

Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030

Maria Grahn* och Julia Hansson*

Institutionen för Energi och Miljö, Avdelningen Fysisk resursteori,
Chalmers tekniska högskola, Göteborg
Mars 2010

Denna rapport är utförd på uppdrag av Svenska Petroleum Institutet (SPI) men analys och slutsatser är författarnas egna, utan påverkan från uppdragsgivaren.

*Disputerade forskare i Energi och miljö med inriktning mot fysisk resursteori
E-post adresser: maria.grahn@chalmers.se, julia.hansson@chalmers.se

Sammanfattning

Transportsektorns energianvändning domineras i dagsläget helt av oljebaserade drivmedel, främst bensin och diesel. På grund av klimat- och energisäkerhetsfrågan står därför transportsektorn idag inför stora förändringar. Syftet med denna studie är att studera möjligheterna för inhemskt producerade förnybara drivmedel (biodrivmedel, förnybar el och vätgas) till och med år 2030. Genom litteraturstudier och kontakter med aktörer inom området och med utgångspunkt i de framtidsvisioner för förnybara drivmedel som finns utförs en systematisk strukturerad genomgång av utmaningar och möjligheter för olika drivmedelsalternativ. Målet är att kunna argumentera för vad som är realistiskt att tro om utvecklingen för den inhemska produktionen av förnybara drivmedel till och med 2030 givet att styrmedel som stödjer dessa drivmedel finns samt att bedöma i vilken utvecklingsfas olika förnybara drivmedel befinner sig.

Resultatet från litteraturgenomgången av framtidsvisioner visar en splittrad bild av hur olika aktörer ser på framtiden för förnybara drivmedel. För 2020 identifierar vi ett spann på att 10–25% av den svenska vägsektorns energianvändning skulle kunna bestå av biodrivmedel varav bidraget från andra generationen nästan är försumbart. För 2030 är spannet 13–55% och bidraget från andra generationen anses osäkert. När det gäller vätgas är däremot alla källor eniga om att andelen vätgasbilar i den svenska bilparken är ytterst marginellt både år 2020 och 2030. Däremot finns optimistiska visioner för EU på ända upp till 16 miljoner vätgasbilar kring 2030. Visionerna kring elbilar och laddhybrider visar på en mycket stor osäkerhet över hur snabbt fordonsflottan kan komma att elektrifieras. För 2020 visas en spridning på allt ifrån mycket få till 600 000 elbilar inklusive laddhybrider i Sverige och för 2030 ser vi ett ännu vidare spann på allt ifrån mycket få till 4 miljoner.

Resultat från vår analys visar att spannet är ganska stort när det gäller hur stor den inhemska produktionen av förnybara drivmedel skulle kunna vara år 2020 och 2030. Spannet är ungefär 3–13 TWh/år för år 2020 och 10–22 TWh/år år 2030 och vi bedömer hela spannet som realistiskt. Beroende på hur stor energianvändning för transporter vi jämför med blir det procentuella bidraget lite olika men oavsett beräkningsmetod överstiger andelen inhemskt producerade förnybara drivmedel inte 15% år 2020 respektive 25% år 2030 av vägtrafikens energianvändning.

Trots att alternativa fordon (utöver elbilar) behövs i nästan alla våra scenarier om de inhemskt producerade drivmedlen ska användas inom Sverige ser vi inte bilparken som en begränsande faktor för den inhemska produktionen av förnybara drivmedel. Behovet i Europa lär dessutom vara så pass stort att det går att exportera allt eventuellt överskott av förnybara drivmedel om vi i Sverige producerar mer än den inhemska transportsektorn kan ta emot. När det gäller introduktionen av elbilar ser vi inte laddningsinfrastrukturen som en begränsande faktor för introduktionen av elbilar i stor skala. I dagsläget begränsas introduktionen mer av den höga investeringskostnaden (orsakad av batterikostnaden) vid köp av elbil.

Hur stort det faktiska bidraget av förnybara drivmedel i Sverige i framtiden blir beror i stor utsträckning på priset på de förnybara drivmedlen (både inhemskt framställda och importerade) och tillhörande fordon jämfört med de fossila alternativen. Oavsett drivmedel är det viktigt med hög energieffektivitet både vad gäller användningen i fordonen och i drivmedelsproduktionen. En lägre energiefterfrågan i transportsektorn är en viktig faktor för att minska koldioxidutsläppen och innebär dessutom att bidraget från förnybara drivmedel procentuellt sett blir högre.

Innehåll

1. Inledning.....	4
2. Transportsektorn i Sverige	5
3. Utblick Europa och världen.....	6
4. Existerande visioner/scenarier	9
4.1 Biodrivmedel	9
4.2 Vätgas	13
4.3 Elektrifiering av fordonsflottan	14
4.4 Antal bilar i Sverige fram till 2030.....	16
4.5 Sammanfattning av visioner och scenarier.....	16
5. Generella aspekter som påverkar möjligheterna för olika alternativ.....	19
5.1 Biomassatillgång	19
5.2 Hållbarhetskriterier	20
5.3 Effektivisering av transportsektorns energianvändning	21
5.4 Bilparkens förnyelse tidigare år och fordonsindustrins löften för framtiden	22
5.4.1 Hur lång tid tar det att ställa om bilparken?	22
5.4.2 Fordonsindustrins planer för introduktionen av elbilar	24
5.5 Ledtider för utbyggnad av nya drivmedelsanläggningar.....	25
5.6 Tillgång på förnybar el till fordon	26
6. Utmaningar och möjligheter för olika drivmedelsalternativ	26
6.1 Första generationens drivmedel.....	26
6.1.1 Etanol från spannmål.....	26
6.1.2 Biodiesel	28
6.1.3 Biogas	29
6.2 Andra generationens biodrivmedel.....	30
6.2.1 Etanol från cellulosa	30
6.2.2 Syntetiska bränslen.....	32
6.2.3 Grönt inslag i produktionen av fossil bensin och diesel.....	34
6.2.4 Status för världens befintliga och planerade produktionsanläggningar.....	34
6.3 Befintlig och planerad produktionskapacitet i Sverige.....	36
6.4 Vätgas	37
6.5 Elektricitet	38
6.6 Tredje generationens biodrivmedel	41
6.7 Sammanfattning fördelar och nackdelar med de olika drivmedlen.....	41
7. Möjlig utveckling för olika förnybara drivmedelsalternativ	42
7.1 Visualisering av utvecklingsläget för olika förnybara drivmedel	43
7.2 Scenarier för inhemsk produktion av biodrivmedel till 2030.....	44
7.3 Scenarier för elanvändning i den svenska bilparken till 2030.....	47
7.4 Andel av de fossila bränslena som kan ersättas av förnybara drivmedel i de olika scenarierna	49
8. Slutsatser och diskussion.....	50
8.1 Är bilparken ett hinder för en ökning av förnybara drivmedel?.....	50
8.2 Vad är realistiskt att tro om det framtida bidraget av förnybara drivmedel?	51

1. Inledning

Transportsektorns energianvändning domineras i dagsläget helt av oljebaserade drivmedel, främst bensin och diesel. På grund av klimat- och energisäkerhetsfrågan står därför transportsektorn idag inför stora förändringar. EU har satt upp ett mål för användningen av förnybara drivmedel som år 2020 ska uppgå till 10% av den totala inhemska användningen av energi för transport i samtliga medlemsländer (European Parliament and Council, 2009).

Regeringens långsiktiga ambition är att Sverige år 2030 bör ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen¹ (Regeringskansliet, 2009). Detta kan ske bland annat genom en övergång till hållbara förnybara drivmedel och en ökad användning av eldrift i fordonsflottan genom så kallade laddhybridfordon² och rena elbilar. Detta innebär en betydande utmaning. Men hur stor är denna utmaning och är det överhuvudtaget möjligt att nå detta mål? Hur stor andel av de fossila drivmedlen inom vägtrafiken i Sverige skulle kunna ersättas av förnybara drivmedel till år 2030?

Enligt en undersökning som genomförts av SIFO på uppdrag av SPI (Svenska Petroleum Institutet) sommaren 2009 tror 76% av de 1000 tillfrågade svenskarna att 20% eller mer av bensin- och dieselförbrukningen i världen kan bytas ut till förnybart drivmedel till år 2030 (35% tror att 50% eller mer kan bytas ut). I World Energy Outlooks referensscenario bedöms den globala andelen biodrivmedel uppgå till 5% år 2030 (OECD/IEA, 2008). För Sverige gör Vägverket bedömningen att det är möjligt att nå 10% förnybar energi för vägtransporter i Sverige år 2010 (Vägverket, 2009a).

Det finns många visioner och scenarier för hur utbudet av olika drivmedel och fordon samt för transportsektorn i sin helhet kan komma att utvecklas i Sverige. Det är därför inte lätt att skaffa sig en bild av hur stora möjligheterna för förnybara drivmedel är. Syftet med denna studie är att studera möjligheterna för produktion av förnybara drivmedel i Sverige till och med 2030. Förnybara drivmedel inkluderar här förutom biodrivmedel även el och vätgas till fordon framställda från förnybara energikällor. En bedömning av den tekniska möjligheten respektive tillgängligheten för förnybara drivmedel och tillhörande fordon och infrastruktur för den studerade tidsperioden kommer att göras. Med ”tekniskt möjligt” avses om det tekniska kunnandet bedöms tillräckligt för produktion i stor skala. Med ”tillgänglighet” avses om produkten bedöms vara tillgänglig på marknaden. För denna dimension måste man ta hänsyn till aspekter som till exempel resurstillgång, utbyggnadstakt samt bilparkens förnyelse.

Hur rimliga är de olika scenarier/visioner som finns? Vilka faktorer påverkar om de kan förverkligas och vad kan man säga om betydelsen av dessa faktorer? Genom litteraturstudier och kontakter med aktörer inom området och med utgångspunkt i de visioner/scenarier för introduktionen av förnybara drivmedel som finns utförs en systematisk strukturerad genomgång av utmaningar och möjligheter för olika alternativ.

¹ Det finns idag ingen skriftlig förklaring till hur denna ambition ska tolkas. Menar man till exempel att fossila drivmedlen i princip ska vara utfasade till år 2030 eller menar man att fordonen ska vara bränsleflexibla så att de kan köras på ickefossila bränslen? Intressant att notera är att teoretiskt sett är alla fordon redan idag kompatibla med Fischer-Tropsch-bränslen även om dessa inte finns som förnybara bränslen på marknaden idag.

² Med laddhybrider menas fordon som har både förbränningsmotor och elmotor, där batteriet kan laddas direkt från elnätet.

Målet med denna studie att genomföra (i) en sammanställning av framtidsvisionerna för förnybara drivmedel, (ii) en systematisk strukturerad genomgång av utmaningar och möjligheter för olika drivmedelsalternativ, (iii) en bedömning av i vilken utvecklingsfas de olika drivmedlen befinner sig, (iv) en kartläggning av inhemsk produktionskapacitet genom att identifiera befintliga och planerade produktionsanläggningar, samt att (v) argumentera för vad som är realistiskt att tro om utvecklingen för den inhemska produktionen av förnybara drivmedel till och med 2030. Det vill säga att bidra med kunskap till frågan om hur stor andel av de fossila drivmedlen i Sverige som skulle kunna ersättas av inhemskt producerade förnybara drivmedel år 2020 samt 2030.

Fokus ligger på den relativt kortsiktiga situationen i Sverige och inkluderar utvecklingen av förnybara drivmedel, tillgång på fordon och infrastruktur. Tillgång till kapital, investerare, nätverksuppbyggnad etcetera för att genomföra introduktionen och utbyggnaden kommer inte att beaktas. Fokus ligger på lätta och tunga fordon för vägtransport. Sjöfart, tåg och flyg behandlas därför inte i studien.

Att utvecklingen för biodrivmedel och andra förnybara drivmedel i Sverige i mycket stor utsträckning beror på styrmedel och det rådande ekonomiska läget bidrar till att det är svårt att uppskatta den fortsatta utvecklingen. I denna studie gör vi dock ett försök att uppskatta den inhemska produktionskapaciteten för förnybara drivmedel fram till år 2030 givet att styrmedel som stödjer dessa drivmedel finns och utvecklas även framöver.

I samband med analysen kommer följande aspekter beröras kort: utvecklingen i EU och övriga världen, för och nackdelar med olika drivmedel, konkurrensen om råvaran samt var biomassan ger störst klimatnytta.

2. Transportsektorn i Sverige

Transportarbetet för både person- och godstransporter i Sverige har under de senaste 50 åren mer än fördubblats. Transportsektorn i Sverige domineras av vägtransporter och sedan år 1990 har vägtrafikens utsläpp av koldioxid ökat med 11% som en följd av att främst lastbilstrafiken har ökat (SOU 2008:110).

Personbilarna har under perioden 1999–2005 blivit 7% fler och körs också i genomsnitt längre sträckor. Över samma period ökade exempelvis genomsnittlig körsträcka per personbil och år med 6% och totalt körd sträcka med 13%. Personbilarna har dessutom blivit tyngre, vilket också har bidragit till den ökade energianvändningen (SOU 2008:110).

Energianvändningen i transportsektorn uppgick år 2007 till cirka 130 TWh slutlig energi. Av dessa stod inrikes transporter för cirka 96 TWh och utrikes transporter, som inkluderar bunkring för utrikes sjö- och luftfart, för cirka 34 TWh. Inrikes transporter motsvarar cirka 25% av landets totala slutliga energianvändning (SOU 2008:110).

I Sverige utgjorde bensin och diesel år 2007 89% av inrikestransporternas energianvändning (Energimyndigheten, 2009a). Resterande energianvändning utgjordes

av el (3%), flygbränsle (3%), bunkerolja³, naturgas, etanol och övriga förnybara drivmedel (tillsammans 5%). Vägtrafikens energianvändning uppgick år 2008 till cirka 88 TWh. Användningen av förnybara drivmedel (etanol, biodiesel⁴ och biogas) utgjorde under år 2008 4,9% av vägtrafikens energianvändning (Energimyndigheten, 2009b; Energimyndigheten, 2009f). Låginblandad etanol svarar för 1,5% (1,34 TWh), etanol i form av E85 1,1% (1,01 TWh), etanol till bussar 0,2% (0,14 TWh), låginblandad biodiesel 1,7% (1,47 TWh), ren biodiesel 0,1% (0,04 TWh) och biogas 0,4% (0,33 TWh) (SPI, 2009a). Det är alltså genom låginblandning som den största delen av biodrivmedlen används i Sverige idag.

3. Utblick Europa och världen

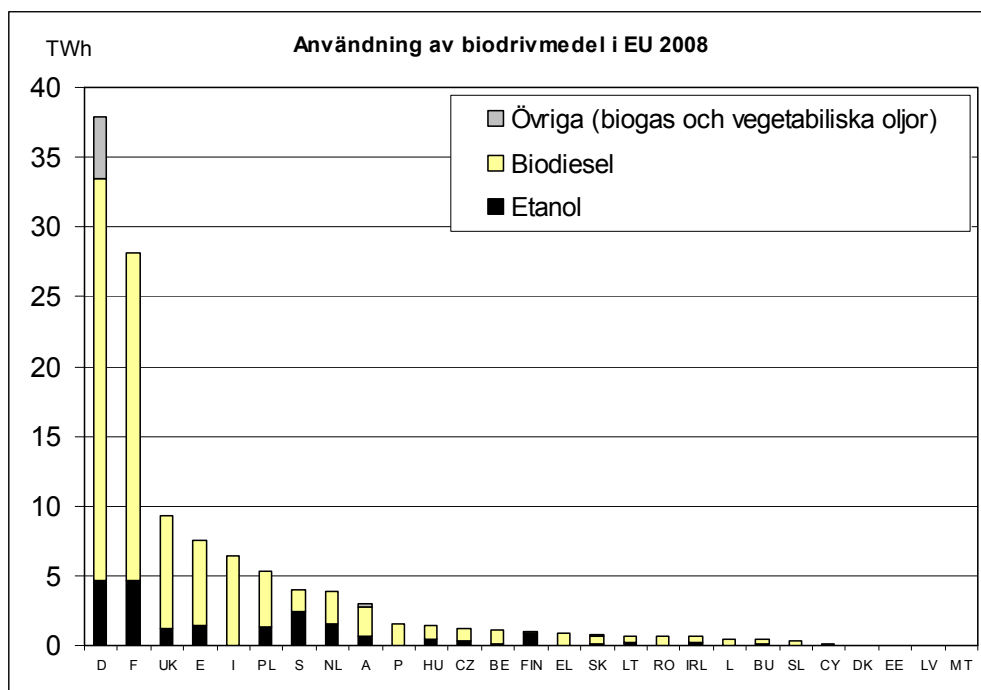
Globalt uppgick biodrivmedelsanvändningen år 2006 till 280 TWh vilket motsvarade ungefär 1% av den totala energianvändning för transporter (OECD/IEA, 2008). USA stod för den största användningen (nästan 130 TWh) följt av Latinamerika (cirka 80 TWh) och EU (cirka 70 TWh) medan Asien med Kina i spetsen svarade för ungefär 10 TWh (OECD/IEA, 2008). Men produktion och användning har ökat betydligt de senaste åren. Globalt är etanol det största förnybara drivmedlet följt av biodiesel. De länder som producerar mest etanol i världen är USA och Brasilien. Enligt vad Ylwa Alwarsdotter, SEKAB uppger i (ÅF, 2009) hade USA en produktion på drygt 200 TWh år 2008 och Brasilien 150 TWh⁵.

Inom EU uppgick den uppskattade biodrivmedelsanvändningen år 2008 till 3,3% av den totala användningen av bränslen för transport (vilket kan jämföras med målet för 2010 på 5,75% och målet för 2020 på 10%) (Eurobserv'er, 2009). Detta motsvarar ungefär 117 TWh. Hur användningen fördelar sig bland EU:s länder visas i Figur 1, 2 och 3. Etanolanvändningen uppgick till cirka 20 TWh, biodieselanvändningen till 92 TWh och biogas samt vegetabiliska oljor till 5 TWh. Av etanolen producerades runt 15 TWh inhemskt (cirka 75%) och av biodieseln cirka 82 TWh (cirka 90%) (se fördelningen mellan EU-länderna i Figur 4 och 5).

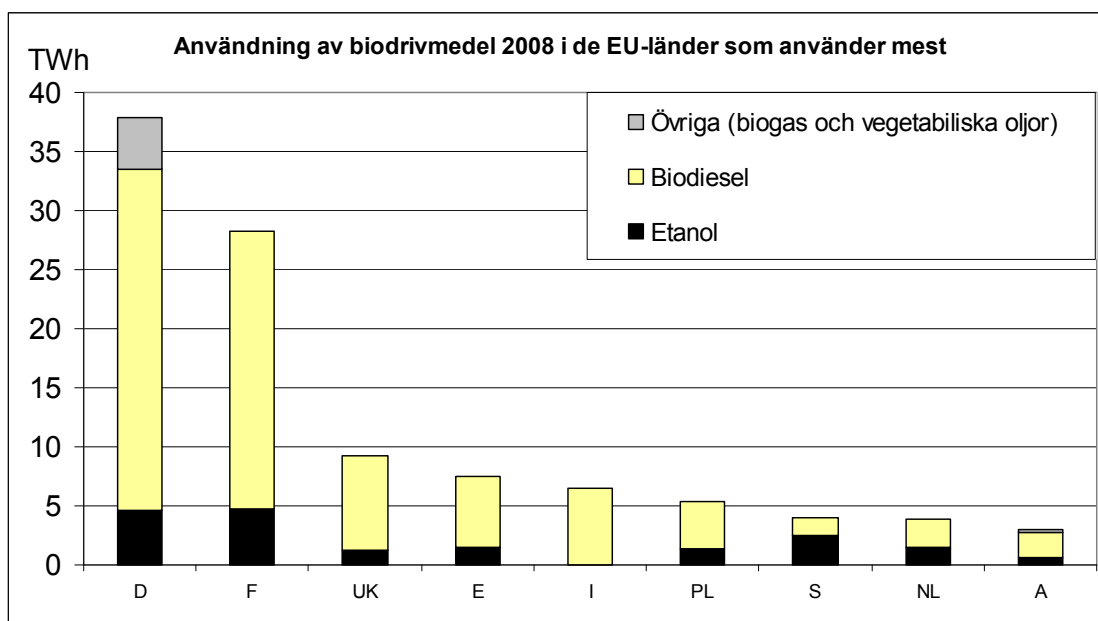
³ Med bunkerolja menas i detta sammanhang den eldningsolja Eo1 och Eo2-5 som används i transportsektorn. Den används i princip uteslutande till sjöfart.

⁴ Med biodiesel avser vi (om inte annat anges) metylalkylestrar från vegetabiliska oljor (fatty acid methyl ester - FAME) vilket i Sverige domineras av rapsmetylester, RME.

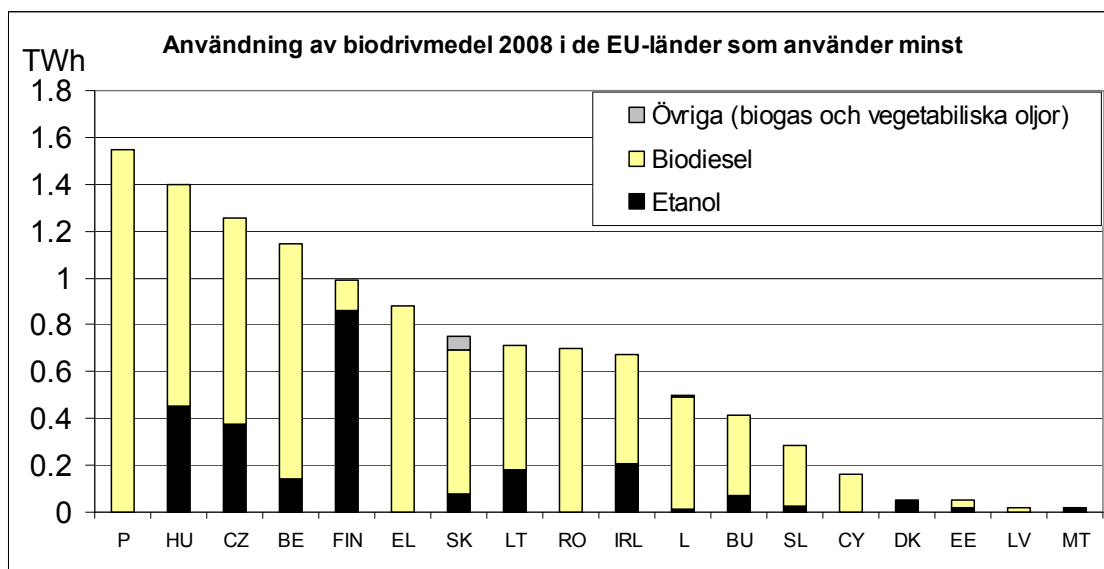
⁵ Det bör dock noteras att dessa siffror kan röra sig om kapacitetssiffror och inte faktiskt produktion. Detta eftersom de siffror som presenteras för EU i samma sammanställning bättre stämmer överens med den produktionskapacitet för etanol i EU som redovisas i Eurobserv'er (2009) än faktisk produktion.



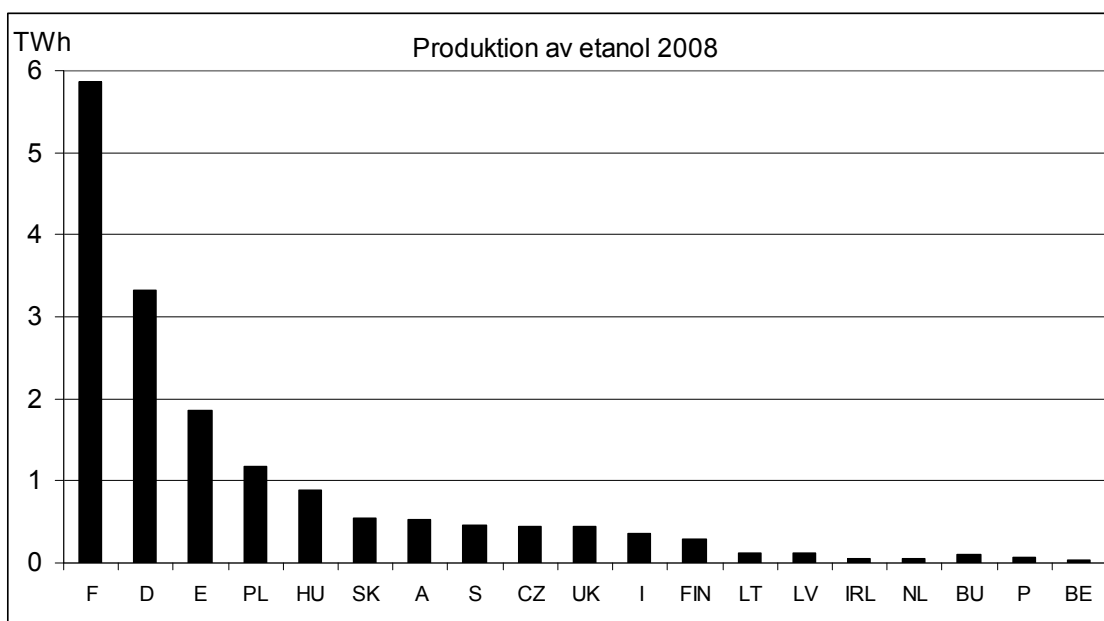
Figur 1. Användningen av biodrivmedel i EU-länderna år 2008 enligt sammanställningen i Eurobserv'er (2009). För Sverige saknas bidraget från biogas i sammanställningen och för Irland ingår användningen av vegetabiliska oljor i biodiesel-kategorin. För förklaring av landsbeteckningarna se Figur 5.



