad. I dag tillåts 5 % inblandning av etanol i bensin och 5 % inblandning av biodiesel i fossil diesel enligt EU:s bränslekvalitetsdirektiv. En 3-procentig inblandning av metanol är också tillåten men tillämpas inte i dag. Kvalitetskrav på bränslet gör att om man blandar in både etanol och metanol kan inte maxgränsen för respektive alkohol utnyttjas. Det pågår för närvarande en revidering av bränslekvalitetsdirektivet som sannolikt leder till att 10 % inblandning av etanol kommer att tillåtas samtidigt som 3-procentsgränsen för

metanol kvarstår. För att ta hand om 4,9 TWh etanol krävs knappt 1 miljon E85-fordon samt 10 % inblandning av etanol i all bensin.

Man kan också tänka sig en ökning av produktionen av biometan med 1,5 TWh från restprodukter som avloppsslam, flytgödsel etc. En sådan produktionsvolym förefaller ligga väl inom uppskattad potential från råvaror med liten alternativ användning.¹⁰⁷ I detta fall uppstår vissa merkostnader för distribution, tankstationer och fordon. Mot detta ska ställas en ofta hög klimatnytta¹⁰⁸ och att det redan finns en viss infrastruktur för gas utbyggd. Mest fördelaktigt skulle det sannolikt vara att i första hand använda biometan i lokala fordonsflottor; bussar, distributionsfordon, sopbilar etc. En ökad produktion av biometan skulle också kunna ske med förgasningsteknik.

Ett ytterligare alternativ skulle vara om storskaliga anläggningar för förgasning (t.ex. av svartlut) och produktion av ca 1,5 TWh metanol/DME (eller biometan) skulle komma att stå klara redan 2020. En del metanol skulle i så fall kunna användas för 3 % låginblandning i bensin. Men om inte gränserna för tillåten låginblandning höjs kraftigt, krävs det också att tunga fordon som använder enbart metanol eller DME utvecklas och marknadsförs. Vid en storskalig produktion beräknas inte sådana fordon behöva bli dyrare än dagens fordon som använder fossil diesel, men om de utvecklas enbart för den svenska marknaden blir de sannolikt betydligt dyrare än dagens fordon. Att storskaliga förgasningsanläggningar kan stå klara år 2020 är inte omöjligt men osannolikt med tanke på att denna teknik ännu inte är färdigutvecklad och att ledtiderna för byggande av fullskaliga anläggningar är långa.

Man kan slutligen konstatera att det finns ett flertal kombinationer som kan nå en 10-procentig andel biodrivmedel till 2020 enligt EU-förslaget.

Vägverket har i ett inspel till Kommissionen mot oljeberoende räknat på vad som skulle krävas för att täcka 18 % av vägtransportsektorns energibehov med *inhemsk* produktion av biodrivmedel. Slutsatsen är att det blir svårt att nå en sådan andel och att det, om det lyckades, skulle innebära betydande merkostnader. Vägverket konstaterar att det som, förutom kostnaderna, talar emot realismen i den skissade utvecklingen är att den förgasningsteknik och teknik för enzymatisk hydrolys som förutsätts i dag bara är på försöksstadiet och att ledtiderna för byggande av denna typ av processanläggningar är långa.

5.4 Diskussion om utvecklingslinjer för drivmedelsproduktion och fordon under perioden 2020–2050

I de flesta av de scenarier som beskrivits i kapitel 3 utgår vi ifrån att andra generationens drivmedel samt effektivare och elektrifierade fordon (främst hybrider, plug-in-hybrider och små elbilar) utvecklas, introduceras och börjar

¹⁰⁷ Se t.ex. SOU 2007:36 och Linné & Jönsson (2004).

¹⁰⁸ Detta beror på att man till viss del tar om hand metan som annars avgått till atmosfären. Metan är en ca 25 gånger starkare växthusgas än koldioxid (GWP 100).

användas i större skala på längre sikt. Hur stor skala varierar mellan scenarierna, och inte i något scenario täcker biodrivmedel mer än hälften av den totala transportsektorns energibehov år 2050.

Nedan diskuteras schematiskt en utveckling för biodrivmedel på längre sikt, dvs. mellan 2020 och 2050, som kan vara i linje med en 85-procentig minskning av de svenska utsläppen av växthusgaser. Främst diskuteras vilka valsituationer som kan komma upp och hur svaren är beroende bl.a. av olika omvärldsscenarioer.

Hur ny teknik utvecklas, kommersialiseras och sprids på marknaden har studerats av ett flertal forskare inom energi- och transportområdet¹⁰⁹. Generella slutsatser från dessa studier används i skissen nedan. Skissen utgår även från de ledtider som är aktuella för att t.ex. byta ut en nationell fordonsflotta, utveckla och bygga upp produktionsanläggningar och marknadsutveckling för kommersialisering av nya produkter.

Under den här perioden bör vi se en kraftig utsläppsminskning genom effektivisering av fordonsflottorna, en ökad mängd förnybar el och andra generationens drivmedel som börjar ersätta användningen av 1:a generationens drivmedel (inte säkert att den totala användningen av biodrivmedel ökar).

Efter 2020 kan det framgå något klarare hur mycket bioenergi som det är rimligt att använda i transportsektorn. Man ser sannolikt en introduktion i kommersiell skala av etanol producerad genom enzymatisk hydrolys och/eller metanol/DME/syntetisk diesel via förgasning. Av första generationens drivmedel är det bara sockerrörsetanol från tropiska länder som fortfarande har en betydande marknadsandel.

Plug-in-hybrider kan kring 2030 ha nått en spridning på 5–20 % av personbilsflottan (för en diskussion kring plug-in-hybrider se avsnitt 3.3 ”Diskussion kring scenarierna”). En förutsättning för detta är bl.a. att prisvärda och miljöanpassade batterier har utvecklats som gör plug-in-hybrider till ett kommersiellt intressant alternativ. Om utvecklingen av andra generationens drivmedel varit lyckosam krävs det 2020 (eller möjligen något tidigare) att ett strategiskt beslut tas om vilka drivmedel man ska satsa på och vilka fordons typer som då behöver utvecklas.

Efter 2020 kan potentialen för prismässigt överkomlig solcellsel komma att framträda tydligare och därmed rimligheten i de antaganden som scenarierna i kapitel 3 bygger på. I scenarierna har vi antagit att i storleksordningen 10 000 TWh solcellsel produceras globalt år 2050. Denna produktion motsvarar ca 60 % av världens *totala* elproduktion år 2005 och får betraktas som relativt optimistisk. Sverige kan framemot 2030 stå i en situation där det inte anses intressant att öka volymen av andra generationens drivmedel, men även i en sits där spridningen av andra generationens biobränsle bör accelereras (och förstås olika lägen däremellan). I det första fallet, som t.ex. kan bygga på att koldioxidneutral elproduktion (t.ex. vind-, våg- och solel) får en ännu

¹⁰⁹ Se t.ex. Loiter and Norberg-Bohm (1999); Turkenburg (2002); Neij (1999), Nilsson et al (2005); Åhman (2006); Gallagher et al (2006); Sandén och Azar (2005); Jacobson och Bergek (2004); Sandén och Jonasson (2005)

större spridning än vad som antagits i scenarierna (se ovan), kan väte och bränsleceller spela en större roll kring år 2050. I det andra fallet sprids för-gasningsteknik och enzymatisk hydrolys samtidigt som det sker en ökning av biomassauttaget både globalt och inom Sverige. I detta fall är det metanol, DME och/eller etanol som är dominerande bland de förnybara drivmedlen. Energieffektivare fordon är viktigt i båda dessa fall, men elektrifieringen av transportsektorn är ännu något högre i det fall eltillförseln blir större. I båda fallen används sannolikt betydande mängder olja i transportsektorn, åtminstone i periodens första halva, och framför allt för flyg och sjöfart.

I denna period krävs också förberedelser för att kunna nå sådana ytterligare utsläppsminskningar som kan krävas efter år 2050 om tvågradersmålet ska kunna hållas. Med bästa tillgängliga kunskap år 2007 skulle det krävas ungefär en halvering av utsläppen mellan år 2050 och år 2100.

6 Slutsatser

För att nå tvågradersmålet är det nödvändigt med teknikeffektivisering, koldioxidneutral energi och att dagens snabba ökning av vägtransporter och flygresande bryts.

För att till år 2050 kunna reducera utsläppen av växthusgaser med 80–90 %, krävs en kombination av åtgärder på tre områden: kraftfull teknikeffektivisering i alla samhällssektorer, en betydande ökning av mängden koldioxidneutral energi och att den snabba volymtillväxten av flygresande, vägtransporter och annan resursintensiv konsumtion bryts. Det är därför angeläget med kraftfulla satsningar på energieffektiva fordon samt alternativ för resursnål/klimatvänlig tillgänglighet, främst i form av spårtrafik, förbättrad godslogistik, tillgänglighet via IT och en transportsnål stadsplanering.

Biodrivmedel räcker bara till en begränsad del av transportsektorns energibehov

I allmänhet är det effektivast att använda tillgänglig bioenergi för kombinerad el- och värmeproduktion i industriella processer och i kraftvärmeverk. Därför beror mängden bioenergi som bör användas för transporter dels på total tillgång till bioenergi, dels på efterfrågan på bioenergi utanför transportsektorn. Den totala globala tillgången på bioenergi påverkas bl.a. av hur stor markyta som krävs för matproduktion, virkesproduktion samt för säkerställande av biodiversitet/ekosystemtjänster.

I scenarierna i kapitel 3 – som är förenliga med tvågradersmålet – täcks transportsektorns energibehov år 2050 till mellan 0 och 50 % av biodrivmedel, trots att vi där antagit att andra generationens drivmedel står för hela drivmedelsmarknaden. Resterande energianvändning i transportsektorn täcks av olja och el.

Biodrivmedel är i dagsläget i första hand aktuella för vägtransporter

Mängden tillgänglig bioenergi kommer, som nämnts, sannolikt inte att räcka till mer än delar av transportsektorn. Energieffektivitet och praktisk-ekonomiska förutsättningar talar i dagsläget för att biodrivmedel i första hand är aktuella för vägtransporter. Flygets ökande utsläpp gör dock att branschen

för att förbättra sitt miljörykte ändå kan komma att relativt snart börja med låginblandning av syntetisk flygfotogen producerad från biomassa.

Eldrift i form av plug-in-hybrider, batterielbilar och spårtrafik kan ge ett betydande bidrag till energieffektivitet och utsläppsminskningar

Eldrift ger hög energieffektivitet i fordonen och låga utsläpp om elproduktionen till stor del sker med förnybara/koldioxidneutrala energislag. En ökad andel eldrift – både i form av plug-in-hybrider/batterifordon och spårtrafik – utgör därför en viktig komponent på vägen mot tvågradersmålet.

Plug-in-hybrider finns inte i dag tillgängliga på marknaden, men kan komma att introduceras i mindre skala under den närmaste tioårsperioden under förutsättning att tillräckliga framsteg görs vad gäller batteritekniken. Merkostnader för plug-in-hybrider kommer sannolikt att påtagligt begränsa marknadsandelarna de närmaste decennierna. På lång sikt, frammot år 2050, skulle dock närmare hälften av allt personbilsresande kunna elektrifieras.

Dagens tillgängliga biodrivmedel

Dagens produktion av biodiesel och etanol från vete/majs är inte långsiktigt hållbar, varken ekonomiskt, resursmässigt eller ur ett klimatperspektiv. Etanol från sockerrör har däremot en potential att även i framtiden spela en roll i den globala energiförsörjningen, även om den inte räcker till att ersätta mer än en liten del av världens drivmedelsanvändning, i storleksordningen 5–10 %. En förutsättning är att den produceras utan negativa konsekvenser på värdefulla ekosystem, inte minst regnskogsområden. Dagens biodrivmedel kan dock, även om de inte alla är effektiva, bidra positivt till omställningen på medellång sikt genom att man bygger aktörsnätverk, marknader och erfarenheter för utvecklingen av andra generationens drivmedel.

Biometan (biogas) från rötning av avfall, slam m.m. räcker endast till en del av transportsektorns energibehov men har mycket positiva miljöeffekter och kan spela en viktig roll som nischbränsle i framtiden, speciellt för lokala fordonsflottor.

Framtidens biodrivmedel från vedråvara

Framtidens biodrivmedel, den så kallade andra generationen, utgår ifrån vedråvara och har potentiellt mycket låga livscykelutsläpp av växthusgaser samt högre yteffektivitet än dagens biodrivmedel. Processtekniker som kan användas är i första hand förgasning av biomassa (från t.ex. svartlut, energiskog eller skogsavfall) för framställning av väte, biometan, metanol, DME eller

syntetisk diesel, alternativt enzymatisk hydrolys för framställning av etanol. Bäst verkningsgrad vid förgasning av biomassa får man vid produktion av väte och metan följt av metanol och DME. Energiverkningsgrad från vedråvara till bränsle i tanken kan i dessa fall komma att uppgå till 50–60 %. Syntetisk diesel beräknas ge något sämre verkningsgrad, kring 45 %. Användning av väte innebär betydande teknisk-ekonomiska problem vid distribution och lagring samt vad gäller bränslecellsfordon. Metan är lättare att hantera men medför merkostnader för distribution och för lagring i fordonen, jämfört med flytande drivmedel. DME som bara behöver trycksättas till 5 bar för att bli flytande är lättast att hantera av de gasformiga drivmedlen. Om förgasningstekniken blir etablerad kan metanol, DME och biometan bli energieffektiva och praktiskt hanterbara alternativ. DME är framför allt ett intressant alternativ för tunga fordon. Om ett genombrott nås för enzymatisk hydrolys av vedråvara till etanol blir inte verkningsgraden mycket sämre än för metanol eller DME producerat genom förgasning.

Väte och bränsleceller – kanske på lång sikt

Väte, producerat från biomassa, som används i bränsleceller har marginellt högre systemverkningsgrad än t.ex. metanol eller DME som används i en effektiv dieselhybrid. Detta tyder på att förutsättningarna för att väte ska få ett genombrott – när de betydande teknisk-ekonomiska problemen lösts – sannolikt är en situation där mängden bioenergi är starkt begränsad men tillgången på förhållandevis billig el är stor. Detta skulle möjligen kunna bli fallet exempelvis om solcellsel får ett genombrott eller om koldioxidlagring blir billigt och säkert.

Referenser

- Ahlvik P, Brandberg Å (2001). Well to wheel efficiency. For alternative fuels from natural gas or biomass. VV publication 2001:85.
- Ahlvik P., Brandberg, Å. (1999). Avgasemissioner från lätta fordon drivna med olika drivmedel. KFB-rapport 1999:38.
- Alcamo J., van Vuuren D., Ringler C. Cramer W., Masui T., Alder J., Schulze K. (2005). Changes in Natures Balance Sheet: model based estimates of future worldwide ecosystem services. *Ecology and Society* 10 (2) 19.
- Aliana Gucciardi Garcez C., Nildo de Souza Vianna, J. (2007). Brazilian Biodiesel Policy: Social and Environmental Considerations of Sustainability. Guzovic (Eds): IVth Dubrovnik Conference of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia.
- Azar, C., Lindgren, K. (1998). Energiläget år 2050. Naturvårdsverket 1998:04.
- Bergh J. (2007). Syntesrapport projektet Fiberskog.
- Boisen P. (2008). ordf. NGVA Europa. Personlig kommunikation 28 februari
- BP (2007). BP Statistical review over world energy. British Petroleum. www.bp.com.
- Brown L.R. (2006). Plan B 2.0 – rescuing a planet under stress and a civilisation in trouble, Earth Policy Institute. W.W. Norton and Company, New York.
- Börjesson P. (2007). Förädling och avsättning av jordbruksbaserade biobränslen. Bilagedel från SOU 2007:36.
- Börjesson P. (2007). Personlig kommunikation.
- Cezar de Cerqueira Leite, R. et al (2007). Can we replace 10 % of the gasoline world demand with bioethanol? Guzovic (Eds): IVth Dubrovnik Conference of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, Dubrovnik, Croatia.
- Concawe, EUCAR and EU commission JRC (2007) Well to Wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context. Version 2c, March 2007. Finns tillgänglig på <http://ies.jrc.ec.europa.eu/WTW>.
- Crutzen P.J., Mosier A.R., Smith K.A., Winiwarer W. (2007). N₂O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels. *Atmos. Chem. Phys. Discussions*, vol. 7 pp. 11191–11205.
- Doornbosch R., Steenblik R. (2007). Biofuels: Is the cure worse than the disease? Round table on sustainable development, OECD 11–12 September Paris.

- SGC (2008). System- och marknadsstudie biometan (SNG), SGC-Rapport *in press*. Svenskt Gastekniskt Center AB.
- Ecotrafic (2002). Sustainable Fuels. Vägverket Publikation 2002:144, Borlänge.
- Ecotrafic (2007). Användning av metanol som drivmedel för fordon. www.ecotrafic.se.
- EEA (2005). Climate change and a European low-carbon system. European Environment Agency.
- Elforsk (2003). El från nya anläggningar, Elforsk rapport 03:14.
- Emanuelsson U. (2007). Att få biobränsle och naturvård att gå ihop. I Bioenergi – till vad och hur mycket? Formas Fokuserar. Formas, Stockholm.
- Energimyndigheten (2007 a). Långsiktsprogno 2006 – enligt det nationella systemet för klimatrapporering. ER 2007:2.
- Energimyndigheten (2007 b). Energiläget 2006.
- Energimyndigheten/Naturvårdsverket (2007). Prognoser över utsläpp och upptag av växthusgaser. Delrapport 1 i Energimyndighetens och Naturvårdsverkets underlag till Kontrollstation 2008.
- EU-kommissionen (2008). Proposal for a directive of the European parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, version 15.4, Brussels 08-01-23.
- F.O Lichts (2005). F.O Licht's World Ethanol and Biofuel Report nr 4, October 2005.
- F.O Lichts (2006). F.O Licht's World Ethanol and Biofuel Report nr 16, April 2006.
- Faaij A. (2006). Modern biomass conversion technologies. Mitigation and adaptation strategies for global change, vol. 11 pp. 343–375.
- Falkemark M., Rockström J. (2006). Räcker vattnet för att häva hungern i världen ? – en felställd fråga. I Jordbruk, handel och utveckling – mot ökad samstämmighet, en antologi av Kungliga Skog- och Lantbruks- akademien, Stockholm 2006.
- FAO (2007). Statistik från World Food and Agricultural Organization (FAO).
- Fargione J., Hill J., Tilman D., Polasky S., Hawthorne P. (2008). Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt *Science* 29 February 2008: 1235-1238.
- Fisher G., Schrattenholzer L. (2001). Global bioenergy potentials through 2050, *Biomass and Bioenergy* 20 (3) pp. 151–159.
- Forster P.M. de F, Shine K.P., Stuber N. (2006). It is premature to include non-CO₂ effects of aviation in emission trading schemes. *Atmospheric Environment* 40 (2006) 1117–1121.

- Gallager K.S., Holdren J.P., Sagar A.D. (2006). Energy-Technology Innovation. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 31: 193–237
- Goldemberg J. 2000 (Eds) Rural development in developing countries. In: *World Energy Assessment*. UNDP, Undesa, WEC, New York.
- Gustafsson, Niklas, Volvo Personbilar, Personlig kommunikation, 07-12-11.
- Hamelinck C. N., Faaij A. (2006). Outlook for advanced biofuels. *Energy Policy* (34) 3268–3283.
- Hoogwijk, M., Faaij, A., van den Broek, R., Berndes, G., Gielen, D., Turkenburg, W. (2003). Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and Bioenergy*. 25 (2003) 119–133.
- IEA (2006). *World energy outlook 2006*. International Energy Agency.
- IEA (2007). *World energy outlook 2007*. International Energy Agency.
- IEA (1999). *Automotive fuels for the future*. IEA/OECD. Paris.
- IEA (2004). *Biofuels for transport an international perspective* IEA/OECD Paris Cedex.
- IPCC (1996). *Climate change 1995. Impacts, adaptations and mitigation of climate change. Scientific-technical analyses*. Cambridge University Press. New York.
- IPCC (2007). *Climate Change 2007*. Cambridge University Press. New York.
- Jacobsson S., Bergek A. (2004). Transforming the energy sector: the evolution of technological systems in renewable energy technology. *Industrial and Corporate Change*, vol. 13 no 5 pp. 815–849.
- Johnson F.X., Matsika E. (2006). Bioenergy trade and regional development: the case of bioethanol in southern Africa. *Energy for Sustainable Development* Volumen X No 1 March 2006.
- Johnson F.X. and Rosillo-Calle, F. (2007). Biomass, livelihoods and international trade: Challenges and Opportunities for the EU and Southern Africa. *SEI Climate and Energy Report 2007– 01*, Stockholm.
- Jonsson, D. K., (2005). Indirekt energi för svenska väg- och järnvägstransporter, FOI-1557-SE.
- Jordbruksverket (2006). *Bioenergi – ny energi för jordbruket Rapport 2006:1*.
- Kojima M., Johnson T. (2005). Potential for biofuels for Transport in developing countries, ESAMP – World Bank/UNDP, Washington October 2005.
- Larson E.D., Williams R. H., Jin H. (2006). Fuels and Electricity from biomass with CO₂ capture and storage. 8th International Conference on Greenhouse Gas Control Technologies, 19–22 June, Trondheim, Norway.

- Larson E.D. (2005). Liquid Biofuel Systems for the Transport Sector: a background paper. GEF/STAP Workshop on liquid biofuels 28th August – 1 September 2005 New Dehli.
- Linné M., Jönsson M. (2004). Sammanställning och analys av potentialen för produktion av förnyelsebar metan (biogas och SNG) i Sverige. Malmö maj 2004. Reviderad mars 2005: Johan, Rietz, SGC.
- Loiter J. M., Norberg-Bohm V. (1999). Technology policy and renewable energy: public roles in the development of new energy technologies. *Energy Policy* vol. 27. pp. 85–97.
- Miljövårdsberedningens promemoria 2007:1, Tillväxt och miljö i globalt perspektiv.
- Miljövårdsberedningens rapport 2007:03, Vetenskapligt underlag för klimatpolitiken.
- Millenium Ecosystems Assessment (2005). *Ecosystems and Human Well-being: Synthesis*. Island Press, Washington, DC.
- Neij L. (1999). Dynamics of Energy Systems: methods for analysing technical change. PhD thesis EESS, Lund University, KF-Sigma Lund.
- Nilsson L.J., Åhman M., Nordqvist J. (2005). Cygnet or ugly duckling – what makes the difference? A tale of heat-pump market developments in Sweden. In: Proceedings for European Council for an Energy Efficient Economy (eceee) Summer Study June 2005, 30 May to 4 June, Mandelieu, France.
- Ogden J.M. (1999). Developing an infrastructure for hydrogen vehicles: a southern California case study. *International Journal of Hydrogen Energy* 24(8), 709–730.
- Kommissionen mot oljeberoende (2006) På väg mot ett oljefritt Sverige. Stadsrådsberedningen. Tillgänglig på <http://www.regeringen.se/sb/d/108/a/66280>.
- Sandén B., Jonasson K.M. (2005). Variety Creation, Growth and Selection Dynamics in the Early Phases of a technological Transition: the development of Alternative Transport Fuels in Sweden 1974–2004. Department of Energy and Environment, Chalmers University of Technology, Göteborg.
- Sandén B., Azar C. (2005). Near-term technology policies for long-term climate targets-economy wide versus technology specific approaches, *Energy Policy* vol. 33, no 12, pp. 1557–1576.
- Searchinger T., Heimlich R., Houghton R., Dong F., Elobeid A., Fabiosa J., Tokgoz J., Hayes D, Yu T. (2008). Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change *Science* 29 February 2008: 1238-1240. SCB (2006), Sveriges framtida befolkning 2006–2050. Demografiska rapporter 2006:2.