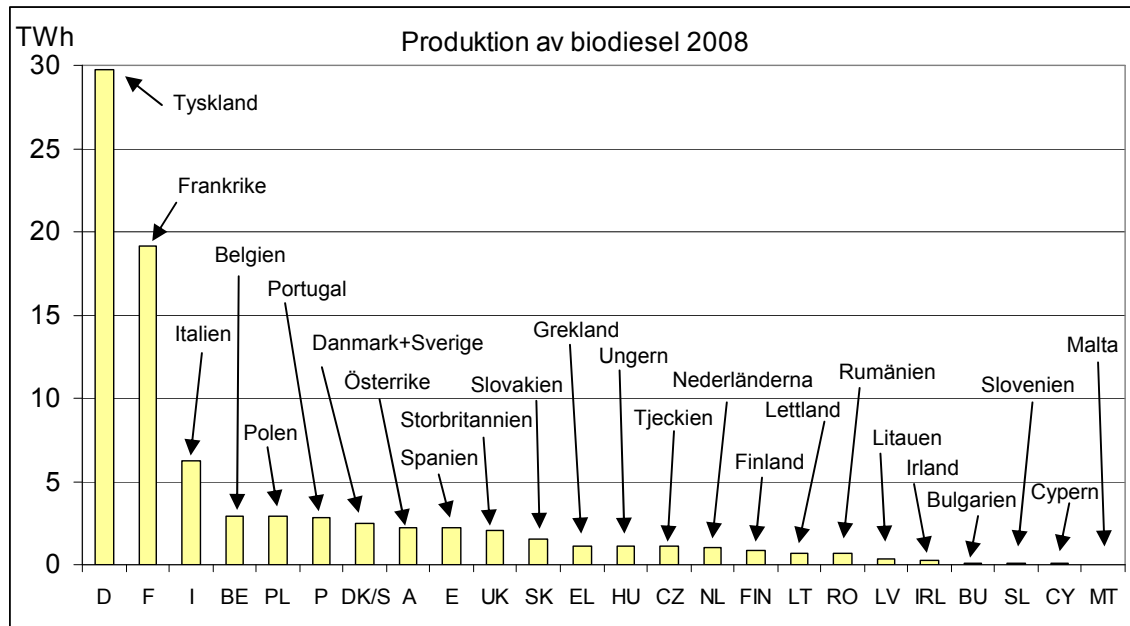
Figur 2. Användningen av biodrivmedel 2008 i de EU-länder som använde störst mängd biodrivmedel enligt sammanställningen i Eurobserv'er (2009). Notera att för Sverige saknas bidraget från biogas i sammanställningen. För förklaring av landsbeteckningarna se Figur 5.



Figur 3. Användningen av biodrivmedel 2008 i de EU-länder som använde minst mängd biodrivmedel enligt sammanställningen i Eurobserv'er (2009). Notera att för Irland ingår användningen av vegetabiliska oljor i biodiesel-kategorin. För förklaring av landsbeteckningarna se Figur 5.



Figur 4. Inhemsk produktion av etanol i EU-länderna år 2008 enligt sammanställningen i Eurobserv'er (2009) som redovisar information både från EBIO (European Bioethanol Fuel Associations) och UEPA (European Union of Ethanol Producers). Eftersom informationen skiljer sig något åt har vi här valt att redovisa värden från EBIO för alla länder utom Belgien, Bulgarien och Portugal, som i deras sammanställning saknar uppgift. Dessa länders värden är istället hämtade från UEPA (som redovisar uppskattade värden). Generellt redovisar UEPA något lägre värden än EBIO. För de EU-länder som saknas i figuren finns ingen produktion redovisad. För förklaring av landsbeteckningarna se Figur 5.



Figur 5. Inhemsk produktion av biodiesel i EU-länderna år 2008 enligt sammanställningen i Eurobserv'er (2009) som bygger på information från EBB (European Biodiesel Board). Notera att biodieselproduktionen redovisas gemensamt för Danmark och Sverige tillsammans (skäl anges ej). Notera också att bidraget från Neste Oils biodiesel NExBTL i Finland ej finns med (Neste Oil, 2009). För de EU-länder som saknas i figuren finns ingen produktion redovisad.

4. Existerande visioner/scenarier

Denna sammanställning av visioner gör inte anspråk på att vara en fullständig redogörelse för alla de visioner/scenarier som finns utan syftar till att ge en överblick över den mängd framtidsbilder och uppfattningar som finns i samhället och därmed illustrera hur splittrad bilden av framtiden för förnybara drivmedel är. Visionerna har delvis olika utgångspunkter, metodansatser samt tidsperspektiv och är därför inte helt jämförbara men de utgör en bra utgångspunkt för detta arbete.

4.1 Biodrivmedel

Energimyndighetens långtidsprognos

Enligt huvudscenariot i Energimyndighetens långtidsprognos⁶ (Energimyndigheten, 2009d) som sträcker sig fram till 2030 kommer andelen biodrivmedel (etanol, biodiesel och biogas) år 2010 att uppgå till 7,2% av den svenska vägsektorns energianvändning. Etanolen står för den största delen och då främst i form av E85. Motsvarande andel för år 2020 är 11,2% (det vill säga högre än EU:s mål) och för år 2030 12,7%. Även ökningen till 2020 beror främst på en ökad etanolanvändning och denna är ett resultat av att antalet bränsleflexibla bilar i fordonsparken ökar starkt⁷. Andra generationens

⁶ I Energimyndighetens långsiktsprognoiser studeras energisystemets långsiktiga utveckling utifrån beslutade styrmedel och givna förutsättningar. Prognosen utgår från gällande styrmedel, vilket innebär att rapportens resultat inte ska betraktas som en regelrätt prognos över den framtida energianvändningen utan som en konsekvensanalys av gällande styrmedel givet olika förutsättningar som exempelvis ekonomisk tillväxt och bränslepriser.

⁷ Noteras bör att en ökning av bränsleflexibla bilar inte nödvändigtvis måste innebära en starkt ökad etanolanvändning eftersom statistik hittills har visat att det faktiska bränslet som används beror på prisskillnaden mellan bensin och E85.

drivmedel inkluderas **inte** i prognosen på grund av svårigheter att i dagsläget bedöma när dessa kan komma att utgöra konkurrenskraftiga alternativ på marknaden. I långtidsprognosens scenario som har högre fossilbränslepriser uppgår biodrivmedelanvändningen till 8% år 2010 och 13,4% år 2020 (nivån för 2030 redovisas ej) (Energimyndigheten, 2009d).

Biodrivmedelsbranchens prognos från 2009

Biodrivmedelsbranchen (i detta fall Gasföreningen, Lantmännen Energi, SEKAB, Biogasföreningen, Perstorp och Nordisk Etanolproduktion AB) har en mer positiv bild av möjligt utbud och efterfrågan på biodrivmedel än den som presenteras i Energimyndighetens senaste långtidsprognos och har därför skapat ett eget scenario till 2020 (Biodrivmedelsbranchen, 2009). I detta scenario visar man att det är möjligt att nå en nivå på totalt 20-25% förnybara drivmedel av vägtrafikens energianvändning till 2020 (och detta utan att inkludera något bidrag från eldrivna fordon och utan ett dominerande bidrag från framtida teknik för cellulosaerika råvaror). I scenariot för 2020 redovisas följande bidrag: Etanol låginblandning 2,1%, biodiesel låginblandning 3,8% (vilka båda baseras på antagandet om 10% inblandning), Ren biodiesel 2,3%, Etanol höginblandning (E85, E95 och E100) 11,8%, och Biogas 5,5%. Av etanolen beräknas hälften importeras, av mängden biodiesel 40% medan all biogas beräknas kunna produceras inhemskt. För biodiesel baseras den inhemska produktionsuppskattningen på möjlig produktion i befintliga anläggningar. För etanol förväntas den inhemska produktionskapaciteten öka betydligt från nuvarande nivå för att kunna svara för halva den uppskattade efterfrågan (Biodrivmedelsbranchen, 2009).

Vägverkets rapport om förnybar energi i vägtransportsektorn år 2020

I framtidsscenarioet som kallas ”Huvudalternativet” i Vägverket (2009a)⁸ antas att behovet av fordonsbränslen år 2020 är 63 TWh och att 11,4% (7,2 TWh) av dessa skulle kunna vara biodrivmedel i form av 1,4 TWh inhemsk spannmålsetanol, 0,35 TWh celluloasetanol, 0,85 TWh tropisk etanol, 0,4 TWh metanol, 1 TWh biogas (rötning), 0,2 TWh biometan (förgasning), 1 TWh Hydrotreated vegetable oils (HVO)⁹ biodiesel, 1 TWh DME från svartlut samt 1 TWh biodiesel. Scenarioet som kallas ”Nuvarande effektiviseringstrend” antar att det inte blir fullt så mycket energieffektiviseringar fram till år 2020 utan att energibehovet för fordonsbränslen skulle vara 77 TWh år 2020. Scenarioet beskriver att 10,6% (8,2 TWh) skulle kunna vara biodrivmedel. Skillnaden mot ”Huvudalternativet” är att vid antagande om lägre effektiviseringar krävs större mängd bränslen för inblandning och därför ökas tropisk etanol till 1,25 TWh och metanol till 1 TWh. I det tredje och sista scenarioet ”Om elbilar introduceras” antas energiefterfrågan minska till 60 TWh år 2020 varav 13,4% (8,01 TWh) skulle kunna vara biodrivmedel. Skillnaden från ”Huvudalternativet” är att ju fler fordon som elektrifieras desto mindre blir avsättningen för alkoholerna i låginblandningen. Tropisk etanol minskas därför till 0,7 TWh och metanol till 0,36 TWh. Nytt i detta scenario är att 1 TWh el tillkommer (Vägverket, 2009a).

Utredningen om förnybara bränslen (SOU 2004:133)

Svensk inhemsk biodrivmedelspotential uppskattas för år 2020 (av drivmedelsproducenterna själva) till nästan 25 TWh varav 3,6 TWh biogas, 2,10 TWh spannmålsetanol, 1 TWh RME, 8 TWh celluloasetanol och 10 TWh syntetiska bränslen

⁸ Målet med denna studie är att visa om och i så fall hur Sverige kan nå EU:s mål på 10% förnybara drivmedel till 2020.

⁹ Läs mer om HVO i kapitel 6.2.2.

som DME eller metanol. För 2030 uppskattas den totala svenska biodrivmedelproduktionen till nästan 53 TWh varav 5,8 TWh biogas, 2,10 TWh spannmålsetanol, 1 TWh RME, 14 TWh celluloasetanol och 30 TWh syntetiska bränslen som DME eller metanol (Sandebning, 2004, Tabell 3.2). Det bör dock noteras att man kommenterar att bidragen inte är helt adderbara då de i flera fall utgår från samma råvarupotential.

Trafikuskottets rapport om förnybara drivmedel

Enligt Åkerman och Åhman, författare till Trafikuskottets rapport om förnybara drivmedels roll för att minska transportsektorns klimatpåverkan (Trafikuskottet, 2007), är dagens produktion av biodiesel och etanol från vete/majs inte långsiktigt hållbar, varken ekonomiskt eller miljömässigt. Biogas från rötning av avfall, slam m.m. räcker endast till en mindre del av transportsektorns energibehov men kan spela en viktig roll som nischbränsle i framtiden, speciellt för lokala fordonsflottor. Dagens biodrivmedel kan ändå bidra positivt till omställningen på medellång sikt, främst genom att man bygger aktörsnätverk, marknader och erfarenheter för utvecklingen av andra generationens drivmedel. Enligt rapporten kan Sverige fram till 2020 bryta tillväxten av koldioxidutsläpp från transportsektorn främst genom effektivisering och låginblandning i bensin och diesel. Omkring år 2020 anser man att andra generationens biodrivmedel skulle kunna börja introduceras om stora utvecklingsinsatser görs idag. Av första generationens drivmedel är det då bara sockerrörsetanol som har kvar en betydande marknadsandel.

Naturvårdsverkets scenarier för det svenska transportsystemet till år 2050

Enligt Naturvårdsverket (2007) antas godstransporterna i alla framtidsbilder för år 2050, använda fossila drivmedel, utom distributionslastbilar, som används vid körning inom tätorter, vilka har laddhybridteknik. Mellan 25 och 50% av alla resta kilometer med personbil antas ske med eldrift, till största delen med laddhybrider och till mindre del med rena elbilar. För resterande sträcka som till stor del utgör långväga resor används fossilt bränsle i scenario 1, biodrivmedel i scenario 3 och 4 samt en kombination i scenario 2 och 5. Biodrivmedel är i huvudsak DME/metanol och man antar att biodrivmedlen i första hand används för personbilar. I scenarierna står biodrivmedel för mellan 0 och 50% av transportsektorns energianvändning år 2050.

IVAs vision för 2020

Enligt IVAs vision för 2020 framtagna år 2002 (IVA, 2002) har mångfalden ökat i transportsektorn 2020 både vad gäller nya drivmedel och bilmotorer. Det finns inte rena bensinmotorer i personbilarna längre, utan snarare kraftigt förbättrade dieselmotorer med betydligt högre verkningsgrad. De nya motorerna är även flexibla. De kan gå på bensin/diesel eller naturgas men även på etanol eller några av de nya syntetiska bränslena (producerade från syntesgas via förgasning) som är under utveckling. När oljeprodukter används som drivmedel är de utblandade med tio till femton procent alkohol. Elbilarna har hittills inte kunnat hävda sig i konkurrensen. Det finns emellertid en hel del hybridbilar som kan växla mellan el och bränsle. Det börjar även rulla en hel del bilar med bränsleceller men än så länge är det mest företag som använder dem i profileringsyfte. På ett flertal platser finns även bränslecellsdrivna bussar på försök.

Etanolprogrammet och NILE-projektet

Energimyndighetens forskningsprogram för etanol för perioden 2007–2010 hade vid sin start följande vision: ”Cellulosabaserad etanoltillverkning ska under nästa decennium,

2010–2019 bidra till svensk biodrivmedelstillförsel liksom till försäljning av teknologi inom detta område” (Etanolprogrammet, 2009). Baserat på dagens kunskapsläge och givet vissa antaganden, som att den fortsatta teknikutvecklingen går bra och att frågan om aktörer och finansiering kan lösas under de närmaste åren kan 2015 ses som en rimlig tidpunkt för en första storskalig anläggning för svensk cellulosaeetanol (Vallander, 2009). Detta stämmer väl överens med slutsatsen inom EU-projektet NILE (New Improvements for Lignocellulosic Ethanol) där SEKAB deltar: Från deras rapport “Advances in Lignocellulosic Ethanol” läser vi: “Valuable experience has been gained and yields have been obtained that can be regarded as a good reference for future trials and also for the future up-scaling from pilot-scale units to industrial production units.” (NILE, 2008).

IEA Bioenergy's vision

Prognoser för när andra generationens biodrivmedel kommer att bli kommersiella varierar men detta förväntas vanligtvis inte ske före 2015 (IEA, 2008a). IEA Bioenergy, skriver följande om utvecklingen för andra generationens biodrivmedel (IEA, 2008b). Baserat på de aviserade planerna från företag som utvecklar andra generationens biodrivmedel kan den första produktionen i full kommersiell skala komma att ske redan 2012. Dock behöver man först visa en lyckad demonstration av omvandlingstekniken för att nå detta mål. På grund av komplexiteten hos de hithörande tekniska och ekonomiska utmaningarna (och givet att det inte sker något tekniskt genombrott som betydligt sänker produktionskostnaden och därmed accelererar introduktionen), kan man därför argumentera för att i verkligheten kommer de första kommersiella anläggningarna inte att spridas i någon större skala före 2015 eller 2020. Således är det fortfarande högst oklart hur stort bidrag till transportsektorns energianvändning år 2030 som andra generationens biodrivmedel kan ge. Men från och med 2020 eller däromkring kan andra generationens biodrivmedel utgöra en mer betydande del av den globala biodrivmedelsmarknaden (IEA, 2008b).

IEA World Energy Outlook

I referensscenariot i World Energy Outlook (OECD/IEA, 2008) bedöms andelen biodrivmedel inom EU öka från knappt 2% 2006 till ungefär 6% av transportsektorns energitillförsel år 2030 (globalt förespås 5% biodrivmedel år 2030). Andra generationens drivmedel bedöms inte vara fullt kommersialiserade före år 2020 och fram till år 2030 bedöms de endast bidra i liten skala till den totala tillförseln av biodrivmedel (OECD/IEA, 2008).

European Biofuels Technology Platforms (EBTP) vision

European Biofuels Technology Platform (EBTP) föreslår ett initiativ för att accelerera den kommersiella utvecklingen för avancerade bioenergitekniker. Med avancerade tekniker avses hållbara biobränslen/biodrivmedel med en bredare råvarubas och/eller bättre slutprodukts egenskaper än de biodrivmedel som idag finns på marknaden (det vill säga framförallt andra generationens drivmedel). Målet är att möjliggöra kommersiell tillgänglighet för avancerade biodrivmedel i så stor skala år 2020 att dessa ensamt kan uppnå 4% av EU:s transportenergibehov detta år (European Biofuels Technology Platform, 2009). För att nå detta skulle man behöva stödja 15-20 demo- och referensanläggningar¹⁰ (1-3 demo- eller referensanläggningar inom respektive

¹⁰ “Demonstration” och “Reference plant” definieras på följande sätt: “Demonstration is the last non-economic step before first commercial (economically viable) deployment. The purpose is to demonstrate the performance and reliability of all critical steps of the value chain so that the first commercial unit can

biodrivmedelskategori till exempel syntetiska bränslen från biomassafergasning, biometan och andra gaser från biomassafergasning och etanol från cellulosa).

4.2 Vätgas

Scandinavian Hydrogen Highway Partnerships ambition

För vätgas finns inga specifika scenarier eller visioner för Sverige (Vätgas Sverige, 2009). Men inom ramen för det skandinaviska partnerskapet Scandinavian Hydrogen Highway Partnership (SHHP) finns en ambition att ha 100 bussar, 500 bilar och 500 specialfordon (till exempel gaffeltruckar) som använder vätgas som bränsle på vägarna till 2015 (Scandinavian hydrogen, 2009).

The European Hydrogen road map

I ”The European Hydrogen road map”, (som är resultatet av ett integrerat projekt samfinansierat av europeiska forskningsinstitut, industri och av EU kommissionen) presenteras en uppskattning på 16 miljoner vätgasbilar i EU runt år 2030 men man visar även scenarier där vätgasfordon utgör allt från ett par till cirka 25% av den totala fordonsflottan år 2030 (Hyways, 2008). För att nå det högre antalet fordon antar man att serieproduktionen av fordonen startar kring 2015. Samtidigt säger man att vätgasfordon blir konkurrenskraftiga först runt år 2030. Framemot 2050 bedöms vätgasbaserade bränslecellsfordon helt dominera marknaden och 80% av fordonsflottan bedöms vara drivna med koldioxidfri vätgas (Hyways, 2008).

IEA World Energy Outlook

I referensscenariot i World Energy Outlook antas inte vätgasfordon bli kommersialiserade före 2030 (OECD/IEA, 2008).

Fordonstillverkarnas visioner

Ledande fordonstillverkare inom bränslecellstekniken – Daimler AG, Ford Motor Company, General Motors Corporation/Opel, Honda Motor Co., Ltd., Hyundai Motor Company, Kia Motors Corporation, the alliance Renault SA and Nissan Motor Corporation and Toyota Motor Corporation – har skrivit ett ”joint Letter of Understanding” angående utvecklingen och marknadsintroduktionen bränslecellsdrivna elfordon. Fordonstillverkarna räknar med att från 2015 och framåt ”a “quite significant” number—a “few hundred thousand units” over the initial products’ lifecycles—of fuel cell electric vehicles could be commercialized” (Green car congress, 2009).

Trafikuskottets rapport om förnybara drivmedel

Förnybar vätgas och bränsleceller ses i Trafikuskottet (2007) som ett alternativ först på längre sikt, efter 2030. Motiveringen är att vätgas, producerad från biomassa, som används i bränsleceller har marginellt högre systemverkningsgrad än till exempel DME som används i en effektiv dieselhybrid. Det är därför tveksamt att ett genombrott för storskalig produktion av förnybar vätgas kommer att ske såvida inte vi får stor tillgång på billig förnybar el eller koldioxidinfångning.

be designed and performance guaranteed directly from the outcome of the demonstration unit. A Reference plant is the first commercial unit operating at an economically viable scale.”

Naturvårdsverkets scenarier för det svenska transportsystemet till år 2050

Vätgas syns inte i något av scenarierna fram till år 2050 i Naturvårdsverket (2007). Det motiveras med att laddhybrider i de flesta fall är effektivare än bränslecells-bilar och att det fortfarande finns utrymme för relativt mycket fossilt bränsle just i transportsektorn även om de totala utsläppen ska minska med 85%. Man skriver dock att det 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 hävdar man att betydelsen av väte som energibärare kan komma att öka.

4.3 Elektrifiering av fordonsflottan

Energimyndighetens långtidsprognos

Enligt Energimyndighetens långtidsprognos förväntas fordon med elmotor (både laddhybrider och elhybrider, där de förstnämnda laddas från nätet och de senare genom till exempel bromsenergi) introduceras på marknaden under perioden 2010–2030 (Energimyndigheten, 2009d). Laddhybrider antas introduceras på den globala marknaden år 2010, men då endast i vissa länder och i begränsad utsträckning. Man antar att det dröjer till år 2015 innan de börjar produceras i större volymer. Eftersom priset förväntas ligga betydligt högre än för konventionella fordon drar man slutsatsen att det inte finns något som tyder på att laddhybrider skulle slå igenom i stor skala innan 2020 med utgångspunkt i dagens styrmedel. Antalet elbilar och laddhybrider i Sverige med nuvarande styrmedel antas i prognosens huvudscenario bli 85 000 år 2020. El till elbilar och laddhybrider förväntas i prognosen att uppgå till ca 0,17 TWh år 2020.

Energimyndighetens rapport om elfordon och laddhybrider

I Energimyndighetens rapport om elfordon och laddhybrider (Energimyndigheten, 2009e) presenteras fyra olika utvecklingsscenarier för marknadsintroduktionen av eldrivna fordon i den svenska personbilssektorn till 2030 som skiljer sig på grund av vilken insats av styrmedel som antas¹¹. Beroende på styrmedelsinsatsen¹² antas följande introduktion av eldrivna fordon: år 2010 600–800 fordon, år 2020 42 000 – 48 000 fordon och år 2030 480 000 – 3 270 000 fordon. För uppskattningarna för 2020 och 2030 antas livscykelkostnaden för elbilar vara i paritet med konventionella fordon 2015. Man poängterar dock att vi i nuläget ser en introduktion av elfordon i blygsam skala först under 2011, eftersom det inte finns något egentligt utbud av elfordon, undantaget hybrider, i större volymer över huvud taget i Sverige i dagsläget. Sannolikt tar det många år innan marknaden är stor i relation till dagens konventionella bilar (Energimyndigheten, 2009e).

IVA:s rapport Vägval Energi

Enligt Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien (IVA):s rapport Vägval Energi, kan hela personbilsparken ställas om till eldrift. Enligt deras vision ersätts förbränningsmotorn av elmaskiner som bas i drivlinorna redan 2015 – 2020. Redan 2010 lanseras elbilar med räckvidd på över 150 kilometer och laddhybrider med

¹¹ Scenarier bygger på en engelsk rapport som anpassats till svenska förhållanden av Elforsk.

¹² Den lägsta nivån motsvarar nuvarande styrmedelsnivå och för den högre nivån finns starka styrmedel som uppmuntrar försäljning av fordon, ser till att infrastrukturen utvecklats och att fordonens kostnad blivit jämförbara med fossildrivna, batterierna hyrs och nästan alla nya bilar som säljs är elbilar.

räckvidd på cirka 40 kilometer med el. Då lanseras även mikro-hybrider¹³ med små bränslesnåla dieselmotorer. För stadsbussar och lokala lastbilstransporter antas år 2030 en huvuddel vara seriehybrider med cirka tio kilometer elkörsträcka och som därefter körs på biobränslen. Detta innebär att dagens fyra miljoner personbilar i Sverige år 2030 kan komma att utgöras av följande: (i) en miljon små elbilar med räckvidd på cirka 150 km och med nollutsläpp av koldioxid samt (ii) en miljon medelstora elbilar, med nollutsläpp av koldioxid. Resterande två miljoner fordon är huvudsakligen seriehybrider med en räckvidd med eldrift på cirka 50 kilometer, innan förbränningsmotorn tar över. Mer än hälften av körsträckan antas bilen gå på el. Resterande körsträcka, totalt cirka femton miljarder kilometer, körs på biobränslen (IVA, 2008).