- SIKA (2006). Utrikes och inrikes trafik med fartyg 2005. SIKA Statistik 2006:16.
- Skogsstyrelsen (2007). Fördjupad utvärdering av Levande skogar, sammanfattning. Meddelande 4 2007. Skogsstyrelsen Jönköping.
- Smeets E.M.W., André P.C., Faaij P.C., Lewandowski I.M., Turkenburg W.C. (2007). A bottom-up assessment and review of global bioenergy potentials to 2050. *Progression Energy and Combustion Science* 33, pp. 56–106.
- SPI (2007) www.spi.se.
- SPI (2007). Rekommendationer till medlemsföretagen angående god praxis för säker hantering av etanol E85. Dec. 2007 SPI.
- SOU 2007:36. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs.
- Stern N. (2006). Stern review: The Economics of Climate Change.
- Turkenburg W.C. (2002). The Innovation chain: Policies to Promote energy innovations. In: Johansson T.B., Goldemberg J. (Eds) *Energy for sustainable development – a policy agenda*. UNDP Rahms I. Lund AB, Lund Sweden.
- Udd, Sören, Volvo Lastvagnar, Personlig kommunikation 08-01-24.
- UN-Energy/FAO (2007). Sustainable Bioenergy: a framework for decision-makers. UN-Energy. www.esa.un.org/un-energy/
- Williams R.H (1998). Fuel decarbonization for fuel cell applications and sequestration of the separated CO₂. In: Ayers and Weaver (Eds) *Eco-restructuring: Implications for sustainable development*. The United Nations Press.
- World Watch Institute (2007). Biofuels for transport : Global potential and implications for energy and agriculture. Earthscan, London.
- Vägverket (2007). Underlag till infrastrukturplaneringen 2010–2019 vägtransportsektorn, del 1. Vad kan åstadkommas vid olika ekonomiska ramar? Publikation 2007:78.
- Åhman M. (2001). Primary energy efficiency of alternative powertrains in vehicles. *Energy* 26, 973–989.
- Åhman M. (2006). Government support and the development of electric vehicles in Japan, *Energy Policy* vol. 34, pp. 433–443.
- Åhman M., Nilsson L.J. (2007). Path dependency and the future of advanced vehicles and biofuels. *Utilities Policy*, in press.
- Åkerman J., Isaksson K., Johansson J., Hedberg J. (2007). Tvågradersmålet i sikte? – Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050. Naturvårdsverket Rapport 5754.
- Åkerman J., Höjer M. (2006). How much transport can the climate stand? – Sweden on a sustainable path in 2050, *Energy Policy*, vol. 34/14 pp. 1944–1957.

BILAGA

Offentlig utfrågning om forskningsöversikten Förnybara drivmedel för minskad klimat- påverkan

Tid: Torsdagen den 14 februari 2008 kl. 09.00–12.00

Plats: Förstakammarsalen

09.00 **Inledning**

Ibrahim Baylan (s), trafikutskottets ordförande

09.05 **Presentation av rapport**

Jonas Åkerman, KTH

Max Åhman, LTH

09.35 **Konflikt mellan biobränsle- och livsmedels-
produktion**

Christina Engfeldt, FAO

Drivmedelsproduktion i ett livscykelperspektiv

Peter Ahlvik, Nätverk Ecotrafic

**Energiutskottet, KVA, ger sina perspektiv på
översikten**

Harry Frank, KVA

10.15 **Paus**

10.35 **Frågor från ledamöterna**

11.55 **Avslutning**

*Jan-Evert Rådström (m), trafikutskottets vice ord-
förande*

Stenografisk utskrift från trafikutskottets offentliga utfrågning den 14 februari 2008 om forskningsöversikten *Förnybara drivmedel för minskad klimatpåverkan*

Ordförande under utfrågningen var Ibrahim Baylan (s). Bilder som visades under utfrågningen återfinns i bilagor.

Ordföranden: Hjärtligt välkomna till denna utfrågning som anordnas av riksdagens trafikutskott. Utfrågningen handlar om en forskningsöversikt över förnybara drivmedel. I dag vet vi kanske mer än vi någonsin tidigare vetat om den miljöpåverkan och den miljöförstörelse som människan ägnat sig åt, kanske som allra mest under de senaste hundra åren. Vi har nu kommit till insikten att det inte går att fortsätta så här. Om vi vill kan vi lämna över en bättre värld till våra barn och barnbarn genom att inte fortsätta att leva som vi nu gör och som vi har gjort under de senaste hundra åren.

Den här insikten får inte bara handla om att vi nu paralyserat konstaterar att vi är mitt uppe i en kris, utan den måste också handla om att nu vidta åtgärder för att vända på krisen så att den negativa miljöpåverkan som vårt leverne har fört med sig blir så minimal som möjligt. Det är lätt hänt att det ibland blir en diskussion mellan länder och regeringar om att någon annan ska göra det. Inte minst i den amerikanska presidentkampanjen kan man nu se att det finns kandidater som säger: Ja, ja, vi är väl tvungna att göra något. Men först måste andra länder, till exempel Kina och Indien, ta sitt ansvar.

Det är den absolut sämsta av världar om vi hamnar i en situation där länder och regeringar pekar finger åt varandra, och där var och en väntar ut den andre. Någonstans blir det en nationernas "hela havet stormar". Tvärtom måste vi i den industrialiserade världen, i västvärlden, som kanske allra mest bidragit till detta ta ett extra ansvar – det tror jag – och det måste vi göra av egentligen två skäl.

Det ena skälet är rationellt: De länder som går före och visar att det går att leva på ett annat sätt, att det går att leva ett gott liv i moderna välfärdssamhällen och då förenligt med en god miljö vi kan naturligtvis ha stor nytta av detta i form av teknikutveckling, forskning och kunskap som vi också går att exportera och som kan bli en viktig del av den sysselsättningsstrategi som vi har för framtiden.

Det andra skälet är naturligtvis känslomässigt och moraliskt: Om inte vi som ändå har råd, som har resurserna och möjligheterna och som sitter på kunskapen och – för att tala klarspråk – pengarna för att kunna göra något, om inte vi är beredda att ta steget, vilken rätt har vi då att kräva det av andra? Ska vi som har känt på friheten att kunna färdas med moderna transportmedel och friheten att äga en bil säga till dem som fortfarande kanske använder djur, kanske till och med en åsna, som transportmedel att de ska fortsätta med åsnan och inte göra som vi har gjort – detta samtidigt som vi själva tänker

fortsätta på precis samma sätt? Det är naturligtvis inte rimligt och givetvis inte heller något som de kommer att acceptera.

Sverige har under de senaste hundra åren visat vad man med gemensamma krafter kan göra för att lyfta ett land från djupaste fattigdom – ett land som människor lämnade därför att det inte fanns något hopp om ett bättre liv där – till att vara ett av världens i dag modernaste och bästa länder att leva i, ett land dit människor vill komma för att leva där, därför att man kan leva ett gott liv i det landet.

Vi har visat att vi med gemensamma ansträngningar kan om vi bara vill, och vi kan göra det igen. Ibland har vi en förmåga att underskatta oss själva, en förmåga att med Jante på axeln säga: Inte ska vi; vi är så få. Men vi kan! Sverige kan och vi svenskar kan om vi bara vill.

Det är mot den bakgrunden som man också får se den här forskningsöversikten. Vi från trafikutskottet vill gärna veta och skaffa oss en bättre kunskapsbas om hur det ser ut när det gäller förnybara drivmedel och vad som finns som ett underlag för framtida beslut. Mot den bakgrunden har vi beställt den här forskningsöversikten.

Jag ser fram emot utfrågningen här och är väldigt glad över att så många har kommit hit. Det visar hur viktiga man i dag anser att klimat- och miljöfrågorna är. Det är oerhört glädjande.

Vi har ett digert program framför oss. Först får vi en presentation av rapporten. Därefter får vi en viss opposition så att säga. Sedan blir det en paus. Efter pausen har utskottets ledamöter möjlighet att ställa frågor och komma med synpunkter. Trafikutskottets vice ordförande avslutar hearingen.

Utan några större krusiduller sätter vi nu i gång med att de som har gjort rapporten får presentera den, nämligen Jonas Åkerman från KTH och Max Åhman från LTH. Hjärtligt välkomna!

Jonas Åkerman, KTH: Tack för det! Du sade att det känns som att det är en väldigt aktiv debatt kring det här ämnet. Ett problem när man skriver en så förhållandevis begränsad rapport som den vi gjort är att det hela tiden, varje vecka, kommer nya rön. Därför blir det svårt att avsluta rapporten; vi får se om det går efter utfrågningen här.

Jag kommer från avdelningen för miljöstrategisk analys på KTH och ska tillsammans med Max Åhman från Lunds universitet presentera vår rapport om förnybara drivmedel för en minskad klimatpåverkan. Grovt sett kan man säga att det är två huvudfrågeställningar som berörs.

Den första frågeställningen handlar om vilken potential som förnybara drivmedel sammantaget har för att bidra till samhällets klimatmål. Vi utgår framför allt från 2-gradersmålet. De flesta av er känner antagligen till det – att jordens medeltemperatur inte ska öka med mer än 2 grader. Det är ett mål som EU och Sverige har satt upp och som förstås bara kan lösas globalt. Men olika delar kan bidra där.

Den andra frågeställningen som vi har tittat på gäller mer specifikt vilka drivmedel och vilka sätt att producera de drivmedlen som miljömässigt, resursmässigt och ekonomiskt är acceptabla framöver.

Sist kommer vi att presentera ett antal slutsatser från rapporten. I själva utfrågningen här kommer vi väl mer in på detaljerna.

Potentialen för förnybara drivmedel och deras möjligheter att minska klimatpåverkan är genuint osäker. Det beror på en massa faktorer, bland annat den tekniska utveckling av drivmedelsproduktion som hela tiden pågår. Den framtida efterfrågan på energi både i Sverige och globalt påverkar också samt hur efterfrågan är fördelad mellan olika sektorer. Industri, bebyggelse och transporter påverkar alltså.

Vidare gäller det den framtida tillgången på bioenergi globalt och i Sverige. Globalt finns det stora osäkerheter, bland annat beroende på att det finns potentiella konflikter med matproduktionen. De globala kostvanorna framöver kommer till stor del att påverka hur mycket bioenergi som kan produceras. Framför allt handlar det om hur stor köttkonsumtionen är. Att producera kött kräver betydligt mer markyta än vad produktion av vegetabilisk föda kräver.

Produktionsutvecklingen inom jordbruket påverkar givetvis. Vidare har vi dels behovet av att behålla naturmark för produktion av ekosystemtjänster, dels den framtida totala tillgången på bioproduktiv mark och, framför allt, på vattenresurser – delvis beroende på klimatförändringar som vi inte kan påverka.

Med förnybara drivmedel när det gäller den framtida tillgången på övrig förnybar energi – vind, sol, vatten och vågenergi – menar vi inte bara sådant som görs av biomassa utan även sådant som kommer från förnybar el.

Sist men inte minst har vi klimatnyttan av förnybar energi i ett livscykelperspektiv. Ofta antas det att förnybar energi är klimatneutral. Men i praktiken är det sällan så, utan den kan ha en mer eller mindre god klimateffekt. I vissa enstaka fall kan effekten till och med vara negativ.

Just på grund av den stora osäkerheten om potentialen har vi tittat på olika möjliga omvärldsutvecklingar. Vi har använt fem olika scenarier. Det gäller då hela svenska energi- och transportsystemet, alltså inte bara transporter, till år 2050. De är kompatibla med 2-gradersmålet och löser det under olika omvärldsutvecklingar.

Det finns två huvuddimensioner i de här scenarierna. Den ena handlar om beteendemönster som påverkar vilka energitjänster som efterfrågas i form av varor, transporter, boyta och så vidare. Den andra handlar om energitillförsel. Vi har utgått från det globala perspektivet bland annat därför att energimarknader till stor del är globala. Tillförselsscenierna gäller hela energimixen. Men framför allt är det bioenergin som är osäker. Vi har därför antagit en låg nivå på 25 PWh globalt – ungefär dubbelt så mycket som vi i dag använder – och en högre nivå på 80 PWh. För Sveriges del har vi antagit två olika scenarier kopplade till dessa. Vi har 150 TWh biomassa i det lägre scenariot och 200 TWh i det högre, jämfört med ungefär 110 TWh i dag.

Sedan har vi transportsektorns utsläpp av växthusgaser i dag. Det gäller svenska utsläpp. Totalt står transportsektorn för mer än 40 % av Sveriges totala utsläpp. Här har vi räknat in Sveriges andel av utrikes flyg och utrikes sjöfart.

Sett till de olika transportslagens andel är personbilarna det transportslag som enskilt bidrar med mest utsläpp. Men man kan också konstatera att 60 % av utsläppen kommer från andra transportslag. De transportslag vilkas utsläpp ökar snabbast är flyget.

För att nå 2-gradersmålet globalt sett behöver man – det tyder det senaste årets forskning på – komma ned till utsläppsnivåer på lite drygt 1 ton koldioxidequivallenter per capita. I dag handlar det globalt sett om ungefär 5,5 ton per capita. I Sverige ligger vi på 8,6 ton per capita. USA ligger på ungefär 20 ton per capita.

Man kan diskutera om Sverige ska komma ned på samma nivå som det globala snittet. Det finns argument både för att Sverige ska ligga lägre och för att Sverige ska ligga högre. I den här studien har vi valt att lägga det på samma nivå. Med samma nivå här behöver de svenska utsläppen minska med 85 %. Om Sverige fortsatt skulle ligga lika mycket över som i dag skulle utsläppen behöva minska med 77 %. Det skulle alltså fortfarande vara fråga om en ganska betydande minskning. Det man här räknar med är alltså 85 %.

Sedan har vi energianvändningen i de fem olika scenarierna för den svenska transportsektorn – uppdelat på fossila bränslen, biobränsle och el. I dag har vi till helt övervägande del fossila bränslen i systemet.

I alla de här scenarierna har den totala energianvändningen i transportsektorn kraftigt minskat, vilket är en effekt av två faktorer. Dels har vi en mycket effektivare fordonsteknik, till exempel bilar som i genomsnitt drar mindre än 0,3 liter per mil. Dels har man lyckats bryta ökningen av vägtransporter och flygresande bland annat genom kollektivtrafiken och användningen av IT.

Beträffande energianvändningen är det fortfarande ganska mycket fossil energi. Det beror på att transportsektorn antagligen är den sektor där de fossila bränslena längst kommer att vara kvar. Det är helt enkelt effektivast att ha kvar dem där. Det är bättre att i första hand använda biobränslen i andra sektorer. Det gör att utsläppen i transportsektorn minskar med mindre än de 85 % som är ett genomsnitt för samhället.

Biobränslen står i de här scenarierna för ungefär 0–50 % av energianvändningen vid transporter. I det första scenariot klarar man sig utan några biobränslen alls i transportsektorn. Ändå når man samhällets mål om en minskning med 85 %. I de andra scenarierna används 20–50 % biobränslen.

I de här scenarierna kan man se att elanvändningen kraftigt har ökat. Det beror på två saker: på en kraftigt ökad andel för spårtransporter – både lokal och långväga kollektivtrafik – och på att vi har antagit en betydande elanvändning inom vägsektorn, framför allt genom plug-in-hybrider.

Generellt är verkningsgraden betydligt bättre om biomassan används i industrins processvärme och för kombinerad el- och värmeproduktion i kraftvärmeverk. Där ligger man på ungefär 90 %.

Med andra generationens drivmedel, som inte finns kommersiellt i dag men som man ser framför sig, kan man nå en verkningsgrad på 50–60 %, kanske 65 % om svartlut används.

El är, som sagt, en viktig komponent här. När det gäller spårtransporter är det kanske lite enklare, för där har man redan tekniken. Plug-in-hybrider är en annan komponent som vi tror har en betydande potential på lång sikt. Dock finns det stora hinder för att uppnå den.

Plug-in-hybrider innebär att man laddar el från nätet och kör utan att slå på förbränningsmotorn. Man har en potential för en väldigt låg energianvändning vid drift. På lång sikt ser vi att kanske uppemot 50 % av allt personbilsresande skulle kunna ske med eldrift. Det kan vara plug-in-hybrider men också rena batterielbilar. Om man framåt år 2050 skulle nå en sådan andel skulle det motsvara en minskning av utsläppen från transportsektorn med 10–25 %. Skälet till att det inte blir mer än så är framför allt att den här tekniken inte kan användas på lastbilar och flyg – de sektorer som i dag ökar snabbast.

Det finns ett antal hinder. Man kan konstatera att ytterligare batteriutveckling krävs. Sannolikt kommer inköpskostnaden att vara hög även på lång sikt. Dagens hybridbilar, till exempel Toyota Prius, är betydligt dyrare än konventionella bilar. Här lägger man på ytterligare batterikapacitet som kostar. Sannolikt ökar också energin för tillverkningen av fordon.

En fråga som ännu inte är löst är den om hur man ska sköta kupéuppvärmningen i det svenska klimatet. Även om det blir varmare här kommer det nog att vara lite kyligt på vintrarna. Antagligen kräver det ytterligare någon energikälla som minskar energifördelen med plug-in-hybrider och kanske bidrar till mer kostnader.

När det gäller klimatnyttan beror det mycket på vilken elmix man har. Om man har en svensk elmix utan mycket koldioxid eller om man har en europeisk elmix spelar stor roll.

Med detta lämnar jag ordet till Max.

Max Åhman, LTH: Jag vet inte om ni tydligt hann uppfatta det, men i de här framtidsbilderna kan man komma fram till olika andelar av hur mycket biodrivmedel och även hur mycket el som ska användas i transportsektorn. I de framtidsbilder som presenteras i rapporten om 2-gradersmålet är det fråga om allt från 0 % till uppemot 40 % förnybara drivmedel i transportsektorn.

Vilka drivmedel ska vi då titta på? Ja, vi har i princip tre olika kriterier. Det första kriteriet är att drivmedlen ska ha en klimatnytta sett i ett livscykelperspektiv. Det andra kriteriet är att framför allt biodrivmedel ytmässigt, arealmässigt, ska vara effektiva i och med att det redan i dag är, och framför allt med en ökande befolkning kommer att vara, en väldigt stor konkurrens om alla typer av bioproduktiv mark. De biodrivmedel som vi då eventuellt ska ha i transportsektorn måste därför dessutom vara de effektivaste. Det tredje kriteriet är att det hela på ett eller annat vis ska vara ekonomiskt försvarbart.

Vi har en bild över EU:s syn på livscykelutsläpp av växthusgaser. Det här kan göras på många olika sätt. Det är sällan man bara producerar biodrivmedel. När man producerar etanol får man drank. Men det beror också på insatsenergin. Om det är fossilinsatsenergi eller om restprodukter tas från biodrivmedelsproduktionen och används till att producera biodrivmedlet – själva processen – kan man få olika balanser för det här. I medierna har det ibland varit väldigt dåliga exempel och ibland väldigt bra exempel som ställts mot varandra. Man kan göra på många olika sätt. Vårt val har vi gjort delvis därför att stora delar av EU:s bilindustri står bakom det. EU-kommissionen står också hyfsat bakom det. På något vis har det blivit allmänt accepterade fakta.

De flesta biodrivmedel har trots allt en hyfsad klimatnytta, men de skiljer sig åt; det finns en del specifika skiljetecken. Ett är att etanol från vete och etanol från biodiesel, från raps, har en betydligt sämre klimatnytta än vad det vi normalt kallar för andra generationens biodrivmedel har. Andra generationens biodrivmedel är, som vi har definierat dem, i princip biodrivmedel som kommer från vedråvara eller cellulosa, alltså inte från stärkelse eller socker.

Det enda biodrivmedlet här som har en väldigt stark klimatnytta och som också finns på marknaden i dag är etanol från sockerproduktion; produktionen sker framför allt i Brasilien.

Vad ni här får ta del av är ett urval. Biogas kan ha en extremt positiv nytta om den tas till exempel från flytgödsel som annars hade blivit metan – en väldigt stark klimatgas. Skulle man göra biogas av det och ersätta diesel eller bensin i fordonssektorn skulle nyttan vara väldigt stor. Problemet är att den totala potentialen kanske inte är så stor. Men där finns definitivt en potential.

Vi har också valt att jämföra med någonting som inte diskuteras i Sverige, men som diskuteras bland annat i Kina. Ibland har det också poppat upp i USA. Det gäller då att använda kol och göra syntetisk diesel av det. I princip blir det då en fördubbling av utsläppen jämfört med dagens nivå.

Ett annat kriterium är yteffektiviteten. Framför allt har vi tittat på jordbruksmarken eftersom det är där konkurrensen finns. Jordbruksmark är per definition väldigt lokalt beroende. Det beror exakt på vilka förutsättningarna är – vattenförhållanden, klimatförhållanden och så vidare. Vi har här tagit ett exempel från södra Sverige, mina hemtrakter, för att visa ungefär hur beräkningen där i framtiden skulle se ut för olika biodrivmedelsalternativ. Det ljusblå på bilden är bruttoproduktionen av biodrivmedel som man kan få ut. Det mörkblå är det intressanta. Där har den insatsenergi som behövs dragits ifrån.

Med något undantag för betor och biogas kommer samma slutsatser igen som de i livscykelperspektivet. Det är framför allt biodrivmedel från vedråvara, från cellulosa och fleråriga växter, som har den största potentialen och som är yteffektivast. Det är ganska stor skillnad mellan till exempel etanol från vete och salixodling som ger DME, metanol eller biometan.

Ett tredje kriterium som kan sättas upp är ekonomin. Det är egentligen väldigt svårt att säga någonting om den. Däremot vet vi att dagens biodrivmedel i princip, med några få undantag – till exempel Brasilien och sockeretanolen –

behöver någon typ av subvention eller en hög värdering av koldioxiden i form av en skatt.

Framtida biodrivmedel *kan* bli konkurrenskraftiga, men det förutsätter en hel del. Vi vet inte exakt. Det är väldigt mycket av, inte gissningar, men väl kvalificerade bedömningar av hur långt ned man kostnadsförmå kan komma. För att framtida biodrivmedel ska bli konkurrenskraftiga krävs det en övergång till billigare råvaror. I stället för att använda främst spannmål behöver man gå över till att använda vedråvara som generellt sett är billigare. Ibland kan man, i varje fall i introduktionsfasen, få restflöden till en nollkostnad eller till och med till en negativ kostnad.

Det krävs också teknisk utveckling. Vi pratar ibland om andra generationen som vore den redan här. Men det krävs en förgasningsteknik – jag går inte här in på tekniska detaljer. Det är i alla fall ett spår. Enzymatisk hydrolys är också ett spår när det gäller att göra etanol. Men faktum är att den tekniken inte riktigt finns i dag. Den kan komma inom fem eller tio år; vi vet inte riktigt.

I många av de utvärderingar som har gjorts av hur effektiva biodrivmedel kan bli i framtiden har man också antagit en viss marknadsutveckling. Produktion av biodrivmedel är en process med väldigt många steg, alltifrån odla och hela vägen upp till process och distribution. Naturligtvis kan man, om man får i gång en marknad, med goda skäl jämfört med vindkraftsindustrin anta att produktionskostnaden efter ett tag sjunker. Hela tiden lär man sig i alla små led. Det går inte att peka på att exakt den och den uppfinningen har gjort det mycket billigare. I litteraturen brukar man tala om *learning by doing*.

Vi ska inte glömma bort eldriften. Eldriftens ekonomi avgörs framför allt av kostnaden när det gäller fordonet. Elen kommer att kosta vad den kostar. I dag är elen energimässigt konkurrenskraftig – i princip kostar den runt 40–50 öre per kilowattimme – i förhållande till där vi har flytande biodrivmedel. Det beror på fordonen. Kan vi få ned merkostnaden för fordonen kan eldriften bli konkurrenskraftig. Men det är precis samma där, nämligen att vi pratar om fordon som ännu inte finns.

Jag ska nu prata lite grann om den närmaste tiden, om tiden fram till 2020. Vi utgår från 2050, ett ganska långsiktigt perspektiv. Men fram till år 2020 är vi väldigt mycket fastlåsta i utvecklingen inom EU. Ja, om det ska ses som en fastlåsnings eller som en möjlighet kan vara osagt. Men det som händer i Europa kommer helt och hållet att påverka oss. Den 23 januari kom det ett EU-förslag i samband med hela energiförslaget om förnybar energi om att vägtransportsektorn ska vara ansvarig för att introducera att det ska vara 10 % biodrivmedel inom vägsektorn.

Jag ska bara visa på hur det kan slå i Sverige. Det är ett förslag, så det är inte antaget ännu.

Framför allt sätter man ett krav på klimatnytta om minst 35 %. Det föreslår man. Såvitt jag har kunnat bedöma av vilken klimatnytta EU-kommissionen själv anser att olika bränslen har ligger gränsen precis så att europeisk pro-

duktion av både biodiesel och etanol från vete klarar sig. Det är troligtvis ingen slump.

Man ställer även krav på hållbara odlingsmetoder, det vill säga att man inte ska bryta upp naturmark. Vi har debatten om regnskog och annan typ av mark. Man får inte räkna in biodrivmedel som kommer från sådan mark, och det ställer krav på eller kräver förslag på att det ska finnas någon typ av certifieringssystem eller liknande.

Det finns även en formulering där man pratar om att det ska finnas en balans mellan import och export. Detta ska ses i sammanhanget av att Sverige ju uppfyller en väldigt stor del av vår nuvarande kvot av biodrivmedel genom import av brasiliansk etanol. Det finns många länder inom EU som anser att den importen bör slopas och att vi i stället bör använda pengarna till att bygga upp en inhemsk, europeisk industri.

Argumentet mot att bygga upp en europeisk industri är att den brasilianska etanolen naturligtvis har mycket större klimatnytta och är betydligt billigare. Man har i förslaget pratat om att man måste importera. Vi kan inte fylla 10 % biodrivmedel i vår transportsektor genom inhemsk produktion, utan vi måste importera. Vad man menar med balans är troligen att det ska finnas, import men att man fortfarande kommer att ha kvar något slags hinder så att vi ändå skyddar en inhemsk produktion.

Biomassaråvaror som inte konkurrerar med livsmedelsproduktion kan få räknas dubbelt. Det är också deras förslag. Det vill säga andra generationens biogas, som jag förstår det, och andra sådana restflöden. Man vill också höja tillåten låginblandning till 10 % både för bensin och för diesel.

Om man ska sja om detta förslag och vad det får för konsekvenser för Sverige om det går igenom, är det i princip att biogas och etanol, biometan eller metanol från vedråvara, det vill säga andra generationens biobränslen, naturligtvis kommer att vinna på detta, och det är ju positivt. Etanol kommer att kunna fortsätta produceras i Sverige och räknas in i detta.

En sista kommentar är el, givet den ibland optimistiska debatten om plug-in-hybrider och att den kommer. El finns inte med i det här förslaget och räknas alltså inte med.

Nu lämnar jag över till Jonas att dra slutsatserna.

Jonas Åkerman, KTH: Här är några slutsatser från detta: På det övergripande planet kan man säga att om man ska nå 2-gradersmålet är det definitivt nödvändigt med en mycket kraftig teknikeffektivisering och en ökad tillförsel av vad man kan kalla koldioxidneutral energi. Men om detta ska vara möjligt krävs också att man bryter ökningstakten av framför allt vägtransporter och flygresande.

Observera att detta inte behöver betyda en minskning från dagens läge, men man behöver bryta dagens ökningstakt. Beroende på hur man prioriterar mellan olika transportslag och mellan olika samhällssektorer kan man tänka sig en långsammare ökning än i dag, till exempel för flyget, men då behöver

andra sektorer och andra transportslag minska mer. Att bryta dagens tendens är alltså definitivt nödvändigt.

Som vi har konstaterat räcker biodrivmedel bara till en del av transportsektorns behov, och det går inte att säga exakt hur stor del. I de här scenarierna som kan vara indikativa ligger andelen på mellan 0 och 50 %. Men det är väldigt svårt, och man behöver vara medveten om den stora osäkerheten där.

Eldrift har definitivt framtiden för sig som en viktig komponent, både i form av ökad spårtrafik och i plug-in-hybrider. Det kan eventuellt också handla om batterielbilar.

Dagens biodiesel från oljeväxter och etanol från vete och majs är inte långsiktigt hållbara, varken ekonomiskt, resursmässigt eller klimatmässigt.

Framtida biodrivmedel som utgår från vedråvara eller restflöden har mycket låga livscykelutsläpp och en hög yteffektivitet. Man ska dock komma ihåg att även med den tekniken har man en lägre verkningsgrad än om man använder biomassan i andra samhällssektorer.

Väte- och bränsleceller talades det väldigt mycket om i början av 2000-talet. År 2004 skulle det finnas väldigt många bilar på marknaden, men det finns fortfarande inga. Bilbranschen har tonat ned dessa förhoppningar ganska kraftigt, och utvecklingen är osäker. Det kan möjligen ge ett bidrag på lång sikt, men även om man kommersialiserar bränslecellsfordon är det kanske ingen väldigt stor fördel ur klimatsynpunkt. Det kan dock ha en potential under vissa omständigheter.

Där tänkte jag avsluta och tacka!

Ordföranden: Tack så mycket! Jag tycker att vi kan kosta på oss ett lågt utsläpp av koldioxid via en applåd åtminstone!

Jag vill tacka Jonas och Max för presentationen och rapporten. Nu följer tre opponenter, och vi börjar med Christina Engfeldt som kommer från FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation FAO. Hon kommer att prata på just det tema som på senare tid också har blivit aktuellt i medierna: konflikten mellan biobränslen och livsmedelsproduktion. Det har inte minst varit fokuserat på etanolens verkningar, om det är bra eller dåligt.

Varsågod, Christina!

Christina Engfeldt, FAO: Tack så mycket för inbjudan! Jag uppskattar mycket att trafikutskottet anordnar denna utfrågning. Jag vill också uttrycka uppskattning av den forskningsrapport som ligger till grund för utfrågningen. Den är utomordentligt balanserad.

FAO är alltså FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, Food and Agriculture Organisation of the United Nations. Den bildades 1945, en vecka före själva FN, eftersom man insåg att krigsdrabbade länder behövde försörja sina egna befolkningar så fort som möjligt. FAO valde att ingå som FN:s första fackorgan. Mandatet omfattar jordbruk, skogsbruk och fiske inom ramen för en uthållig utveckling, och målet är en värld utan hunger.

[bild 2, s. 114] Här ser ni FAO:s hungerkarta. Den kan ni gå in och aktivera på vår hemsida. 845 miljoner människor är i dag kroniskt undernärda och lider av hunger. Det är den senaste siffran från 2006. Trots att man satt som mål att minska hungern med hälften till 2015 ökar hungern år för år. Det största antalet hungriga finns i Asien. Indien är det enskilda land som har det största antalet hungriga – 212 miljoner. 40 % av befolkningen i Afrika söder om Sahara lider av kronisk undernäring.

Världen producerar i dag tillräckligt mycket mat, men fattigdom, brist på infrastruktur och ägandestrukturer – kvinnor saknar rätt att äga mark eller egendom i många länder och saknar därför även tillgång till krediter – bidrar till den ojämna fördelningen, även om flertalet av de jordbrukande i världen, 80 % i Afrika och 60 % i Asien och Latinamerika, är kvinnor.

Dagens drygt 6 miljarder människor beräknas uppgå till 9 miljarder 2050. Vissa forskare räknar med att detta inte planar ut förrän vid 2100, då vi blir 11–13 miljarder. Ökningen per år är 78,5 miljoner. Detta betyder att vi måste utnyttja de tillgängliga resurserna i form av mark och vatten, det vill säga de resurser som sätter gränser för mänsklig aktivitet, så att även framtida generationer kan använda dem.

Vi saknar inte kunskap och kunskapsunderlag. FN-systemet har tagit initiativ till och genomfört ett större antal studier. Ni känner till exempel till rapporterna från FN:s klimatpanel. Man har också genomfört *The Millenium Eco System Assessment* där även svenska forskare ingått och tittat på ekosystemens roll. FAO har varit huvudansvarigt för en översikt av hur vatten används i jordbruket och hur det kan hanteras bättre. Det är där de stora vinster kan göras, och det är där de stora förlusterna äger rum.

Vi har också en sammanslutning av alla FN-organ som arbetar med vattenfrågor under UN Water där FAO just nu innehar ordförandeskapet.

Vi har även tagit fram en rapport, *Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers*. Det är helt enkelt ett underlag för beslutsfattare som ni själva där man utvärderar bioenergins roll och potential. Hela FN-systemet står bakom.

Dessutom finns en intressant rapport som OECD:s rundabordssamtal från september förra året tog fram: *Biofuels – Is the Cure Worse than the Disease?* Med andra ord: Är medicinen värre än sjukdomen?

I torsdags i förra veckan såg ni säkert att tidskriften Science publicerade två rapporter som fokuserar på de växthusgaser som frigörs när stora landarealer tas i anspråk för odling av biogrödor. Skadorna på naturens ekosystem då betesmark frigörs för odling eller om man hugger ned regnskog eller primärskog bidrar till att växthusgaser släpps ut i atmosfären för lång tid framåt, i många fall för hundratals år framåt. Detta har även rapporterats i svenska medier.

Så hur ser det ut? Ni har kanske lagt märke till att livsmedelspriserna ökar. Priserna på råvaror och livsmedelspriserna går upp. Enligt FAO:s index för livsmedelspriser har priset gått upp med 37 % från 2006 till 2007, december till december. Året innan var uppgången enbart 13 %. Priserna stiger snabbast

på mejerivaror, spannmål och matoljor men även på andra varor, med undantag av socker. Det kan ni också se på bilden här [bild 4, s. 115], *Dairy*, den blå linjen.

Orsaken till dessa prisstegringar är bland annat stigande oljepriser, låga lagernivåer, extrema väderhändelser och ökad efterfrågan på kött och mejeriprodukter, inte minst från Kina och Indien. Kineser äter i dag 50 kilo kött per person och år jämfört med 20 kilo 1980.

Så har vi då efterfrågan från biobränsleindustrin. Efterfrågan på råvara från sockerrör, majs, kassava, oljeväxter, palmolja och annat ökar. USA har fördubblat användningen av majs för biobränsle sedan 2003. Prognosen spår ytterligare en fördubbling, från 55 miljoner ton till 110 miljoner ton till 2016.

I dag är andelen biobränslen av den totala energikonsumtionen försvinnande liten som ni ser här i tabellen [bild 5, s. 116], och effekterna på livsmedelspriserna kommer att bli kännbara när konsumtionen av biobränsle ökar.

Hur påverkar då biobränslet livsmedelsförsörjningen och miljön? Inom EU förutspår FAO en tolvfaldig ökning av vete för biobränsle till 18 miljoner ton år 2016. Det finns också siffror på att det skulle krävas mellan 30 och 72 % av Europas åkermark för att klara en tioprocentig ökning av Europas energi med bioenergi. De grå staplarna [bild 7, s. 117] är den nuvarande andelen av biobränsle, och markeringarna ovanför är uppskattningar av hur mycket mark som krävs för att uppnå en tioprocentig andel. En ökad användning av biobränsle får konsekvenser på många områden när det gäller naturresurser, fattigdomsbekämpning och livsmedelsproduktion.

I dag använder jordbruket 70 % av de tillgängliga resurserna av sötvatten. Omkring 20 % av världens areal är bevattnad, och den bevattnade marken står för 40 % av livsmedelsproduktionen. Här kan vi alltså se att jordbruket har ökat mest när det gäller användning av vatten. Biobränsleproduktionen skulle öka pressen på vattenresurserna. Frågan är då om vattnet räcker både till biobränsleproduktion på spannmål och till matproduktion.

[bild 9, s. 118] Här kan ni se hur mycket vatten som går åt för att producera ett kilo nötkött till exempel – mellan 13 000 och 16 000 liter, medan vete kräver mellan 1 000 och 2 000 liter vatten och potatis bara 160 liter. En liter etanol kräver 5 000 liter vatten.

Det finns fortfarande potentiellt odlingsbar mark som inte har tagits i bruk, men lokalt kommer det att råda brist på mark. Nordafrika och Sydasien är områden som i dag i stort sett har tagit i anspråk hela den befintliga odlingsbara arealen och även tillgängligt vatten.

I dag används 11 % av världens yta till odling. Det motsvarar ca 1,5 miljarder hektar. De kommande 30 åren kommer vi att behöva ta i anspråk ytterligare 120 miljoner hektar, och det motsvarar en ökning på 13 %. Men den ökningen är mindre än den som ägde rum för perioden från 1961–1963 till 1997–1999 då vi tog 172 miljoner hektar i anspråk. Detta är naturligtvis förutsatt att inte bioenergi konkurrerar om den odlingsbara marken. Markresurserna räcker till för att föda världens befolkning även i framtiden men bara om de används för att odla mat.

[bild 10, s. 118] Här visas vilken markyta som man kan använda för att odla direkt respektive den som behöver bevattnas.

Rapporten *Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers* identifierar nödvändiga faktorer som beslutsfattare måste ta hänsyn till och understryker att om inte nya handlingsprogram antas för att skydda hotade markområden, säkra socialt acceptabel markanvändning och styra utvecklingen av bioenergi i hållbar riktning kan miljömässiga och sociala skador i vissa fall upphäva fördelarna.

Förhoppningar finns, som vi hör, att den andra generationens biobränslen ska kunna ersätta dagens biobränslen och öka resurseffektiviteten. Men som bland annat den här OECD-studien som jag tidigare refererade till visar – och de är mycket pessimistiska – ser det inte riktigt ut att bli möjligt ens till 2050. Den forskarstudien, som verkligen är pessimistisk, ifrågasätter de satsningar som i dag görs på utvecklingen av biobränslen. Framför allt ifrågasätter forskarna de kraftiga subventioner som OECD-länderna ger till utvecklingen av biobränslen. De ställer frågan: Vilka vetenskapliga studier ligger till grund för besluten om dessa subventioner?

Som jag sade tidigare ska vi komma ihåg att även hållbart producerade grödor för energiframställning har negativa effekter om de ersätter primärskog. Det resulterar i stora kolutsläpp från jordens och skogens biomassa. Detta tar även Science-forskarna fram.

Bioenergi ger som vi ser både växande möjligheter och växande bekymmer. Rapporten tar fram de många fördelar som bioenergi erbjuder när det gäller minskad fattigdom, tillgång till energi, landsbygdsutveckling och infrastruktur på landsbygden, inte minst om man använder bioenergi för uppvärmning och som källa för att laga mat i fattiga landsbygdsområden. Det finns alltså både fördelar och nackdelar.

Rapporten varnar för att bioenergiproduktion kan hota tillgången till ett tillräckligt utbud av livsmedel då mark, vatten och andra resurser omfördelas från matproduktion. Tillgången till mat äventyras också av att en ökad efterfrågan av biobränslen höjer priserna på basvaror och därigenom driver fattiga och hungrande mot större fattigdom. Vissa matvaror kommer inte att säljas billigare än biobränslet. De människor som riskerar att drabbas hårdast är naturligtvis de marklösa fattiga och de fattiga i städerna. De får inte ökade inkomster på grund av bättre priser på marknaden utan känner bara av de knappa resurser som står till förfogande för dem.

Å andra sidan, säger rapporten, erbjuder marknaden för biobränslen nya och snabbt växande möjligheter för jordbruksproducenter. Modern bioenergi, säger rapporten, kan göra bredare och billigare energitjänster tillgängliga för avlägsna landsbygdsområden och därmed också främja en ökad produktivitet i jordbruket och andra sektorer som ger positiva effekter på tillgången till mat.

FAO:s generaldirektör Jacques Diouf framhåller att huvudfrågan är om bioenergi i första hand ska gagna världens fattiga eller de redan välbeställda. Med andra ord: Ska vi prioritera att dagens drygt 800 miljoner bilar rullar på

biobränsle i stället för att satsa på att utveckla nya metoder att utvinna värme och elektricitet från bioenergi till de 1,6 miljarder människor som lever utan tillgång till elektricitet eller de 2,4 miljarder människor som saknar trygga energikällor för värme och matlagning?

[bild 14, s. 120] Här kan ni se ett diagram på olika biobränslen som varierar i kostnadseffektivitet. Biobränslet som produceras på spannmål i Europa, den bruna linjen, är som vi ser inte särskilt kostnadseffektivt eller miljömässigt hållbart.

För att vidga och fördjupa kunskapen utöver de rapporter som har tagits fram anordnar FAO i juni i år en högnivåkonferens om tryggad tillgång till mat och de utmaningar som klimatförändringar och satsningar på bioenergi innebär. Där kommer man att diskutera frågorna om möjligheterna att använda bioenergiteknik i syfte att mildra klimatförändringarna samtidigt som tekniken kommer de fattiga till del. Frågan är: Vill vi missa chansen att göra en bestående insats för världens fattiga och hungriga?

Ordföranden: Tack, Christina! Det var väldigt intressant, inte minst det här med vattenåtgången som vi ju ofta inte tänker på i vårt land med så oerhört mycket vatten runt omkring oss och en god tillgång på sötvatten.

Nästa talare är Peter Ahlvik från Nätverk Ecotraffic.

Peter Ahlvik, Nätverk Ecotraffic: Jag kommer att försöka peka på skärmen lite då och då. Det underlättar presentationen lite grann om ni är med på det. En del av bilderna kommer att flasha förbi ganska snabbt, så där är det bara huvudpoängen som ska fram.

Ni har kanske hört talas om *peak oil*, det vill säga att oljan kommer att ta slut så småningom. Sätter man in tidsskalan i ett lite mer bibliskt perspektiv, det vill säga 2 000 år, ser man att denna *peak* blir väldigt spetsig, mer eller mindre en spik. Vi började med häst och vagn en gång i tiden. Sedan har vi varit på väg i uppförsbacke, och nu är det tyvärr snart dags för nedförsbacken. När det gäller frågan om man ska göra el eller bränsle av biomassan är det tyvärr så att gör vi ingenting så får vi fortsätta med häst och vagn igen.

Vagnen ser nästan ut som en 1800-talsversion av likbilen, såg jag när jag lade in den, och det kan tyvärr bli lite av en självuppfyllande profetia, eftersom konflikter kan uppstå när oljan tar slut. Någonting måste vi alltså göra. Vi måste ha biodrivmedel, inte bara gör el av biomassan.

Min poäng är egentligen att om vi ska uppfylla 2010 års krav så kommer vi i dag eller kanske så småningom att satsa 2 miljarder kronor på en skattebefrielse på första generationens biodrivmedel, medan vi satsar i storleksordningen 50 miljoner kronor på andra generationens drivmedel. Åtminstone hamnade det där för några år sedan när jag försökte räkna på det. Man kan fundera över om den relationen är rimlig.

Lite kort om underlagsmaterial och så vidare: För några år sedan presenterade fyra myndigheter en strategi för hur man skulle utveckla biodrivmedlen i

framtiden. Man plockade bland annat fram andra generationens drivmedel, speciellt förgasningsvägen, vilket man då forskade ganska lite på.

Den andra rapporten, Concawe kan vi kalla den för enkelhetens skull, har forskarna också gått igenom. Det är kanske den bästa *well-to-wheel*-studien som finns tillgänglig i dag. Visionen är för 2030, och vi ser samma sak där, det vill säga en fokusering på andra generationens biodrivmedel. Det ni inte har nämnt är att det pågår ett arbete i EU som man kallar för teknikplattformen för biodrivmedel. Jag antar att rapporten som kom i januari inte fanns när ni skrev detta, men jobbet har i alla fall pågått i ett och ett halvt år, och bland annat Sverige och Energimyndigheten var med och initierade det. Det kommer att fortsätta i ett och ett halvt år till och kan vara intressant att följa.

I frågan om el eller drivmedel skulle jag vilja säga att det kanske egentligen inte är någon konflikt. Kanske ska vi ha både–och. [bild 5, s. 124] Det här exemplet ska försöka illustrera detta. Om vi producerar exempelvis drivmedel från svartlut måste vi ersätta svartluten med biomassa, beroende på drivmedel. Jag har valt DME som exempel, alltså syntetisk diesel – Fischer-Tropsch. Men vi kommer också att behöva en massa el för att driva dessa processer. Faktum är att det går åt mer biomassa till att göra el än till att göra drivmedel. Förhållandena är 1:1,6 respektive 1:4. Alltså är det kanske en fråga om både–och och inte antingen–eller.

Det är intressant att ni har plockat fram att om man nu skulle göra el från biomassa kanske man i stället kan peta in det i plug-in-hybrider. Det är något som exempelvis Biofuels, teknikplattformen, inte har beaktat. Man har sett det som en nisch. Jag tror att det kan vara intressant att undersöka i framtiden.

Jag har plockat fram ett exempel på ett diagram från er rapport. Det visar lite grann på svårigheten i att jämföra verkningsgraden mellan olika alternativ. Det är alltså olika råvaruresurser etcetera. Jag är lite skeptisk till det här, eftersom exempelvis kärnkraft kanske har 30 procents verkningsgrad, men stapeln här ligger på 60 %. Jag skulle nästan vilja säga att detta blir lite av en jämförelse mellan päron och äpplen. I stället skulle man kanske titta på hur mycket CO₂ man kan minska och kanske också på minskningens kostnadseffektivitet. Jag har faktiskt svårt att förstå de här jämförelserna.

[bild 7, s. 125] När det gäller livscykelanalys är detta bara ett exempel på hur en kedja kan se ut. Den består av väldigt många steg. Det finns många resultat från Concawe-rapporten. Det vi har plockat fram var ett exempel, inte någon *well-to-wheel*, utan gällde bara produktionen.

[bild 9, s. 126] Det kan möjligtvis bli lite missvisande resultat, så jag har satt en liten brasklapp. Det här är återigen ett exempel från Concawe-studien, och min enda poäng här är att man ska titta på flera saker. Man ska titta på energieffektiviteten, hur mycket man använder, och man ska även titta på CO₂-emissionerna. Vi kan se att om man använder väldigt mycket biomassa i processerna på ett effektivt sätt så kan vi komma ned till väldigt låga nivåer av CO₂. Vi kan inte riktigt nå samma energieffektivitet som för dagens bensin och diesel, men åtminstone ett av exemplen här kan komma väldigt nära. Det behöver alltså inte vara dålig effektivitet.

[bild 10, s. 126] Det här är en tabell från er rapport. Tyvärr är den baserad på ett ganska gammalt underlag. Jag tycker att Concawe-rapporten har ett bättre underlag. Det som i alla fall är intressant är att ni har tagit med distributionskostnader, och det är något som man ofta brukar glömma bort i de här sammanhangen. Man tittar på vad det kostar att producera drivmedlet men inte vad det kostar att distribuera det.

Jag skulle också vilja påstå att distributionskostnaden för väte från trädråvara och så vidare nog är i minsta laget. Det är väldigt optimistiskt.

En annan sak som jag noterar här är att vi fick det lägsta priset på etanol. Det kanske inte stämmer med alla andra studier.

Det här var ett exempel från Concawe-studien. Jag ska inte gå igenom alla här. Jag konstaterar bara att de drivmedel som görs från svartlut ligger ganska bra till. De flesta andra ligger på nästan samma nivå i den här studien, biogas lite högre.

Det som är intressant är inte bara produktion utan när man tar med distribution och hela fordonet. Poängen med den bilden är att visa att nu får vi plötsligt mycket större spridning. Nu kan vi alltså se större skillnad mellan alternativen. Det motiverar att man tittar på det här ur ett livscykelperspektiv.

Det värsta man kan distribuera är väl vätgas. I det här exemplet är det som man distribuerar vätgas i dag. Om man kör 50 mil med en långtradare har man förbrukat lika mycket bränsle i lastbilen som man har i tanken. Då har man inte transporterat något egentligen.

Vi har exempel från Concawe-studien. Det finns en massa andra saker som man kan titta på som är intressanta, exempelvis kostnaden för CO₂ jämfört med hur mycket CO₂ man reducerar. Jag ska inte gå igenom några punkter här. Det här saknar jag lite grann i er studie också.

Jag har tjuvat flera gånger om kostnaden för fordon. Det här är en sammanställning som Volkswagen har gjort. När vi tittar på merkostnaden på x-axeln, hur mycket vi reducerar CO₂ och vilka potentialer vi har med konventionell teknik, ser vi att hybrider generellt är väldigt dyra. Det märker man när man går till en bilhandlare och tittar. Om man ska gå ännu längre till plug-in-hybrider får de inte plats på skalan här ens. Här är problemet batterikostnaden.

Jag har nu gått igenom en del detaljer. Egentligen är det kanske inte så mycket i vår uppfattning som skiljer sig åt. Jag måste försöka plocka fram något i alla fall där vi har olika syn på det hela.

Frågan är om vi ska satsa på andra generationens drivmedel eller inte. Det pågår ett bygge redan på det området, Choren i Tyskland. Där håller man på att slå in de sista spikarna för en pilotanläggning. Jag plockar två citat ur rapporten där ni i princip pratar om 2020, att man kanske inte behöver ta beslut förrän 2020. Jag är rädd för att om man har den pessimismen kommer det inte att bli något med andra generationens drivmedel i Sverige. Risken är att vi missar det här tåget på samma sätt som med exempelvis vindkraften.

Det här får inte bli någon självuppfyllande profetia. Det får inte bli så att man försöker ungefär som Don Quijote att bekämpa vindkraften. Jag tycker nog att vi ska försöka titta lite mer på andra generationen.

Ordföranden: Det är naturligtvis intressant att se att även om vi inte hade klimathotet står vi inför att oljan kommer att ta slut. Vi har lyckats väldigt väl med att bli fria från olja i bostadssektorn, så nog kan man vara optimistisk om vi bara har viljan att vi också kan bli oljefria inom transportsektorn inom en inte alltför omöjlig framtid.

Harry Frank, KVA: Det har blivit så mycket pessimism här, så jag har blivit orolig. Ni känner väl Al Gore? Om han hade stått här skulle han ha sagt: El går an. Så jag kommer nu att berätta lite grann om vår framtid. För att klara av det måste man först läsa vår rapport som inte är med i den här utredningen. Men den finns framlagd här. Kungliga Vetenskapsakademien har också brottats med det här och lagt fram en rapport om biobränsle nu och i framtiden. Jag kommer in på det. Vi har också haft förmånen att få ge remissvar till Oljekommissionen när vi skulle ha oljefritt 2020. Det var ambitiöst. Men det är möjligt att vi kan nå hälften.

Om man ska prata om energitillförsel ska man alltid visa en stor bild, men jag ska inte skrämma er och gå igenom den. Det här är Sveriges energiproduktion där man ser tillförseln, tre energibärare, el, värme och transport i form av drivmedel. Sedan går den till industri, bostäder, service och transporter. Men vi ska inte diskutera hela Sverige även om rapporten har med det. Vi ska diskutera vad vi gör åt transportsektorn, eftersom det är trafikutskottet som sitter här och inte något annat utskott. Så låt oss titta på det. Vi ser även förluster och allt.

Ni ska lägga märke till en sak. Lägg märke till det svarta. Det är det som är koldioxidutsläppen. Ni får en snabb bild av hur det ser ut. Man behöver inte ta fram tal. Med ögat får man reda på var problemet ligger. Det handlar om att ta bort det fossila. Ni ser att er sektor är svart. Jag beklagar. Låt oss se vad vi kan göra åt den.