IEA World Energy Outlook och ”Elektrische autos plan Nederlands”

I referensscenariot i World Energy Outlook antas en spridning av hybridfordon inklusive laddhybrider till år 2020 men rena elfordon antas inte bli kommersialiserade i stor skala före 2030 (OECD/IEA, 2008). Elbilar inklusive laddhybrider kan enligt en holländsk studie komma att ta 1%, 13%, 56% och 73% av markandsandelarna år 2015, 2020, 2025 respektive 2030. Utveckling följer en tänkt S-kurva och enligt deras antaganden går gränsen mellan ”early market” och ”commercialization” i stor skala ungefär år 2020 och S-kurvan planar ut då elbilarna tagit 75% av marknaden, vilket antas ske år 2033 (Tweede Kamer, 2009).

Test Site Sweden och Skåne-regionens visioner

Enligt Test Site Swedens vision (se till exempel Öhman, 2009) kommer det i Sverige att finnas 600 000 laddhybrider och elfordon år 2020. För perioden 2010/12–2015 tänker man sig att fordonsflottan växer till 100 000–150 000 fordon, vilket driver ett behov av 170 000–255 000 laddpunkter i samhället. För 600 000 fordon bedöms drygt en miljon¹⁴ laddpunkter behövas (Öhman, 2009). I Skåne finns det en uttalad vision som säger att Skåne-regionen ska ha över 82 000 elbilar år 2020 och att det år 2012 år ska finnas 8200 av dem i bruk (Malmö stad, 2009). Region Skåne har också satt upp målet att vara fossilfria 2020, både vad gäller transporter och övrig energianvändning. Detta innebär att alla fordon som ägs eller används av Region Skåne ska drivas av förnyelsebara bränslen år 2020¹⁵.

Trafikuskottets rapport om förnybara drivmedel

Laddhybrider kan kring 2030 ha nått en spridning på 5-20% av personbilsflottan (Trafikuskottet, 2007). En förutsättning för detta är bland annat att prisvärda och miljöanpassade batterier har utvecklats.

Naturvårdsverkets scenarier för det svenska transportsystemet till år 2050

Laddhybrider spelar en viktig roll i alla scenarier (se beskrivning i kapitel 4.1).

Åhman och Nilsson (2008) har skapat ett scenario för EU där de antar att 50% av de körda personkilometrarna kan tillgodoses med el år 2030. Det scenario som konstruerats är enligt författarna tekniskt genomförbart men ytterst osannolikt med dagens utvecklings- och investeringstrender.

¹³ Med mikro-hybrider avses fordon med en start-stopp teknik som slår av förbränningsmotorn vid stillastående.

¹⁴ En vidare diskussion om antalet laddpunkter finns i kapitel 6.5

¹⁵ www.skane.se/templates/page.aspx?id=258499.

Bilindustrins visioner

Bilindustrin har aviserat att de första serietillverkade laddhybriderna och elbilarna är på gång, men enligt Hans Carlstedt, tidigare utvecklingschef inom Volvo, skulle en konkurrenskraftig elbil vara verklighet på marknaden först 2020–2024, förutsatt att batteriutvecklingen lyckas. Detta beror på att för att få lönsam produktions- och försäljningsvolym krävs troligen tre utvecklingsperioder på ca 3–5 år (SER, 2009). Tyska Volkswagen tror att högst 2% av världens fordonsflotta har någon form av eldrift om 10 år. Fransk-japanska Renault/Nissan tror på en betydligt högre siffra. Nisch tillverkare som amerikanska Tesla Motors och Fisker Automotive är redan helt inriktade på eldrift.¹⁶

Visioner för andra länder

Visioner för andra länder är bland annat att Storbritannien har satt ett mål på 750 000 och Tyskland ett mål på 1 miljon elbilar inklusive laddhybrider till år 2020. USAs mål är 1 miljon laddhybrider till år 2015 och Kina har satt ett mål på 150 000 laddhybrider och 100 000 elbilar till år 2012 samt 5,4 miljoner laddhybrider och 4 miljoner elbilar till år 2020 (Sperling, 2009). I Köpenhamn ska alla nya bilar som köps in till kommunen år 2011 drivas på elektricitet eller vätgas och målet är att 85% av kommunens 600 bilar ska vara elektrifierade eller köras på vätgas år 2015 (Tomsen, 2009).

4.4 Antal bilar i Sverige fram till 2030

Enligt WSP:s bilparksmodell som används för Energimyndigheten långtidsprognos (Energimyndigheten, 2009d) med vissa mindre justeringar för elfordon (som inte ingår i modellen) målas följande scenario upp för utvecklingen av antalet bilar i Sverige¹⁷ fram till år 2030 (se Tabell 1).

Tabell 1. Scenario för utvecklingen av Sveriges bilpark (baserad på WSP:s bilparksmodell och hur den använts inom Energimyndigheten, 2009d, siffrorna är avrundade)

Antal personbilar	2010	2020	2030
Bensin	3 463 300	2 483 600	1 774 900
Diesel	538 500	959 400	1 136 800
Gas	21 200	104 100	181 400
FFV	289 400	820 900	1 072 400
Bensin/elhybrid (ej laddhybrid)	33 900	210 200	538 600
Rena elbilar och laddhybrider	3300	85 000	300 000
Övrigt	500	250	140
Totalt	4 350 000	4 660 000	5 000 000

4.5 Sammanfattning av visioner och scenarier

De visioner och scenarier som presenterats i kapitel 4.1–4.3 anges för olika tidpunkter. I Tabell 2 och 3, har visionerna/scenarierna sammanfattats på ett sätt som gör att de går att jämföra med varandra. Notera dock att de skiljer sig åt vad gäller utgångspunkter och metodansatser, vilket som nämnts tidigare inte gör dem helt jämförbara. Kom även ihåg att det i de flesta fall inte rör sig enbart om inhemska biodrivmedel, utan en viss mängd

¹⁶ Enligt sammanställning i DN Motor 2009-10-17.

¹⁷ Modellen, "bilparksmodellen", togs från början fram av Transek (numera WSP Analys&Strategi) på uppdrag av Vägverket. Elhybrider (däribland laddhybrider) ingår men däremot inte rena elbilar. På grund av detta har Energimyndigheten valt att göra en egen bedömning av både laddhybrider och rena elbilar.

import ingår. Spridningen mellan de olika visionerna, speciellt för elbilar, visar hur svårt det är att veta hur snabbt utvecklingen kommer att gå.

Tabell 2. Sammanfattning av de visioner och scenarier om den framtida andelen biodrivmedel som presenterats i kapitel 4.1 uttryckt i procent av den svenska vägtrafiksektorns energianvändning.

	2010-2015	2020	2030
Biodrivmedel	<p>7–8% av den svenska vägsektorns energianvändning (endast en referens). Inget bidrag från andra generationen.</p> <p>7,2% av den svenska vägsektorns energianvändning kan bestå av 1:a generationen (8% vid höga fossilbränslepriser) (Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>2015 kan ses som en rimlig tidpunkt för en första storskalig anläggning för svensk cellulosätanol (Vallander, 2009).</p> <p>7% av den svenska bilparken antas bestå av flexifuel- och gasbilar (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>	<p>Totalt spann på 10–25% av den svenska vägsektorns energianvändning. Litet bidrag från andra generationen.</p> <p>11,2% av den svenska vägsektorns energianvändning kan bestå av 1:a generationen (13,4% vid höga fossilbränslepriser). Ingen siffra på 2:a generationen (Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>20-25% av den svenska vägsektorns energianvändning är förnybara drivmedel (Biodrivmedelsbranschen, 2009).</p> <p>11,4% av den svenska vägsektorns energianvändning^{a)} skulle kunna vara biodrivmedel (”Huvudalternativet” i Vägverket, 2009a).</p> <p>10,6% av den svenska vägsektorns energianvändning^{b)} skulle kunna vara biodrivmedel (”Nuvarande effektiviseringstrend” i Vägverket, 2009a).</p> <p>13,4% av den svenska vägsektorns energianvändning^{c)} skulle kunna vara biodrivmedel (”Om elbilar introduceras” i Vägverket, 2009a).</p> <p>Svensk biodrivmedelpotential uppskattas till ca 25 TWh (se Sandebring, 2004). Detta motsvarar cirka 25% av den svenska vägsektorns energianvändning, med antagandet att den uppgår till samma storlek som i Energimyndigheten (2009d)^{d)}.</p> <p>Andra generationens drivmedel tros ej vara fullt kommersialiserade (OECD/IEA, 2008).</p> <p>4% av EU:s transportenergibehov kan bestå av avancerade biodrivmedel (European Biofuels Technology Platform, 2009).</p> <p>Andra generationens biodrivmedel skulle kunna börja introduceras omkring år 2020 (Trafikuskottet, 2007).</p> <p>20% av den svenska bilparken antas bestå av flexifuel- och gasbilar (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>	<p>13–cirka 55% av den svenska vägsektorns energianvändning. Osäkert bidrag från andra generationen.</p> <p>12,7% av den svenska vägsektorns energianvändning kan bestå av 1:a generationen biodrivmedel. Ingen siffra på 2:a generationen (Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>Svensk biodrivmedelpotential uppskattas till ca 53 TWh (se Sandebring, 2004). Detta motsvarar cirka 55% av den svenska vägsektorns energianvändning, med antagandet att den uppgår till samma storlek som i Energimyndigheten (2009d)^{d)}.</p> <p>Andelen biodrivmedel i EU ca 6% av transportsektorns energitillförsel (globalt cirka 5%). Andra generationens drivmedel bidrar endast i liten skala (OECD/IEA, 2008).</p> <p>20% av personbilsresandet använder DME/metanol år 2030 (Scenario 2, Naturvårdsverket 2007).</p> <p>Högst oklart hur stort bidraget från andra generationens biodrivmedel kan vara år 2030, men från 2020 skulle de kunna utgöra en mer betydande del av den globala biodrivmedelsmarknaden (IEA, 2008b).</p> <p>25% av den svenska bilparken antas bestå av flexifuel- och gasbilar (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>

a) Det vill säga 7,2 av 63 TWh

b) Det vill säga 8,2 av 77 TWh.

c) Det vill säga 8 av 60 TWh.

d) I Energimyndigheten (2009d) uppgår vägtrafikens energianvändning till cirka 95 TWh.

Tabell 3. Sammanfattning av de visioner och scenarier av framtida vätgas och elfordon, som presenterats i kapitel 4.2–4.3, uttryckt i antal bilar. I vissa fall uttrycks mängden el- och vätgasfordon som en andel av bilparken.

	2015	2020	2030
Vätgasfordon	<p>100 bussar, 500 bilar och 500 specialfordon antas drivas på vätgas år 2015 i Scandinavien (Scandinavian hydrogen, 2009).</p> <p>Ledande fordonstillverkare inom bränslecellstekniken räknar med att från 2015 globalt kunna producera några hundra tusen bränslecells-bilar (Green car congress, 2009).</p> <p>Inga vätgasbilar år 2010 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>	<p>Inga vätgasbilar år 2020 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>	<p><i>Totalt spann på mycket få till 16 miljoner vätgasbilar i EU kring 2030.</i></p> <p>Ca 16 miljoner vätgasbilar i EU runt år 2030 (Hyways, 2008).</p> <p>Vätgasfordon antas inte bli kommersialiserade före 2030 (Referensscenariot i OECD/IEA, 2008).</p> <p>Frammot 2050 bedöms vätgasbaserade bränslecellsfordon helt dominera marknaden och 80% av fordonsflottan bedöms vara drivna med koldioxidfri vätgas (Hyways, 2008).</p> <p>Förnybar vätgas och bränsleceller först efter 2030 (Trafikutskottet, 2007).</p> <p>Ingen vätgas i något av de fem scenarierna till 2050 (Naturvårdsverket 2007).</p> <p>Inga vätgasbilar i Sverige före år 2030 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p>
Elfordon	<p><i>Totalt spann på mycket få till 150 000 elbilar inkl laddhybrider i Sverige före 2015.</i></p> <p>Laddhybrider antas introduceras år 2010 men dröjer till år 2015 innan de börjar nå större volymer (Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>600–800 eldrivna fordon i Sverige 2010 beroende på styrmedelsinsatsen (Energimyndigheten, 2009e)</p> <p>Elbilar med räckvidd på över 150 kilometer och laddhybrider med räckvidd på cirka 40 kilometer med el. lanseras 2010. Då lanseras även mikro-hybrider med små bränslesnåla dieselmotorer (IVA, 2008).</p> <p>För perioden 2010/12 – 2015 kan fordonsflottan i Sverige växa till 100 000–150 000 fordon (Öhman, 2009).</p> <p>8200 elbilar år 2012 i Skåneregionen (Malmö stad, 2009).</p> <p>De första serietillverkade laddhybriderna och elbilarna kommer 2011–2012 (SER, 2009).</p> <p>Cirka 3000 rena elbilar och laddhybrider år 2010 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>1%, av bilparken kan bestå av elbilar inklusive laddhybrider år 2015 (Tweede Kamer, 2009).</p>	<p><i>Totalt spann på mycket få till 600 000 elbilar inkl laddhybrider i Sverige kring 2020.</i></p> <p>85 000 elbilar och laddhybrider i Sverige med nuvarande styrmedel (huvudscenariot i Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>42 000–480 000 eldrivna fordon i Sverige beroende på styrmedelsinsatsen (Energimyndigheten, 2009e).</p> <p>En spridning av hybridfordon och laddhybrider antas börja ske runt 2020 (Referensscenariot OECD/IEA, 2008).</p> <p>600 000 laddhybrider och elfordon i Sverige. (Öhman, 2009).</p> <p>82 000 elbilar i Skåneregionen (Malmö stad, 2009).</p> <p>Konkurrenskraftiga elbilar först 2020–2024 (SER, 2009)</p> <p>750 000 elbilar i Storbritannien 1 miljon elbilar inklusive laddhybrider i Tyskland (Sperling, 2009).</p> <p>85 000 rena elbilar och laddhybrider år 2010 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>13%, av bilparken kan bestå av elbilar inklusive laddhybrider (Tweede Kamer, 2009).</p>	<p><i>Totalt spann på mycket få till 4 miljoner elbilar inkl laddhybrider i Sverige kring 2030.</i></p> <p>480 000–3 270 000 eldrivna fordon i Sverige beroende på styrmedelsinsatsen (Energimyndigheten, 2009e).</p> <p>Hela personbilsparken kan ställas om till eldrift, t.ex. 2 miljon små och medelstora elbilar och 2 miljoner laddhybrider med en el-räckvidd på cirka 50 kilometer (IVA, 2008).</p> <p>Huvuddelen av stadsbussar och lokala lastbilstransporter antas vara laddhybrider med flexibilitet att köra som personbilar med en el-räckvidd på cirka 10 kilometer (IVA, 2008).</p> <p>Elfordon antas inte bli kommersialiserade i stor skala före 2030 (Referensscenariot OECD/IEA, 2008).</p> <p>50% av de körda personkilometrarna i EU kan tillgodoses med el. (Ett tekniskt möjligt scenario i Åhman och Nilsson, 2008).</p> <p>5–20% av den svenska bilparken skulle kunna vara laddhybrider (Trafikutskottet, 2007).</p> <p>30% laddhybrider i bilparken år 2030 (Scenario 1, Naturvårdsverket 2007).</p> <p>300 000 rena elbilar och laddhybrider år 2010 (WSPs bilparksmodell i Energimyndigheten, 2009d).</p> <p>73%, av bilparken kan bestå av elbilar inklusive laddhybrider (Tweede Kamer, 2009).</p>

Resultat från litteraturgenomgången av framtidsvisioner visar en splittrad bild av hur olika aktörer ser på framtiden för förnybara drivmedel. För 2020 identifierar vi ett spann på att 10–25% av den svenska vägsektorns energianvändning skulle kunna bestå av biodrivmedel varav bidraget från andra generationen nästan är försumbart. För 2030 är spannet 13–55% och bidraget från andra generationen anses osäkert. När det gäller vätgas är däremot alla källor eniga om att andelen vätgasbilar i den svenska bilparken är ytterst marginellt både år 2020 och 2030. Däremot finns optimistiska visioner för EU på ända upp till 16 miljoner vätgasbilar kring 2030. Visionerna kring elbilar och laddhybrider visar på en mycket stor osäkerhet över hur snabbt fordonsflottan kommer att elektrifieras. För 2020 visas en spridning på allt ifrån mycket få till 600 000 elbilar inklusive laddhybrider i Sverige och för 2030 ser vi ett ännu vidare spann på allt ifrån mycket få till 4 miljoner.

5. Generella aspekter som påverkar möjligheterna för olika alternativ

Utöver faktorer som teknisk utveckling av drivmedel och fordon samt produktionsplaner (både inhemska och i övriga världen) påverkar aspekter som råvarutillgång, effektivisering av transportsektorn och möjligheten att ställa om bilparken med mera också möjligheterna för förnybara drivmedel. Dessa aspekter beskrivs översiktligt i detta kapitel.

5.1 Biomassatillgång

År 2007 användes totalt 120 TWh¹⁸ biobränslen för energiändamål i Sverige (Energimyndigheten, 2009c). Om vi utgår från denna mängd biobränsle och antar en omvandlingseffektivitet på 50% från biomassa till drivmedel (ett rimligt utbyte vid förgasning, endast valt för att göra en enkel beräkning) skulle det teoretiskt sett vara möjligt att producera biodrivmedel så att det räcker för att täcka ungefär två tredjedelar av den nuvarande svenska vägtrafikens energianvändning (som år 2007 uppgick till cirka 90 TWh, Energimyndigheten, 2009c). Om vi utgår från uppskattningar över potentialen för produktion av inhemska biobränslen (se till exempel sammanställningen i Hansson mfl, 2006) och antar att alla inhemska biobränslen (det vill säga även de som redan används i andra sektorer) avsätts för att producera biodrivmedel så skulle man rent teoretiskt kunna ersätta i princip hela den svenska vägtrafikens nuvarande energianvändning (se även Hagström, 2006). Men då ska man komma ihåg att om cellulosebaserade bränslen används för att ersätta fossila bränslen för värme- och elproduktion är detta ett mer effektivt sätt att minska växthusgasutsläppen än att använda dessa biobränslen för produktion av biodrivmedel som ersätter olja (se till exempel Azar mfl, 2003; Berndes och Hansson, 2007; Grahn, 2009; Gustavsson mfl 1995).

I dagsläget är det också endast ungefär 2% av dagens biobränsleanvändning i Sverige som används till transporter (Energimyndigheten, 2009c). Svensk industri och fjärrvärmeproduktion använder tillsammans cirka 77% av biobränslena och elproduktion, bostäder samt service använder ungefär 21% (Energimyndigheten,

¹⁸ Av de 120 terrawattimmarna kom 60 TWh från träbränslen, 42 TWh från massaindustrins avlutar, 17 TWh från avfall och torv samt 1TWh från jordbruket.

2009c). Det är inte rimligt att tro att alla tillgängliga biobränslen skulle allokeras till transportsektorn inom de närmaste 20 åren men med politiska styrmedel skulle kanske andelen som går till fordonsbränslen kunna ökas från dagens 2% (och detta behöver inte ske på bekostnad av övrig användning). Det bör dock poängteras att en betydande del av dagens svenska biodrivmedelsanvändning baseras på import av biodrivmedel. Och den globala efterfrågan på bioenergi kommer förstås att påverka utvecklingen i Sverige.

I framtiden med allt starkare krav på att minska koldioxidutsläppen är det högst troligt att efterfrågan på bioenergi kommer att öka från såväl alla användarsektorer som alla länder som strävar efter att minska de fossila utsläppen av koldioxid. I detta sammanhang är det värt att notera att förutsättningarna för biobränsleproduktion skiljer sig mycket mellan Europas länder. För svensk del innebär detta att biobränslen som man eventuellt räknar med för biodrivmedelsproduktion i Sverige kan efterfrågas för till exempel förbränning i stationära anläggningar för värme- och elproduktion i övriga Europa (där det alltså skulle kunna göra en större klimatnytta). Eftersom biobränslen är en begränsad resurs är det viktigt att de används på ett så effektivt sätt som möjligt. Hur mycket biobränslen som kommer att användas för biodrivmedelsproduktion framöver återstår förstås att se.

Gemensamt för alla biodrivmedel är alltså att tillgången på råvaror begränsas av tillgången på mark och vatten. I framtiden, med ytterligare fler människor på jorden kommer världens jordbruks- och betesmarker att i ännu högre grad utsättas för konkurrens med matproduktion och skydd av känsliga ekosystem. Dessutom efterfrågas bioenergi alltså redan nu för att ersätta fossila bränslen inte bara i transportsektorn utan även för produktion av kemikalier, elektricitet och värme. Biomassapotentialet är stor men jordens marker kommer inte att räcka till för att ersätta all användning av fossila bränslen. Med stor sannolikhet kommer det därför att så småningom komma krav på att biodrivmedel ska produceras så yteffektivt som möjligt. Det kan innebära att vissa av första generationens biodrivmedel måste fasas ut och kanske ersättas av andra generationens drivmedel som ser ut att kunna bli mer yteffektiva. Första generationens drivmedelsproduktion förbättras och förfinas emellertid hela tiden och denna effektivisering skall inte underskattas.

5.2 Hållbarhetskriterier

Enligt det så kallade förnybarhetsdirektivet (EU, 2009a) ska inte biodrivmedel som inte uppfyller föreslagna hållbarhetskriterier få räknas in för att uppnå mål för förnybara drivmedel eller för förnybar energi. Ekonomiska stöd ska heller inte ges till drivmedel som inte uppfyller kriterierna. Ett mål med hållbarhetskriterierna är att användningen av biodrivmedel inte ska resultera i att områden med hög biologisk mångfald förstörs. Ett annat mål är att landområden med stora kollager inte ställs om för produktion av biobränsle om minskningen av kollager inte inom rimlig tid kan kompenseras av minskade växthusgasutsläpp från biobränsle. För att få vara med och uppnå mål eller få stöd måste användningen av biodrivmedlen dessutom minska utsläppen av koldioxid med 35% (från produktionsanläggningar som tagits i drift efter 23 januari 2008, för befintliga anläggningar byggda före 23 januari 2008 behöver denna reduktion inte uppvisas förrän 1 april 2013). Från och med januari 2017, ökar kravet för koldioxidutsläppsminskning till minst 50% och från och med januari 2018 måste utsläppsminskningen uppgå till minst 60% (i de anläggningar som startade efter januari

2017). Detta kommer att ställa krav på produktionen av råvaran och av biodrivmedlen som i allt större utsträckning måste ske med förnybar energi.

Noteras bör även att bidraget från biodrivmedel som produceras från avfall, restprodukter, och cellulosa från icke-livsmedel samt material som innehåller både cellulosa och lignin vid uppfyllelse av EU:s mål om 10% förnybara drivmedel kommer att räknas dubbelt jämfört med bidraget från andra biodrivmedel (EU, 2009a). Detta kommer att gynna biodrivmedel som produceras från dessa råvaror, vilket utöver biogas (exklusive den del som framställs från grödor) är andra generationens biodrivmedel.

Hållbarhetskriterierna kan komma att begränsa tillgången av biomassa tillgänglig för produktion av biodrivmedel. Speciellt på kort sikt eftersom system måste upprättas för hur man garanterar att en viss mängd biodrivmedel uppfyller hållbarhetskriterierna. Eftersom hållbarhetskriterierna gäller hela EU kommer även efterfrågan på godkända biodrivmedel både inom och utom Europa att öka. Den globala tillgången på biodrivmedel som uppfyller hållbarhetskriterierna och den globala efterfrågan på biodrivmedel kommer att påverka Sveriges möjligheter att importera biodrivmedel framöver. Möjlig framtida importmängd är förstås mycket svår att förutspå men det som talar för en fortsatt import är att Sverige importerar idag och har en hög ambition vad gäller introduktionen av förnybara drivmedel (vilket borde innebära en relativt hög betalningsförmåga). I denna rapport ligger dock fokus på möjligheten till inhemsk produktion av förnybara drivmedel.

5.3 Effektivisering av transportsektorns energianvändning

En förutsättning för att biodrivmedel ska kunna bli ett dominerande bränsle i transportsektorn är en omfattande effektivisering av energianvändningen. En minskning av fordonens specifika energianvändning (MJ/km) underlättar för att göra transportsektorn fossiloberoende eftersom en mindre mängd förnybara drivmedel då behövs.

Sverige har en av Europas äldsta och tyngsta bilparker vilket innebär att den tekniska potentialen att sänka energianvändningen och därmed koldioxidutsläppen från personbilar i Sverige är stor. De genomsnittliga koldioxidutsläppen från de nya bilar som tagits i trafik i Sverige, under de senaste 10 åren, är cirka 20–25% högre än i Europa som helhet (SOU 2008:110). Beslutet i EU om att begränsa utsläppen från nya bilar till i genomsnitt 130 gCO₂/km¹⁹ (EU, 2009b) kommer att medföra en minskning av utsläppen med ungefär 35% jämfört med dagens situation i Sverige (SOU 2008:110). De genomsnittliga koldioxidutsläppen från nya bilar i Sverige sjunker också för närvarande fortare²⁰ än i övriga Europa (Vägverket, 2009b).

¹⁹ EU föreslog 1995 ett frivilligt avtal med bilindustrin om att minska utsläppen av koldioxid hos nysålda bilar till 140g/km 2008. Detta trädde i kraft 1999 och var sedan reviderat till 120g/km till 2012. Detta är fortfarande målet för EU, men då det frivilliga avtalet inte har uppnåtts, beslutades det hösten 2008 att införa bindande krav. Kraven för varje tillverkare är nu att fasa in en reduktion till 130 g CO₂/km till 2015 via motortekniska förbättringar. De resterande 10 g/km ska tillgodoses via alternativa bränslen och andra förbättringar såsom minskat rullmotstånd för däck. Beräkningen av kraven är baserade på bilarnas vikt och snitt hamnar på 130 g/km.