Lägg också märke till den bransch jag tillhör och har kommit från, elen. Vi har el 95 i våra ledningar. Klimatvänlig el har vi. Vi tankar eller använder el. Det kommer snart att bli el 100.

Det är det ni ska titta på. Det är det här vi ska diskutera. Ni ser en liten plutt där uppe. Det går åt 3 TWh el. Vad är det för något? Jo, det är våra järnvägar. Men så lite för så mycket! Vad mycket! Det är järnvägar överallt. Kommer ni ihåg på 1900-talet? Då levde ni inte. Jag levde inte heller. Då pratade man om att man skulle börja importera svart kol för att köra ånglok. Sedan var det någon som hette Arrhenius som debatterade det vita kolet. Vi gick till el och började transportera på järnväg. Tänk om EU hade funnits då! Då hade de tvingat oss att importera det svarta kolet från England. Tänk på det! Vi var smarta nog och gjorde det.

Till vår rapport. Det tog mig och några till ett år för att över huvud taget veta hur mycket biobränsle vi har i Sverige och hur mycket vi importerar. Statistiska Centralbyrån gick bet efter en månad och beklagade. Men vi har försökt att få en bild. Det är ungefär 112 TWh. Inom parentes är det vad vi bedömer 2020. Lagg märke till vad vi använder biobränslet till: Värme, el, lite importerat biobränsle, och så är det förluster i omvandlingarna. Lagg också märke till att vår bedömning är att det är en marginell ökning av biobränsle. Vi vet inte om det är 6 i import eller egen produktion. Men det är mycket marginellt. Det finns i vår rapport. Ni kan läsa hur vi har kommit fram till detta.

Många tycker att vi har tagit till mycket avfall, men om man läser i tidningen ser man att det blir mycket köttberg. Så det är möjligt att vi den vägen ändå får ett stort avfall, även om jag beklagar att det är avfallet vi ska leva på. Avfallet löser inte problemet hur mycket biogas vi än får från det. Vi får nog ha flera Uppdrag granskning om vi ska klara av det.

Det här, kära vänner är trösten: Tänk er, ni som har åkt bil hit med en bil som har 20 procents verkningsgrad! Skulle ni inte skämmas? Jag skulle skämmas. Ser ni hur mycket det går åt med dagens fossila? Tänk er att få ersätta en förbränningsmotor med en elmotor och sedan köra så långt man kan! Då når man det här. Det är räknat på Sverige, där 70 % av våra bilar går som elpluginbilar. Man kör 70 % och 30 % med biobränsle eller annat. Vilken fantastisk verkningsgrad! 50 TWh olja/bensin, 10 och 10. Kom ihåg att vi pratar om 2050! Någon sade att det inte finns några batterier. Kom ihåg att vi pratar om 2050! Säg ni en telefon på 70-talet? Jag hade inte fått in den här. I dag har jag den i fickan, och det är bara 20 år. Tekniken går fort. Batterierna kommer och finns redan. Och tankställena finns.

Så här kan det se ut. Ser ni vad vackert! Elen trycker bort det fossila. 12 TWh har tryckt bort 61 TWh import av fossila. Sedan har jag ökat biobränslet något. Man behöver inte det. Ni ser att järnvägen har ökat marginellt. Vi kommer att åka lite mer tåg, spårbundet. Sedan har jag lagt personbilar, kombination el och bio. Men nu kommer Let's dance. Det blev ingen tia på det här. Lastbilarna som kör mellan Göteborg och Stockholm, var ska de köra? De ska stå på järnvägen. Vi måste öka järnvägen med långa transporter. Kom ihåg att det är 2050 vi pratar om, inte 2020. Det är inte säkert vi har hunnit bygga och förstärka järnvägen. Så det finns en möjlighet. Men den här bilden visar det positiva vi kan göra redan i dag när vi når 2050: mera el, mindre import av det fossila.

Nu till vad vi är överens och inte överens om när det gäller rapporten. Det är två saker. Jag tycker att man ägnar sig för lite åt den klimatneutrala elen. Man plockar bort kärnkraften vilket jag inte vet om de hade med uppgiften att göra. Däremot är vi överens om att etanol för vete inte håller, att det är begränsad tillgång. Andra generationen ser lovande ut. Vi har inte sett resultatet. Elpluginbilar kommer, bioenergi i första hand till el och värme. Bioenergens storlek bedömer vi mycket högt räknad. Om man kommer upp till 150 är det högt. Sedan ser ni biobränslets storlek, osäker prognos, och vätgasen tveksam.

Tabell 3.2 tycker jag inte om. Det har inte med trafikutskottets rapport att göra. Man ska i stort sett halvera Sveriges energiförbrukning. Vi ska i stort sett inte kunna vara här ens. Det är för långt gånget i den rapporten. Ta bort det! Däremot behövs mer klimatneutral el i transportsektorn, och man borde ha tryckt på mer på järnvägstransporter i rapporten. Igen: Det var 2050 vi pratar om i rapporten, inte 2020 eller 2030. Det är lång tid till 2050. Man hinner vidta åtgärder.

Elen har framtiden. Elen kommer att hjälpa till med klimatet. Elen kommer att hjälpa till med välfärden. Elen kommer att stå för framtiden – om man kan producera den klimatneutral. Det har Sverige förutsättningar för och resten av Europa längre fram.

Ordföranden: Det är glädjande att höra en så optimistisk föreläsare. Vi tänkte ta en paus på 20 minuter. Därefter har utskottets ledamöter möjlighet att ställa frågor.

Paus

Ordföranden: Innan vi startar frågerundan vill jag å allas våra vägnar tacka alla föreläsare för väldigt intressanta föreläsningar och synpunkter. Nu ska vi partivis ställa frågor. Jag skulle gärna vilja att ledamöterna ställer korta, koncisa frågor.

Christina Axelsson (s): Det är många frågetecken som man får när man lyssnar till föredragningen av rapporten. Jag skulle vilja fråga rörande detta med tunga fordon, lastbilar, där trafiken ökar. Jag var i går på ett möte där man redovisade att personbilarna minskar sina utsläpp totalt sett medan den tunga trafikens utsläpp ökar. Jag skulle vilja fråga Svenska Biogasföreningen: Går det inte att använda biogas för att driva den tunga trafiken och på så sätt på kort sikt få till stånd en minskning av utsläppen från den tunga trafiken?

Erica Ullberg, Svenska Biogasföreningen: I rapporten saknar vi just frågan om den tunga trafiken och det som vi kallar dual fuel. I den sista föredragningen före pausen såg vi också att det är där de fossila bränslena kvarstår. Det är kanske en av de svåraste utmaningarna.

I Storbritannien har man satsat på detta med stor framgång, och vi ser stora möjligheter för Sverige. Det handlar då om flytande biogas för tung trafik, liquified biogas, som har mycket lång räckvidd. Det skulle man kunna blanda i dieselmotorer och ha kanske 25 tankställen över hela Sverige. Det är en infrastruktur som gott och väl skulle täcka lastbilsbehovet.

Även sjöfarten har stora klimatutmaningar framför sig. Där ser vi också en möjlighet att satsa på kombination av gas i dieselmotorer. Det har en hög

verkningsgrad, och man kan ersätta 80 eller nästan 90 % av dieselförbrukningen när man använder metoden dual fuel.

Per Lodenius (c): Jag har en fråga till Kjell Andersson från Svenska bioenergiföreningen och Alarik Sandrup från LRF. Det har under senare tid och också här i dag förts fram att det kan finnas en konflikt mellan bioenergiproduktion och livsmedelsproduktion. Samtidigt talar man om nästa generation biobränsle och dess utvecklingspotential. Min fråga är: Hur ser Svebio och LRF på diskussionen om biobränsle kontra livsmedelsproduktion? Delar ni uppskattningarna av bioenergins potential sådana de har beskrivits i rapporten?

Alarik Sandrup, LRF: LRF:s och den internationella bonderörelsens, IFAP:s, uppfattning – IFAP representerar 600 miljoner bondefamiljer runt om i världen, det kan röra sig om 2–3 miljoner människor – är att det finns stora möjligheter i bioenergi och biodrivmedelsproduktion. Det kan bidra till att fattiga länder får möjlighet att komma ut på världsmarknaden och exportera produkter.

Det finns givetvis problem med dem som inte är kopplade till jordbruks ekonomin, fattiga i de urbana områdena och så vidare, men vi tror ändå att jordbruksbaserade länders ekonomier på lång sikt i huvudsak gynnas av detta. Det leder till att också de fattiga i förstäderna får det bättre.

Jag känner att det underliggande diskussionsklimatet här är extremt problemfokuserat. Man ser problem hela tiden. Vi måste förmå oss att tro på oss själva och vara lösningsorienterade i stället. Annars kommer vi att köra fast här och inte våga ta några beslut.

När det gäller den teknik som finns i dag, den första generationens teknik, vill jag säga att utan barn blir det inga barnbarn. Jobbar vi inte med den teknik som finns kommer det inte att utvecklas någon andra generation.

Jag vill kommentera några av de siffror som har tagits upp i dag. I den anläggning som i dag finns och byggs i Norrköping har man ett energiutbyte på 1 till 5, det vill säga en enhet in, fem ut. Tittar man bara på etanolen är utbytet lägre, men ser man på den biproduktion av foder och kraftvärme som finns har man faktiskt betydligt bättre siffror än de som har visats här. Man måste se till helheten.

Kjell Andersson, Svebio: Jag vill bara kommentera potentialsiffrorna och framför allt Vetenskapsakademien, som tycker att man tar till bra när man räknar med 150 terawattimmar bioenergi. Detta används i rapporten som ett lågalternativ.

Vi har i dag ungefär 120 TWh bioenergi i vårt energisystem. Vi har haft en tillväxt på 4–5 TWh om året under senare tid. De 150 kommer vi att nå inom tio år om vi har samma tillväxt. Från Svebio håller vi på att göra en samman-

ställning av olika potentialer för vår egen del. Vi hamnar på siffror som ligger närmare 250 TWh än de 228 som var Oljekommissionens.

Att sätta 200 som ett högalternativ är också ganska lågt räknat.

Ulla Löfgren (m): En intressant fråga ur ett politiskt perspektiv är detta med subventioner. Christina Engfeldt tog upp att första generationens biobränslen är starkt subventionerade. Då är min fråga: Vad ska vi göra – ska vi ta bort subventionerna på första generationens biobränslen för att få fram andra generationen? Ska vi införa subventioner på andra generationens bränslen i stället, och hur påverkar det här de fattiga länderna? Vad kan vi göra i stället?

Christina Engfeldt, FAO: Nu citerade jag en OECD-studie. De två forskarna summerade sina forskningsresultat och frågade: På vilka vetenskapliga grunder har OECD-länderna – alltså framför allt EU, Australien och USA – fattat sina beslut om subventioner till just biobränslen? Är det befogat med subventioner eller inte?

FAO har inte uttalat sig om den saken. Däremot har FAO frågat hur det skulle vara om man satsade ny teknik och ny forskning på att använda bioenergi för de länder i till exempel det tropiska bältet som är mest lämpade för att odla bioenergiråvara, så att de i sin tur ska få tillgång till elektricitet via biogas eller ny teknik för uppvärmning och värmekällor.

Sverige har en lång tradition av att satsa subventioner på ny teknik. Det var samma sak med kärnkraften. Då ser man inte den verkliga kostnaden av i det här fallet de biobränslen som vi tar fram.

Christer Winbäck (fp): Min fråga tangerar också lite grann det som sades av den förre frågeställaren. Det finns ju för- och nackdelar med olika bränslen. Vi har fått rätt mycket till oss här i dag. Det finns många olika särintressen som talar om det ena eller det andra.

Jag tycker ändå att det är viktigt att skilja mellan uppfattningar och det som forskningen kan visa i olika delar. Om forskarna är eniga i vissa delar om vad som är bra och vad som är mindre bra är det kanske viktigt att vi på ett tydligt sätt kan uttala ett starkt ogillande för de bränslen som inte kommer att vara effektiva för framtiden. Det är ju ingen idé att satsa tankekraft och annat på att utveckla saker som inte kommer att vara hållbara i ett långsiktigt perspektiv.

Jag tror att det är viktigt att vi med hjälp av forskningen kan hitta dem som vi kan rensa ut ur systemet, så att vi slipper ägna oss åt detta.

Jag har en liten bifråga som jag tycker är viktig. När man pratar om miljö och bränslen är det också viktigt att se på hur medborgarna mår av de bränslen vi använder. Vi hade en gengashistoria för många decennier sedan där man som medborgare – chaufför eller liknande – inte mådde bra av de gaser som gavs. Finns det risker vid tillverkning eller användning av den här typen av miljöbränslen eller alternativa drivmedel?

Max Åhman, LTH: Som forskare kan jag säga att vår kunskap inte är huggen i sten. Det finns inte enkla sanningar att uttala. Visst säger vi att den produktion av biobränslen som vi har i dag inte är långsiktigt hållbar, och vi kan inte se att den har någon större roll att spela år 2050. Men man ska vara mycket medveten om den roll den har för att ställa om energisystemet på kort och medellång sikt.

Jonas Åkerman, KTH: Man kan se det som ett utvecklingssteg. Men vi rekommenderar definitivt inte att man utökar satsningarna på det.

Annelie Enochson (kd): När jag hörde Peter Ahlvik tala om oljepeaken tänkte jag på kung Salomo. Han sade för 3 000 år sedan: Intet nytt under solen.

Jag vill ställa en fråga till Christina Engfeldt. Det gäller vad som skrivs i rapporten om Malawi, Tanzania och Zambia. Man har där en medelavkastning som är betydligt högre än Brasiliens. Men samtidigt sade du att 40 % av hungern finns söder om Sahara, med allt vad det innebär av vattenbrist för att kunna odla.

Man pratar mycket om CSR, alltså att man tar ett ansvar som företagare för att varan ska produceras under socialt bra förhållanden. Jag vill också rikta en fråga till Kjell Bergström på Saab om man kan tänka sig att göra någon form av varudeklaration eller något annat för att man ska veta att den produkt man tankar är producerad under anständiga villkor.

Christina Engfeldt, FAO: Det är sant att Afrika söder om Sahara har 40 % av den befolkning som är kroniskt undernärld och lider av hunger. Samtidigt finns där en stor potential för jordbruk och för bioenergi. FAO:s omsorg är naturligtvis att de länder som har den potentialen i första hand ska låta detta komma deras egna medborgare till del, direkt eller indirekt.

Det är mark- och vattenresurser som sätter gränser. Malawi utgörs till en tredjedel av sin yta av en sjö som man faktiskt inte har använt för bevattning annat än i mycket liten skala. Men när man talar om potential för bioenergi tittar man främst på mindre skogsavfall och även på möjligheten att odla till exempel sockerrör.

Man får naturligtvis se till att man inte använder mark så att man gör som man har gjort i vissa delar av Brasilien och alltså plöjer upp mark som tidigare har varit betesmark och gör betesmark av det som tidigare har varit regnskog. Då höjer man koldioxidhalten för ett stort antal år framöver och upphäver alltså de positiva effekter man skulle få om man satsade på att omvandla det till biobränsle.

Certifiering – du ställde en fråga om detta till Saab – tar FAO:s och FN:s utvärderingsrapport också upp, och det gör även andra forskare, bland andra OECD-forskarna. Om man kan finna ett system för global certifiering som vi alla är överens om skulle det naturligtvis kännas tryggare för oss i den här delen av världen. Men även om man har en certifiering påpekar många att det

alltid kommer att vara möjligt att fuska och påstå att råvaran är en annan än den är. Det är en stor utmaning. Nu låter jag naturligtvis som en som bara finner problem, men det finns också möjligheter.

Kjell Bergström, Saab: För oss i bilindustrin är ju hela fordonet deklarerat. Varenda detalj måste vi deklarerat, förutom bränslet. Vi välkomnar att också bränslet blir deklarerat både när det gäller varifrån det kommer, tillverkningsprocessen och så vidare. Kunderna kan då själva välja. Vi har inget som helst motstånd mot detta. Vi välkomnar detta.

Peter Ahlvik, Nätverk Ecotrafic: Jag kan lägga till att EU nu kommer att införa enklare kriterier för biodrivmedel i det nya biodrivmedelsdirektivet. I samarbetet med teknikplattformen kommer man också att jobba med detta för att ta ett nästa steg och föreslå kommissionen olika möjligheter att gå vidare.

Tyvärr kan man i dag inte ställa upp kriterier på ett vettigt sätt för att certifiera drivmedel. Man måste jobba fram metodiken. Vi är inte där än, tyvärr, men det är på gång.

Peter Pedersen (v): Jag uppfattade en skillnad mellan rapportens innehåll och den synpunkt som framfördes av Harry Frank från Kungliga Vetenskapsakademien när det gällde analysen av helheten. På sidan 20 i rapporten tar man på ett förtjänstfullt sätt upp några tumregler om hur man ska uppnå högsta energieffektivitet i hela energisystemet.

Man kommer fram till att el ska användas för elspecifika saker, i andra hand för transporter och så vidare. Jag tyckte att det var rätt bra. Jag skulle vilja att Harry Frank klargjorde lite grann vad han menar. Jag uppfattade att han menade att man inte skulle lägga sig i hur man använder energin i stort utan bara diskutera transportfrågor. Om man har det perspektivet, hur kan man då bedöma var till exempel biodrivmedel gör mest nytta?

Sedan har jag en fråga som gäller den positiva synen på el. Det sägs i rapporten att man fram till 2050 kan ersätta uppemot 50 % av personbilsresorna med el från nätet, men man har ett förbehåll, nämligen att miljöeffekten beror på hur man producerar elen och hur man räknar. Om man får en stor nyanvändning av elbilar kommer det att tvinga fram nya kraftverk. I Sverige bygger vi nästan uteslutande kraftverk med förnybar energi.

Det låter positivt, men frågan är: Vad händer i ett globalt perspektiv? Jag såg en siffra på 800 miljoner bilar. Tänk er att vi ska ersätta hälften av dem med någon typ av eldrift. Klarar vi då att få fram den elen på ett förnybart sätt?

Jag lade också märke till att rapportörerna pratade om förnybar energi medan Vetenskapsakademien använde uttrycket "klimatneutral", vilket alltså innefattar fortsatt användning av kärnkraft. Det är viktigt vad vi använder för begrepp här och vad vi egentligen menar. Jag tycker nog att förnybar energi är det mest tillämpbara i sammanhanget.

Harry Frank, KVA: Klimatmålen är nationella. Låt oss vara överens om det. EU har lagt fram nationella klimatmål, även för Sverige. Om vi då tar ett svenskt perspektiv på detta, vilket vi har gjort, måste vi fråga oss hur vi ska åstadkomma detta inom trafiksektorn. Sverige är ett gynnsamt land i och med att det är rikt på mycket – skog, vatten och vind. Vi kan också spara, för vi har varit ganska slösaktiga. Vad vi kan göra, om vi ser på elförsörjningen som sådan, är att förstärka den med hjälp av den befintliga utbyggnad av olika energislag som vi har gjort, inklusive vindkraft. Men vi kan också åstadkomma en elspargenerator, med vars hjälp vi kan spara 10 TWh.

Ur ett svenskt perspektiv är det alltså inga problem att öka med 10–12 TWh för att köra elbilar och därigenom minska den klimatpåverkan som vi bidrar med.

Vad gäller att gå längre har jag inte gjort någon analys. Jag vet att du är ute efter den totala analysen. Men jag är liksom du fullt medveten om att 80 % av den totala energin utanför Sverige produceras av kol. Det är ganska mycket.

Det är där man går och hoppas. Sedan får vi se på tekniken, om man kan få ned koldioxiden i backen och på så sätt få den klimatneutral. När man säger ”klimatneutral” kan det också gälla kolet, inte bara kärnkraften. Jag resonerar ur ett svenskt perspektiv. Vi är ett gynnat land. Vi klarar av detta.

Jonas Åkerman, KTH: Jag har en kommentar. De här scenarierna är möjliga att generalisera. De transportvolymerna som finns där skulle man kunna generalisera till en världsbefolkning med de antaganden som vi har gjort.

Vi säger att eldrift för vägsektorn har en betydande potential. Men de transporter man i bästa fall kan ersätta med el står för cirka 20 % av utsläppen i transportsektorn totalt. Det är viktigt, men det är ändå en mindre del i det hela.

De största hindren för plug-in-hybrider är nog fordonskostnaderna och att det är en mindre andel av de totala transporterna än elpriset. Man kommer att vara ganska betalningsvillig för den här typen av el, vilket gör att annan elanvändning kommer att minska.

Harry Frank, KVA: Alla elfordon kommer att bli billiga. Det första är alltid dyrt. Batterierna kommer att bli billiga också. Vi pratar om 2050. Ni kommer ihåg telefonen ni släpade hit. Den sitter i fickan. Teknikutvecklingen går fort. Vikten går ned, och man betalar per vikt.

Jonas Åkerman, KTH: Jag tror att det där är lite väl optimistiskt. Man kan ta som exempel de hybrider vi har i dag, Toyota Prius. De kom för tio år sedan. De har funnits i tio år och har i dag en marknadsandel i nybilsförsäljningen på 1 %, det vill säga några promille av fordonsflottan. Det tar tid. De är fortfarande betydligt dyrare än konventionella fordon.

Harry Frank, KVA: Frågan är hur mycket pengar de tjänar på det.

Jonas Åkerman, KTH: Från början, när de plockade ut dem, var den stora frågan hur mycket de subventionerade varje bil.

Karin Svensson Smith (mp): Jag är invald riksdagsledamot från Malmö, den första kommun i Sverige som blivit rättvisemärkt. Jag vill återvända till kriterierna för bränslen. De som köper miljöbilar i dag har oftast inte bara ambitionen att minska sin klimatpåverkan, utan också sociala intressen. Man vill inte ha blod, svett och tårar i tanken, utan man vill veta att det har varit anständiga villkor, kollektivavtal för dem som arbetar, inget barnarbete och så vidare.

Jag skulle vilja återvända till frågan och be Peter Ahlvik från Nätverk Eco-traffic och Christina att utveckla vad de här kriterierna kan bestå i. När tror ni att det finns kriterier för bränslet som gör att man kan veta att det är rimliga arbetsvillkor för dem som har tagit fram det?

Det är inte i perspektivet 2050. Vi hade ett klimatseminarium för några veckor sedan som sade att vi kanske har åtta–tio år på oss att vända utvecklingen med ökade växthusgaser till en minskning. Det här är någonting många frågar efter nu. Jag har många kontakter med medborgare i Sverige som vill kunna välja bort det som inte har anständiga villkor för dem som arbetar. När tror ni att kriterierna kommer, och vad kommer de i så fall att innebära på EU-nivå och FN-nivå?

Christina Engfeldt, FAO: FN-systemet har inte givit någon tidpunkt för när man tror att det ska inträffa. Vad vi vet i dag, från etanoltillverkningen på sockerrör i Brasilien till exempel, är att enskilda människor arbetar under socialt mycket svåra förhållanden och arbetsförhållanden som jag inte tror att vi skulle acceptera någonstans i Europa.

Än så länge har man inte ens i de stora enheterna på något vis mekaniserat det hela eller funnit arbetsmetoder som undviker att enskilda människor går på fält som är svedda för att det inte ska finnas för mycket ormar. De går i sotet och dör mycket tidigt. De har inte korrekta arbetsförhållanden. Det är vad vi vet i dag.

Förhoppningen är väl att man ska kunna hitta andra arbetsmetoder om man går vidare. Men det finns ingen tidsrymd där än så länge.

Karin Svensson Smith (mp): Min fråga riktade sig också till Ecotraffic. Jag önskar veta vad som händer med direktivet och vad det innehåller för kriterier när det gäller arbetsförhållanden.

Peter Ahlvik, Nätverk Ecotraffic: Kriterierna finns redan i ett förslag till ett direktiv. Teknikplattformen kommer att ha ett och ett halvt år på sig att jobba

fram bättre kriterier. Vad som sedan händer när man presenterar detta för kommissionären kan jag inte spekulera i.

Men om vi är intresserade av att göra något åt det här från svensk sida skulle vi kunna jobba mer intensivt och spela in det vi vill ha till teknikplattformssamarbetet. Jag skulle vilja skicka den frågan vidare till Energimyndigheten, som medverkar i jobbet. Vad kan vi göra på svensk bas?

Ordföranden: Vi går vidare.

Karin Svensson Smith (mp): Energimyndigheten är ju här. Kan inte de få svara?

Ordföranden: Vi går vidare, Karin. Det finns många som gärna vill ställa frågor.

Lars Mejern Larsson (s): Jag har en kort fråga till Harry Frank. Amerikanskt kapital satsar i Sverige i dag på att utveckla tekniken för vätgasbilar. Vad jag har förstått är man ganska långt framme. Om jag såg rätt när du gick igenom rapporten avfärdar du det ganska snabbt. Ser amerikanerna någonting som vi inte ser? Jag skulle gärna vilja att du eller någon annan utvecklade det.

Harry Frank, KVA: Det är svårt att sja om vad vi borde göra. Det är det ena svaret. Om vi tar vätgas måste vi dra en liten hearing om hur vi tar fram vätgas. Ska man ta fram vätgas på ett klimativänligt sätt är risken att man tappar för mycket under resan. När man väl har satt det på hjulet blir det inte mycket kvar ändå.

Bara för att ta ett exempel: Det går åt 3–4 gånger mer el för att göra vätgas, och sedan ska den transporteras. Då räcker inte vår vindkraft ens. Det är det här som är problemet med vätgas ur produktionssynpunkt. Sedan har man det här med lagring och så vidare.

Men alla jobbar med det. Vi ska inte förringa det. Vi vill inte heller förringa vätgasen, men jag tror att man, som när det gäller bränsleceller, har varit lite för optimistisk när det gäller vätgasen. Därför säger vi "tveksam" för närvarande. Inte säger vi nej!

Margareta Cederfelt (m): Föredragningen har varit mycket intressant, men en reflektion jag har är att det är väldigt enkelt att bli pessimistisk, som sades här tidigare. Alla energislag innebär någon form av miljöpåverkan, antingen direkt eller i ett längre perspektiv.

Då infinner sig min tanke i detta sammanhang. Som politiker kan vi via våra beslut påverka inriktningen väldigt mycket. Det finns risk att till exempel biogas blir väldigt prioriterat på bekostnad av någonting annat. Jag skulle

vilja höra era synpunkter kring detta. Det tar lång tid att utveckla energislag. Men vad jag också skulle vilja lyfta fram som mer intressant i debatten är frågan om teknikutveckling, som Frank var inne på, och hur ni ser på frågan om teknikutveckling i förhållande till energislag.

Jonas Åkerman, KTH: Man kommer in på styrmedel och sådant. Det ingår inte i den här översikten, men vi kan ha synpunkter på det ändå.

Energieffektivisering och effektivare fordon är nästan alltid en bra åtgärd. Ett skifte till mer miljöanpassade transportslag är också en lösning som fungerar i vissa fall, i storstäder till exempel.

Vi kan inte säga något generellt. Det gäller att med strategiska insatser puffa på utvecklingen av till exempel elfordon och andra generationens drivmedel. Där kan man inte säga exakt vad som behöver göras. Det har vi inte utrett.

Max Åhman, LTH: När det gäller teknikutvecklingen kan man lätt inse att för att nå tvågradersmålet krävs det oerhört snabb teknikutveckling och en snabb introduktion av ny teknik. Vi behöver kanske anpassa våra livsstilar, men vi behöver också teknikutveckling.

En faktor som är väldigt viktig är vad staten gör. Staten går in och kan skapa en första initial marknad eller kan genom forskningsinsatser få i gång någonting.

Men till syvende och sist är det oftast privatkapital eller andra intressen som ska ta över och sedan driva marknaden mot storskalighet. Jag kan återkomma till vad vi säger om första generationens drivmedel. Det är väl delvis därför man inte kan vara så tvärsäker och säga den satsningen. Det är väldigt viktigt att värna om det förtroende som vi nu har. Vi har byggt upp en marknad. Vi har någonting som fungerar. Det är nog bättre – det är min personliga åsikt – att styra marknaden mot andra generationens drivmedel och få i gång den ordentligt. Den tar tid att bygga upp.

Harry Frank, KVA: Solpanelerna är teknik som kommer att gynna era plugin-bilar. En solpanel på en kvadratmeter i Stockholm ger under ett år 100 kilowattimmar. Ni kan köra 500 kilometer med bilen. En kvadratmeter vete ger 2 deciliter etanol. Ni kommer ur garaget.

Det här ska ni inte förringa. Om LCD-tv-apparaterna har det sagts: Det är dyrt, det är dyrt. Ja, det är alltid dyrt med ny teknik. Med solpaneler kommer ni själva att tillverka elen. Ni kommer att köpa dem på Clas Ohlson och Ikea. Ni kommer att vara stolta över det och integrera era sommarstugor, var de än är, för att med stolthet ladda er bil.

Anita Brodén (fp): Dagens hearing har belyst både konflikter och svårigheter, men också utmaningar och möjligheter. Det senaste som vi hörde tyckte jag också var en härlig utmaning att få lyssna på och en möjlighet.

Vad krävs då mer, förutom politiska beslut, forskning och ekonomiska möjligheter, för att få en storskalig satsning på elbilar, elhybrider och elfordon över huvud taget och för att kunna koppla ihop ett effektivt och bra järnvägssystem i hela EU? Det är min första fråga.

Den andra skulle jag vilja ställa specifikt till Christina Engfeldt. Den berör solet och solpaneler. Varför lyfter inte FAO fram detta ännu mer i tropiska länder? Varför tar man inte upp solet i stället för att fokusera på bioenergi?

Max Åhman, LTH: Vi har här inte exakt gått in på vad det är som krävs för järnvägar. Sedan tidigare vet jag att avregleringen inom EU går ganska långsamt. Det är fortfarande väldigt krångligt att transportera genom Europa. Men jag är ganska osäker. Jag vet inte om Jonas har mer insikt om det.

Satsningar på elbilar är bra. Elhybrider är redan på marknaden, och det växer så det knakar. Det tar ändå tid, men det växer. Solpaneler är också jättebra, och det växer också. Det finns mycket privatkapital globalt sett som går in i tillverkningen av solpaneler. Men det växer från en väldigt låg nivå. Fortfarande kostar det ungefär tio gånger mer att producera solet än att producera vanlig el, från vindkraftverk till exempel.

Jag tycker att det är härligt att höra Harry Franks optimism, och den ska man definitivt ta vara på. Det är kanske lite farligt att lita på att det kommer att bli så här. Vi ska inte sitta om tio år igen som Harry Frank satt i dag: Bränslecellerna blev ingenting. Jag tror fortfarande att bränslecellerna kan bli någonting i ett långsiktigt perspektiv. Jag tror också att solcellerna kan bli någonting i ett långsiktigt perspektiv. Men jag tror inte att vi kommer att se det på kort sikt.

Jonas Åkerman, KTH: Jag kan tillägga någonting om EU. En samordning av järnvägssystemet inom EU är en väldigt viktig fråga som behöver drivas på olika nivåer. Det kan ske genom att EU är en drivande part – det måste man antagligen vara – men också genom att ett antal kraftfulla järnvägsbolag går samman och försöker driva utvecklingen inom EU.

Christina Engfeldt, FAO: Jag tackar Anita för frågan. FAO:s huvudmandat omfattar jordbruk, skogsbruk och fiske inom ramen för uthållig utveckling. FAO har verkligen haft anledning att titta på den utmaning som satsningen på bioenergi utgör, samtidigt som detta sammanfaller med de klimatförändringar vi har. Huvudmålet är hela tiden att trygga tillgången till mat, både för dagens människor och för morgondagens.

FAO har verkligen främjat användningen av solpaneler och solenergi, men i liten skala på landsbygden, där man i dag inte har tillgång till elektricitet. Det är som ni hörde tidigare 1,6 miljarder människor som lever i den verkligheten. Framför allt handlar det om att använda sig av solenergi för att driva små handdatorer, som man i stort sett också kan veva upp mekaniskt. Men vi

hoppas att andra drar sitt strå till stacken i det fallet. Vi får samverka med alla andra som arbetar i den riktningen.

Otto von Arnold (kd): För inte så länge sedan hade vi Al Gore och ordförande Pachauri från IPPC här i riksdagen. De var rätt optimistiska. De sade också att vi nu har ett *window of opportunity*, ett möjligt fönster. Vi har sju åtta år på oss att starta en minskning av koldioxidutsläppen. De forskare som vi har hört här i dag talar om betydligt längre perspektiv. Jag blir lite orolig. Antingen har vi ingen teknik eller så bortser vi från den befintliga tekniken.

Min fråga är: Hur ser dagens forskare på användningen av första generationen, och hur man ska fasa in det här? Det blir väldigt teknikorienterat. Är det inte också fråga om hela energikedjan, som vi måste forska kring?

Här har vi givetvis också som politiker ett ansvar att peka med hela handen, men jag tror att vi behöver få den här ganska snabba analysen. Vi kan inte leva i den bästa av världar. Hade vi vetat vad vi vet om oljan hade den nog aldrig kommit till.

Ordföranden: Det var kanske inte mycket till fråga.

Otto von Arnold (kd): Jo, frågan var: Hur kan man få i gång första generationen för att kunna fasa in den i andra generationen snabbt? Vi har den här korta tiden på oss. 20 år är för lång tid.

Peter Ahlvik, Nätverk Ecotrafic: Flera av alternativen kan man naturligtvis ”switcha”. Från första generationens etanol till andra generationens etanol är det exempelvis ganska enkelt. När det gäller produktionsanläggningar kan man säga att man i dag skulle kunna börja projektera en andra generationens förgasningsanläggning. Det är en liten demo, säger man. Liten och liten, den är ungefär lika stor som en etanolfabrik och kanske tio gånger större än en biogasanläggning. En fullstor anläggning skulle vara fem–tio gånger större.

Jonas Åkerman, KTH: Jag tolkar det som att du efterfrågar vad man kan göra på kort sikt generellt. Det handlar delvis om teknikutveckling. Teknikutvecklingen tar ofta lång tid. På kort sikt finns det olika tekniknivåer på befintliga fordon. Man kan se till att man har styrmedel som styr mot de befintliga fordon som säljs som har lägst klimatpåverkan.

Fördelningen mellan befintliga transportslag är också en viktig sak som man kan påverka relativt kortsiktigt. Det gäller framför allt i större städer, kanske intercitytransporter. I glesbygden är det bättre bilar man kan förlita sig på, men i storstäder finns det andra alternativ också.

Karin Svensson Smith (mp): Vi har hittills fokuserat väldigt mycket på teknik och personbilar, men i vår rapport framgår att det som ökar mest är lastbilar och flyg. För mycket av det vi har pratat om hittills är inte det här särskilt tillgängligt, åtminstone inte i det tidsperspektiv man pratar om, åtta-tio år. Ska vi kunna minska vår klimatpåverkan inom transportsektorn är det helt andra saker vi måste fokusera på än att utveckla teknik för byte av drivmedel i personbilar.

Jag skulle vilja veta vad Vägverket, som är ansvarig myndighet, har för förslag på styrmedel som kan ge effekter på klimatet på åtta-tio års sikt. Olle Hådeli kanske kan vara lämpad att svara på den frågan.

Olle Hådeli, Vägverket: Vår analys av det hela stämmer väldigt bra med huvuddragen i rapporten. För att lösa problemet behöver man tre olika typer av åtgärder. Det är kraftfull effektivisering av fordonen, koldioxidneutrala drivmedel och en hejdning av ökningen av transporter. Alla tre typer av åtgärder behövs. Det finns en del lättfångade frukter på kort sikt. Där har man anledning att vara optimistisk, mest med tanke på att tillståndet är så bedrövligt som det är just nu, vilket gör förbättringspotentialen väldigt stor.

En snabb analys från vår sida: Om kommissionens idéer om begränsning av koldioxidutsläppen, det vill säga i praktiken reducerad bränsleförbrukning, blir verklighet är det den ena faktorn. Det driver på teknikutvecklingen. Den andra och minst lika viktiga faktorn är om svenskarna anammar ett europeiskt köpbeteende i stället för att köpa särklassigt törstiga bilar. Kombinerar vi de här åtgärderna fram till 2020 kapar vi 35 % av koldioxidutsläppen från hela flottan av personbilar. Det betyder att vi måste få ett annat köpbeteende på den här sidan. Om vi dessutom kan ha 10 % biodrivmedel i systemet, vilket är kommissionens mål, har vi kapat totalt drygt 40 % av koldioxidutsläppen från personbilsflottan. Det här är relativt lättfångade frukter.

Som Karin Svensson Smith påpekar är det betydligt tuffare på godstransportsidan, mest beroende på att transporterna ökar väldigt snabbt. Dessutom finns det inga lättfångade frukter i form av ett annat köpbeteende av bilar. Det finns inga lättfångade frukter i form av snabb effektivisering av bilarna för att kunden har efterfrågat detta. Där ligger möjligheterna i andra transportsätt, i effektivare fordon, inte bara effektivare motorer, och till en del i biodrivmedel. Om man anstränger sig mycket kan man sammantaget få lite mer än status quo när det gäller koldioxidutsläpp från tunga transporter. Personbilssidan är alltså ganska lätt, tunga sidan ganska svår.

Jag har lyssnat här sedan i morse, och det är väldigt mycket diskussion om huruvida man kan få så eller så många procent biodrivmedel i systemet. Det där är egentligen ganska ointressant. Det intressanta är vad vi kan uppnå om vi anstränger oss med hänsyn till restriktioner när det gäller hållbarhet i odling, hållbarhet i sociala villkor och så vidare. Slutsatsen blir att biodrivmedel kommer att ha en begränsad men viktig roll i det hela. Vi kommer ändå att behöva stängas med problemet hur vi kan effektivisera och hur vi kan få hejd på ökningen av transporterna.

Jag har en liten kommentar. Det pratades om biogas här. När gasbranschen lämnade in underlag för den Edmanska oljekommissionen pratade man om 3 terawattimmar. I dag ligger man någonstans på 0,2, om jag minns rätt. Vi från Vägverket gjorde en bedömning på 1 TWh. Sanningen ligger förmodligen någonstans däremellan.

Den nye generaldirektören för Energimyndigheten sade för två veckor sedan när jag pratade med honom: Det finns en gammal sanning, och det är att biogasen räcker till tätortsbussar och tunga fordon i respektive tätort. Den tumregeln är från mitten av 80-talet, och den verkar stå sig än. Problemet är inte att hitta bilar som kan gå på det här. Problemet är att få tag på tillräckliga mängder drivmedel. Biogasen är jättebra, men det är en mycket begränsad resurs.

Ordföranden: Nu viftas det från Biogasföreningen. Jag tror att vi lämnar den frågan därhän. Det finns många på frågelistan. Vi går vidare, även om jag har full förståelse för att ni gärna vill gå i svaromål.

Peter Pedersen (v): Inläggen är fortsatt intressanta, kan man konstatera. Vi lär oss mycket av dem. På en av Powerpointbilderna som Jonas eller Max använde stod det: Dagens biodiesel från oljeväxter och etanol från vete och majs är långsiktigt inte hållbar, varken ekonomiskt eller resursmässigt eller ur ett klimatperspektiv.

Man kan lägga till det som Karin tog upp, att den inte är hållbar heller ur social synpunkt. Då är frågan: Är det inte ett pedagogiskt problem, om vi nu vill få människor att ta socialt ansvar och eget ansvar för klimatet, om hela forskningsvärlden mer eller mindre säger att det här med första generationen inte är hållbart? Då är det väl dags att rappa på och ha ett positivt synsätt. Hur kommer vi snabbt till nästa steg?

Man pratar om att bygga upp industrier runt om i världen och Sverige för att framställa etanol. Finns det något intresse för det om man säger att man bara ska köra det i fem, tio eller högst femton år och sedan göra någonting annat? Är det bara att växla från den ena typen av teknik, där man framställer etanol, till att göra någonting annat? Jag kan förstå att det inte har någon betydelse varifrån det kommer när man väl får det i tanken, men det måste vara enorma kostnader involverade när man ska bygga upp en ny infrastruktur.

Är det då inte väldigt viktigt att vi hittar rätt och inte prövar oss fram och går i en massa blindspår, återvändsgränder och kortsiktiga lösningar, utan hittar några – helst inte bara en – vägar framåt som är långsiktigt hållbara och använder energin där den gör mest nytta – elen på rätt ställe, biodrivmedel på rätt ställe och så vidare. Den diskussionen känns inte riktigt fullgån, och jag skulle önska att det vore mer klara besked. Rapporten har lagt en bra grund, men man kan märka olika synpunkter. Alla verkar vara överens om att första generationens biodrivmedel inte är hållbara på sikt. Hur gör vi då för att

göra den parenteserna så kort som möjligt? Vad krävs det? Krävs det till exempel ekonomiska styrmedel för att pressa fram en teknikutveckling i den riktningen?

Max Åhman, LTH: Man kan säga att första generationens biodrivmedel är det bästa vi har i dag. Andra generationens biodrivmedel behöver vi satsa på. Jag vet inte om jag kan bolla vidare en fråga till Energimyndigheten. De vet ungefär vad de vill ha för satsningar för att få i gång den produktionen.

Karl Hillman, Chalmers tekniska högskola: Jag vill kommentera inlägget. Det finns ett pedagogiskt problem i och med att de långsiktiga lösningarna inte finns framme i dag. Men om vi inte satsar på någonting och bara väntar på att de optimala lösningarna ska komma kommer vi inte att komma ifrån det stora problemet, *the disease*, som vi inte har definierat riktigt i dag. *The disease* är kolförgasningen inom transportsektorn. Vi har en olje-*peak*, men det är ingen som kommer att gå över till häst och vagn efter det, utan det handlar om förgasning av kol och olja från oljeskiffer och oljesand.

Vi ska inte underskatta icke-optimala lösningar i ett övergångsskede, även om det kan vara problem att förklara det. Forskare har ända sedan 70-talet sagt att första generationen inte är långsiktigt hållbar. Det är ingen ny sak att det finns problem med första generationen.

Anders Lewald, Energimyndigheten: Mycket av det som har sagts i dag är klokt. Vi måste börja få energieffektivitet i transportsektorn. Frågan om el i transportsektorn tycker vi också är intressant att titta på, och vi tror på det som en framtida utveckling.

Vi tror också att man måste ta fram en andra generationens drivmedel. Jag är av samma åsikt att vi måste starta i den första generation vi har i dag, men det är en balans mellan de resurser vi sätter i att subventionera första generationens drivmedel och de resurser vi sätter på teknikutveckling. Den balansen är fel. Vi har i dag goda resurser till forskning, men vi behöver också resurser så att företag i Sverige får pröva den nya tekniken. Det kostar också stora pengar. Vi har lämnat in olika förslag till att hitta mer pengar till detta, men de saknas. Det är en obalans.

Vi måste jobba vidare med det vi har, men skapa större resurser för teknikutveckling för företag.

Pia Nilsson (s): Knappt har vi hunnit förstå att vi är i första generationens fas när det gäller biodrivmedel förrän vi ska in i andra och tredje generationen. Det kan vara lite knepigt att förhålla sig till.

Jag vill rikta mina två frågor till Jonas och Max. Det gäller andra generationens biodrivmedel, som vi pratar mycket om tillsammans med andra, ved-

råvaran, cellulosa i stället för stärkelse. Ni hävdar att den har stor potential, inte minst här i Sverige eftersom vi har ett stort skogsbestånd.

Vissa pilotprojekt pågår i Piteå och Värnamo, har jag läst mig till. Kan man mäta potentialen i förhållande till koldioxidutsläpp? Hur stor är potentialen egentligen jämfört med andra biodrivmedel? Har ni identifierat några faktorer som kan förhindra en fortsatt utveckling av cellulosa som biodrivmedel?

Max Åhman, LTH: Jag är inte helt klar över att jag förstår första frågan, om det går att mäta. Vi vet att det finns en stor potential. I rapporten anger vi ett brett spann, från att ungefär en fjärdedel av dagens energianvändning i framtiden skulle kunna vara bioenergi till dubbelt mot vad vi använder i dag. Det är verkligen att ta i. Men all användning utgår ofta från cellulosabaserade drivmedel eller i vissa fall sockerrör. Den stora potentialen ligger i cellulosa.

För att göra det enkelt: Det är inte bara fråga om skog, utan det är också restprodukter från vanligt jordbruk och från övriga samhället. Det finns stor potential i det.

Jonas Åkerman, KTH: Det är fortfarande viktigt att komma ihåg att den allra bästa klimatnyttan får man genom att ersätta fossila bränslen i industribebyggelse, det vill säga kraftvärmeverk. Generellt har man antagligen god klimatnytta genom att använda till exempel restavfall från skogen. Det finns en del lite oroande forskarrapporter som säger att man kanske inte har en hundra procentig nytta av det heller. Man får titta lite på olika typer av skogsavfall. Att till exempel bryta stubbar kan vara problematiskt ur klimatsynpunkt.

Harry Frank, KVA: Det finns en rapport. På sidan 8 finns en figur 8. Skogsfolket tror att tillväxten är 380 TWh. Men om vi skulle avverka allt som inte går till virke och massa tar vi bort vår koldioxidsänka. Då får vi straff på det i stället. Läs den bilden. Då förstår ni vad vi diskuterar. Det är ändligt. Man kan alltid tycka att man kan ta alla stubbar, men då blir det utlakning. Om skogen tas blir det en minskad koldioxidsänka.

Vi har en positiv tillväxt för Sverige. Industrin är ändlig. Se sidan 8, figur 8. Det är den mest intressanta rapporten som har tagits fram om hur mycket skogen växer och vad den används till.

Eliza Roszkowska Öberg (m): En fråga som åter har blivit aktuell är problemen med den så kallade pumplagen. Det är en lag som säger att bensinstationer måste sälja minst ett förnybart bränsle. Syftet var att öka tillgängligheten av förnybara drivmedel, men konsekvenserna kan bli de motsatta.

Tusentals små bensinstationer riskerar att behöva stänga eftersom de inte har råd att investera i en ny pump och bygga om för att börja sälja förnybara drivmedel. Många bensinstationer i riskzonen har dessutom livsmedelsför-

säljning, apotek, post och annan viktig samhällsservice. Om bensinstationerna stängs måste bilisterna åka ett par extra mil för att tanka. Med pumplagen tycks det vara så att vi får färre tankstationer och minskad tillgänglighet.

Jag skulle vilja höra kommentarer från både talarna och kanske från våra inbjudna gäster, till exempel Svenska Petroleum Institutet och Svensk Handel, om pumplagen och om det kanske finns andra sätt att öka tillgängligheten och utbudet av förnybara bränslen utan att få så stora negativa konsekvenser.

Jonas Åkerman, KTH: Vi har inte gått in i detalj i de frågorna i rapporten. Vi har inte tittat på styrmedel på det sättet. Men man kan göra vissa iakttagelser. En är att om EU tillåter en låginblandning på 10 % etanol går det att få in ganska mycket i låginblandningen. Frågan är hur mycket vi ska använda. Det kanske räcker att få in en del där. Försäljningen av *flexifuel*-bilar har ändå varit rätt stor. Jag kan inte säga något tvärsäkert, men det kanske inte är någon jättevinst med att ha ett obligatorium på så många tankstationer. Det är min personliga iakttagelse.

Ulf Svahn, Svenska Petroleum Institutet: Det är en realitet att pumplagen existerar. Den är en ekonomisk nackdel för de allra flesta eftersom det inte är lönsamt. Det kommer att bli ett svårt dilemma för små stationer som inte har råd, och det kommer sannolikt att leda till nedläggningar av mindre stationer, framför allt på mindre orter. Det för med sig de negativa konsekvenser som har beskrivits.

Det här är inget nytt. Det här framfördes av oss och andra i utredningssvar och remissvar inför lagstiftningen.

Vi håller med om de signaler som hörs från utredarna att låginblandningen är sättet att öka andelen förnybara drivmedel. Vi driver gärna på, och vi har drivit på, upp till 10 procents inblandning, och mer än det, om vi ska nå 20–20-målen.

Jag skulle vilja koppla diskussionen om pumplagen till frågan om styrmedel. Vi blandade oss inte i den frågan. Det här är ett exempel på att vara försiktig med att använda styrmedel och att göra dem konkurrensneutrala. Här fick ett styrmedel en stor positiv effekt för ett förnybart bränsle, medan andra förnybara bränslen tappade i förhållande till det.

Bo Svensson, Svensk Handel: Bränsle är inte den största varan vi säljer. Ute på glesbygden är det på marginalen. En sådan här lag skyndar på utslagningen på glesbygden. Redan har 5 000 små Icaaffärer lagt ned per år. I tätort spelar det absolut ingen roll. Våra medlemmar säljer inte bränsle där. I glesbygd är det fråga om en typ av lanthandel, och där skyndar det på utslagningen. För våra medlemmar är själva bränsleförsörjningen marginell. Vi har över huvud taget synpunkter på drivmedel, men det är en annan fråga. Det vore roligt om någon frågade oss om det!

Karl Hillman, Chalmers tekniska högskola: Generellt förespråkar jag olika styrmedel för att styra mot mer hållbara transporter. Det finns inga teknikneutrala styrmedel. Olika alternativ befinner sig på olika utvecklingsnivå. Vid min snabba genomläsning av EU:s direktivförslag förstod jag det som att det finns ett pumplagsförslag däri, som dock ligger på en annan nivå än det svenska.

Olle Hådel, Vägverket: Om man inte ska förlora sig i detaljer utan försöka komma tillbaka till vad som var problemet, nämligen utsläpp av koldioxid, hamnar man raskt i att det är användningen av fossila bränslen som måste minskas. Det finns en stor enighet om att energieffektivisering av fordon är den i särklass viktigaste faktorn. Därefter kommer användning av andra drivmedel. När det gäller att öka användningen av biodrivmedel är det inte biltekniken som är den begränsande faktorn eftersom den är lätt att få till. Det är produktionen av biodrivmedel som är den i första hand begränsande faktorn. I Sverige har det pågått, eller pågår, tre försök att plocka fram andra generationens drivmedel. Andra generationens drivmedel är ett villkor om vi ska få volymer av hållbart producerade drivmedel.