²⁰ De genomsnittliga utsläppen för nysålda bilar minskade i Sverige från 181 gCO₂/km år 2007 till 174 gCO₂/km för år 2008 och minskade i EU från 158 gCO₂/km år 2007 till 154 gCO₂/km för år 2008 (Vägverket, 2009b).

I Tomas Bruces utredning (SOU 2008:110) antas att energianvändningen i vägtransportsektorn utan några energieffektiviseringar, ökar till 105 TWh år 2020. Tunga transporter står för den största delen av denna förväntade ökning. I ett scenario, där hänsyn tagits till befintliga styrmedel och ”spontan”²¹ effektivisering antas den slutliga energianvändningen bli 94 TWh år 2020. Detta scenario motsvarar en effektiviseringstakt på 0,75% per år under perioden 2005–2020 och år 2020 en minskning med 11 TWh slutlig energi jämfört med basfallet utan effektiviseringar.

De åtgärder som i utredningen bedömdes ha störst potential inom den spontana effektiviseringen var: (i) sparsam körning och sänkt hastighet för personbilar och lastbilar, (ii) förbättringar av drivlina och transmission i konventionella personbilar och lastbilar, samt (iii) mikrohybridpersonbilar²² (SOU 2008:110).

Förutom den spontana effektiviseringen kan andra effektiviseringslösningar som inte nödvändigtvis är lönsamma ändå spela en viktig roll, till exempel: utvecklandet av mer energieffektiva däck, transmission och aerodynamik, val av material som minskar fordonets vikt samt utvecklandet av elbilar och laddhybrider. Förutom sänkt hastighet kan andra beteendeförändringar som ökad användning av kollektivtrafik och bättre logistik också bidra till en minskad energianvändning i transportsektorn.

5.4 Bilparkens förnyelse tidigare år och fordonsindustrins löften för framtiden

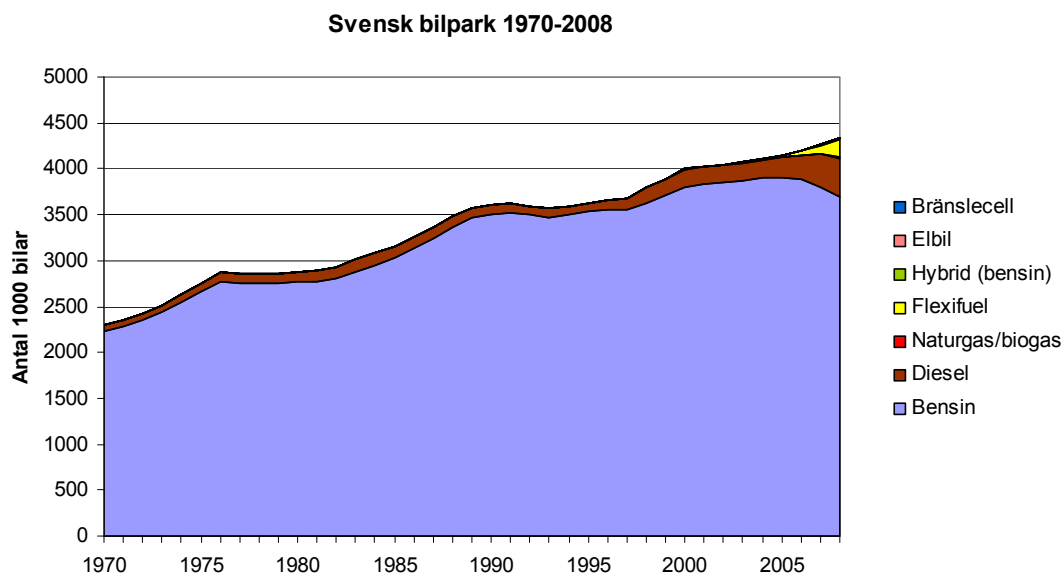
En annan generell aspekt som påverkar möjligheten för olika framtida drivmedelsalternativ är om det finns tillgång till fordon som kan utnyttja drivmedlet eller ej. Hur snabbt är det realistiskt att tro att bilparken kan, eller kommer att, förändras? I det här kapitlet visar vi hur snabbt förändringar i bilparken har skett tidigare år och redovisar exempel på vad fordonsindustrin lovar.

5.4.1 Hur lång tid tar det att ställa om bilparken?

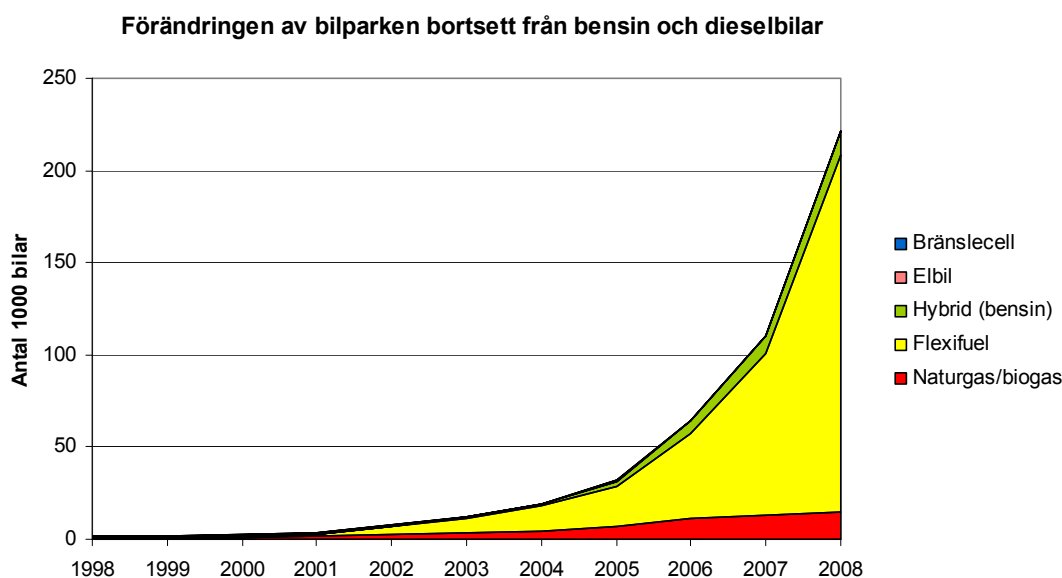
Det tar tid att ändra vilka slags fordon som ingår i Sveriges bilpark. Bilarna som idag planeras vid ritbordet kommer ut till försäljning först om några år och sedan har de i Sverige en medellivslängd på 15–20 år (Energimyndigheten, 2009e). Figur 6 och Figur 7 (där den senare figuren enbart visar förändringen för icke-konventionella fordon) illustrerar hur bilflottan har ändrats från 70-talet och fram till idag.

²¹ Spontan effektivisering innebär åtgärder som uppfattas som lönsamma med hänsyn till befintliga styrmedel.

²² En mikrohybrid är ett fordon med ett batteri som kan laddas upp av till exempel återvunnen bromsenergi, men inte har någon elmotor för att driva bilen, till exempel start-stoppsystem.

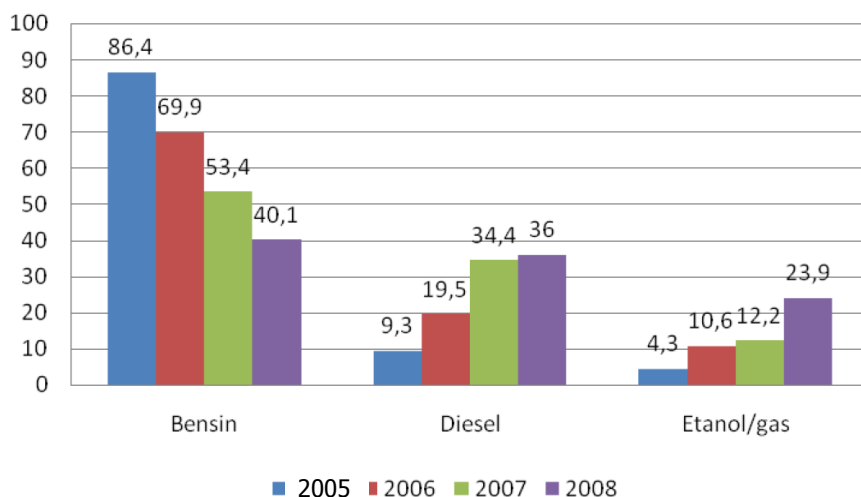


Figur 6. Förändringen av den svenska bilparken mellan 1970 och 2008. Data från BEST (2009), SCB (2009), SIKA (2009) och Vägverket (2009c) sammanställt för EU-projektet Alter-Motive.



Figur 7. Förändringen av den svenska bilparken mellan 1998 och 2008 bortsett från bensin och dieslbilar, det vill säga en förstoring av den gula kilen i Figur 6. Data från BEST (2009), SCB (2009), SIKA (2009) och Vägverket (2009c) sammanställt för EU-projektet Alter-Motive.

Hur snabbt bilparken kan ställas om kan även indikeras med nybilsförsäljningen i Sverige under de senaste åren. I Figur 8 presenteras andel i procent av nya bilar med olika drivmedel. Som framgår av figuren har andelen etanol och gasdrivna bilar ökat betydligt de senaste åren. Detta beror i stor utsträckning på styrmedel vilket indikerar att styrmedel har stora möjligheter att påverka både efterfrågan och utbud av fordon vilket innebär att man om man ville skulle kunna få en stor del av nybilsförsäljningen att utgöras av fordon som drivs på förnybara drivmedel även framöver (givet att tillgången finns).



Figur 8. Andel i procent av nya bilar med olika drivmedel i Sverige 2005–2008 (Naturvårdsverket, 2009).

5.4.2 Fordonsindustrins planer för introduktionen av elbilar

I Sverige har ett antal aktörer som till exempel Elforsk, Power Circle, Vattenfall och Fortum initierat olika former av aktiviteter runt elfordon (Energimyndigheten, 2009e). Det handlar i de flesta fall om demonstrationsplatser för elfordon och laddinfrastruktur. På lätta sidan utvecklar både Volvo Personvagnar och SAAB teknik för el i fordon. Volvo Personvagnar har till exempel i samverkan med Vattenfall och Energimyndigheten försök med laddhybrider men har även forskningsprojekt med rena elfordon. Enligt Energimyndigheten (2009e) är idag endast ett mindre antal Thinkbilar från Norge i drift på några platser i Sverige. Det finns dock ambitioner om att öka denna nivå. Till exempel är målet för "E-mobility Malmö" som stöds av E.ON, Malmö stad och Energimyndigheten 70 rena elbilar, 60 elcyklar/-mopeder och 250 laddstolpar (Elbilsforum, 2009; Kanehira, 2009b).

Volvo Personvagnar har i en pressrelease sagt att de år 2012 kommer att starta serietillverkning av en laddhybrid V70 Diesel (Volvo, 2009). Istället för att vänta på en helt ny generation bilmodeller sparar företaget tid genom att lägga till batteriet och elmotorn jämte en konventionell drivlina. Inköpspriset beräknas bli betydligt högre än för en konventionell dieselbil, eftersom batterier fortfarande är dyra. Bränslekostnaden med eldrift blir ungefär en tredjedel jämfört med att köra på diesel och detta kompenserar delvis för det högre inköpspriset, men inte fullt ut. Merkostnaden för Volvos V70 Diesel laddhybrid kommer att bli 140 000 kr med dagens priser på litiumjonbatterier. Man satsar på att försöka sälja 2000 bilar första året, 2012. Elbilen C30BEV, som ska få en körsträcka på 15 mil, kommer att kosta 500 000 kr vid serieproduktion med dagens kostnader för batterier och elektronik (Ny Teknik, 2009a).

Ett antal andra etablerade tillverkare såväl som helt nya, framförallt asiatiska, tillverkare har idag långt gångna program för framtagning av elbilar och laddhybrider. I Europa har Renault/Nissan samarbeten och kommer inom kort att marknadsföra elfordon till utvalda kunder och hoppas även kunna etablera system för batteribytesteknologi på ett antal orter i och utanför EU. Enligt VW:s vd Martin Winterkorn kommer Volkswagens första elbil baseras på modellen Up! och lanseras 2013 (Teknikens Värld, 2009). BMW har planer på ett demonstrationsprogram av elbilen elMini. Av de asiatiska tillverkarna är Toyota med tidiga försök med hybriddrift som nu är inne på tredje generationen en

mycket stark aktör som inom något år kommer att demonstrera de första laddhybridmodeller som troligen kan nå stora volymer i Europa (Energimyndigheten, 2009e).

Nissan Leaf har en produktionsplan, som i augusti 2009 uppgavs vara, 50 000 bilar år 2010 och 200 000 bilar år 2012 (Kanehira, 2009a). Mitsubishi MiEV har en produktionsplan, som i april 2009 uppgavs vara, på 2000 bilar år 2010 och 10 000 bilar år 2011 (SvD, 2009b). Övriga bilföretag som har indikerat att de kommer att förse marknaden med sina första elbilar under 2010-2012 är bland annat: Think City, Subaru R1E, Tata Indica Vista, Nissan EV-02, Tata Nano, Smart ED, VW Twin Drive, Kewet Buddy, Nice Cars Zero, Bolloré Bluecar, Peugeot iOn och Heuliez/Orange/Michelin Will, samtliga i småbilsklassen (segment A och B). För de större bilarna (segment C, D och SUV) har följande bilföretag indikerat att de kommer med sina första elbilar under 2010-2012: BYD F3DM, Miles XS500, BYD F6DM, Toyota Prius PHEV, BYD F3E, GM Volt Opel Ampera, Saturn Vue PHEV, BYD F6E, Tesla Model S, Fiat Doblo (Micro-Vett), ZAP X, Mini E och Volvo PHEV. Som sportbilar (segment G) har Tesla Roadster och Fisker Karma också elbilar för marknaden. Tesla går redan att köpa²³. I USA hade 200 bilar levererats i februari 2009 och två exemplar levererades till Sverige i juni. Räckvidden ska vara 35 mil²⁴ och batteriet tar ca 12 timmar att ladda (DN Motor, 2009).

5.5 Ledtider för utbyggnad av nya drivmedelsanläggningar

Den inhemska produktionskapaciteten för förnybara drivmedel kan inte byggas ut över en natt. Det tar vanligtvis flera år från att första beslutet om att bygga en ny anläggning tas tills den färdiga anläggningen kan tas i drift. På vägen behöver till exempel bygglov och miljötillstånd införskaffas, eventuella miljödomstolsförhandlingar kan ta flera år, processen för teknisk upphandling kan också ta lång tid och själva byggandet av anläggningen något år.

Här följer några exempel på hur planeringen ser ut för byggandet av drivmedelsanläggningar²⁵ i Sverige. ”Vi har miljötillstånd sedan juli, 2009, sen följer miljödomstolsförhandling och tiden för handläggning av miljödom är beräknad till 16 månader från inlämningen av ansökan till dom förkunnas av miljödomstolen. Byggtiden från klarställd teknisk upphandling räknas till 24 månader och förberedelser för upphandling ca 4 månader. Vi räknar med att skriva på kontraktet i början av 2010 och ta anläggningen i drift under 2012” (enligt M Runeson om Nordisk Etanol och Biogas ABs planerade anläggning i Karlshamn). Den här anläggningen verkar alltså behöva tre år från att miljötillståndet är beviljat tills anläggningen kan tas i drift. Vi vet här inte hur lång tid som har behövt fram till miljötillståndets beviljande.

Ett annat exempel är ”Planen är att anläggningen ska vara färdigställd under 2013 men osäkert eftersom det inte finns några definitiva beslut ännu” (enligt J Lindstedt, 2009

²³ Det är lång väntetid och priset ligger på ca 1,3 miljoner SEK utan moms (99 000 EUR) (DN Motor, 2009).

²⁴ Eftersom körsträckan påverkas av hur mycket man trampar på gasen blir de verkliga siffrorna med största sannolikhet lägre än 35 mil.

²⁵ I den här rapporten innebär ”drivmedelsanläggning” en anläggning som producerar drivmedel (dvs ej tankstation).

om referensanläggningen i Sveg). I det här fallet verkar planeringen vara att det kan ta tre år från första beslutet till färdig anläggning.

I Vägverket (2009a) presenteras 11 år som en möjlig tidsplan för uppskalning från att en demoanläggning tas i drift tills att forskningen har gett ett sådant resultat att en kommersiell anläggning kan byggas och tas i drift.

5.6 Tillgång på förnybar el till fordon

Sverige har generellt sett goda förutsättningar att bli ett framgångsrikt land vad gäller introduktionen av elfordon (se vidare i kapitel 6.5). Eltillgången bedöms inte vara ett problem (den vision om 600 000 fordon som presenterats av elbranschen och IVA kommer inte att generera ett behov av mer än cirka 1,5 TWh av dagens totala produktion på cirka 150 TWh) (Energimyndigheten, 2009e). Svenska konsumenter är också vana att använda el till fordon via motorvärmare.

För att eldrivna såväl som vätgasdrivna fordon ska kunna bidra till mängden förnybart i den framtida transportsektorn måste dock elen respektive vätgasen som används i dem vara framställd av förnybara energikällor. Hur förnybar är det då rimligt att anta att den el som kommer att användas i elbilar och laddhybrider kommer att vara? Energimyndighetens uppfattning är att man inte entydigt kan identifiera vilken energitillförsel som påverkas av en åtgärd som ökar elanvändningen (Energimyndigheten, 2008b). Men en åtgärd som ökar elanvändningen innebär att mer certifikatberättigad (det vill säga förnybar) elproduktion behövs. Och för en konsument som väljer produktions-specifierad el, till exempel vindkraftsel eller annan förnybar el, även vid laddning av sin bil så kommer energianvändningen för denna att kunna räknas som förnybar. Om man ser på elen som produceras i Sverige så är grovt sett ungefär hälften av den förnybar (däremot är den i stort sett helt utan koldioxidutsläpp).

6. Utmaningar och möjligheter för olika drivmedelsalternativ

I det här kapitlet utförs en systematisk genomgång av förnybara bränslen och fordonsalternativ och dess utmaningar och möjligheter. Syftet är att få en översikt över vad som påverkar den tekniska möjligheten respektive tillgängligheten för förnybara drivmedel och tillhörande fordon och infrastruktur ur ett kort till medellångt tidsperspektiv. I kapitlet presenteras också en genomgång av hur den framtida svenska och till viss del europeiska produktionskapaciteten kan tänkas bli.

6.1 Första generationens drivmedel

Till första generationens drivmedel räknar vi de drivmedelsalternativ som idag finns på marknaden i större skala än några enstaka testflottor, det vill säga etanol, biodiesel och biogas där samtliga drivmedel kan produceras från flera olika råvaror.

6.1.1 Etanol från spannmål

Att producera etanol från stärkelsrika grödor är en känd teknik sedan flera hundra år tillbaka. Spannmål, sockerrör och majs är exempel på grödor som idag används för att framställa sockerlösningen som sedan jäser till etanol. En utmaning är tillgång på mark

och för att bredda råvarupotentialen ser man att utvecklingen av cellulosätanol (andra generationens etanolproduktion) är ett intressant nästa steg.

Inhemsk produktionskapacitet

Dagens inhemska produktion av etanol från spannmål uppgår idag till cirka 210 000 m³ per år (vilket motsvarar ungefär 1250 GWh) (Energimyndigheten, 2009f). Det är Agroetanols två anläggningar i Norrköping (på 60 000 respektive 150 000 m³) som svarar för denna produktion²⁶.

Nya Projekt, enligt Biodrivmedelsbranchen (2009) är Nordisk Etanol och Biogas ABs anläggning i Karlshamn på cirka 130 000 m³ per år (med startår 2012, miljöansökan är godkänd) men produktionen ska stegvis ökas till 260 000 m³. I båda fallen ska restprodukten omvandlas till biogas (restprodukten kompletterad med halm kommer att ge 600 respektive 1000 GWh/år). I projektets planer ingår att så småningom²⁷ övergå från spannmål- till cellulosätanol baserad på halm.

I detta sammanhang kan också nämnas att det finns uppgifter om att det finländska energibolaget och numera också svenska automatstationkedjan ST1 planerar att bygga flera egna etanolanläggningar i Sverige, där tillverkningen baseras på restprodukter och avfall från främst livsmedelsindustrin (Miljörapporten 2009-11-03; ST1, 2009). Jonas Sidenå, VD på ST1, bekräftar att de projekterar för produktion av etanol i Sverige enligt deras patenterade metod Etanolix, men eftersom de för närvarande ligger i förhandlingar med flertal partners om projektet så kan de med respekt för dessa partners inte i detalj ange lokaliseringssorter, anläggningskapacitet eller tidpunkt för driftstart.

Utmaning infrastruktur och flexifuelbilar

Etanol kan blandas med konventionell bensin och det har varit tillåtet att blanda in 5% etanol i bensin utan att ändra bränslebeteckning. I stort sett all 95-oktanig bensin som säljs i Sverige har en låginblandning av etanol²⁸. Numera har EU gett tillåtelse att blanda in 10% etanol i bensin²⁹ vilket ger etanolproducenter en mycket stor möjlighet att få avsättning för produktionen utan att ny infrastruktur utvecklas. Parallellt med en ökad låginblandning sker också en introduktion av bränslet E85 (85% etanol och 15% bensin) som kan användas i flexifuelbilar (som kan köra på alla blandningar av etanol och bensin). För att kunna köra dessa fordon på E85 behövs ny infrastruktur. Med hjälp av ett lagkrav³⁰ på minst en alternativbränslepump på varje större tankstation sker denna utbyggnad av infrastruktur just nu i rask takt. Det finns i dagsläget 3245 försäljningsställen av motorbränslen i Sverige. I december 2003 fanns det 92 tankställen för E85, men i september, 2009 erbjuder nästan hälften av alla tankställen (1493 st) bränslet E85 (SPI, 2009b). Kommersiella tankställen för ED95 (95% etanol och 5%

²⁶ Agroetanols andra anläggning är i drift sedan november 2008 och planeras nå full kapacitet under 2010.

²⁷ Övergången från spannmålsetanol till halmetanol väntas ske inom 5 år från startåret 2012 enligt presentation av Mikael Runesson på konferensen World Bioenergy and Clean Vehicles & Fuels (WBCVF) i Stockholm, 16-18 september 2009.

²⁸ År 2007 var 93% av all bensin blandad med fem procent etanol (SPI, 2008. Sammanfattning oljeåret 2007. www.spi.se).

²⁹ Alla nya bilar ska klara att köras på E10, men från en enkät som BIL Sweden har haft ute framkom att det fortfarande finns cirka 400 000 äldre bilar i Sverige som inte är godkända för E10 (Roos, 2009).

³⁰ Enligt lagen om skyldighet att tillhandahålla förnybara drivmedel (2005:1248) den så kallade pumplagen ska alla försäljningsställen som säljer mer än 1000 m³ konventionella drivmedel även tillhandahålla förnybart drivmedel från och med 2009.

tändförbättringsmedel som används i fordon med modifierade dieselmotorer, bussar och lätta lastbilar, i sju svenska städer) saknas idag (ÅF, 2009).

En utmaning för flexifuelbilar är att merkostnaden jämfört med en bensinbil kan bli mycket större i framtiden (Hådell, 2009). I dagsläget är det endast en liten merkostnad att ta fram flexifuel-versioner av bensinbilar. I och med det nya kravet på 130gCO₂/km kommer bensinbilar troligen att utvecklas mot att bli mer energisnåla. Just nu verkar trenden gå mot små turboladdade bensinbilar med direktinsprutning. Jämfört med dagens bensinbilar är dessa bilar inte lika lätta att ställa om till flexifuel-versioner. I dagens flexifuelbilar är det en dator som ställer om mängden bränsle som tillförs motorn men vid direktinsprutning är det mer avancerat att variera tillförseln av bränslemängden. Merkostnaden för att göra flexifuel-versioner av framtidens bensinbilar blir därför sannolikt mycket högre. Ytterligare en utmaning för flexifuelbilar är att om framtidens flexifuelbilar måste behålla dagens teknik kommer de att vara törstigare än andra småbilar (som gått vidare mot direktinsprutning), vilket kan innebära att flexifuelbilar inte klarar framtida emissionskrav (Hådell, 2009). Detta gäller förstås inte bara etanol från spannmål utan även etanol av andra generationen.

6.1.2 Biodiesel

Biodiesel brukar ibland benämnas FAME som är en förkortning av fettsyrametylestrar baserade på olika oljerika växter. Den vanligaste råvaran är rapsolja som förestras till RME. Biodiesel kan ersätta dieselolja i alla typer av dieseldrivna fordon och används framför allt för låginblandning. Idag utgör biodiesel ca 1,3% av den totala drivmedelsförsörjningen (motsvarar 1 TWh). Ett optimalt nyttjande av svensk åkermark kan enligt Börjesson (2007) maximalt ge cirka 1,9 TWh RME³¹ eftersom raps endast lämpar sig att odlas i södra Sverige och kräver växeljordbruk. Detta innebär att en hög inblandningshalt i framtidens dieselvolym troligen inte kan klaras fullt ut med inhemsk produktion. Andra utmaningar för RME är att det är korrosivt, har mindre bra käldegenskaper och att odlingen tar stor markyta i anspråk.