När det gäller möjligheten att ta fram andra generationens drivmedel i Sverige är vi tekniskt sett långt framme. Det är sedan problemen börjar. Ett av försöken är svartlutsförgasning i Piteå. Det verkar rulla på. Det andra försöket är förgasningsförsöket i Värnamo, som har stött på hinder. Det är mycket oroande att det här verkar ha tvärstoppat. Det är viktigt att försöka komma i gång med detta på ett eller annat sätt igen om vi över huvud taget ska vara med och producera andra generationens drivmedel. Det tredje försöket är etanol-cellulosa-arbetet i Örnsköldsvik. Vad jag kan utläsa utan att se det i klartext är att det går relativt trögt på den sidan, speciellt om man tittar på möjligheter att få ut stora volymer – åtminstone per areal räknat.

Produktionsmetoderna är flaskhalsen när det gäller drivmedel. Det är inte bilarna och inte möjligheten att få tag i pumpar.

Låt oss se i periferin på det hela, nämligen möjligheten att bygga om bilar för andra drivmedel. Det är en fullständigt marginell historia. Det borde man över huvud taget inte lägga krut på. Det är bara en symbolåtgärd.

Karin Svensson Smith (mp): Min slutsats om vi ska nå effekter inom tidsperspektivet åtta-tio år för att minska transportsektorns klimatpåverkan är att vi borde stimulera ett beteende där man byter personbilsresor mot bussresor eller cykel, där man byter transporter av gods från långväga lastbil till kombinationer av sjötransport och järnväg, eller att man skickar recept mellan länderna i stället för färdiga livsmedel.

Det handlar ändå om vilken potential förnybara drivmedel har att bidra till att minska transportsektorns klimatpåverkan. Hur ser man på det som privatperson? Vad är viktigast att göra? Är det att byta beteende till andra transportslag eller är det att köpa en miljöbil? Jag ser tre personer på inbjudnings-

listan som förmodligen har något att tillföra i saken. Det är representanterna från bussbranschen, Naturvårdsverket och Naturskyddsföreningen.

Det gäller alltså relationen mellan att byta transportslag för gods och person i förhållande till att byta drivmedel inom tidsperspektivet åtta–tio år.

Magnus Nilsson, Svenska Naturskyddsföreningen: Jag stöter på frågan varje dag. Jag får nog tre fyra samtal om dagen av folk som vill göra någonting konkret. Varje gång har jag svårt att svara eftersom det finns ett lätt svar på kort sikt men det stämmer inte på lång sikt. Det känns som om man lurar folk när man ger det snälla och lätta svaret på kort sikt.

När det gäller politiken håller jag med nästan vartenda ord som Olle Håddell har sagt, vilket kanske är ett budskap. Vägverket och Naturskyddsföreningen har inte alltid likartade uppfattningar, men det Olle har sagt är klokt och rätt. Vi måste göra det som inte är så populärt, nämligen byta bilparken till en helt annan bilpark. Om vi EU-anpassar våra bilar kommer vi att göra stora dramatiska klipp när det gäller utsläppen. Vi kan inte räkna med att köra bil mycket mer än vi gör i dag. Lyckas vi få bilarna snålare kan vi kanske fortsätta att köra bil som i dag, annars kommer det inte att gå.

När det gäller hållbarheten från klimatsynpunkt är det en sak som inte har nämnts här mer än lite perifert. Det talas mycket om EU:s direktiv om förnybar energi som kom förra månaden. Det finns ett annat direktiv om ändring av bränslekvalitet som Peter Ahlvik nämnde som är jätteviktig och som vi måste ägna mer energi. Där föreslår kommissionen att krav ska ställas på hela livscykeln på bränslena. Det gäller inte bara på biodrivmedel utan på alla drivmedel, även på bensin och diesel, vilket anknyter till det som Karl Hillman sade. Vi är snart på väg in i en situation där det väller in kol och tjärsandsbaserad diesel på marknaden som har förfärliga utsläppsmängder, som ni har sett på kurvorna här. Det finns inget stopp för detta i dag. Titta på artikel 7 a i bränslekvalitetsdirektivet. Driv på och se till att det snabbt kommer att genomföras.

En annan viktig sak är att utvärdera vad som har gjorts på området. Vad har förmånsbeskattningen gett? Hur mycket har utsläppen minskat? Vi kan konstatera att i fjol såldes det fossila drivmedel som sammantaget är det högsta i historien i Sverige – efter alla dessa satsningar på skattereduktioner, miljöbilspremier.

Det går att ge ett kortsiktigt svar till konsumenten. Jag säger att etanol just nu är det bästa alternativet, men på sikt är det inget bra svar. Svaret är kanske det politiskt obekväma. Man måste byta ut bilflottan radikalt. Det går inte att fortsätta att köra mer och mer bil.

Fredrik Gustavsson, Svenska Bussbranschens Riksförbund: Från Bussbranschens Riksförbund kan vi nämna att i dag kör 3–4 % av hela Sveriges bussar på etanol. Ungefär lika mycket, 3–4 %, är biogas.

Jag vet inte om ni känner till att i Stockholms innerstad går alla bussar på förnybara drivmedel.

Sedan har vi förstås frågan om beläggingsgraden. I dag har vi ungefär 20 % beläggingsgrad i bussarna. Där kan vi öka hur mycket som helst.

Johan Nordgren, Svenska Lokaltrafikföreningen: Det finns en oerhörd potential i att få över bilister till kollektivtrafiken. Det kommer fram i rapporten. Vi har räknat grovt på detta. Om det går att fördubbla kollektivtrafiken skulle vi i persontransportsektorn kunna sänka utsläppen av koldioxid med 20–25 %. Det finns en oerhörd potential där.

Ordföranden: Det har varit många frågor och många svar – oerhört intressant. Vi har en sista frågeställare kvar innan vice ordföranden i utskottet avslutar denna hearing.

Peter Pedersen (v): Pumplagen var omdiskuterad. Själva grundtanken med lagen var att säkerställa en infrastruktur vad gäller förnybara bränslen. Man såg redan då att det fanns ett bränsle, nämligen etanol, som fullständigt dominerade. Utgångspunkten var att man ville möjliggöra för till exempel biogas. Problemet var att det var mycket dyrare att installera biogasanläggningarna på mackarna än etanolanläggningar. Då var tanken att lagen skulle hjälpa till. Om det visar sig att det här slår åt fel håll framgår det av lagen att man ska se över den och vidta nödvändiga åtgärder. Man ska inte bara hålla fast vid något om det visar sig gå åt fel håll. Då får man vara pragmatisk och titta på det igen och föreslå andra åtgärder.

Utgångspunkten var att det skulle finnas fler alternativ för bilisterna att tanka miljövänligt, inte bara ett alternativ. Om det visar sig vara fel får vi fatta nödvändiga beslut.

Ordföranden: Det var mer en synpunkt. Frågan om pumpar påminner mig om när jag blev ordförande för min studentkår en gång i tiden. Det var 1997. Då upptäckte jag att man hade – mycket radikalt på den tiden – bestämt sig för att köpa en etanolbil. Studenterna ville ta ansvar för miljön. Det var dyrt. Sedan dess har det blivit billigare. Det var bara ett litet krux, upptäckte jag när jag blev ordförande. Närmaste tankställe var i Örnköldsvik, 11 mil bort. Det var inte värt att köra den dit och tanka.

Nu har vi fått många frågor och svar. Det har varit intressant. Vi får tacka alla som har deltagit och försökt förmedla kunskap och information. Nu ska vice ordföranden i trafikutskottet, Jan-Evert Rådström, ge oss en avslutning.

Jan-Evert Rådström (m): Jag vill på alla ledamöters vägnar tacka alla som har deltagit här i dag. Det har varit mycket värdefull information och lärorikt. Det här kommer att ligga till grund för vårt fortsatta arbete.

Jag kan känna en viss tillförsikt när jag läser rapporten. Det är ingen domedagsprofetia. Det finns möjligheter. Vi har en lång väg kvar. Vårt land kan

vara i framkant, och vi ska vara i framkant även fortsättningsvis, i dessa frågor. Om vi gör rätt här har vi alla möjligheter för framtiden.

Jag måste få kommentera vad Harry Frank sade. När jag satt här och såg alla problem kändes det befriande som medborgare att höra en visionär tanke om att gå på Clas Ohlson eller Ikea och köpa sin egen lilla bränslestation i form av en solcell som kan sättas upp på gården eller balkongen. Det är nog en lång väg kvar dit, men det var befriande att få höra den positiva framtidsbild som du gav. Jag ska inte säga att du har rätt eller fel, men jag kände mig ändå lite glad för stunden.

Det är långt innan den dagen kommer, och vi har ett arbete att uträtta. Med gemensamma krafter är jag övertygad om att vi tar täten i de här frågorna, och det kommer att bli bra för framtiden. Tusen tack! Härmed avslutar vi dagens utfrågning.

Bilder från utfrågningen

Bilder som visades av Jonas Åkerman, KTH, och Max Åhman, LTH, under deras presentation vid den offentliga utfrågningen om forskningsöversikten Förnybara drivmedel för minskad klimatpåverkan.

Bild 1



Bild 2

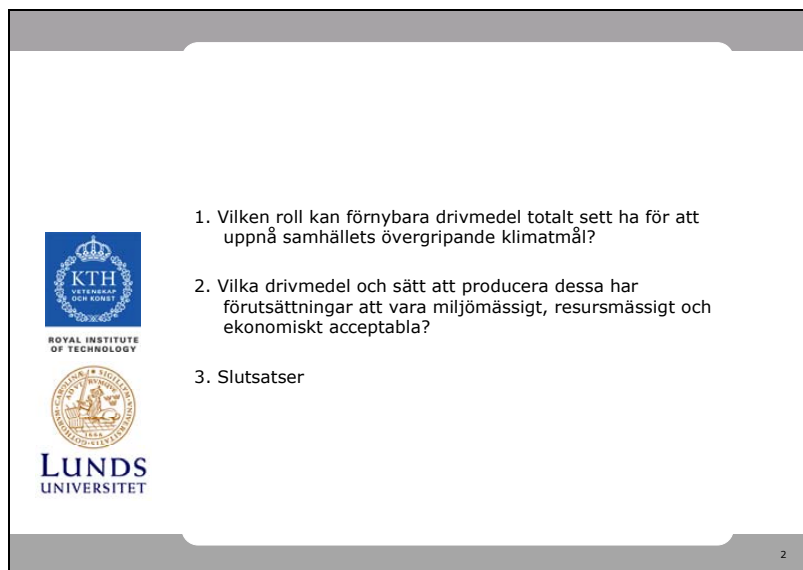


Bild 3

Förnybara drivmedels potential för minskad klimatpåverkan är osäker.

Beror bland annat på:

- **Teknisk utveckling** av drivmedelsproduktion
- Framtida **efterfrågan på energi** i olika sektorer i Sverige och globalt
- Framtida **tillgång på bioenergi** i Sverige och globalt, som beror på:
 - Globala kostvanor (andel animalisk föda)
 - Produktionsutveckling inom jordbruket
 - Behov av att behålla naturmark för ekosystemtjänster
 - Framtida total tillgång på bioproduktiv mark och vatten
- Framtida **tillgång på övrig förnybar energi** (vind, sol etc)
- **Klimatnyttan** av förnybar energi ur ett livscykelperspektiv



3

Bild 4

Fem scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till 2050 för, som når tvågradersmålet under olika omvärldsutvecklingar.

Beteendemönster	Högt tempo och materiell konsumtion	Högt tempo och upplevelseinriktad konsumtion	Lägre tempo och upplevelseinriktad konsumtion
Stor global tillgång på bioenergi (80 PWh)	Scenario 2	Scenario 4	Behandlas ej. Minst utmaning att nå målen i detta fall.
Liten global tillgång på bioenergi (25 PWh)	Scenario 1	Scenario 3	Scenario 5



4

Bild 5

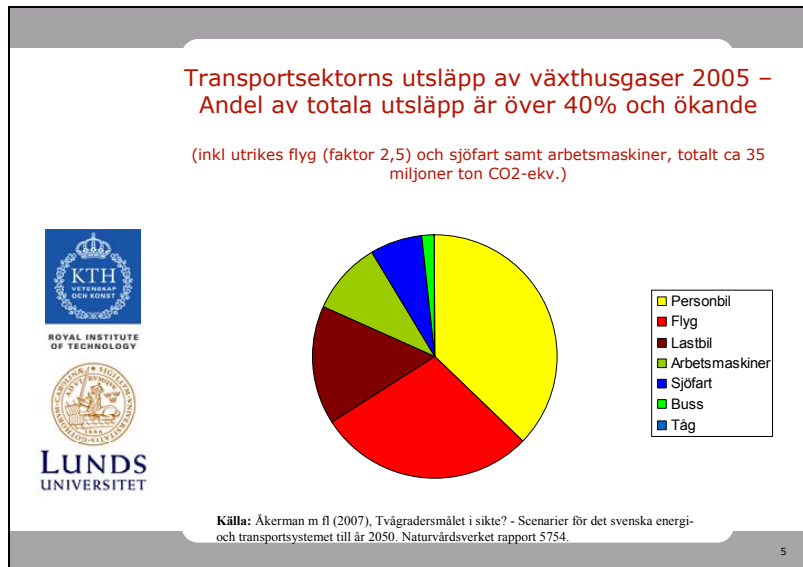


Bild 6

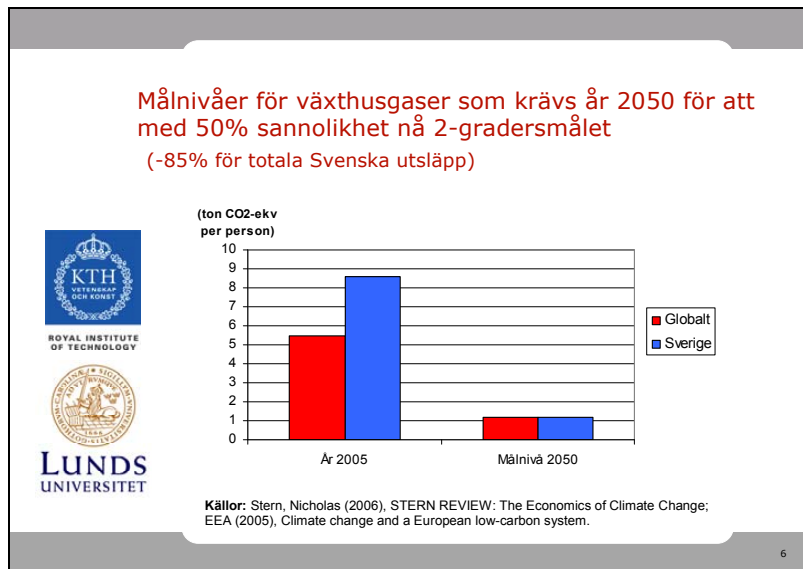


Bild 7

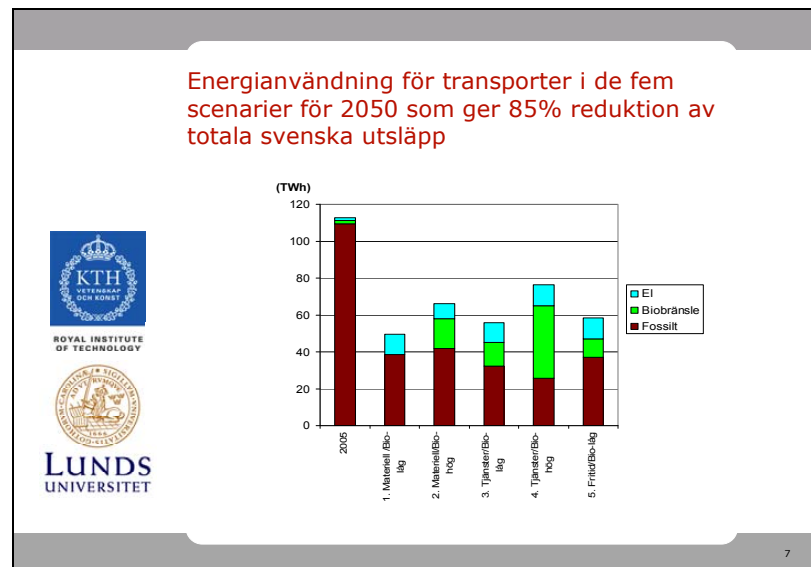


Bild 8

Var i energi- och transportsystemet används bioenergin effektivast och ger störst klimatnytta?

- I allmänhet är det effektivast att använda bioenergi för produktion av processvärme och för kombinerad el- och värmeproduktion, omkring **90%** verkningsgrad.
- Andra generationens drivmedel från träråvara beräknas kunna ge en verkningsgrad på **50-60%**

Logos: KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY and LUNDS UNIVERSITET

8

Bild 9




Plug-in hybrider

- Betydande potential på sikt, men många hinder återstår

- Potentiellt mycket låg energianvändning (och låga driftskostnader) vid drift med el laddad från nätet.
- På lång sikt ca 2050 kan upp till ca 50% av antalet personbils-km ske med eldrift.
- En sådan andel skulle minska utsläppen från hela transportsektorn med i storleksordningen 10-25% i förhållande till ett Trend-scenario till 2050

Hinder

- Ytterligare batteriutveckling krävs
- Sannolikt hög inköpskostnad även på lång sikt
- Energi för tillverkning av fordon ökar något
- Kupéuppvärmning kräver extra energikälla
- Klimatnytta är beroende av elproduktionsmix

9

Bild 10

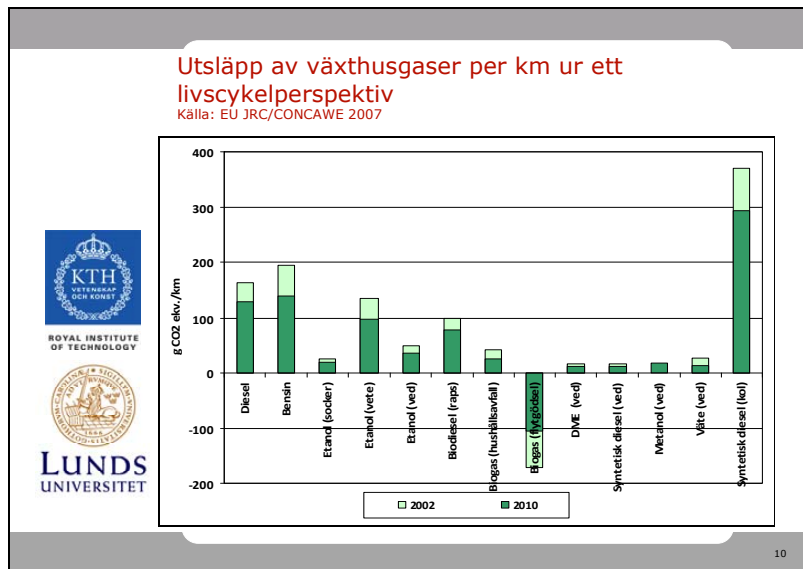


Bild 11

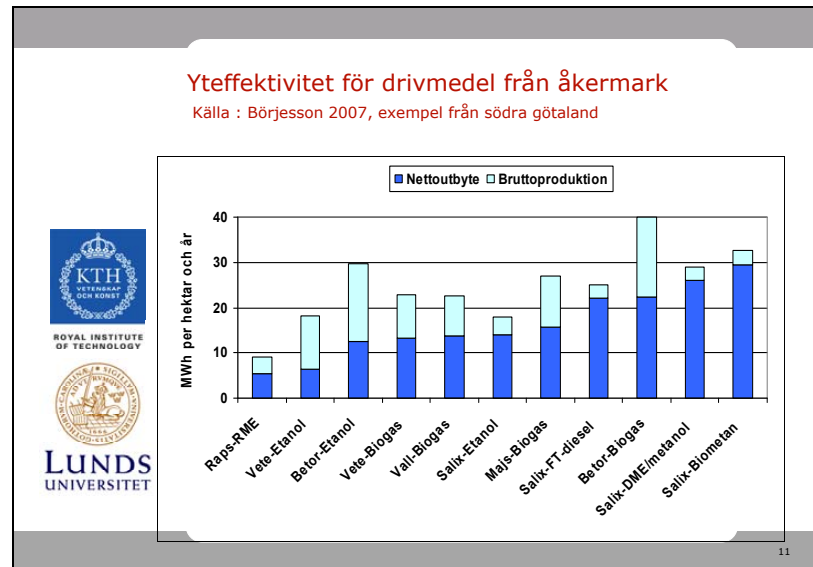


Bild 12

Ekonomi:
Dagens biodrivmedel behöver subventioneras men framtida biodrivmedel *kan* bli konkurrenskraftiga.

Förutsätter;

- (i) övergång till billigare råvaror d.v.s restflöden/vedråvara istället för spannmål
- (ii) teknisk utveckling (hydrolys/förgasning)
- (iii) marknadsutveckling ("learning by doing")

Eldriftens (plug-in hybrider) konkurrenskraft beror på kostnadsutvecklingen för fordonet och ladd-stationer

Logos: KTH ROYAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY and LUNDS UNIVERSITET

12

Bild 13

Fram till 2020...EUs förslag om 10%

- Klimatnytta minst 35%
- Krav på hållbara odlingsmetoder (ej naturmark)
- "Balans" mellan import och export
- Biomassaråvaror som inte konkurrerar med livsmedelproduktion kan räknas dubbelt
- Tillåten låginblandning höjs till 10%

Biogas och etanol/biometan/metanol från vedråvara vinnare i Sverige? El inte med



13

Bild 14

Slutsatser

- För att nå två gradersmålet är det nödvändigt med **teknikeffektivisering, koldioxidneutral energi och att dagens snabba ökning av vägtransporter och flygresande bryts.**
- **Biodrivmedel** räcker bara till en begränsad del av transportsektorns energibehov
- Eldrift i form av **plug-in hybrider, batterielbilar och spårtrafik** kan på sikt ge ett betydande bidrag till energieffektivitet och utsläppsminskningar
- Dagens **biodiesel från oljeväxter och etanol från vete/majs** är *långsiktig* inte hållbara, varken ekonomiskt, resursmässigt eller ur ett klimatperspektiv.
- **Framtida biodrivmedel** (2:a gen.) som utgår ifrån vedråvara och/eller restflöden har potentiellt mycket låga livscykelutsläpp av växthusgaser och hög yteffektivitet.
- **Väte och bränsleceller** – Osäker utveckling, men kan under vissa omständigheter ge ett bidrag på längre sikt



14

Bilder som visades av Christina Engfeldt, FAO, under hennes presentation vid den offentliga utfrågningen om offentlig utfrågning om forskningsöversikten Förnybara drivmedel för minskad klimatpåverkan.