Inhemsk produktionskapacitet

Den inhemska produktionen av biodiesel uppgick år 2007 till 63 000 m³ och produktionskapaciteten år 2008 uppgick till 212 000 m³ (EBB, 2009). Det finns två stora anläggningar Perstorps fabrik i Stenungsund som har en produktionskapaciteten på cirka 160 000 m³ per år och Lantmännen Ecobränsles fabrik i Karlshamn där kapaciteten³² är 45 000 m³. Därtill finns ett antal mindre producenter av RME. Flera projekt är dessutom på gång³³. Sweden Bioenergy AB uppgav under 2006 och 2007 att de skulle bygga en mycket stor biodieselfabrik som beräknades stå klar under 2009 i Norrköping (ATL, 2006; SR, 2007). Anläggningen skulle producera 330 000 ton biodiesel (motsvarar cirka 370 000 m³) per år (ÅF, 2009) för både den svenska och europeiska marknaden (ATL, 2006). Vi har försökt att få en lägesrapport från Sweden Bioenergy AB utan resultat och har därför inte fått bekräftat att projektet fortfarande är

³¹ Detta motsvarar cirka 4% av nuvarande leveransvolym av diesel (SPI, 2009d).

³² Produktionen i Karlshamns anläggning är sedan våren 2009 igång igen efter ett produktionsuppehåll. Kapacitetsutnyttjandet är i dagsläget mindre än maximal kapacitet och anpassas löpande till marknadssituationen. Kapaciteten är 45 000 m³/år och det finns miljötillstånd att producera 110 000 m³/år.

³³ Exempelvis har regionförbundet Östsam ansökt om bidrag till tre anläggningar i Östergötland (Energimyndigheten, 2009f).

aktivt. Enligt Biodrivmedelsbranchen (2009) uppskattas den inhemska produktionen (inklusive import av råvara) av biodiesel år 2020 kunna uppgå till 400 000 m³ (3,6 TWh).

Utmaning infrastruktur

Låginblandning av biodiesel med upp till 5% har varit tillåtet i dieselbränsle av miljöklass 1 sedan augusti 2006³⁴ (SPI, 2009c). Diesel får numera innehålla en låginblandning av biodiesel på upp till 7% (EU, 2009c). Enligt ACEA (European Automobile Manufacturer association som representerar de 13 största Europeiska bil, lastbils och busstillverkarna) behövs vidare mera kunskap och erfarenheter innan man kan avgöra vad en inblandning av biodiesel med upp till 10% innebär (ACEA, 2008). Avsättning för inhemsk produktion av biodiesel finns därför även utan utbyggnad av infrastruktur. Fordon³⁵ som körs på ren biodiesel behöver däremot särskilda tankstationer. I september 2009 fanns 14 tankställen för biodiesel i Sverige (SPI, 2009b).

6.1.3 Biogas

Biogas produceras exempelvis när matavfall från hushåll eller gödsel från lantbruket bryts ned av mikroorganismer eller när slam i vattenreningsverk genomgår en rötningsprocess. I rapporten inkluderas inte biometan som produceras via förgasning av biomassa i begreppet biogas. Fördelar med biogas är att både framställningen och användningen i fordon bygger på beprövad teknik³⁶ och att biogas går att blanda med naturgas, och även med en mindre andel (10-15%) vätgas (hytan). Vid rötning av stallgödsel tillkommer fördelen att samtidigt minskas utsläppen av metan från gödselhanteringen. Andra fördelar är bland annat att förbränningen av biogas är relativt ren och ger ytterst lite sotpartiklar. Restprodukten vid rötningsanläggningar kan också användas inom jordbruket som ett gödselmedel. Utmaningar för biogas som fordonsbränsle är den kostsamma utbyggnaden av infrastruktur och de kostnader som följer med personbilar som utrustas med två bränsletankar. Ytterligare en utmaning är att utveckla säkra hanteringssystem för att minimera läckage av metan (som är en 23 gånger starkare växthusgas än koldioxid) eftersom det leder till att klimatnyttan minskar. Ett visst läckage kommer troligen alltid att ske vid produktion, distribution, tankning och även i form av oförbrända metanmolekyler i fordonets förbränning.

Inhemsk produktionskapacitet

År 2008 uppgick användningen av biogas som fordonsbränsle till 34 000 000 Nm³ (cirka 0,3 TWh) (Gasföreningen, 2009). Total biogasproduktion i Sverige i dag är 1,3 TWh³⁷ vilket i ett europeiskt perspektiv är lågt. Tyskland och Storbritannien har en produktion per capita som är ungefär 10 gånger högre. Även Finland, Italien, Spanien och Danmarks produktion är ungefär den dubbla per capita jämfört med Sveriges. I dessa länder används biogasen först och främst till el- och värmeproduktion vilket

³⁴ År 2007 var 67% av all diesel blandad med fem procent FAME (SPI, 2008. Sammanfattning oljeåret 2007. www.spi.se).

³⁵ Enligt BIL Sweden finns det ett motstånd från bilindustrin att modifiera bilarna för användning av ren biodiesel. Den tunga trafiken skulle eventuellt i större omfattning kunna köra på ren biodiesel, men i Sverige uppstår vissa klimatbegränsningar då ren biodiesel har dåliga koldegenskaper (Roos, 2009).

³⁶ Gasbilar har i princip vanliga bensinmotorer som kompletterats med ett separat bränslesystem för gasen. Speciella tryckbehållare används där gasen komprimeras till cirka 200 atmosfärers tryck.

³⁷ Minns att bara 0,3 TWh används till fordonsbränsle (Gasföreningen, 2009).

innebär att den kostsamma uppgraderingen till fordonskvalitet undviks (Vägverket 2009a).

Potential finns att skala upp produktionen av biogas. Förbättringar och effektivisering av biogasproduktionen kan fortfarande ske inom hela kedjan, från insamling av substrat, förberedande behandling av substrat, driftstyrning av anläggning, uppgradering, rening och användning av gasen. Om alla stadsbussar i Sverige skulle gå på biogas skulle det behövas 1 TWh biogas per år och enligt Vägverket (2009a) skulle det vara möjligt att öka biogasproduktionen till fordon till den nivån.

Enligt Helena Jansson, biogasansvarig Svenska Gasföreningen kommer den svenska biogasproduktionen år 2013 totalt att uppgå till närmare 3.35 TWh om alla planerade biogasprojekt realiserar. Observeras bör dock att detta är total produktion av biogas och år 2006 användes 19% av biogasen som fordonsbränsle (Energimyndigheten, 2008a). Enligt Linné och Jönsson (2005) uppskattas potentialen för biogas som drivmedel år 2020 till 3.6 TWh/år. Detta motsvarar ungefär knappt 4% av vägtrafikens energianvändning (som antas vara 95 TWh).

Utmaning infrastruktur

I dag finns 103 kommersiella tankställen för biogas i Sverige (SPI, 2009b). Av dessa har en stor andel byggts med statligt stöd. Det kostsamma distributionssystemet av biogas som drivmedel ger biogas en nackdel jämfört med andra biodrivmedel. I utgången av 2008 fanns 16 888 gasfordon i Sverige varav 15 642 personbilar, 849 bussar och 397 renhållnings- eller distributionsfordon (Svenska Gasföreningen).

6.2 Andra generationens biodrivmedel

Sverige deltar i utvecklingen av andra generationens biodrivmedel. Tekniska barriärer kvarstår dock innan andra generationens biodrivmedel kan bli kommersiella. Både den biokemiska och termokemiska processen har dock nått demonstrationsstadiet (för sammanställning se Tabell 4 som åskådliggör existerande anläggningar och planerade). Både privat och offentlig finansiering ligger bakom anläggningarna.

För etanolproduktion från cellulosa (biokemisk process) behöver förbehandlingen av biomassan förbättras, karaktäristiken för enzymerna måste också förbättras samt effektiviteten och kostnaden i allmänhet. För förgasningsalternativen behövs teknisk utveckling vad gäller förbehandlingen av biomassan och förgasningen för att öka effektiviteten och sänka kostnaden. I båda fallen är en lägre kostnad för råvaran och bättre kunskap kring dess prestanda att önska. Enligt IEA (2008b) är det möjligt att den biokemiska vägen skulle kunna ge billigare biodrivmedel än den termokemiska vägen (till exempel förgasning) eftersom man har lyckats uppnå kostnadsreduktioner här (givet att nya otestade metoder som är under utveckling för det termokemiska fallet inte beaktats). Å andra sidan kan det vara färre tekniska problem för den termokemiska vägen då delar av den tekniken redan är välkänd.

6.2.1 Etanol från cellulosa

Etanol är det alternativa bränsle som har tagit störst andel på den svenska och den globala marknaden och bland de alternativa fordonen i Sverige är flexifuelbilar för E85-användning i särklass störst. Utmaningarna med cellulosaetanol handlar bland annat om

att öka mängden sockerlösning som kan jäsas till etanol och att minska kostnaderna³⁸. Att öka mängden sockerlösning handlar om att förbättra hydrolyssteg och här har det visat sig att till exempel halm, bagass och majsblast är lättare att sönderdela till sockerlösning än vad gran och tall är. Haken med halm, bagass och majsblast är att sockerlösningen innehåller en stor mängd pentoser. Den andra stora utmaningen för celluloasetanol är att få pentoser att jäsa till etanol. Den sockerarten som är lättast att jäsa är hexoser och när framsteg nås på att sönderdela gran och tall till sockerlösning har denna lösning den stora fördelen att först och främst bestå av hexoser (Zacchi, 2009). Ett intressant steg på vägen är att det nu börjar komma företag som satsar på celluloasetanol från halm. De ojästa pentoserna kan rötas till biogas eller utnyttjas i kraftvärmeverk. Företaget IOGEN i Canada är ett sådant företag som nu har börjat sälja celluloasetanol från halm till en bensinstation³⁹. De har fokuserat på olika slags halm, gräs och bagass och påpekar att deras anläggning inte kan använda gran och tall som råvara (IOGEN, 2009).

Sedan 40-talet produceras etanol från cellulosa i Örnsköldsvik. Det är sockerrik lut från Domsjö Fabrikers sulfittmassatillverkning som används. När man talar om etanol från cellulosa i framtiden avser man vanligtvis dock inte denna typ av teknik. SEKAB har en pilotanläggning för celluloasetanol i Örnsköldsvik med en kapacitet på 100-150 m³. Pilotanläggningen har med åren utvecklat en mer driftsäker process. Antalet driftdygn per månad har ökat från i genomsnitt 10,2 dygn år 2005 till 17,7 dygn år 2008 och pilotanläggningen kan nu gå 3 veckor i taget utan driftstopp. Utbytet från barrved är nu uppe i 50% av det teoretiska utbytet med 2-stegs syrabad (75% av målet för enzymer). Utmaningar som kvarstår är att få ner produktionskostnaderna och viktiga komponenter är minskad kostnad för råvaran och enzymer samt ökad integration med annan industri (Lindstedt, 2009).

Inhemsk produktionskapacitet

Det finns inga planer på någon ny anläggning i Örnsköldsvik för närvarande. I det mycket tuffa finansiella läge som rått det senaste året har det varit svårt att få finansiering. Planerna är nu att komplettera etanolkiloten så att den blir mera flexibel och klarar olika råvaror så att nästa steg kan vara att gå direkt upp till produktionsanläggning. Kapaciteten blir densamma ca 100–150 m³ per år.

Den försöksanläggning som NBE Sweden har byggt i Sveg, har 1-stegs hydrolys och etanol produceras enbart i små kvantiteter i labbskala. NBE Sweden har också planer på att bygga en referensanläggning⁴⁰ för skogsråvara integrerad med kraftvärmeverk i Sveg. Kapacitet blir ca 60 000 m³ (50 000 ton) etanol men det anpassas till integrationen. Planen är att anläggningen ska vara färdigställd under 2013 men osäkert eftersom det inte finns några definitiva beslut ännu. När tekniken är verifierad i en referensanläggning kommer det med stor säkerhet att byggas flera kommersiella anläggningar och det är enligt Lindstedt (2009) rimligt att tro att det kommer att finnas

³⁸ Det är framförallt kostnaderna för de enzymer som jäser pentoser som är höga men även priset på råvara anses vara för högt.

³⁹ 60 000 liter av IOGENS celluloasetanol har sålts på en Shell-station. Vid full kapacitet ska anläggningen producera 5000-6000 liter etanol per dag (IOGEN, 2009).

⁴⁰ En referensanläggning är i princip densamma som en demoanläggning. Ofta menar man att en referensanläggning är en första produktionsanläggning med större risk som kräver offentligt stöd. En demo är mera för att visa att tekniken fungerar och kanske inte skall förväntas vara kommersiell när den väl är igång. Gången är oftast pilot, demo, referens, kommersiell anläggning. Men man kan hoppa över steg (Jan Lindstedt, SEKAB).

minst en stor anläggning för cellulosäetanol på kanske 120 000 m³ i drift i Sverige år 2020.

6.2.2 Syntetiska bränslen

Vid förgasning av en fast råvara rik på kol bildas en syntesgas och från denna gas kan flera olika syntetiska bränslen produceras (till exempel metanol, DME, biometan, Fischer-Tropsch). Även produktion av ett flytande bränsle från naturgas (GTL) brukar ingå i gruppen av syntetiska bränslen, se till exempel Shell (2009). Förgasning av kol är en känd teknik som har utnyttjats i bland annat Sydafrika sedan 70-talet. Att förgasa biomassa är fortfarande en utmaning. Syntetiseringsteget från syntesgas till drivmedel bygger däremot på känd teknik oavsett vilket drivmedel som avses. Det här kapitlet kommer endast att beakta förnybara syntetiska bränslen.

Fördelar och nackdelar med de olika drivmedelsalternativen kan kortfattat beskrivas som att biometan kan blandas med biogas, naturgas och till viss del också vätgas. Förbränningen av biometan ger upphov till markant lägre utsläpp av kväveoxid, kolmonoxid och sotpartiklar än diesel. Däremot kräver biometan ny infrastruktur och läckage sänker klimatnyttan. DME ger upphov till lägre utsläpp av kolväten, kväveoxider och sotpartiklar än diesel (DME har nästan obefintliga partikelutsläpp) och DME har potential att minska motorbuller. Däremot kan DME inte blandas med konventionell diesel utan kräver ny infrastruktur och förbränningen av DME ger upphov till högre utsläpp av kolmonoxid än diesel. Fischer-Tropsch (FT) diesel kan blandas med fossil diesel i alla halter och kräver därför varken modifierade fordon eller ny infrastruktur. Utsläppen av alla slags ämnen som brukar redovisas är lägre än för fossil diesel. Däremot ger FT-processen kolkedjor av varierande längd (som i ett fossilt raffinaderi) det vill säga även mycket tunga fraktioner som är svåra att använda som fordonsbränsle.

Metanol är mindre brandfarligt än bensin och är beprövat som fordonsbränsle (används inom motorsport). Metanol har också en fördel i och med att den kan användas som bränsle i bränsleceller. För att komma bort från problemen med att lagra och distribuera vätgas kan metanol nyttjas som vätgasbärare fram till bränslecellen. I en speciell bränslecell DMFC (Direct Methanol Fuel Cell) kan metanol reagera med luftens syre direkt och ge el utan att först ha omvandlats till vätgas. Metanol är däremot korrosivt, jämfört med bensin och diesel, vilket medför ökade krav på materialval. Stål och gjutjärn berörs inte men material som aluminium, zink och magnesium kan korrodera. Metanol kan även reagera med plaster och gummi. De fordonskomponenter som idag används för etanolmotorer skall enligt tillverkare redan vara godkända för metanol, varför inga stora kostnader för komponentutbyte skulle komma att krävas. De allra flesta fordon i den befintliga bilparken har däremot inte anpassade material. Det finns därför ett motstånd⁴¹ för metanol från fordonsindustrin. Metanol är dessutom vattenlösligt och giftigt (spill kan följa med regn ner till grundvattnet), vilket är ytterligare en egenskap som gör att produkten möter motstånd på marknaden. Olle Hådell på Vägverket instämmer i att inställningen till metanol från fordonsindustrin är tveksam och avvaktande, men han har en känsla av att den yteffektiva metanolen mycket väl kan komma tillbaka igen framförallt som låginblandning i bensin, när den ytkrävande spannmålsetanol stöter på mer och mer motstånd.

⁴¹ Sedan 1998 är det enligt bränslekvalitetsdirektivet tillåtet att blanda upp till 3 volymprocent metanol i bensin, vilket bland annat inte görs för att det saknas acceptans från fordonsindustrin.

Trots att låginblandningshalten för etanol har höjts i det nya bränslekvalitetsdirektivet (EU, 2009c) är det fortfarande endast tillåtet att blanda in 3% metanol i bensin. Vid högre inblandningshalt än de nivåer som godkänns i bränslekvalitetsdirektivet måste pumpen märkas med information om bränslet.

Intressant att nämna i sammanhanget är också att Exxon Mobil har utvecklat en process för omvandling av metanol till bensin av hög kvalitet. Processen kallas MTG (methanol-to-gasoline). MTG-processen innebär kortfattat att metanol reagerar till kolväten av prima bensinkvalitet med ett högt oktantal och som kan blandas direkt med vanlig bensin (Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology). Om denna process skulle kunna producera bensin på ett mer effektivt sätt än via Fischer-Tropsch processen kan det vara ett mycket intressant alternativ som innebär att konventionella motorer inte behöver modifieras och ny infrastruktur inte behöver byggas.

Inhemsk produktionskapacitet

Förgasning av fast biomassa behöver utvecklas ytterligare och demoanläggningen i Värnamo kan komma att startas på nytt igen. I mitten av november skickades det in en ansökan till Energimyndigheten och enligt Anders Lewald kommer svar i mitten av december, 2009. Det nya 4-åriga syngasprojektet kommer i så fall att ta vid där det gamla slutade och fortsätta med ombyggnaden och testerna.

Byggandet av en pilotanläggningen för tillverkning av bio-DME baserad på förgasat svartlut har startat i Piteå. Anläggningen beräknas stå färdig sommaren 2010 och kommer till en början att ha en produktionskapacitet på cirka 4-5 ton per dag (med produktion 150 dagar om året) (Landälv, 2009; Energinytt.se, 2008). Det förnybara bränslet är tänkt att användas för den tunga trafiken och Volvo Lastvagnar har varit involverade i beslutet om DME-produktion. Planer finns även på att bygga en fullskaleanläggning (fortfarande med vissa utvecklingsinslag) i Örnsköldsvik i anslutning till Domsjö Fabriker som beräknas stå klar 2013 och som ska producera motsvarande 50 000–100 000 ton DME per år, från förgasning av sulfitlut. Beroende på DME-efterfrågan kan produktionen inledningsvis komma att bli metanol (Landälv, 2009; Chemrec, 2009).

På den svenska marknaden etablerar sig just nu Värmlandsmetanol AB. Ägare är stiftelsen Miljöcentrum, Hagfors kommun, LRF samt 726 privatpersoner och 37 mindre företag. Sverige siktar på att bli först med att använda skogsråvara som förgasas för tillverkning av metanol. Värmlandsmetanol AB har köpt mark för fabriken utanför Hagfors kommun i Värmland och skogsråvaran kommer att tas från närområdet med en radie av 10-15 mil. Fabriken förväntas kunna producera 345 000 liter metanol per dygn (120 000 m³/år). Fabriken kommer samtidigt att förse Hagfors kommun med fjärrvärme, motsvarande 15 MW. Byggstart för anläggningen är planerad till december 2010 och driftstart december 2012. Nu förbereds ansökan till miljödomstolen. Värmlandsmetanol planerar redan nu för fabrik två och tre och hoppas på att det kommer att byggas ett 30-tal metanolfabriker i de svenska skogslänen framöver (SvD, 2009a; Ny Teknik, 2009b).

Göteborg Energi och E.ON Gas planerar att bygga världens första kommersiella biomassaförgasningsanläggning i Göteborg. Projektet kallas GoBiGas (Gothenburg Biomass Gasification Project). Förgasningsanläggningen är planerad att byggas i två etapper, där den första etappen (ca 20 MW) byggs under åren 2009-2011 för att tas i

drift 2012. Den andra etappen (ca 80 MW) är planerad att byggas under åren 2013-2015 för att tas i drift 2016. När båda etapperna är klara beräknas produktionen bli cirka 800 GWh/år. Processen bygger på indirekt förgasning och inledningsvis kommer man att förgasa träpellets men så småningom planerar man att övergå till förgasning av andra biobränslen och spill från skogsbruket (Göteborg Energi, 2009). Tekniken för förgasning av fast biomassa till biometan har i en demoanläggning i Güssing i Österrike fått ett genombrott (Stucki, 2009).

E.ON Gas har också planer för fler bioförgasningsanläggningar. Planer finns för en anläggning på 200 MW vilket motsvarar en produktion på 1,5 TWh/år som ska vara i full drift 2016 (Molén, 2009).

6.2.3 Grönt inslag i produktionen av fossil bensin och diesel

En möjlighet att göra konventionell fossil bensin och diesel mer miljövänlig är att byta ut en viss mängd av råoljan mot bioolja redan i raffinaderiet. HVO (Hydrotreated vegetable oils) kallas en av dessa processer som leder till grönare diesel. Slutprodukten kan med fördel blandas med konventionell fossil diesel. Förutom att utsläppen av fossil koldioxid minskar finns potential att både NO_x och partikelutsläppen minskar jämfört med standarddiesel.

En fabrik byggs i Piteå där Preem och Sunpine AB från och med 2010 ska tillverka cirka 100 000 m³ dieselråvara från tallolja som är en biprodukt från massaindustrin (Energinytt.se. 2009). I Preems bioraffinaderi i Göteborg förädlas denna dieselprodukt vidare till ett dieselbränsle. Denna produktion skulle ge ett bidrag på nästan 1 TWh HVO biodiesel. Andra råvaror som till exempel slakthusavfall skulle också kunna användas. Vägverket (2009a) bedömer att drygt 200 000 ton HVO biodiesel skulle kunna produceras år 2020, vilket skulle motsvara 2 TWh biobaserad energi i den färdiga produkten. Detta motsvarar 5-10 procent av den totala dieselanvändningen (Vägverket, 2009a). Enligt uppskattning av ÅF (2009) skulle bidraget från svensk tallolja till biodiesel däremot totalt bara kunna bli 1,4 TWh. I detta sammanhang kan nämnas att det finländska raffinaderiet Neste Oil sedan 2007 har en anläggning för raffinering av vegetabiliska och animaliska fetter med en kapacitet på 170 000 ton (som säljs under varumärket NExBTL Renewable Diesel) och under 2009 har byggt en till lika stor anläggning (ÅF, 2009; Neste Oil, 2009).

Ett annat sätt att få ett grönt inslag i fossil bensin och diesel är att den vätgas som behövs i raffinaderiets processer är producerad på ett koldioxidneutralt sätt. Det skulle till exempel kunna handla om att förgasa biomassa eller att med hjälp av elektrolys framställa grön vätgas med koldioxidneutral elektricitet.

6.2.4 Status för världens befintliga och planerade produktionsanläggningar

Tabell 4 är en sammanfattning av vad som presenteras av IEA Bioenergy Task 39 (Commercialising 1st and 2nd Generation Liquid Biofuels from Biomass) i deras ”Mapping of 2nd generation biofuels demonstration plants” (IEA, 2009) med vissa korrigeringar för de svenska anläggningarna efter personlig kommunikation med berörda aktörer. Medan bara ett fåtal anläggningar körs idag finns det många anläggningar som är under konstruktion eller som planeras.

Tabell 4. Sammanfattning av befintliga och planerade kommersiella, pilot och demoanläggningar för produktion av andra generationens biodrivmedel, enligt IEA (2009). Vissa uppgifter kan eventuellt ha hunnit förändras.