Bild 1



Bild 2

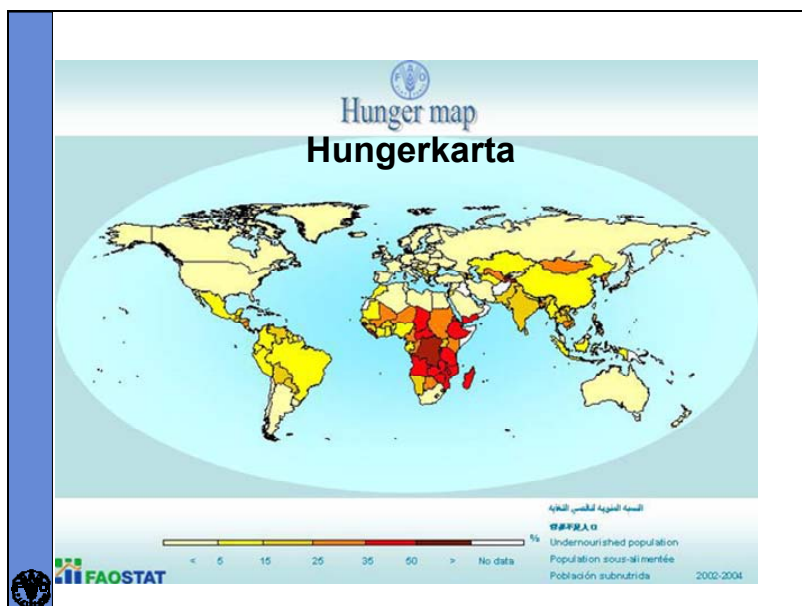


Bild 3

- IPCC (FN:s klimatpanel)
- The Millennium Eco System Assessment
- A Comprehensive Assessment of Water Management in Agriculture
- UN Water
- Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers
- OECD:s Round Table on Sustainable Development - *Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease?*
- Tidskriften *Science*: två forskarrapporter av Timothy Searchinger, Princeton University resp av Joseph Fargione från Nature Conservancy: "Ethanol Worse for Climate Than Gasoline"



Bild 4

**FAO price indices
for selected commodities
(1998-2000=100)**

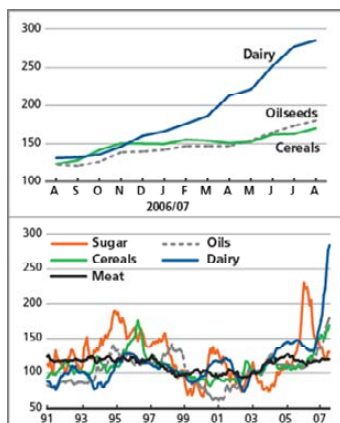


Bild 5

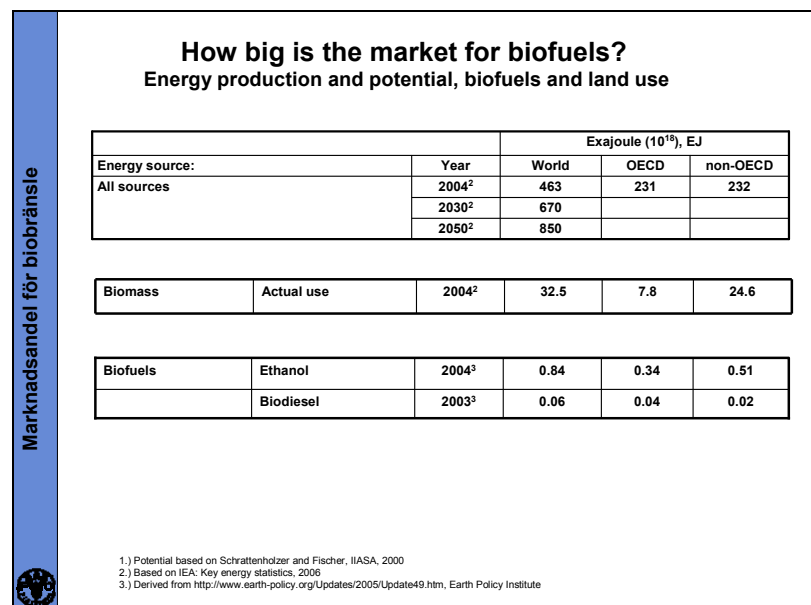


Bild 6



Bild 7

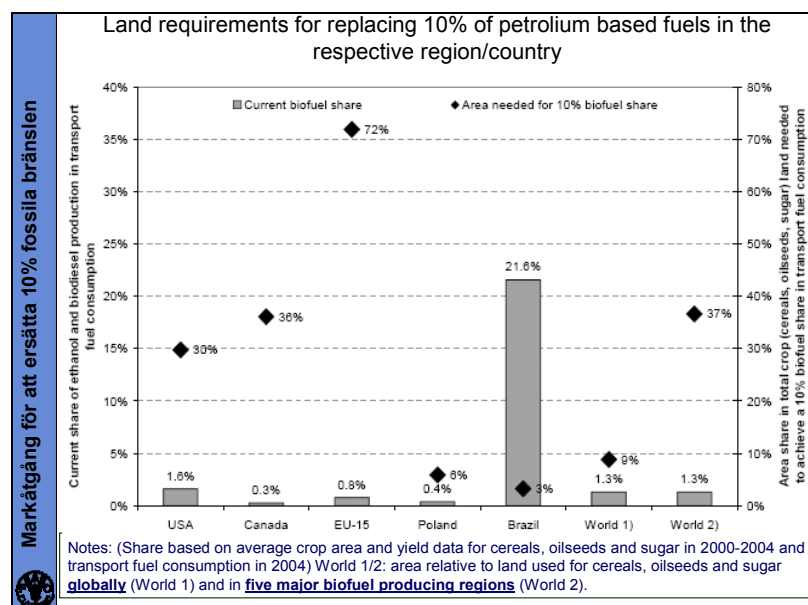


Bild 8

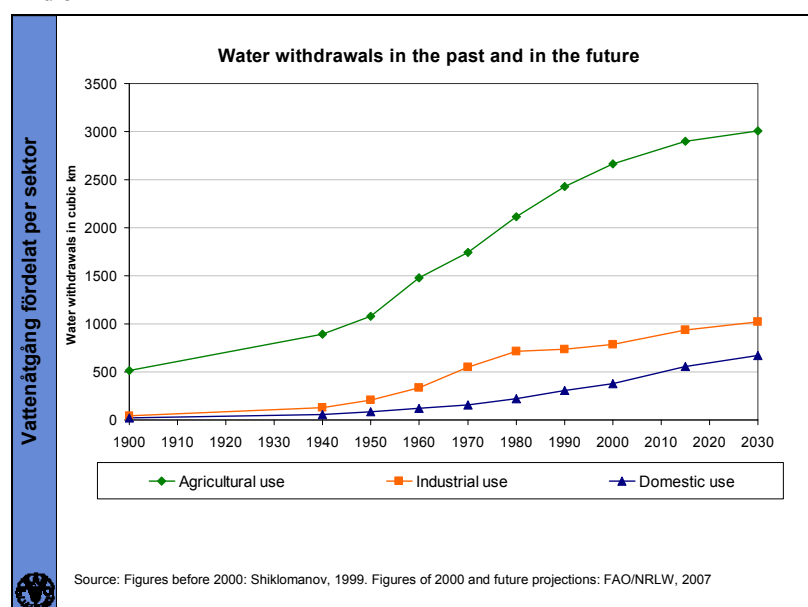


Bild 9

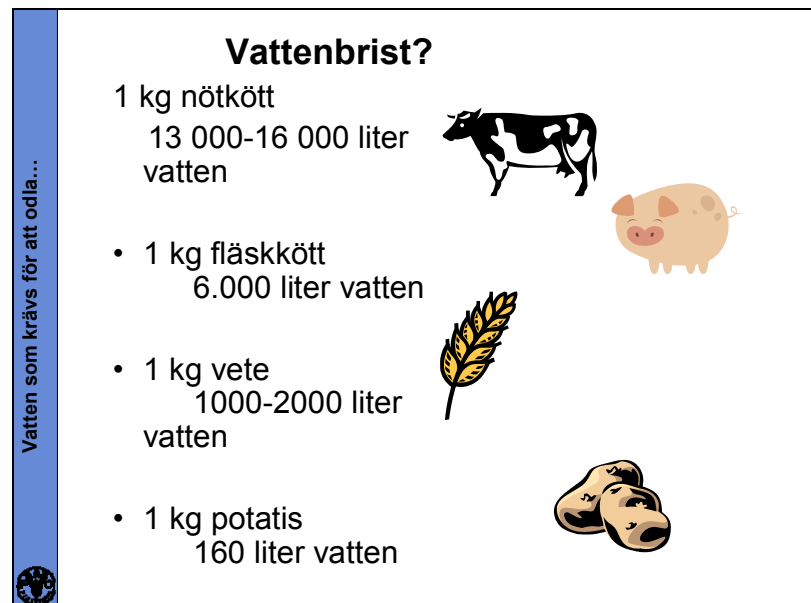


Bild 10

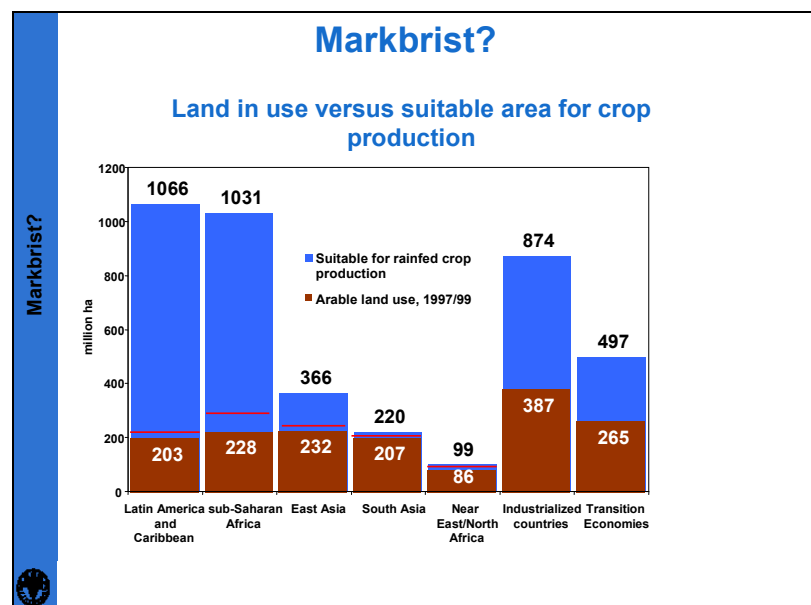


Bild 11

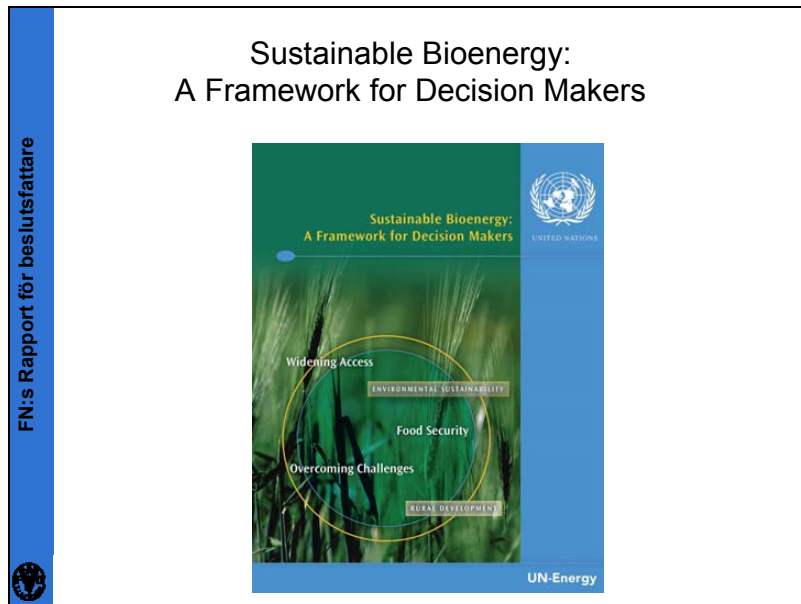


Bild 12

Potentialen för biomassa	
Fördelar	Nackdelar
- Förvaringsbar, kan vara efterfrågankänslig form av energi - Flexibelt användningsområde, vätske-, gas- eller fast form - Koldioxidneutralt, givet att inte skog huggs ner för odling i industriell skala. - Produktionen är arbetsintensiv vilket är positivt för landsbygdsområden med utbredd fattigdom - När den används integrerat för att återställa förstörd mark innebär produktionen ytterligare sociala, miljömässiga och ekonomiska fördelar för landsbygden	- Dagens teknik har dålig kostnadseffektivitet jämfört med konventionell energi - Ägandeskapet av den moderna tekniken finns i i-länder och kräver tekniköverföringar - Långsiktiga effekter på jordmån, bördigheten och biodiversitet kan vara problematiska - Kan bli konflikter med andra användningsområden av mark- och vattenresurserna - Kan få effekter på livsmedelsförsörjningen för fattiga - Det krävs en stabil organisation och leveranskedja med tillförlitliga kontrakt för att allt ska fungera

Bild 13

Rättvisa...

FAO:s Generaldirektör



Jacques Diouf

"Ska vi prioritera att dagens drygt 800 miljoner bilar rullar på biobränsle istället för att satsa på att utveckla nya metoder att utvinna värme och elektricitet från bioenergi till de 1,6 miljarder människor i glesbygdsområden saknar tillgång till elektricitet eller de 2,4 miljarder som saknar trygga energikällor för värme eller matlagning."

Bild 14

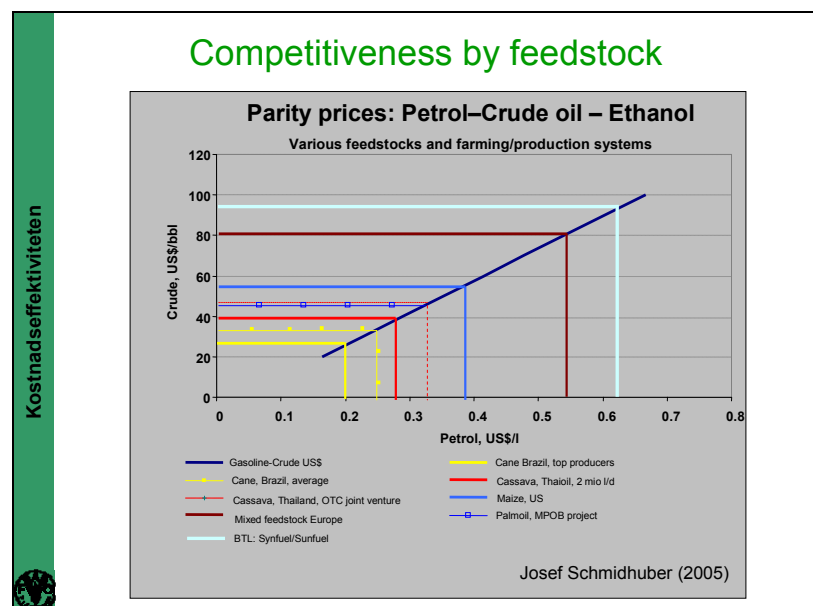


Bild 15

World Food Security and the Challenges of Climate Change and Bioenergy

Datum: 3-5 Juni 2008
Plats: FAO Högkvarter, Rom, Italien
Ansvariga:

Alexander Julius Müller, Assistant
 Director-General
 Nadia Scialabba, Senior Officer
 (Environment and Sustainable
 Development)




Bild 16



FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
 Målet: En värld utan hunger

TACK!

Christina Engfeldt
 FAO:s kontor i Stockholm
 Drottninggatan 88 ög/
 Holländargatan 9a
 Box 3393
 SE-103 68 Stockholm
 Sverige

Tel: +46 (0)8 20 48 42
 E-post: fao@faonorden.se
www.faonorden.se



Bilder som visades av Peter Ahlvik, Nätverk Ecotraffic, under hans presentation vid den offentliga utfrågningen om offentlig utfrågning om forskningsöversikten Förnybara drivmedel för minskad klimatpåverkan.

Bild 1

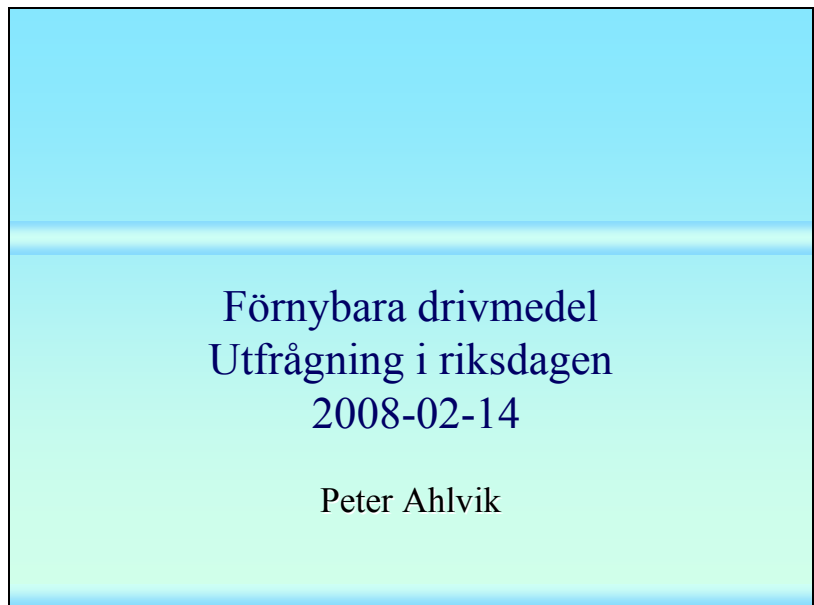


Bild 2

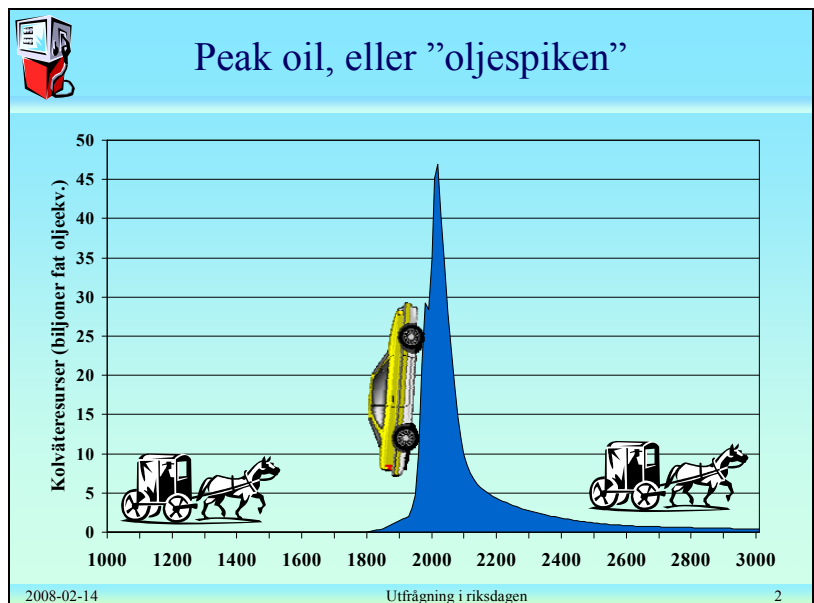


Bild 3



Översikt av biodrivmedel

- ☞ 1:a generationens biodrivmedel (1G)
 - Biogas
 - Etanol från spannmål
 - Rapsmetylester (och NExBTL, gen 1,5?)
- ☞ 2:a generationens biodrivmedel (2G)
 - Drivmedel från cellulosa via syntesgas
 - Etanol från cellulosa
- ☞ 3:e generationens biodrivmedel (3G)
 - Vätgas
 - ???

2008-02-14 Utfrågning i riksdagen 3

Bild 4



Underlag

- ☞ 4 myndigheter
 - 2G drivmedel, förgasning
- ☞ CONCAWE/EUCAR/JRC
 - Bästa WTW hittills
- ☞ Biofuels vision 2030
 - 25% biodrivmedel 2030
 - 2G drivmedel
- ☞ BiofuelsTP (teknikplattformen)
 - Inte nämnt???
 - 2G, flytande drivmedel



2008-02-14 Utfrågning i riksdagen 4

Bild 5

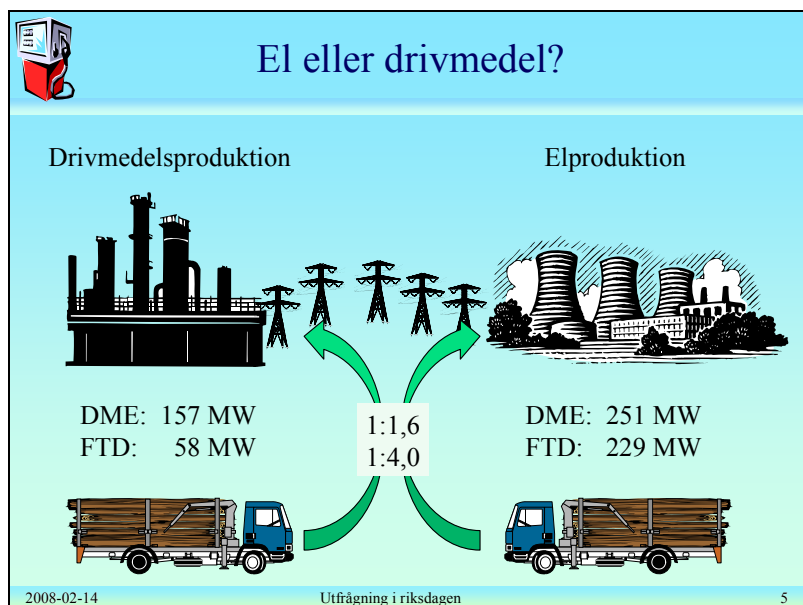


Bild 6

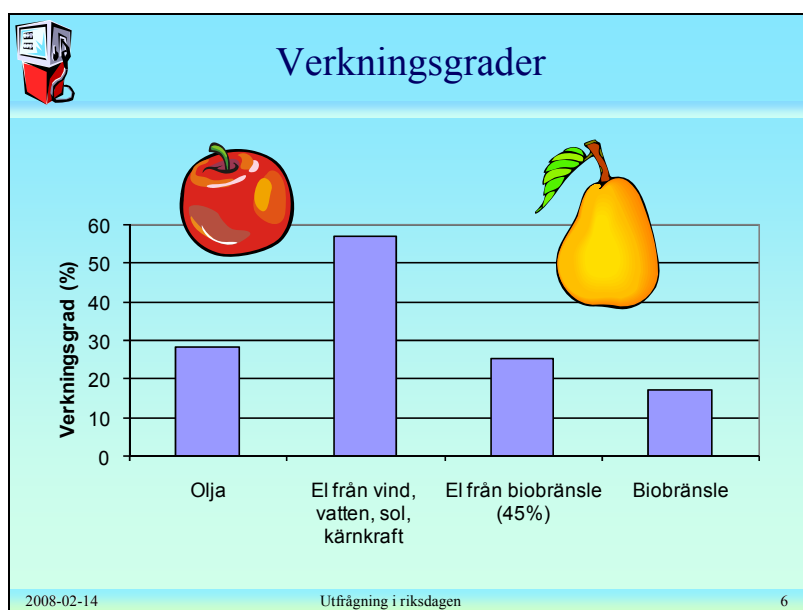


Bild 7

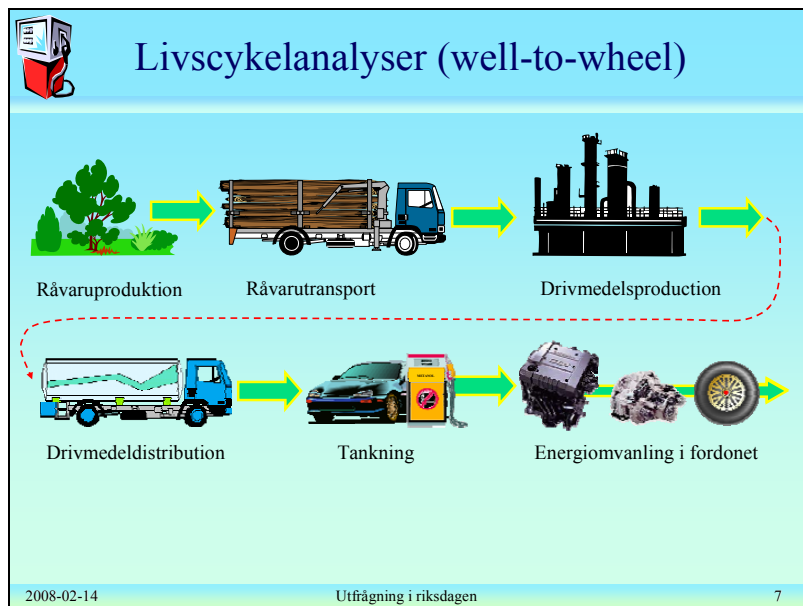


Bild 8

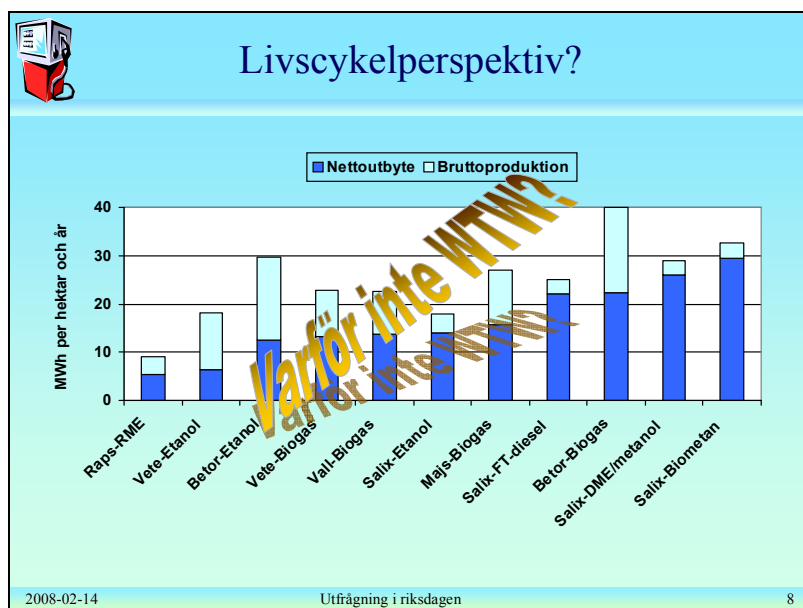


Bild 9

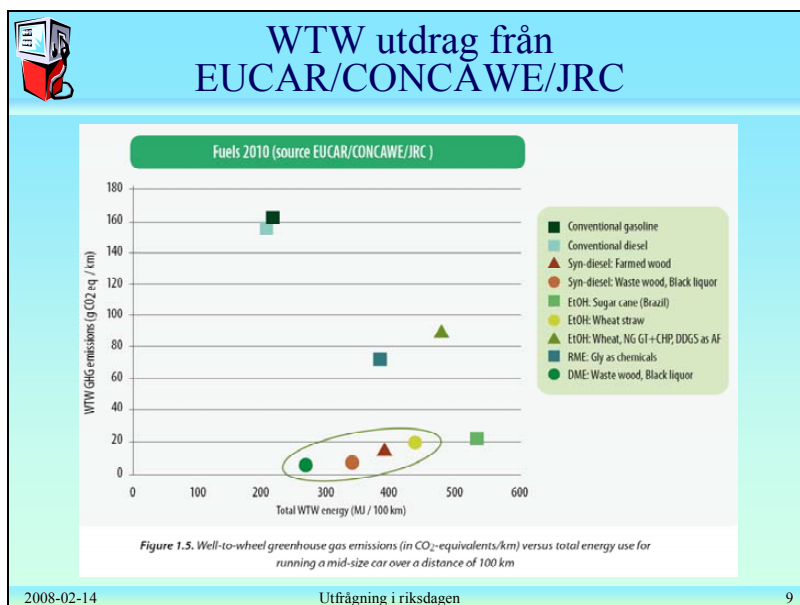


Bild 10

Kostnader för biodrivmedel i framtiden

Uppskattningar	Framtida kostnader vid storskalig produktion och med teknikutveckling (Kr/lbensinckv)	Distributionskostnader (Kr/lbensinckv)	Totalt Framtid
Bensin/Diesel	2.8–3.5	0.85–0.95	3.6–4.5
Etanol från trä	1.46–2.45	1	2.5–3.45
Metanol (trä)	1.7–2.85	~1.1	2.8–3.95
DME (trä)	1.7–2.65	1.5–2	3.2–4.65
Syntetisk diesel (trä)	3.2–3.45	0.85–0.95	4.1–4.4
Väte från trä	1.2–2.15	1.95–3.6	3.2–5.8
Väte från sol	4.4–7		6.4–10.6

Källor: Baserat på en översikt i Turkenburg (2000) kompletterat med siffror från Rogner (2000), Hamenlinck and Faaij (2001), Hamenlinck et al (2004), IEA (2004), Williams (1998) Ogden (1999), Jordbruksverket (2006). Distributionskostnader från Ecotrafic (2002), IEA (1999) och Ogden (1999).