	Kommersiella anläggningar ^{a) b)}	Pilot- och demonstrationsanläggningar ^{b) c)}
Cellulosa- etanol	<i>Totalt 9 st. Total kapacitet: 706 800 t/år</i> Canada, 2011 (Enerkem, Edmonton, 30kt/a, 70MCAD) Canada, 2011 (Iogen, Birch Hill 70kt/a) Norge, 1930 (Borregaard, Snarpsborg, 15,8kt/a) Sverige, 2013-2015 (NBE/SEKAB, 50-120kt/a ^{d)} USA, 2010 (BBI BioVentures, Denver, 13kt/a) USA, 2011 (Abengoa, Hugoton, 34kt/a) USA, planerad (Coskata, Clewiston, 300kt/a, 400 MUSD) USA, planerad (Iogen, Shelley, 55kt/a, 80 MUSD) USA, planerad (Frontier, Michigan, 60kt/a)	<i>Totalt 34 st. Total kapacitet: 130 500 t/år</i> Australien, 2009 (Queensland, Mackay, 7,5 MAUD) Canada, 2009 (Enerkem, Westbury, 4kt/a) Canada, 2004 (Iogen, Ottawa, 1,6kt/a) Canada, 2003 (Enerkem, Sherbrooke, 375t/a) Canada, 2009 (Lignol, Burnaby, 80t/a, 20 MCAD) Danmark, 2009 (DONG, Kalundborg, 30kt/a, 50 MEUR) Danmark, 2006 (DTU, Lyngby, 10t/a, 2 MEUR) Danmark, 2009 (BioGasol, Ballerup, 10t/a, 3MEUR) Danmark, 2003 (DONG, Fredericia, 5MEUR) Danmark, 2004 (DONG, Fredericia, 15MEUR) Danmark, planerad (BioGasol, Bornholm, 4kt/a, 35 MEUR) Frankrike, planerad (Procethol, Pomacle, 2,7kt/a, 76 MEUR) Italien, 2011 (Mossi&Ghisolfi, Piedmont, 40kt/a) Italien, 2009 (Mossi&Ghisolfi, Piedmont, 50t/a) Norge, 2009 (Weyland, Blomsterdalen, 158t/a) Spanien, 2009 (Abengoa, Babilafuente, 4kt/a) Sverige, 2004 (Etanolpiloten, Ö-vik, 80t/a, 22 MEUR ^{e)} USA, i drift (Coskata, Warrenville) USA, i drift (AE Biofuels, Butte, 500t/a) USA, i drift (Mascoma, NY, 500t/a) USA, 2007 (Abengoa, York, 75t/a, 35,5 MUSD) USA, 2007 (KL, Upton, 4,5kt/a, 7,2 MUSD) USA, 2007 (Verenium, Jennings, 150t/a) USA, 2009 (DDCE, Vonore, 750t/a) USA, 2009 (Iowa, Boone, 200t/a, 18 MUSD) USA, 2009 (Pacific Ethanol, Oregon, 8kt/a, 48,6 MUSD) USA, 2009 (Terrabon, Bryan, 245t/a, 3 MUSD) USA, 2009 (Coskata, Madison, 120t/a) USA, 2009 (Verenium, Jennings, 4,2kt/a, 79 MUSD) USA, 2010 (ZeaChem, Boardman, 4,5kt/a) USA, 2012 (Lignol, Colorado, 7,5kt/a, 80 MUSD) Österrike, planerad (M-real, Hallein, 12kt/a)
Synte- tiska bränslen via förgas- ning	<i>Totalt 5 st. Total kapacitet: 671 500 t/år</i> Finland, planerad (NSE Biofuels, Varkaus, 100 kt/a) Sverige, 2012 (Göteborg Energi/Eon, GoBiGas, 11kt/a, 0,9 MEUR) ^{f)} Sverige, 2012 (Värmlandsmetanol) ^{g)} Sverige, 2016 (Göteborg Energi/Eon, GoBiGas, 46kt/a) ^{h)} Sverige, 2016 (Eon Gas Malmö, GoBiGas, 92kt/a) ⁱ⁾ Tyskland, 2009 (CHOREN, Freiberg, 14 kt/a, 100 MEUR) Tyskland, planerad (CHOREN, Schwedt, 200kt/a) USA, 2010 (Range Fuels, Soperton, 300kt/a)	<i>Totalt 16 st. Total kapacitet: 192 000 t/år</i> Canada, i drift (Tembec, Temiscanning, 13kt/a) Finland, 2009 (NSE Biofuels, Varkaus, 656t/a) Nederländerna, 2011 (ECN, Petten, 346t/a) Nederländerna, planerad (ECN, Alkmaar, 28,8kt/a) Sverige, 2010 (Chemrec, Piteå, 1,8kt/a, 28,5 MEUR) Sverige, 2013 (Chemrec, Ö-vik, DME: 95kt/a or MeOH:132kt/a, 250 MEUR) Tyskland, 1990 (Cutec, Clausthal-Zellerfeld, 0,02t/a) Tyskland, 2003 (CHOREN, Freiberg) Tyskland, planerad (Bioliq, Karlsruhe, 608t/a) USA, 2012 (Flambeau, Winsconsin, 51kt/a, 200 MUSD) USA, 2009 (GTI, Des Plaines, 26t/a) USA, 2008 (Range Fuels, Denver) USA, planerad (Triangle Inst., N Carolina, 22t/a, 3 MUSD) USA, i drift (Southern Research Inst., N Carolina, 40 MUSD) Österrike, 2008 (CTU, Güssing, 576 t/a) Österrike, 2005 (Vienna Uni., Güssing, 0,2t/a)
Mer avance- rad biodiesel	<i>Totalt 6 st. Total kapacitet: 2 150 000 t/år</i> Finland, 2007 (Neste, Porvoo, 170kt/a) Finland, 2009 (Neste, Porvoo, 170kt/a) Nederländerna, 2011 (Neste, Rotterdam, 800kt/a) Nederländerna, 2012 (BioMCN, Oosterhorn, 800kt/a) Singapore, 2010 (Neste, 800kt/a, 550 MEUR) USA, 2010 (DynamicFuels, Geismar, 210kt/a, 138 MUSD)	<i>Totalt 2 st. Total kapacitet: 220 000 t/år</i> Nederländerna, 2008 (BioMCN, Oosterhorn, 20kt/a) Nederländerna, 2009 (BioMCN, Oosterhorn, 200kt/a)

a) Anläggning som körs kontinuerligt med hög tillgänglighet, och med ekonomiska vinstintressen och där produkten handlas (IEA, 2009, fri översättning).

b) Notera att uppgifterna på total investeringskostnad är given av respektive anläggning och är därför ej garanterat jämförbara.

c) Pilot: Anläggning som inte körs kontinuerligt men där möjligheten för olika steg demonstreras och där produkten kanske inte handlas med. Demoanläggning: anläggning där man testar möjligheten att producera kontinuerligt, där hela produktionsprocessen inklusive logistikkedjan testas, produkten handlas med men anläggning behöver inte köras med ekonomiska intressen.

d) Uppgiften korrigerad efter korrespondens med Lars Vallander, Energimyndigheten och Jan Lindstedt VD SEKAB E-technology.

e) I IEA (2009) finns informationen följande två anläggningar: Sverige, 2011 (SEKAB, Ö-vik, 4,5kt/a) och Sverige, 2014 (SEKAB, Ö-vik, 50kt/a, 150 MEUR) Ändrat efter korrespondens med Jan Lindstedt, VD SEKAB E-technology. Investeringskostnaden kommer från Lindstedt (2009)

f) g) h) i) Dessa poster finns inte med i IEA (2009). Källor: Göteborg Energi (2009), Ny Teknik (2007) och (Molén, 2009).

Drivmedel från den befintliga produktionen eller planerade produktionen i anläggningar utomlands kommer med största sannolikhet inte att bli tillgänglig för Sverige till år 2030 eftersom andra länder också ska uppfylla mål för mängden biodrivmedel (med undantag för de länder där produktionen överskrider den inhemska efterfrågan, exempelvis Brasilien). Tabellen ger istället en indikation på hur långt teknikutvecklingen har kommit och hur investeringsklimatet ser ut för de olika alternativen. Från tabellen kan vi se att det redan har skett en hel del investeringar och att många planerar att skala upp till kommersialisering. Även om det byggs många fler celluloetanolanläggningar så är den totala kapaciteten ungefär lika stor som den totala kapaciteten för förgasningsanläggningarna. Den totala investeringskostnaden är dessvärre bara redovisad för vissa anläggningar så vi kan inte jämföra för vilka alternativ det görs störst investeringar i. USA är det land som har och planerar de flesta anläggningarna.

6.3 Befintlig och planerad produktionskapacitet i Sverige

En sammanställning av befintlig och planerad produktionskapacitet av både första och andra generationens etanol i Sverige är presenterad i Tabell 5. Planerade anläggningar för produktion av syntetiska bränslen via förgasning av biomassa i Sverige är sammanställda i Tabell 6.

Tabell 5. Befintlig och planerad etanolproduktion (bygger på sammanställningen presenterad i ÅFs uppdragsrapport (ÅF, 2009 med ursprungskällorna Tidningen Bioenergi nr 4 2008 och SOU 2007:36) till Energimyndighetens kvotpliktsuppdrag (Energimyndigheten, 2009f), men detta underlag har uppdaterats.

Anläggning	Råvara	Kapacitet (m ³)	Kapacitet (GWh)	Driftstart
Agroetanol, Anläggning 1, Norrköping	Spannmål	60 000	357	2001
Agroetanol, Anläggning 2, Norrköping	Spannmål	150 000	893	2008 ²
SEKAB, Örnsköldsvik	Cellulosa (sulfitmassa)	11 000	65	1940
SEKAB, pilotanläggning, Örnsköldsvik	Cellulosa	100-150	0.6-0.9	2004
Nordisk Etanol och Biogas AB, Karlshamn	Spannmål (övergång till celluloetanol fr halm planeras efter ca 5 år)	130 000 Planeras öka till 260 000	774-1547	2012
NBE Sweden, försöksanläggning, Sveg	Cellulosa	-	Endast forskning, ingen produktion av drivmedel.	2009
NBE Sweden, fullskalig anläggning, Sveg ¹	Cellulosa	60 000	357	2014/2015
SUMMA TOTALT (varav mängd celluloetanol inom parentes)		411 100 (60 100) – 541 150 (320 150)	2447 (358) – 3220 (1905)	

¹ Denna information kommer från material (Rapport från ÅF inför samrådsmöte) på NBE Swedens hemsida www.nbesweden.com (2009-10-31) och bekräftad av Lars Fritz, VD på NBE Sweden, 2009.

² Är i drift sedan november 2008 och beräknas nå full kapacitet under 2010.

Tabell 6. Planerade anläggningar för produktion av syntetiska bränslen via förgasning av biomassa i Sverige (bygger på sammanställningen i ÅF (2009) men underlaget har uppdaterats).

Anläggning	Råvara/produkt	Kapacitet	Planerad driftstart
Chemrec Piteå (pilot)	Svartlut/DME	Inledningsvis 4-5 ton/dag (150 dagar per år) vilket motsvarar 6-7 GWh/år	2010
Chemrec Örnsköldsvik ^{a)}	Sulfitlut/DME, metanol	Cirka 100 000 ton per år vilket motsvarar 960 GWh/år	2013
Värnamo (demo) ^{b)}	Endast forskning. Olika sorters fast biomassa/Syntesgas	18 MW	Ingen produktion av drivmedel
Göteborg Energi, Göteborg, GoBiGas	Träpellets till att börja med/Metan	20 MW vilket förväntas ge 150 GWh/år	2012
Göteborg Energi, Göteborg, GoBiGas ^{c)}	Fast biomassa i någon form/Metan	Ytterligare 80MW totalt 100 MW vilken skulle ge 800 GWh gas (givet att första etappen lyckas bra)	2016
E.ON gas ^{c)}	Fast biomassa i någon form/Metan	200 MW (ca 1500 GWh/år)	2016
Värmlandsmetanol, Hagfors	Skogsråvara/Metanol	120 000 m ³ metanol (500 GWh/år)	2012
SUMMA TOTALT		Ca 3766 GWh/år	

a) Den totala projektkostnaden för anläggningen är ca 2800 miljoner kr. Energimyndigheten har valt ut Chemrecs ansökan på 500 miljoner kr i investeringsstöd för vidare beredning (Chemrec, 2009).

b) Flera företag har uttryckt sitt intresse i att Värnamo förgasningsanläggning startas på nytt och i januari 2009 skickade dessa företag ett ”letter of interest” till Energimyndigheten. Just nu är det 7 aktörer som är involverade i ägarkonstellationen VVBGC. I mitten av november skickade VVBGC och de intresserade företagen in en ansökan till Energimyndigheten och enligt Anders Lewald kommer svar i mitten av december, 2009. Det nya 4-åriga syngasprojektet kommer i så fall att ta vid där det gamla slutade och fortsätta med ombyggnaden och testerna.

c) Finansiering ännu ej klar för dessa planerade anläggningar. Hur det går med dessa planer beror på hur det går för den första anläggningen inom GoBiGas-projektet.

6.4 Vätgas

Vätgas är intressant för transportsektorn av minst tre skäl: (i) lokala nollutsläpp vid användning i bränsleceller, (ii) grön vätgas kan användas som input i raffinaderier och göra konventionell bensin och diesel något grönare och (iii) är intressant som lagringsmedium för el från förnybara källor som vind och sol. Fördelar med vätgas och bränsleceller är också att omvandlingseffektiviteten från bränsle till hjul är hög (ca 65% jämfört med förbränningsmotorer som ligger runt 20-30%). Bilar som drivs på vätgas kan troligen få samma körsträcka som konventionella bilar (vilket elbilar inte kommer att kunna ha).

Utmaningar för vätgas i transportsektorn är till exempel att det ännu återstår forskning och utveckling innan vätgasbilar kommer ut på marknaden i stor skala. Förbättringar behöver framförallt ske när det gäller lagring av vätgasen i fordonen liksom bränslecellernas livslängd och produktionskostnader (Tomsen, 2009). Marknaden för vätgas är i dagsläget mycket begränsad. Produktionskostnaden för framställning av grön vätgas är idag hög och det saknas ett enkelt, effektivt och billigt sätt att lagra och transportera vätgas. Om koldioxidinfångning och lagring visar sig ekonomiskt och miljömässigt hållbart så öppnar sig dock stora möjligheter för storskalig produktion av vätgas från såväl fossilt kol, naturgas, biomassa och avfall.

Utmaningar infrastruktur

I Sverige finns endast en tankstation i Malmö och planer finns på ytterligare vätgasstationer i Stenungssund och i Göteborg. I samband med att tre bränslecellsbusar testades i Stockholm inom projektet CUTE (Clean Urban Transport for Europe) byggdes en tankstation där vätgas producerades via elektrolys. Projektet är nu avslutat och tankstationen nerlagd. Scandinavian Hydrogen Highway Partnership, ett samarbete mellan Vätgas Sverige, HyNor (Norge) och Hydrogen Link (Danmark) har som mål att 15 tankstationer och 30 satellitstationer skall finnas i regionen år 2015 (SHHP, 2009). Norge har kommit längst, där det ska gå att köra på vätgas mellan Oslo och Stavanger redan under 2009.

6.5 Elektricitet

Utöver möjligheten att bidra till minskade koldioxidutsläpp har elbilar positiva samhällseffekter i form av minskat buller samt minskade lokala utsläpp av partiklar och andra föroreningar. Elektricitet är i dagsläget också ett mycket billigare drivmedel än bensin och diesel. Fördelar för elbilar är även att de har en hög energisystemeffektivitet. Lars Hoffmann, SAAB Automobile, hävdar att dagens elmotorer har en verkningsgrad på 68% jämfört med 16% för förbränningsmotorer, räknat från källa till hjul, vilket innebär att en ren elbil bara behöver 20-30% av den energi som en konventionell bil drar (SER, 2009). Skillnaden i energieffektivitet mellan den elektriska motorn och bensinmotorn är 85% jämfört med 20-30% (Tomsen, 2009).

Utmaning tillverkning av elbilar

Det finns däremot en del hinder som måste undanröjas för att en ren elbil ska bli verklighet. Enligt Hans Carlstedt, tidigare utvecklingschef inom Volvo finns all teknik utom batteriet idag, och dagens batterier är dyra, har dålig kapacitet, är otympliga och tar lång tid att ladda. Detta påverkar både körsträcka och kostnader negativt i jämförelse med konventionella bilar (SER, 2009). Enligt Tommy Lindholm, GM Powertrain i Sverige, börjar nu litiumjonbatterier⁴² få en lovande prestanda, men problem som måste lösas är säkerhet för brand och explosion, höga kostnader, livslängd och känslighet för olika temperaturförhållanden (SER, 2009). Anders Kärrberg, Volvo Personvagnar, poängterar att problemen med elbilen i dagsläget är: säkerhet, elsäkerhet, batteriprestanda och klimatkomfort (SER, 2009). Kjell ac Bergström, VD för GM Powertrain i Sverige, betonar att kundsynpunkter som: för kort körsträcka, för dyrt, tveksamt andrahandsvärde (vilket påverkas av hur länge batterierna håller på grund av den höga batterikostnaden) och att man väntar på att något bättre kommer, är ett hinder för kommersiell succé (SER, 2009). Enligt Lindbergh (2009) bör batterierna bli säkrare, billigare, ha bättre och stabilare kvalitet, längre livstid samt förbättrat kontrollsystem

Batterier har de senaste åren förbättrats, men det finns alltså ändå mycket kvar att göra inom batteriutvecklingen innan de kommer ner i en produktionskostnad och har en prestanda som gör att elbilarna kan konkurrera med konventionella bilar.

En möjlig begränsning för tillverkningen av elbilarnas batterier är de globala tillgångarna av litium. Det finns enligt SGU (2009) flera studier med olika slutsatser vad gäller den framtida tillgången av litium och efterfrågan från elbilar från att det är

⁴² Ett litiumbatteri har hundra gånger större energiinnehåll än ett traditionellt blybatteri av samma vikt (SER, 2009).

”orealistiskt att uppnå en produktion av litiumkarbonat som kommer att räcka till det framtida globala efterfrågan av elbilar”, med hänvisning till att ”efterfrågan från bärbara elektroniksektorn kommer att uppta mycket av den planerade produktionen under nästa årtionden, samt att massproduktion av litiumkarbonat inte är miljövänligt, och att det kommer att orsaka irreparabla ekologiska skador på ekosystemen som bör skyddas till att reserverna av litium är tillräckligt stora och överskrider det framtida behovet av litium.

Enligt SGU (2009) har den totala mängden av litium som kan utvinnas från de globala reserverna beräknats till cirka 30 miljoner ton. Nuvarande tillgänglig kapacitet, angiven i samma referens, är 115 000 ton litiumkarbonat ekvivalent och den framtida uppskattade produktionen i nu aktiva gruvor för år 2020 uppskattas till 280 000 ton. Därtill kommer betydande produktionsmöjligheter i andra fyndigheter. Enligt uppskattningar som de tre största litiumproducenterna i världen, SQM, Chemetall och FMC, har gjort för utvecklingen av den framtida efterfrågan på litiumjonbatterier så kan efterfrågan år 2020 uppgå till 5000–70 000 ton per år och år 2030 65 000–145 000 ton⁴³ (se SGU, 2009).

Baserat på detta gör vi bedömningen att tillgången på litium troligtvis inte i så stor utsträckning kommer att hindra utvecklingen av elbilar fram till år 2030, däremot kan förstås priset på litium att göra det.

Priset för litiumjonbatteripack ligger i dagsläget på 10 000 kronor/kWh (cellprisläget är något lägre, 6000–7000 konor). Enligt Kanehira Maruo kan priset, i bästa fall, halveras under de kommande fem åren, men någon ytterligare sänkning är inte i sikte när det gäller litiumjon. Några post-litiumjonbatterier efter 2030 kan eventuellt bli billigare. Batterikostnaden för en ren elbil med ett 24 kWh batteripack ligger alltså runt 240 000 kronor, och om 5 år, i bästa fall, 120 000 kronor. Någon riktigt billig elbil kan vi alltså inte hoppas på, åtminstone inte före 2030 (Kanehira, 2009b).

Vad är realistiskt att tro om antalet elbilar i den svenska fordonsflottan? Enligt Kanehira är Frankrikes plan på en miljon elbilar år 2020, Tysklands plan på en miljon elbilar år 2020 och Obamas plan på en miljon laddhybrider år 2015 typiska exempel på orealistiska förväntningar. Är 600 000 elbilar i Sveriges bilflotta 2020 realistiskt? Med tanke på att elbilar med största sannolikhet fortfarande kommer att vara dyra har Kanehira svårt att se det som ett realistiskt mål (Kanehira, 2009b).

Utmaning laddningsinfrastruktur för elbilar

Elfordon och laddhybrider kan introduceras med befintlig eller lätt modifierad infrastruktur som bas. Möjligheter till laddning finns i många fall redan på till exempel villaparkeringsplatser och gemensamma parkeringsplatser i bostadsrättsföreningar. Sammantaget handlar det om flera miljoner eluttag som direkt eller med små justeringar kan användas för att ladda elfordon. Till detta kommer de ca 600 000 motorvärmareuttag som redan finns i Sverige och som också de med mindre justeringar bör kunna användas för laddning av elfordon. I ett senare skede skulle man vid behov kunna komplettera

⁴³ För 2020 täcker detta scenarier som antar att 9 procent respektive 20 procent elfordon finns i trafiken globalt sett, av vilka 60 procent respektive 80 procent drivs med litiumjonbatteri samt en marknadsutvecklingen av elhybrider på 20–30 procent, laddhybrider på 2–5 procent och rena elbilar på 1–3 procent med mera. För 2030 motsvarar detta att 15 till 25% av trafiken består av elfordon vilka till 75 respektive 90% drivs av litiumjonbatteri.

med andra laddningslösningar. Idag behövs inget bygglov, men Stadsbyggnadskontoret kan om det blir fråga om många stolpar, komma att göra laddstolpar bygglovspliktiga, främst på grund av estetisk hänsyn (Energimyndigheten, 2009e).

Niklas Thulin, forskare på Viktoriainstitutet, studerar dagsläget och argumenterar för hur det kan se ut i framtiden när det gäller laddningsinfrastrukturen för elbilar. Thulin menar att det kommer att dröja innan det uppstår ett behov av att ha offentliga laddstolpar. Laddhybrider kommer troligen inte att laddas vid offentliga stationer utan endast vid hemmet och/eller arbetsplatsen eftersom laddhybrider kan använda förbränningsmotorn när laddningen tar slut. När de första elbilarna nu kommit ut på marknaden har man sett att de körs ”på den säkra sidan” och att man är tillbaka vid hemmet eller arbetsplatsen långt innan batteriet har laddats ur. Vid hemmet och arbetsplatsen kan batterierna laddas långsamt i ett vanligt eluttag⁴⁴. Intresset för att sätta upp dyra⁴⁵ offentliga laddstationer har därför varit svalt.

Offentliga laddstationerna fyller däremot en viktig psykologisk funktion som kan vara avgörande för introduktion av elbilar i större skala. När man satte upp laddstationer i Tokyo såg man att antalet körda kilometer mellan varje laddning fördubblades trots att nästan ingen tankade på stationerna. Den som investerar i en laddstolpe kan sålunda inte räkna med att tjäna några pengar på den, men intresset för att investera i dessa stolpar har ändå vaknat⁴⁶. I Sverige är det i dagsläget, enligt Thulin, tre branscher som jobbar med infrastrukturen för elbilsaddning i Sverige: telecombranschen, elbolagen och fordonstillverkare⁴⁷.

Forskning pågår också på att bygga ut en infrastruktur med induktiv laddning. En variant är att sätta utrustning för induktiv laddning i alla trafikljus så att elbilens batteri får en mikroladdning varje gång man stannar vid rödljus. I Shanghai testas bussar som vid varje hållplats kör in under ett ”laddningstak” där bussens batterier får en mikroladdning, så länge bussen står still. I Sydkorea pågår ett försök med nergrävda el-slingor i gatan som laddar bilarnas batteri så länge de kör över slingan⁴⁸. Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) har räknat ut att batteriets storlek skulle kunna minska till en femtedel (och därmed radikalt minska investeringskostnaden för elbilen) om 10% av stadsgatorna utrustades med dessa nergrävda el-slingor.

En annan idé är att man inte köper batteriet med bilen utan att man betalar en månadsavgift för att låna batteri och man tankar genom att åka in i en helautomatisk

⁴⁴ Laddningen tar olika tid beroende på hur stor bilen är, storleken på batteriet och hur högt säkrat uttaget är. Laddar man i ett vanligt 10A-vägguttag tar det cirka 5-6 timmar att ladda ett batteri som är 10 kWh, vilket bör räcka till 4-5 mils körning. En mindre elbil med ett batteri på 20 kWh, kan laddas på sex timmar med en säkring på 16A och kan köras upp mot 12-18 mil på en laddning. Mellansnabb laddning innebär att man använder sig av trefasladdning och i dessa fall kommer en ”full tank” av ett 10 kWh-batteri att kunna ske på någon timme ner till cirka 30 min (Fortum, 2009).

⁴⁵ I Japan finns en offentlig laddstation som kan ladda en bil på 5 minuter och då ge en körsträcka på 40 km. Stationen kostade 35 000 USD att bygga.

⁴⁶ I Frankrike har beslut tagits på att satsa 1.5 GEUR för att bygga ut 1 miljon laddstolpar till år 2015 och år 2012 måste alla nya byggnader byggas med laddstolpar.

⁴⁷ I dagsläget pågår en diskussion om ifall laddstolparna bara ska ha den absolut nödvändigaste funktionen (hålla nere kostnaderna) eller om stolparna ska ha fler funktioner, till exempel uppdatera mjukvaran i bilarnas datorer, ladda ner spel, musik etc. till passagerarna eller kunna ta betalt genom uppkoppling on-line.

⁴⁸ Vid ett avstånd på 12 cm når 60% av el-energin fram till batteriet.

station som på 5 minuter byter batteriet (till exempel företaget Better Place). Elbilspriset blir därmed överkomligt. Nissan och Renault har skrivit avtal med Better Place. Detta borde också förbättra andrahandsvärdet för elbilar.

I Europa finns ett industriinitiativ där ett flertal biltillverkare, komponentleverantörer och elbolag, med syfte att få kompatibilitet mellan olika laddsystem och bilar, samarbetar för att ta fram standarder för utformandet av laddningssystem och komponenter vilket bedöms ta cirka 3 år (Energimyndigheten, 2009e).

För att summera, i dagsläget verkar intresset för elbilar och dess laddningsinfrastruktur vara stort och flera olika infrastrukturlösningar för laddning provas parallellt.

6.6 Tredje generationens biodrivmedel

Framtida biodrivmedel som befinner sig i laboratorieforskningsstadiet och som endast har testats i enstaka fordon brukar man kalla tredje generationens biodrivmedel. Det är drivmedelsalternativ som kan ha stor potential men behöver många års fortsatt forskning i laboratorier, pilotanläggningar och demonstrationsanläggningar innan de kan finnas tillgängligt i stor skala på marknaden. De är alltså inte troligt att det kommer ett betydande bidrag från dessa före 2030 men vi nämner dem ändå här för att ge en så komplett bild som möjligt. Ett sådant exempel är biodrivmedel från alger.

Intresset för att omvandla snabbväxande alger till biobränsle har ökat kraftigt de senaste åren, framför allt i USA. Minst 57 företag har gett sig in i algbranschen, enligt den senaste sammanräkningen från nyhetssajten Greentech Media. Bland finansiärerna som pumpar in hundratals miljoner kronor finns Bill Gates och oljejättar som Exxon Mobile, Shell och BP (NyTeknik, 2009c).

Under våren 2010 startas ett 1,5 år långt projekt (finansierat av Värmeforsk) på SP, Sveriges tekniska forskningsinstitut i Borås, för att ta reda på om algodling i stor skala kan fungera och vara lönsamt i Sverige. Det är alger som har förutsättningar att trivas på nordliga breddgrader som ska testas. Närmast väljs en alg som ger mycket fetter som kan användas till biodiesel och en som ger mycket biomassa som kan bli till exempel biogas. Enligt Susanne Ekendahl, forskare på SP, kan det svenska klimatet, som har solljus som kommer i vinkel faktiskt ge en fördel i framtida odlingar utomhus, åtminstone på sommarhalvåret. Om det visar sig att svenskt algbränsle är konkurrenskraftigt är målet att bygga en demoanläggning inom fem år (NyTeknik, 2009c).

6.7 Sammanfattning fördelar och nackdelar med de olika drivmedlen

I den här rapporten har vi inte för avsikt att bedöma vilka förnybara drivmedel som är bättre än andra, men för att ge en översikt av de olika förnybara drivmedlen som diskuteras i denna rapport och möjliggöra en jämförelse av dem presenteras i Tabell 7 en sammanfattning av deras respektive för- och nackdelar.

Tabell 7. Sammanfattning fördelar och nackdelar med de olika förnybara bränslena inklusive vätgas- och elfordon.

	Fördelar	Nackdelar
Etanol	<ul style="list-style-type: none"> • Kan blandas med bensen. • Vid låginblandning behövs varken ny infrastruktur eller ny fordonsflotta • Välbeprövat som fordonsbränsle • Högt oktantal, kan användas som oktanhöjare i bensen. • Etanol ger upphov till lägre kolmonoxid- och partikelutsläpp än bensen. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lågt energiinnehåll per volymenhet (1 liter bensen motsvarar 1,5 liter etanol). Kräver större tank för samma räckvidd som bensen. • Förbränningen ger upphov till högre utsläpp av kväveoxider än diesel. • Uttorkande. Kräver anpassade material i t.ex. packningar • Vid höginblandning mindre bra kallstartsegenskaper. Kan behöva motorvärmare på vinterhalvåret.
Bio-diesel FAME	<ul style="list-style-type: none"> • Kan blandas med fossil diesel. • Vid låginblandning behövs varken ny infrastruktur eller ny fordonsflotta. • Förbränningen ger upphov till lägre utsläpp av kolväten, kolmonoxid och sotpartiklar än diesel, om motorn är optimerad för biodiesel. • Nästan samma energiinnehåll per volymenhet som fossil diesel (1 liter diesel motsvarar ca 1,1 liter RME). 	<ul style="list-style-type: none"> • Mindre bra köldegenskaper • Fräter på gummi och lack. • Förbränningen ger upphov till högre utsläpp av kväveoxider än diesel. • Odlingen av raps kräver stor markyta och växeljordbruk.
Biogas och bio-metan	<ul style="list-style-type: none"> • Kan blandas med fossil naturgas. • Förbränningen ger upphov till markant lägre utsläpp av kväveoxid, kolmonoxid och sotpartiklar än diesel. • Rötning av gödsel, avloppsslam och annat avfall är en samhällsnytta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Behöver uppgraderas för att kunna användas som fordonsbränsle. • Kräver ny infrastruktur. • Skrymmande tank. • I regel har motorer som drivs på metan sämre prestanda, speciellt vridmoment är en begränsning • Läckage kan göra att klimatnyttan helt uteblir (metan är en 23 gånger starkare växthusgas än koldioxid).
Metanol	<ul style="list-style-type: none"> • Kan blandas med bensen. • Vid låginblandning behövs varken ny infrastruktur eller ny fordonsflotta. • Mindre brandfarligt än bensen • Välbeprövat som fordonsbränsle (används inom motorsport). 	<ul style="list-style-type: none"> • Lågt energiinnehåll per volymenhet (1 liter bensen motsvarar 2 liter metanol) • Akut giftigt och vattenlösligt. Spill kan förstöra grundvatten. • Låg acceptans från fordonsindustrin.
DME	<ul style="list-style-type: none"> • Förbränningen ger upphov till lägre utsläpp av kolväten, kväveoxider och sotpartiklar än diesel (DME har nästan obefintliga partikelutsläpp) • Har potential att minska motorbuller. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kräver ny infrastruktur. • Lågt energiinnehåll per volymenhet (1 liter diesel motsvarar 1,9 liter DME vid 5 bars tryck) • Förbränningen ger upphov till högre utsläpp av kolmonoxid än diesel.
Fischer-Tropsch Diesel	<ul style="list-style-type: none"> • Kan blandas med fossil diesel. • Behöver varken ny infrastruktur eller ny fordonsflotta. • Alla utsläppen är lägre jämfört med fossil diesel. 	<ul style="list-style-type: none"> • Produktionen ger kolkedjor av varierande längd (som i ett fossilt raffinaderi) det vill säga även mycket tunga fraktioner som är svåra att använda som fordonsbränsle.
Vätgas	<ul style="list-style-type: none"> • Kan användas i förbränningsmotor men effektivast i bränslecell. • Emissionen är endast vattenånga vid användning i bränslecell. • Ca 10% vätgas kan blandas med naturgas i förbränningsmotor. • Har många framställningssätt, t.ex. ångreformerings av naturgas, förgasning av biomassa, elektrolys av vatten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Dyr att framställa koldioxid-neutral. • Kräver ny infrastruktur. • Svår att lagra. • Skrymmande tank som dessutom ska vara mer hållfast än annan gastank (vätgas lagras vid ett par hundra bars tryck, eller flytande). • Stora kompressionsförluster vid tankning, eller stora energiförluster vid kylning till flytande vätgas (ca en tredjedel av energiinnehållet behövs för kylning till flytande) • Fordonen mycket dyra i dagsläget.
Elektricitet	<ul style="list-style-type: none"> • Mycket mer energieffektivt än förbränningsmotor. • Mycket flexibel råvarubas. • Få rörliga delar, leder till mindre servicebehov av elbilen. • Tyst motor 	<ul style="list-style-type: none"> • Dagens batterier är dyra, har dålig kapacitet, är otympliga och tar lång tid att ladda. • Begränsad räckvidd jämfört med förbränningsmotor. • Passar mindre bra för långväga tung vägtrafik, båt och flyg.

7. Möjlig utveckling för olika förnybara drivmedelsalternativ

I det här kapitlet utnyttjar vi den information som har sammanställts i tidigare kapitel för att göra en bedömning av utvecklingsläget för olika förnybara drivmedel samt presenterar våra scenarier för den möjliga inhemska produktionskapaciteten av biodrivmedel i Sverige fram till 2030.

7.1 Visualisering av utvecklingsläget för olika förnybara drivmedel

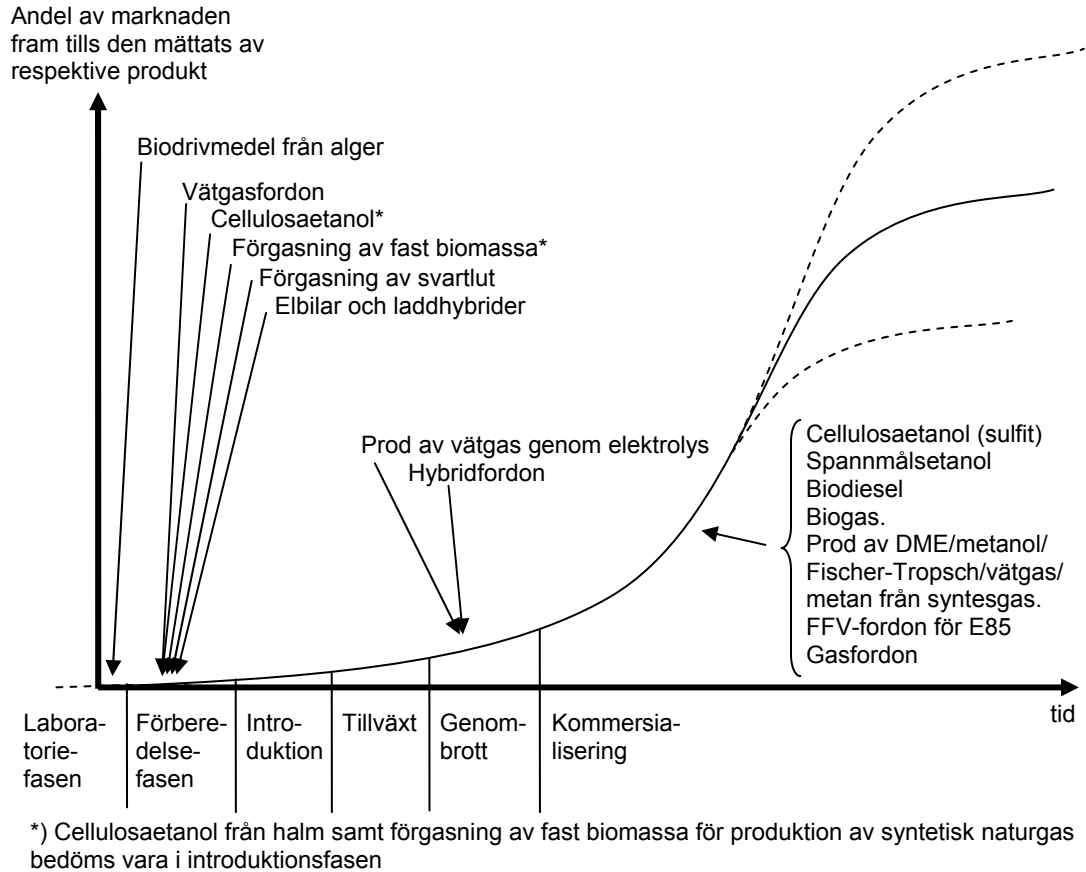
När en ny teknik introduceras på en marknad talar man vanligtvis om att detta sker enligt en S-kurva (som i en figur anger andel av marknaden fram tills den mättats som funktion av tiden). S-kurvan består av de faser som beskrivs i Tabell 8.

Tabell 8. Beskrivning av de faser en ny teknik går igenom vid sin marknadsintroduktion det vill säga beskrivning av S-kurvans faser⁴⁹.

Laboratoriefasen	Det här är den första utvecklingsfasen för en ny teknik. Idén börjar testas i liten skala. För drivmedel kan det innebära forskning i laboratorier och enstaka tester i slutanvändarsteget. För fordonsindustrin kan det handla om att bygga några prototyper/konceptfordon.
Förberedelsefasen	Denna fas karaktäriseras av att marknadsaktörerna samlas och formerar intressegrupper som tillsammans initierar demonstrationsprojekt och bygger upp kunskap om marknaden och tekniken. Inga fordon/bränslen finns ännu till allmän försäljning på marknaden och några större volymer produceras inte men enstaka testflottor kan finnas.
Introduktion	Denna fas handlar också i stor utsträckning om utveckling och förberedelse inför marknads tillväxt. Enstaka fordon/mindre mängder drivmedel finns att köpa men alla tekniska problem är inte lösta. Kostnaden per fordon/drivmedel är fortfarande hög och ingen standardisering finns på området. Hinder existerar ofta också för tillväxt.
Tillväxt	I denna fas närmar sig den tekniska prestandan hos den nya tekniken den gamla teknikens och de största barriärerna är eliminerade. Regelverket börjar harmoniseras för att inte utgöra ett hinder för en bred introduktion av den nya tekniken. Kostnaden för den nya tekniken är fortfarande högre än för den gamla. Men ett ökande antal leverantörer av den nya tekniken säljer sina produkter på marknaden.
Genombrott	I denna fas ökar försäljningen kraftigt och det kan förekomma många varianter av den nya tekniken. Nu finns också god kunskap allmänt om den nya marknaden.
Kommersialisering	Denna fas är nådd först när marknaden för den nya tekniken är relativt betydande och produktionen går med vinst (men tekniken kan fortfarande i viss utsträckning vara beroende av stöd i form av styrmedel för att göra detta).

Vår bedömning av i vilken fas olika förnybara drivmedel liksom vilken fas de olika fordonsteknikerna för att kunna använda de olika drivmedlen befinner sig illustreras i Figur 9. Bedömningen grundar sig på vår genomgång av utmaningar och möjligheter för de olika drivmedel- och fordonsalternativen i kapitel 6.

⁴⁹ Denna beskrivning är baserad på Energimyndigheten (2009e) men modifierad av författarna.



Figur 9. Illustration av hur vi har bedömt i vilken fas olika förnybara drivmedel befinner sig, liksom vilken fas de olika fordonsteknikerna för att kunna använda de olika drivmedlen befinner sig.

7.2 Scenarier för inhemsk produktion av biodrivmedel till 2030

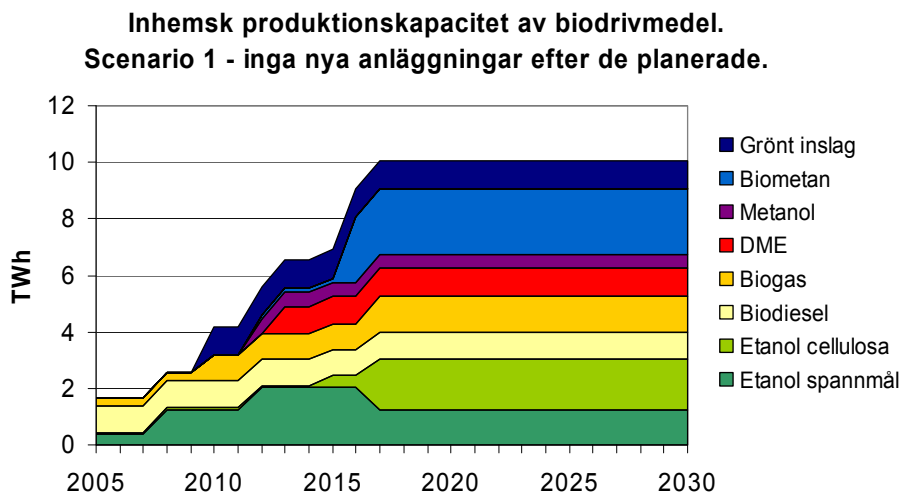
Utifrån vår sammanställning av befintliga och planerade produktionsanläggningar i Sverige, vår bedömning av var i S-kurvan de olika drivmedels- och fordonsalternativen befinner sig, samt information om hur snabbt nya anläggningar kan byggas, hur snabbt bilparken kan ställas om och övriga utmaningar gör vi här några tänkbara scenarier för utvecklingen av den inhemska biodrivmedelsproduktionen samt användningen av el och vätgas i Sveriges vägtrafiksektor fram till 2030. Observera alltså att import av biodrivmedel inte ingår men däremot skulle en viss del av råvaran kunna tillgodoses av importerade biobränslen. Notera också att de procentsatser för andel förnybara drivmedel (från inhemsk produktion) som redovisas i stor utsträckning beror på vilken framtida energianvändning som antas för vägtrafik i Sverige. Vi har valt att göra tre scenarier över den möjliga framtida inhemska produktionen av biodrivmedel.

I det första scenariot antar vi att de biodrivmedelsanläggningar som redan finns idag samt de som vi har kunnat verifiera har en aktiv produktionsplan kommer att genomföras. Detta inkluderar alla anläggningar listade i Tabell 5 och 6 samt den produktionskapacitet på biodiesel och biogas som beskrivits i kapitel 6.1.2 och 6.1.3. För befintlig produktionskapacitet av biodiesel inkluderas 711 GWh/år i Perstorps anläggning, 200 GWh/år i Karlshamns anläggning samt 31 GWh/år från diverse små anläggningar. Från och med 2010 inkluderas även Preems och Sunpines anläggning, för grönt inslag i fossil diesel, på 1000 GWh/år. För biogas inkluderas de 300 GWh/år som

i dagsläget används som transportbränslen. Från och med 2012 inkluderar vi de 600 GWh/år som Karlshamns Etanol och Biogas AB har utlovat och utgår från att all biogas kommer att utnyttjas i transportsektorn. Etanolproduktionen i denna Karlshamnsanläggning har uppgivits vara i drift 2012 och att anläggningen efter cirka 5 år kommer att skalas upp och övergå till cellulosaeanol (halm). I vårt scenario minskar därmed spannmålsetanolen med motsvarande mängd, 774 GWh år 2017. Tidpunkten för övergången till cellulosaeanol är förstås osäker men påverkar inte den totala mängden biodrivmedel. År 2017 inkluderar vi ytterligare 400 GWh/år biogas från Karlshamns anläggning då den enligt plan ska ha skalats upp.

Eftersom anläggningarna med stor sannolikhet har minst 25 års livslängd har vi inte räknat med att någon anläggning kommer att fasas ut under tidsperioden fram till 2030. Vi har också valt att inte låta tillgången till biomassa/biobränslen påverka möjligheterna för förnybara drivmedel i Sverige till 2030. Hur mycket biobränslen som verkligen kommer att användas till inhemsk biodrivmedelsproduktion kommer till viss del att bestämmas av betalningsviljan för denna resurs inom respektive sektor.

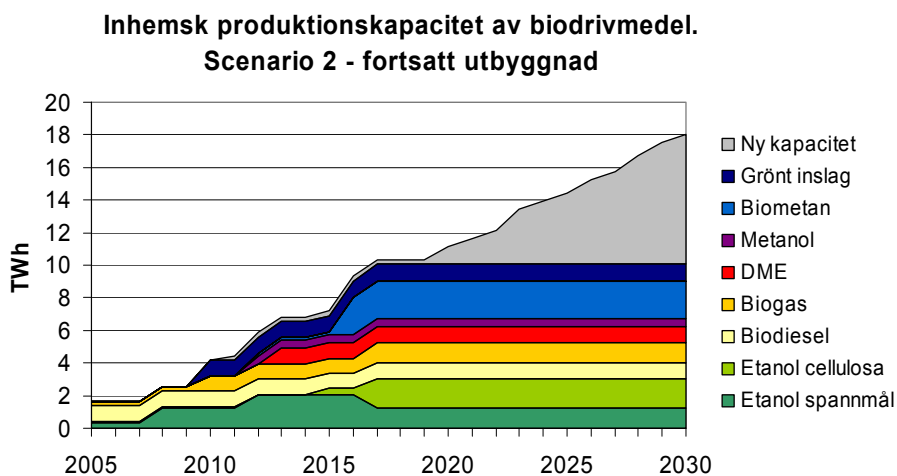
Vidare i scenario 1, se Figur 10, antar vi att inga nya anläggningar kommer att byggas efter dem som är planerade idag. Detta gäller även för nuvarande spannmålsbaserade biodrivmedel vars anläggningar antas finnas kvar men ingen ny produktionskapacitet tillkommer. Med dessa antaganden hamnar den totala produktionskapaciteten för inhemska biodrivmedel på cirka 10 TWh biodrivmedel år 2020 och 2030. Det är något mer än vad Vägverket (2009a)⁵⁰ kommer fram till för år 2020. Noteras bör att flera av de planerade anläggningarna som är medräknade i Scenario 1 endast kommer att byggas om tidigare anläggningar ger ett bra resultat.



Figur 10. Inhemsk produktionskapacitet i ett scenario där dagens befintliga och planerade anläggningar antas bli verklighet men att sedan inga nya investeringar görs. År 2020 liksom för år 2030 kan den inhemska produktionskapaciteten då uppgå till omkring 10 TWh/år.

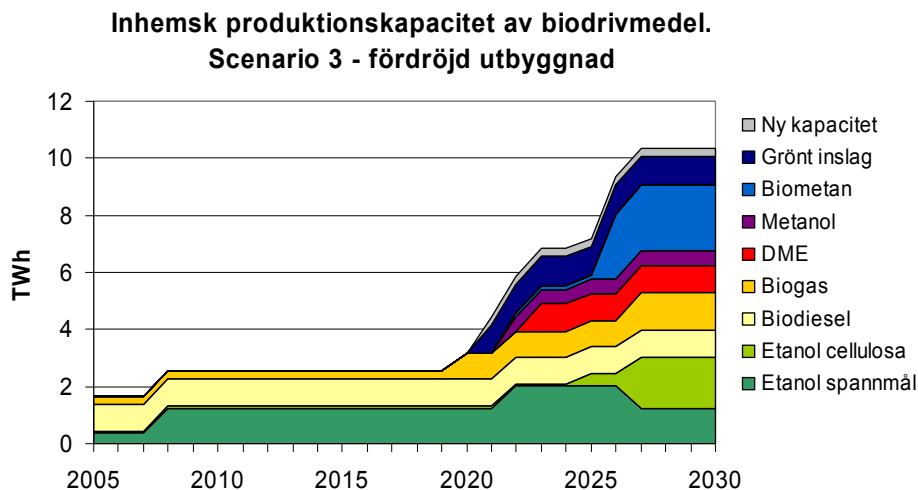
⁵⁰ Skillnaden i resultat beror framför allt på att Vägverket (2009a) bortser från etanolanläggningen i Karlshamn och har heller inte inkluderat något bidrag från cellulosaeanol annat än från befintlig sulfitetanol och inte heller från syntetisk naturgas annat än från den första GoBiGas-anläggningen. Observeras bör dock att Vägverket (2009a) inkluderar import av biodrivmedel, vilket inte görs i den här rapporten.

I det andra scenariot för inhemsk produktionskapacitet antar vi en mer optimistisk utbyggnad av den inhemska produktionskapaciteten. Alla anläggningar som inkluderats i scenario 1 ligger kvar men i scenario 2 antas att investeringar fortsätter att göras i andra generations biodrivmedel som metanol, DME, biometan och cellulosäetanol (halm eller barrved) med en ny anläggning vart tredje år med en för enkelhetens skull enhetlig produktionskapacitet på 500 GWh/år per anläggning. Dessa antaganden är godtyckligt valda för att visa ett fall där utbyggnaden ökar. För utbyggnaden av biogas antas nya anläggningar vart tredje år med en total produktionskapacitet på 300 GWh/år. För biodiesel gör vi här ett antagande att det miljötillstånd som redan finns för anläggningen i Karlshamn kommer att utnyttjas inom några år och tillför scenariot 289 GWh/år från och med 2011. Vi antar däremot ingen fortsatt utbyggnad inhemsk spannmålsbaserad biodiesel och inte heller av spannmålssetanol eller grönt inslag i fossil diesel. Med dessa antaganden kan den inhemska produktionskapaciteten för biodrivmedel uppgå till omkring 11 TWh år 2020 och 18 TWh år 2030, se Figur 11.



Figur 11. Inhemsk produktionskapacitet i ett scenario där dagens befintliga och planerade anläggningar antas bli verklighet och att det sedan fortsätter att investeras i och byggas anläggningar för produktion av metanol, DME, biometan, cellulosäetanol och biogas. Med dessa antaganden kan den inhemska produktionskapaciteten uppgå till omkring 11 TWh/år 2020 och omkring 18 TWh år 2030.

I det tredje scenariot för inhemsk produktionskapacitet antar vi en mer pessimistisk utbyggnadstakt. I detta scenario utgår vi från att inga av de planerade inhemska biodrivmedelsanläggningarna kommer att byggas inom de tidsramar som angivits. Vi fördröjer alla planerade anläggningar med 10 år och låter därefter en ny anläggning byggas vart femte år och igen gör vi ett enhetligt antagande på att alla nya anläggningar har en produktionskapacitet på 500 GWh/år (ingen ny anläggning hinner byggas innan 2030). För utbyggnaden av biogas antas en nya anläggningar vart femte år med en produktionskapacitet på 300 GWh/år (inte heller för biogas hinner någon ny anläggning att byggas innan 2030). Med dessa antaganden kan den inhemska produktionskapaciteten för biodrivmedel uppgå till omkring 3 TWh år 2020 och omkring 10 TWh år 2030, se Figur 12.



Figur 12. Inhemska produktionskapacitet i ett scenario där planerade anläggningar antas bli 10 år fördröjda och att investeringar i och utbyggnad av nya anläggningar sker i en långsammare takt än i Scenario 2. Med dessa antaganden kan den inhemska produktionskapaciteten uppgå till omkring 3 TWh/år 2020 och omkring 10 TWh år 2030.