2008-02-14 Utfrågning i riksdagen 10

Bild 11

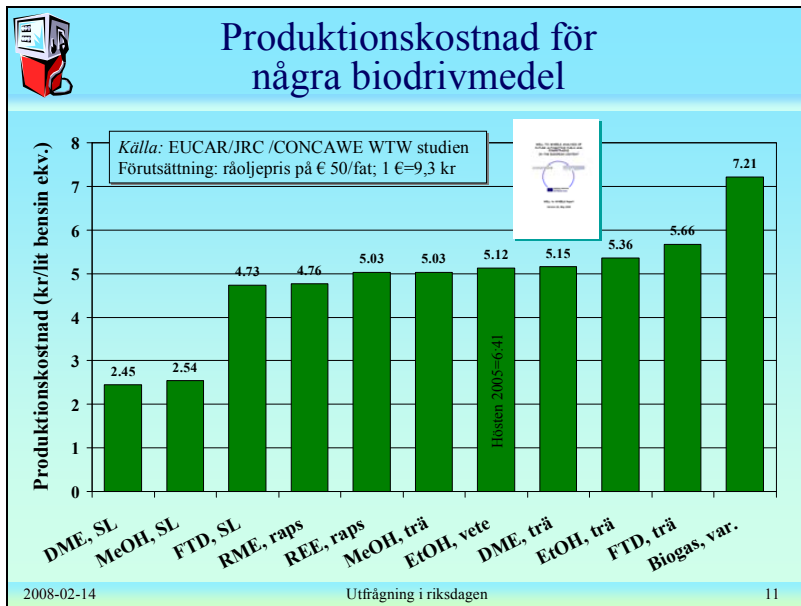


Bild 12

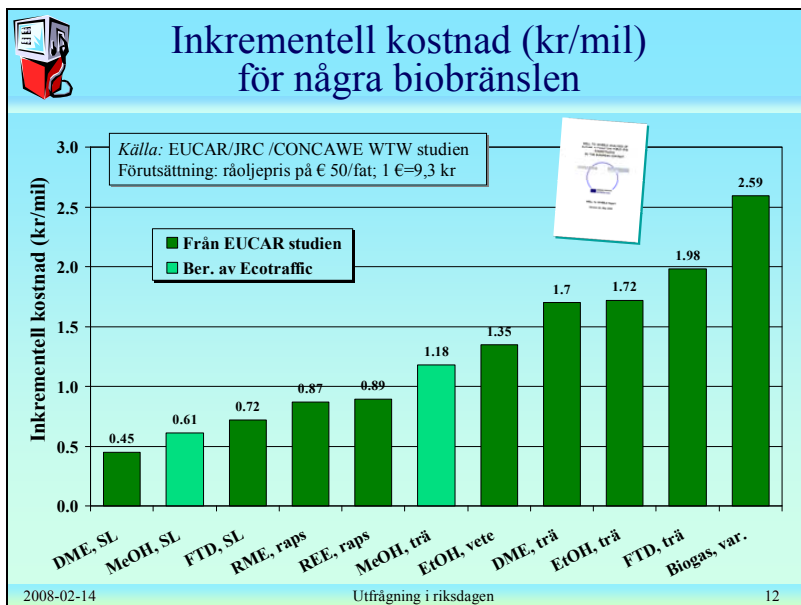


Bild 13



Bild 14

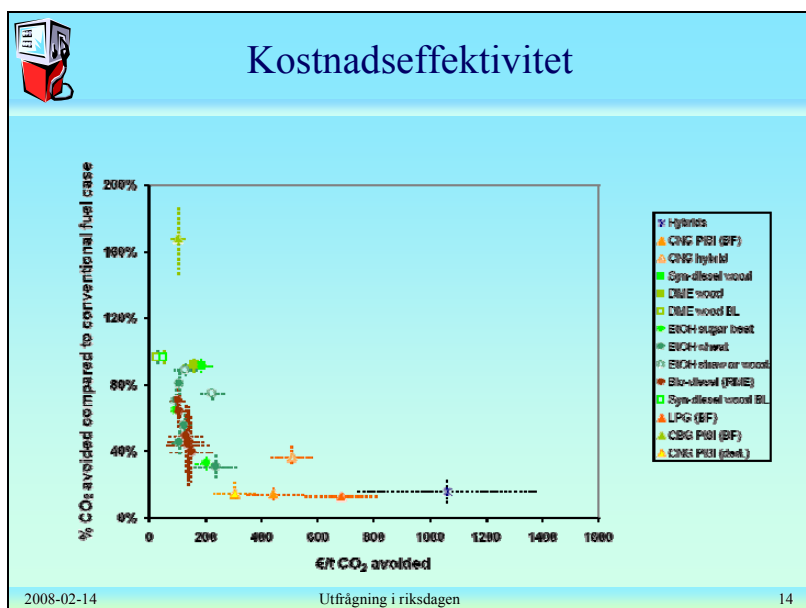


Bild 15

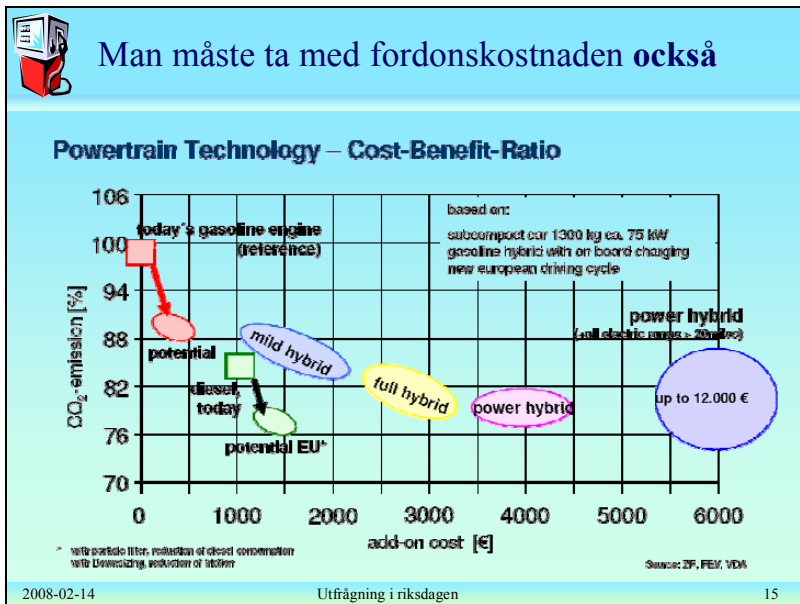


Bild 16

 Skall vi satsa på 2G drivmedel?

Citat ur rapporten:

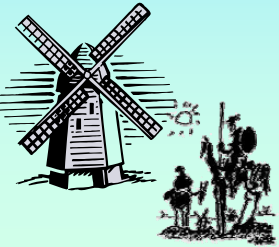
”Att storskaliga förgasningsanläggningar ska stå klara år 2020 är inte omöjligt men osannolikt...”

”Om utvecklingen av 2:a generationens drivmedel varit lyckosam krävs det kring 2020 (eller möjligen något tidigare) att strategisk beslut tas om vilka drivmedel man ska satsa på och vilka fordonstyper som då behöver utvecklas.”

Med en pessimism som denna kommer det aldrig att bli någon produktion av 2G drivmedel i Sverige!!!



Choren 2003



2008-02-14 Utfrågning i riksdagen 16

Bild 17



Bilder som visades av Harry Frank, KVA, under hans presentation vid den offentliga utfrågningen om offentlig utfrågning om forskningsöversikten Förnybara drivmedel för minskad klimatpåverkan.

Bild 1



Bild 2

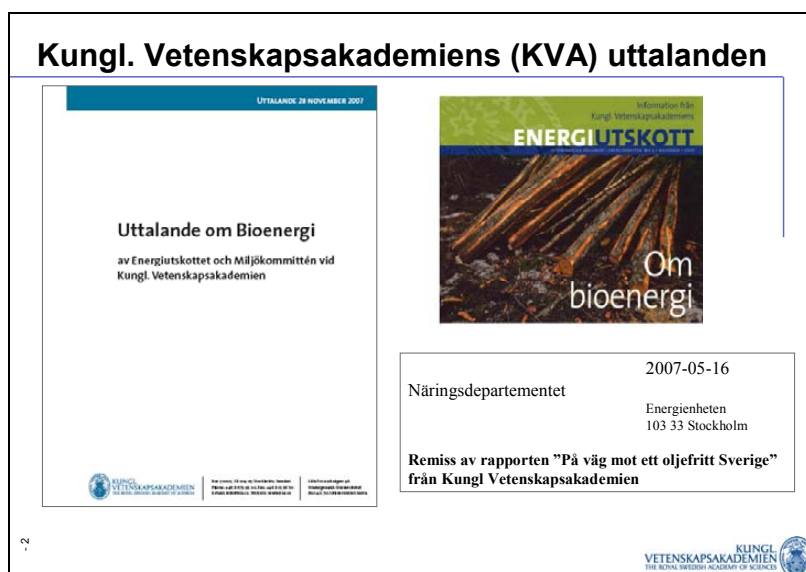


Bild 3

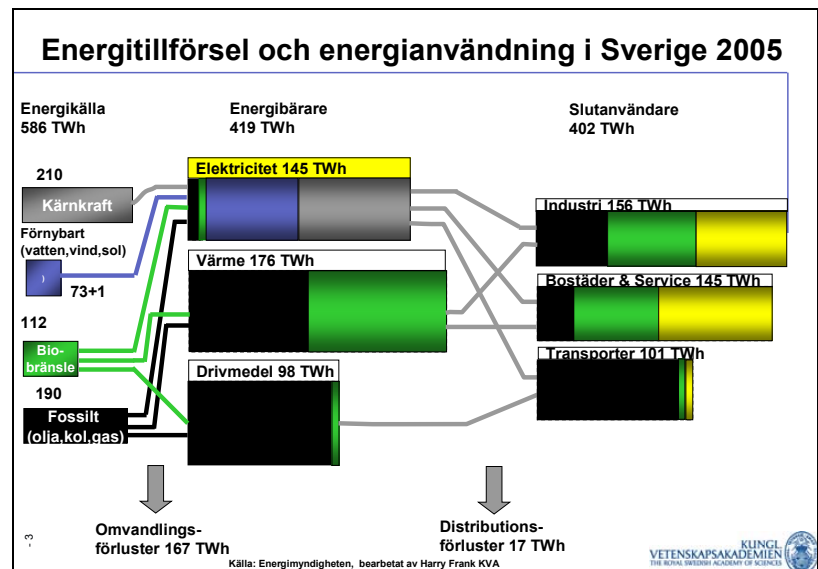


Bild 4

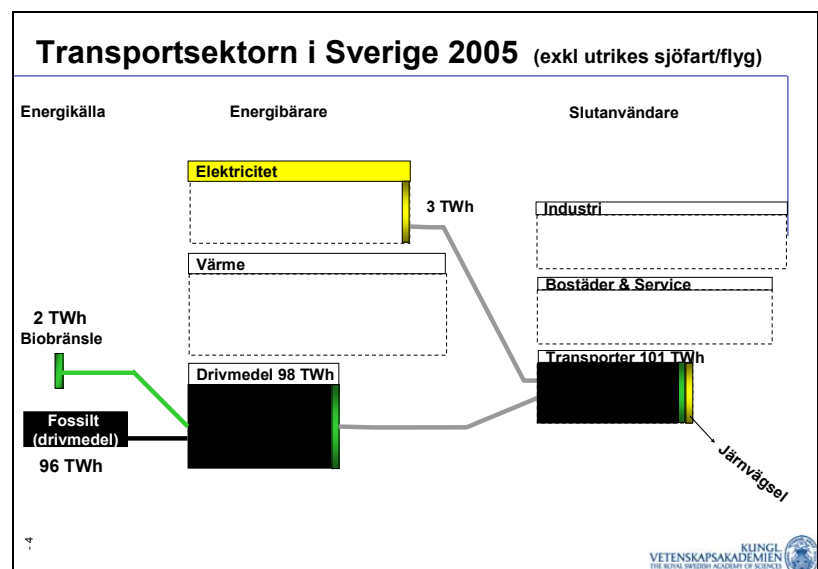


Bild 5

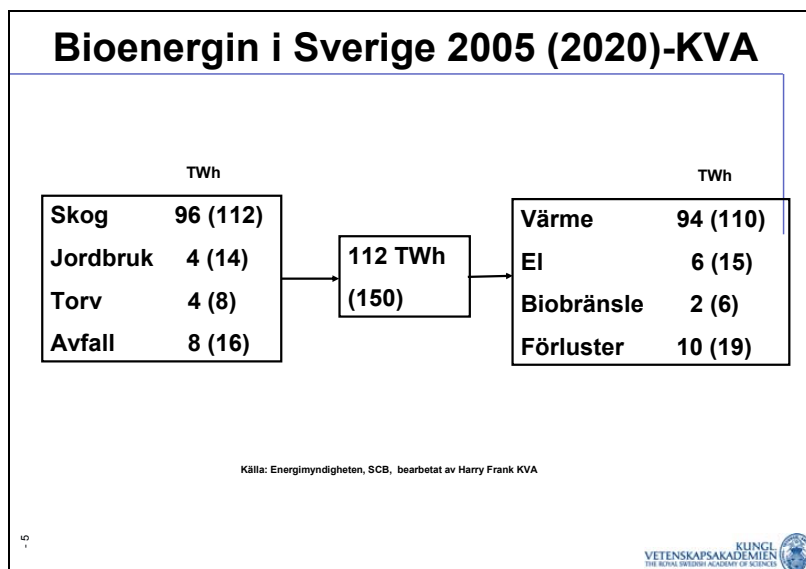


Bild 6

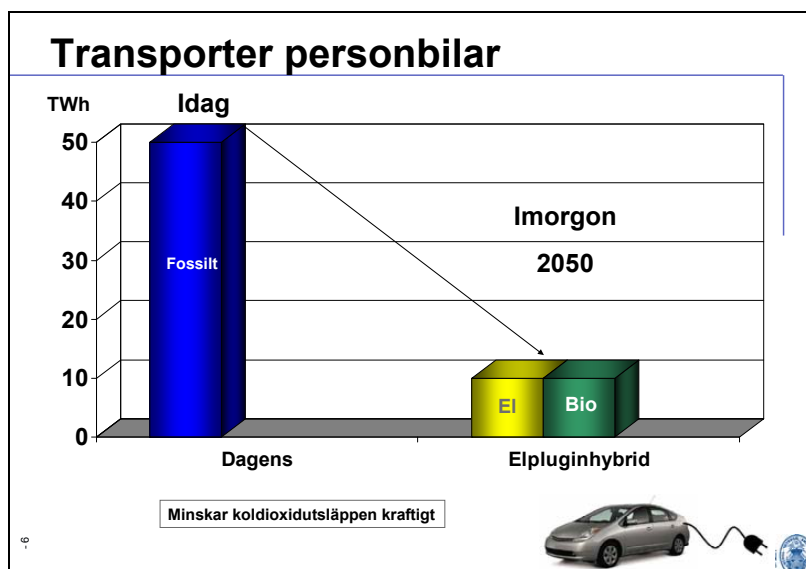


Bild 7

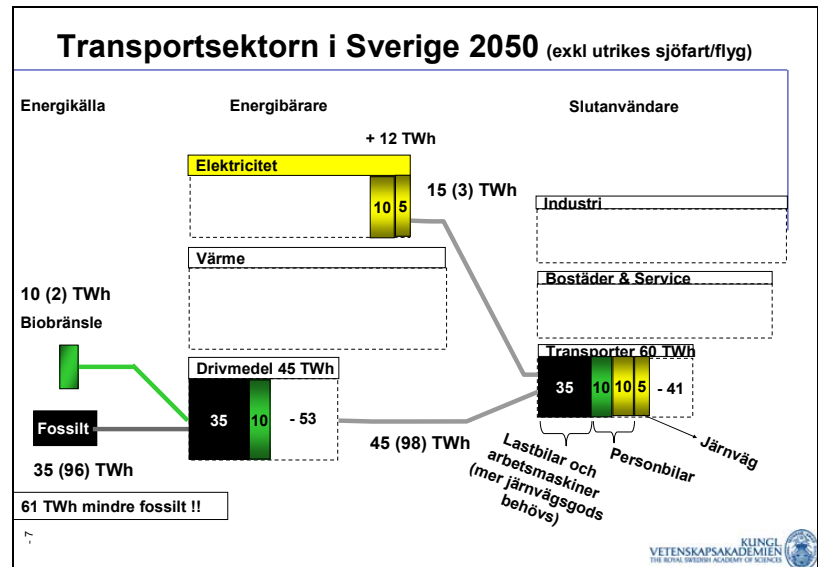


Bild 8

Sammanfattning		
	Trafik utskottets rapport	Kungl. Vetenskaps- akademien
Klimatneutrala elens stora betydelse för framtidens klimatbekämpning (El spar energi)	Nej	Ja
Kärnkrafts el behövs i framtiden	Nej	Ja
Ej hållbart etanol från vete/majs (åkermark)	Ja	Ja
Biodrivmedel till transporter begränsad	Ja	Ja
Andra generationen biogas lovande	Ja	Ja
El-plugin-hybridbilar till personbilar	Ja	Ja
Bioenergin i första hand till kombination el och värme	Ja	Ja
Bioenergins storlek i Sverige till 2050 (TWh)	150-200	150 - 170
Biogaslets storlek till transportsektorn 2050 (TWh)	0-50	<10
Osäkra prognoser om biomassans storlek	Ja	Ja
Vätgasen i framtiden	Tveksamt	Tveksamt

KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

Bild 9

Kommentarer till vissa delar i rapporten

- För stor del av analysen rör Sveriges totala energisystem fram till 2050
- Ifrågasätter Figur 3.2 vad beträffar Sveriges framtida totala energianvändning (för optimistiskt lågt) och exportmöjligheter av biomassa (för optimistiskt hög)
- **Mer klimatneutral el behövs i transportsektorn**
- **Mer järnvägstransporter med el och mindre vägtransporter med fossilt.**

- 9

KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES



Bild 10

Tack för uppmärksamheten

- 10

KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES



2004/05:RFR1	TRAFIKUTSKOTTET Transportforskning i en föränderlig värld
2004/05:RFR2	NÄRINGSUTSKOTTET Statens insatser för att stödja forskning och utveckling i små företag Rapport till riksdagens näringsutskott
2004/05:RFR3	KONSTITUTIONSUTSKOTTET Nationella minoriteter och minoritetsspråk
2004/05:RFR4	SKATTEUTSKOTTET Skatteutskottets offentliga seminarium om skattekonkurrensen den 15 mars 2005

2005/06:RFR1	JUSTITIEUTSKOTTET Brottsskadeersättning och skadestånd på grund av brott. Undersökning av skillnader mellan beslutad brottsskadeersättning och av domstol sakprövat skadestånd
2005/06:RFR2	JUSTITIEUTSKOTTET Särskild företrädare för barn Uppföljning om tillämpningen av lagen (1999:997) om särskild företrädare för barn
2005/06:RFR3	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Förutsättningarna för småskalig livsmedelsproduktion – en uppföljning
2005/06:RFR4	KONSTITUTIONSUTSKOTTET Regeringsmakt och kontrollmakt. Offentligt seminarium tisdagen den 15 november 2005 anordnat av konstitutionsutskottet
2005/06:RFR5	KULTURUTSKOTTET Statsbidrag till teater och dans En uppföljning av pris- och löneomräkningens konsekvenser
2005/06:RFR6	UTRIKESUTSKOTTET Utrikesutskottets uppföljning av det multilaterala utvecklingssamarbetet
2005/06:RFR7	TRAFIKUTSKOTTET Sjöfartsskydd En uppföljning av genomförandet av systemet för skydd mot grova våldsbrott gentemot sjöfarten
2005/06:RFR8	UTRIKESUTSKOTTET Vår relation till den muslimska världen i EU:s grannskapsområde
2005/06:RFR9	NÄRINGSUTSKOTTET Näringsutskottets offentliga utfrågning om elmarknaden den 18 maj 2006

2006/07:RFR1	FINANSUTSKOTTET En utvärdering av den svenska penningpolitiken 1995–2005
2006/07:RFR2	UTRIKESUTSKOTTET OCH MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Offentlig utfrågning den 12 december 2006 om en gas- ledning i Östersjön – fakta om projektet – internationell rätt – tillvägagångssätt vid tillståndsprövning
2006/07:RFR3	TRAFIKUTSKOTTET Trafikutskottets uppföljning av flyttning av fordon
2006/07:RFR4	TRAFIKUTSKOTTET Trafikutskottets offentliga utfrågning om trafiklösningar för Stockholmsregionen
2006/07:RFR5	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Offentlig utfrågning om förutsättningarna för att bedriva småskalig livsmedelsproduktion
2006/07:RFR6	KULTURUTSKOTTET Offentlig utfrågning på temat Var går gränsen för den konstnärliga friheten?
2006/07:RFR7	UTRIKESUTSKOTTET Sveriges deltagande i EU:s biståndspolitik
2006/07:RFR8	SKATTEUTSKOTTET Uppföljning av kvittningsregeln för nystartade företag
2006/07:RFR9	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets offentliga utfrågning på temat hiv/aids torsdagen den 15 februari 2007 (Omtryck, tidigare utgiven som 2006/07:URF4)

2007/08:RFR1	SKATTEUTSKOTTET Inventering av skatteforskare 2007
2007/08:RFR2	TRAFIKUTSKOTTET Offentlig-privat samverkan kring infrastruktur – en forskningsöversikt
2007/08:RFR3	MILJÖ- OCH JORDBRUKSUTSKOTTET Uppföljning av de fiskepolitiska insatsernas resultat och konsekvenser för företag inom fiskeområdet
2007/08:RFR4	SOCIALUTSKOTTET Socialutskottets offentliga utfrågning på temat våld mot äldre, den 19 september 2007
2007/08:RFR5	TRAFIKUTSKOTTET Uppföljning av hur stormen Gudrun hanterats inom transport- och kommunikationsområdet
2007/08:RFR6	FÖRSVARsutskottet Utvärdering av 2004 års försvarspolitiska beslut
2007/08:RFR7	SKATTEUTSKOTTET Öppet seminarium om attityder till skatter

- 2007/08:RFR8 FÖRSVARSKOTTET
Forskning och utveckling inom försvarskottets
ansvarsområde
- 2007/08:RFR9 JUSTITIEKOTTET
Uppföljning av Kriminalvårdens behandlingsprogram för
män som dömts för våld i nära relationer
- 2007/08:RFR10 TRAFIKKOTTET
Trafikkottets offentliga utfrågningar hösten 2007 om
trafikens infrastruktur
- 2007/08:RFR11 KONSTITUTIONSKOTTET
Offentlig utfrågning den 22 november 2007 om tillstånd
för digital marksänd tv
- 2007/08:RFR12 MILJÖ- OCH JORDBRUKSKOTTET
Offentliga utfrågning om förutsättningarna för att låta
transportsektorn omfattas av ett system med handel av
utsläppsrätter
- 2007/08:RFR13 SKATTEKOTTET
Uppföljning av skogsbeskattningen