Huruvida samtliga av de planerade anläggningarna verkligen kommer att byggas och enligt den tidsplan som angetts för projekten återstår förstås att se. Det är anledningen till att vi valt att ta fram tre scenarier. Det är också med denna bakgrund som våra scenarier just ska ses som scenarier, framtiden får förtälja hur den faktiska produktionen blir. Och om något biodrivmedel fick genomslag i större skala tidigare än andra. Minns också att den inhemska produktionen av biodrivmedel inte nödvändigtvis behöver användas i Sverige likaväl som att Sverige även i framtiden kan komma att importera biodrivmedel. Vad gäller import av biodrivmedel framöver så tar vi inte ställning till den fortsatta omfattningen av den i den här rapporten. Vi bedömer den inhemska produktionskapaciteten av biodrivmedel (och antaganden för förnybar el). Mängden importerade biodrivmedel kommer troligen att avgöras av hur stor inblandningsandel som tillåts samt av produktionskostnader, styrmedel liksom produktion och efterfrågan i övriga världen. Beroende på biodrivmedelsefterfrågan i övriga EU är det inte heller otänkbart att Sverige blir ett land som exporterar biodrivmedel.

7.3 Scenarier för elanvändning i den svenska bilparken till 2030

De eldrivna bilarna börjar redan komma in på bilmaknaden, men vår bedömning är att det förmodligen dröjer länge innan de på allvar kan konkurrera med bensin- och dieslbilar. De elbilar som nu kommit ut på marknaden har ett högt inköpspris och omfattningen de närmsta åren får anses vara i storleksordningen försöksnivå. Med största sannolikhet kommer både bensin- och dieslbilar fortsätta att utvecklas de närmaste 15-20 åren. Fram till år 2030 ser vi att marknaden kommer att domineras av fordon som körs på flytande bränslen både i konventionella förbränningsmotorer samt i olika typer av hybridlösningar⁵¹.

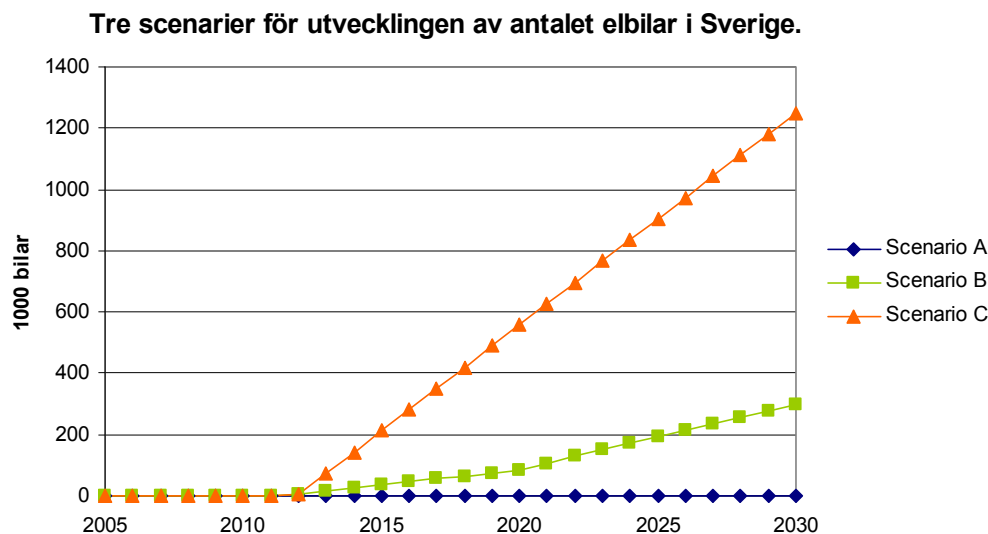
⁵¹ Förutom att vi ser att det kommer att finnas en fortsatt efterfrågan på konventionella bensin- och dieseldrivna fordon finns det också en tröghet i hur fort Sveriges bilpark kan ställas om. I Sverige har vi cirka 4 miljoner bilar och antalet nysålda bilar per år ligger omkring 300 000 (lägre vid lågkonjunkturer) (SCB, 2009). Det betyder att det tar minst 13 år att helt byta ut bilparken. Däremot kan det i sammanhanget nämnas att försäljningen av bensinbilar kraftigt har minskat de senaste åren då antalet nysålda bensinbilar i Sverige år 2005 var cirka 276 000 st och år 2008 endast cirka 113 000 st.

För att bredda analysen av hur stor andel av vägtrafikens energianvändning i Sverige som skulle kunna utgöras av förnybara drivmedel år 2020 och 2030 gör vi ändå tre olika elbilsscenarier som ska ligga till grund för vår analys av hur stor andel som kan utgöras av förnybara drivmedel, i det här fallet förnybar el.

De tre elbilsscenarierna vi antar är följande:

- Scenario A. Marginellt inslag av elbilar före år 2030.
- Scenario B. Ett scenario som följer prognosen presenterad i Tabell 1, det vill säga 85 000 elbilar inklusive laddhybrider år 2020 och 300 000 år 2030. Mellan perioden 2012-2020 respektive 2020-2030 säljs då i genomsnitt 10 000 respektive 22 000 nya elbilar inklusive laddhybrider per år.
- Scenario C. Ett mer optimistiskt scenario som leder till att 25% av alla bilar år 2030 är elbilar inklusive laddhybrider (det vill säga 1 250 000 st vid antagandet om 5 miljoner bilar år 2030 som presenterats i Tabell 1). I detta scenario finns det cirka 600 000 elbilar år 2020 vilket även förekommer bland framtidsvisionerna. I scenario C antar vi för enkelhetens skull en linjär ökning över hela tidsperioden 2012-2030 och i genomsnitt behöver då drygt 69 000 nya elbilar inklusive laddhybrider säljas per år (cirka 23% av den årliga nybilsförsäljningen som brukar ligga kring 300 000 bilar/år (SCB, 2009)).

De tre scenarierna är illustrerade i Figur 13.



Figur 13. Antalet elbilar inklusive laddhybrider för tre olika utvecklingsvägar i den svenska bilparken.

För enkelhetens skull antar vi att alla elbilarna inklusive laddhybriderna kör på 100% el och att energianvändningen i elbilarna är 0,2 kWh/km (Energimyndigheten, 2009e; SIKA, 2008) och att varje bil har en årlig körsträcka på 15 000 km. Det ger ett elbehov av 3 000 kWh per elbil och år. Elanvändningen för de tre elbilsscenarierna presenteras i Tabell 9.

Tabell 9. Antal elbilar inklusive laddhybrider och dess årliga elanvändning enligt antaganden ovan

	2020		2030	
	Antal elbilar	Elanvändning TWh	Antal elbilar	Elanvändning TWh
Scenario A	0	0	0	0
Scenario B	85 000	0,26	300 000	0,9
Scenario C	558 000	1,67	1 250 000	3,75

I kombination med de tre elbilsscenarierna gör vi dessutom två antaganden, α och β , när det gäller hur stor andel av elektriciteten som är förnybar.

- För α antar vi att all elektricitet⁵² som används till elbilar är förnybar och
- För β antar vi att 50% av all elektricitet⁵³ som används till elbilar är förnybar

Vår bedömning är vidare att vätgas och bränslecellsbilar inte kommer att ge något betydande bidrag före 2030.

7.4 Andel av de fossila bränslena som kan ersättas av förnybara drivmedel i de olika scenarierna

Resultaten från de tre scenarierna av den inhemska biodrivmedelskapaciteten och resultaten från de olika antaganden för den svenska bilparkens elanvändning adderas här ihop för att beräkna hur stor andel av de fossila drivmedlen för vägtrafik i Sverige som skulle kunna ersättas av inhemska förnybara drivmedel år 2020 och 2030. Resultatet är sammanställt i Tabell 10. Observera att den uppskattade energianvändningen för den svenska vägtrafiken får betydelse för de andelar av förnybara drivmedel som redovisas.

Tabell 10. Möjligt bidrag från inhemskt producerade förnybara drivmedel samt andel av vägtrafikens energianvändning i Sverige som skulle kunna utgöras av förnybara drivmedel år 2020 och 2030 för de olika scenarier som beskrivs ovan. Scenario 1, 2 och 3 anger olika inhemska produktionskapaciteter för biodrivmedel. A, B och C anger olika scenarier för antalet elbilar och α och β anger mängden förnybar el.

	Biodrivmedel ^{a)}		Förnybar el		Totalt TWh förnybart		Andel förnybart av 95 TWh ^{b)}	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030	2020	2030
Scenario 1A α	10,05	10,05	0,00	0,00	10,05	10,05	0,11	0,11
Scenario 1A β	10,05	10,05	0,00	0,00	10,05	10,05	0,11	0,11
Scenario 1B α	10,05	10,05	0,26	0,90	10,31	10,95	0,11	0,12
Scenario 1B β	10,05	10,05	0,13	0,45	10,18	10,50	0,11	0,11
Scenario 1C α	10,05	10,05	1,67	3,75	11,72	13,80	0,12	0,15
Scenario 1C β	10,05	10,05	0,84	1,88	10,89	11,93	0,11	0,13
Scenario 2A α	11,14	18,04	0,00	0,00	11,14	18,04	0,12	0,19
Scenario 2A β	11,14	18,04	0,00	0,00	11,14	18,04	0,12	0,19
Scenario 2B α	11,14	18,04	0,26	0,90	11,39	18,94	0,12	0,20
Scenario 2B β	11,14	18,04	0,13	0,45	11,27	18,49	0,12	0,19
Scenario 2C α	11,14	18,04	1,67	3,75	12,81	21,79	0,13	0,23
Scenario 2C β	11,14	18,04	0,84	1,88	11,98	19,91	0,13	0,21
Scenario 3A α	3,16	10,05	0,00	0,00	3,16	10,05	0,03	0,11
Scenario 3A β	3,16	10,05	0,00	0,00	3,16	10,05	0,03	0,11
Scenario 3B α	3,16	10,05	0,26	0,90	3,42	10,95	0,04	0,12
Scenario 3B β	3,16	10,05	0,13	0,45	3,29	10,50	0,03	0,11
Scenario 3C α	3,16	10,05	1,67	3,75	4,84	13,80	0,05	0,15
Scenario 3C β	3,16	10,05	0,84	1,88	4,00	11,93	0,04	0,13

a) Vi antar här att alla biodrivmedelsanläggningar producerar biodrivmedel till full kapacitet.

b) Vi har antagit att vägtrafikens energianvändning är densamma år 2020 som år 2030, dvs 95 TWh vilket baseras på prognosen i Energimyndigheten (2009d). Självklart påverkas energianvändningen av hur energieffektiv fordonsflottan är och de scenarier som har ett stort antal elbilar har då en lägre energiefterfrågan. För enkelhetens skull och för att tydliggöra mängden förnybara drivmedel har vi bortsett från det i de här beräkningarna. Ett exempel är ändå att scenario C med en stor andel elbilar minskar energiefterfrågan till 80 TWh och då stiger det mest optimistiska scenariot av andelen inhemskt producerade drivmedel från 23% till 28%.

⁵² Detta är ett realistiskt antagande om man på samma sätt som för tåg försäkras sig om att det finns förnybar el för ett specifikt användningsområde.

⁵³ Dagens ungefärliga andel av förnybar el i den svenska elmixen är cirka 50%.

Från Tabell 10 ser vi att andelen förnybara drivmedel baserad på möjlig inhemsk produktion och bidrag av elbilar skulle kunna vara omkring 3-13% år 2020 och 11-23% år 2030 beroende på utbyggnaden av inhemska biodrivmedelsanläggningar, utvecklingen av elbilar samt andelen förnybar el (de minsta och högsta andelarna är fetmarkerade i tabellen). Vid en jämförelse med dagens energianvändning för vägtrafiken, 88 TWh, blir den inhemska produktionen av förnybara drivmedel 4-15% år 2020 och 11-25% år 2030. Jämför vi med en uppskattning av energianvändningen för inrikes transporter år 2020 på 103 TWh (Energimyndigheten, 2009d) blir den inhemska produktionen av förnybara drivmedel 3-12% år 2020 och 10-21% år 2030. Den senare beräkningen är mest relevant om man vill jämföra med EUs mål på 10% förnybara drivmedel år 2020 i transportsektorn. Noteras bör att vi i inte inkluderat bidraget från el till spårbunden trafik, utan bara den el som uppskattas kunna efterfrågas från elfordon.

8. Slutsatser och diskussion

Vi har i denna rapport gjort en genomgång av förutsättningarna för den inhemska utvecklingen av olika förnybara drivmedelsalternativ i Sverige till och med 2030. Vi presenterar utmaningar och möjligheter för olika alternativ samt nuvarande produktionsplaner (med fokus på de inhemska). Som bakgrund finns en sammanställning av visioner/scenarier för det framtida utbudet av olika drivmedel och fordon i Sverige samt en beskrivning av nuläget.

8.1 Är bilparken ett hinder för en ökning av förnybara drivmedel?

Vid antagandet att låginblandningen av biodrivmedel ligger på 10% både i bensin och i diesel skulle det inhemska biodrivmedelbidraget kunna få avsättning inom Sverige utan att det behövs några alternativa fordon för biodrivmedel i scenario 3 år 2020. Alternativa fordon behövs i alla andra scenarier om de inhemska producerade biodrivmedlen ska användas inom Sverige. För scenario 2 som har den största produktionen av biodrivmedel behövs (om allt skulle användas till bilar) nästan 40 000 flexifuelbilar för att få avsättning av all etanol som produceras år 2030. Med tanke på att det redan idag finns cirka 200 000 flexifuelbilar i Sverige (BEST, 2009) ser vi inte bilparken som en begränsande faktor för produktionen av etanol. När det gäller gasfordon som skulle kunna ta emot den inhemska produktionen av biogas och biometan behöver antalet gasbilar i bilparken ökas från dagens cirka 15 000 till cirka 180 000⁵⁴ de närmaste 7 åren eftersom det redan år 2017 är planerat en produktion på 3,6 TWh biomassabaserad gas per år. Vi kan inte avgöra om behovet av nästan 24 000 nya gasbilar per år är ett hinder eller ej för utbyggnaden av biogas och biometan. Däremot vet vi att det finns alternativ avsättning för biomassabaserad metan för inblandning i naturgasnätet, och användning i stationär sektor, vilket innebär att vi inte ser bilparken som ett hinder för utbyggnaden av biogas och biometan. Behovet i Europa lär dessutom vara så pass stort att det går att exportera allt eventuellt överskott av

⁵⁴ Enligt Miljöfordon (2009) drar en gaspersonbil ca 70 kWh/100km vilket blir en årlig förbrukning på drygt 0,01 GWh per gasbil och år, vid antagandet om en årlig körsträcka av 15000 km. Idag används ca 300 GWh biogas i Sverige och ungefär hälften används i personbilar och hälften i övriga fordon. Om det i framtiden också fördelas på samma sätt mellan transportslagen kommer det att behövas gasbilar som kan ta emot 1,8 TWh. Det vill säga att det behövs 180 000 gasbilar från och med år 2017 för att få avsättning för den planerade inhemska produktionen av biogas och biometan (med antagandet att allt går till transport).

förnybara drivmedel om vi i Sverige producerar mer än den inhemska transportsektorn kan ta emot. Det finns därför inte någon anledning att tro att den svenska bilparkens förändringstakt skulle innebära ett hinder för utbyggnaden av biodrivmedelsproduktion.

Eftersom det råder en stor osäkerhet kring om eller hur snabbt elektrifieringen av bilparken kan ske har vi antagit tre olika utvecklingsvägar elbilar och laddhybrider. I scenario A antar vi att elektrifieringen inte får något genomslag före år 2030 och ser därmed inte bilparken som något hinder i det scenariot. I det mest optimistiska scenariot, C, behöver däremot den genomsnittliga ökningen av antalet elbilar inklusive laddhybrider uppgå upp till drygt 69 000 nya bilar per år, vilket med osäkerheterna kring batterikostnaderna kan vara en stor utmaning. Även antagandet i scenario B som innebär en genomsnittlig årlig försäljning av 10 000 respektive 22 000 elbilar inklusive laddhybrider kan vara en stor utmaning. När det gäller introduktionen av elbilar ser vi oavsett scenario att det framför allt inte är antalet laddstolpar eller annan laddningsinfrastruktur som begränsar introduktionen av elbilar i stor skala. I dagsläget begränsas introduktionen mer av den höga investeringskostnaden (orsakad av batterikostnaden) vid köp av elbil. Att sänka investeringskostnaden, kanske med hjälp av de kreativa lösningarna som presenterats i kapitel 6.5, skulle kunna vara direkt avgörande för en introduktion av elbilar i stor skala. Alternativt att bilarna subventioneras till en nivå att de blir konkurrenskraftiga.

8.2 Vad är realistiskt att tro om det framtida bidraget av förnybara drivmedel?

Det är förstås mycket svårt att uppskatta det framtida bidraget från förnybara drivmedel i transportsektorn eftersom det, utöver det politiska stödet i form av styrmedel, beror på hur den tekniska utvecklingen fortskrider, finansieringsmöjligheter från privata aktörer, nätverksbildande, den allmänna opinionen och tillgång på råvara (till ett rimligt pris och med accepterad miljöpåverkan).

Från våra scenarier ser vi att spannet är ganska stort när det gäller vår bedömning av hur stor den inhemska produktionen av förnybara drivmedel kan vara år 2020 och 2030. Spannet är ungefär 3–13 TWh/år för år 2020 och 10–22 TWh/år år 2030 och vi bedömer hela spannet som realistiskt. Beroende på hur stor energianvändning vi jämför med blir det procentuella bidraget lite olika men oavsett beräkningsmetod överstiger andelen inhemskt producerade förnybara drivmedel inte 15% år 2020 respektive 25% år 2030⁵⁵.

Hur stort det faktiska bidraget av förnybara drivmedel blir beror i stor utsträckning på det framtida priset på de förnybara drivmedlen (både inhemskt producerade och importerade) och tillhörande fordon jämfört med de fossila alternativen. Hur mycket som faktiskt kommer att användas återstår att se. Men genomgången i denna rapport ger en indikation på vad som kan tänkas vara möjliga utfall utifrån den information om inhemsk produktion som finns idag.

Vilka förnybara drivmedel av andra generationen som kommer att lyckas först i stor skala är mycket svårt att bedöma. Man skulle ändå kunna argumentera för att de projekt

⁵⁵ Vid en stor energieffektivisering i övriga vägtrafiksektorn, säg att vägtrafiksektorn endast efterfrågar 70 TWh kan de inhemskt producerade drivmedlen komma upp till drygt drygt 30% av vägtrafikens energianvändning.

som har störst stöd från myndigheter och industri har goda förutsättningar för att lyckas. I dagsläget ser vi att svartlutsförgasning och produktion av DME har starkt stöd från både svenska myndigheter och fordonsindustri liksom även förgasning av fast biomassa för syntetisering till metan. Drivmedel som kan användas som låginblandning har troligen en fördel när det gäller att få ut produkterna på marknaden.

Det finns en risk att svårigheten med att bedöma hur mycket biodrivmedel som är tillgängligt i framtiden gör att de mål och styrmedel som tas fram (med förhoppningen om att en viss del ska nås med andra generationens biodrivmedel som ännu inte är kommersiella i stor skala) blir relativt ambitiösa och inte ger den avsedda koldioxidnyttan. Samtidigt kan det vara så att ambitiösa mål och styrmedel behövs för att skynda på och försäkra en utveckling av andra generationens biodrivmedel.

Oavsett vilket förnybart drivmedel det handlar om (och för fossila med för den delen) är det viktigt med hög energieffektivitet både vad gäller användningen i fordonen och drivmedelsproduktionen. Ett lägre energibehov i transportsektorn är en viktig faktor för att minska koldioxidutsläppen och innebär dessutom att bidraget från förnybara drivmedel procentuellt sett når längre.

Referenser

- ACEA, 2008. ACEA Position on the use of bio-diesel (FAME) and synthetic bio-fuel in compressionignition engines. The European Automobile Manufacturer association. Tillgänglig på:
www.acea.be/images/uploads/070208_ACEA_FAME_BTL_final.pdf.
- ATL, 2006. Ny fabrik kan ge ökad efterfrågan på rapsfrö, 2 november 2006.
www.atl.nu/Article.jsp?article=37523
- Azar C, Lindgren K, Andersson B A. 2003. Global energy scenarios meeting stringent CO₂ constraints – cost-effective fuel choices in the transportation sector, Energy Policy 31(10): 961–976.
- Berndes G och Hansson J. 2007. Bioenergy expansion in the EU: cost-effective climate change mitigation, employment creation and reduced dependency on imported fuels. Energy Policy 35 (12): 5965–5979. (Special section on Modeling socio-economic aspects of bioenergy use).
- BEST, 2009. Promoting Clean Cars, Case Study of Stockholm and Sweden, February 2009, Stockholm, BEST Deliverable No 5.12. Finns tillgänglig på
<http://www.stockholm.se/Global/Frist%C3%A5ende%20webbplatser/Milj%C3%B6%C3%B6rvaltingen/Milj%C3%B6bilar/Dokument/Broschyren%20och%20rapporter/D.5.12%20Promoting%20Clean%20Cars%20Report.pdf>
- Biodrivmedelsbranchen, 2009. Prognos för biodrivmedel 2020. Gasföreningen, Lantmännen Energi, SEKAB, Biogasföreningen, Perstorp, Nordisk Etanolproduktion AB, Juni 2009, Inlägga till Energimyndigheten i samband med uppdraget om kvotplikt.
- Chemrec, 2009. Pressmeddelande 090625: Chemrecs ansökan om 500 miljoner kr för biodrivmedelsfabrik i full skala går vidare. Tillgängligt på www.chemrec.se (091124).
- DN Motor. 2009. Elektrisk körupplevelse. <http://62.119.189.57/tester/bilar/tesla/test-tesla-1.8283>, 16 februari.
- EBB, 2009. European Biodiesel Board, www.ebb-eu.org.
- Elbilsforum, 2009. Kraftsamling för BEV/PHEV upphandling i svenska kommuner. <http://elbil.forum24.se/elbil-about2121.html> (2009-11-13).
- Energimyndigheten, 2009a. Energiläget 2008, ER 2008:15. Går att ladda ner eller beställas via www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2009b. Helen Lindblom, Avdelningen för systemanalys (SYSA), Enheten för energianvändning, Energianvändningen i transportsektorn. Personlig kommunikation.

- Energimyndigheten, 2009c. Energiläget i siffror 2008, ET 2008:20. Går att ladda ner eller beställas via www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2009d. Långsiktsprogno 2008, ER 2009:14, ISSN 1403-1892. Kan laddas ner eller beställas via www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2009e. Kunskapsunderlag angående marknaden för elfordon och laddhybrider (KAMEL), ER 2009:20, ISSN 1403-1892. Går att ladda ner från www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2009f. Kvotpliktsystem för biodrivmedel –Energimyndighetens förslag till utformning. ER 2009:27. Går att ladda ner från www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2008a. Produktion och användning av biogas år 2006. ER 2008:02. Går att ladda ner och beställa via www.energimyndigheten.se.
- Energimyndigheten, 2008b. Koldioxidvärdering av energianvändning – Vad kan du göra för klimatet? Underlagsrapport, Statens Energimyndighet.
- Energinytt.se. 2009. Hjärtat på plats i Sunpines unika biodieselanläggning. 2009-11-09. www.energinytt.se/biobransle/hjartat-pa-plats-i-sunpines-unika-biodieselanlaggning/.
- Energinytt.se. 2008. Världens första gröna DME-fabrik byggs i Piteå. 2008-09-10. www.energinytt.se/biobransle/varldens-forsta-grona-dme-fabrik-byggs-i-pitea/.
- Etanolprogrammet, 2009. Energimyndighetens forskningsprogram för andra generationens etanolproduktion. Går att ladda ner från: www.energimyndigheten.se/sv/Forskning/Transportforskning/Alternativa-drivmedel/Etanolprogrammet/.
- EU, 2009a. Direktiv 2009/28/EC – “Förnybarhetsdirektivet” (Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC).
- EU, 2009b. Regulation (EC) no 443/2009 of the European Parliament and of the council of 23 April 2009, Setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community’s integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles. Kan laddas ner från <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0001:0015:EN:PDF>
- EU, 2009c. Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/30/EG av den 23 april 2009 om ändring av direktiv 98/70/EG, vad gäller specifikationer för bensin, diesel och gasoljor och införande av ett system för hur växthusgasutsläpp ska övervakas och minskas, om ändring av rådets direktiv 1999/32/EG, vad gäller specifikationen för bränsle som används av fartyg på inre vattenvägar, och om upphävande av direktiv 93/12/EEG.

- Eurobserv'er, 2009. Biofuels barometer. Systèmes solaires, le journal des énergies renouvelables N° 192 – 2009. Går att ladda ner från: www.eurobserv-er.org/downloads.asp.
- European Biofuels Technology Platform (EBTP), 2009. European Industrial Bioenergy Initiative (EIBI). www.biofuelstp.eu.
- European Parliament and Council, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC, of 23 April 2009. Bryssel, Belgien.
- Fortum. 2009. Tanka med el – om svenskarnas inställning till elbilar. Tillgänglig på www.fortum.com/gallery/pdf/fd/press/rapport.pdf (2009-10-24)
- Gasföreningen, 2009. Statistik för fordonsgas. Försäljningsvolym av fordonsgas 2008. Se www.gasforeningen.se/FaktaOmGas/Fordonsgas/statistik.aspx.
- Grahn M., 2009. Cost-effective fuel and technology choices in the transportation sector in a future carbon constrained world – Results from the Global Energy Transition (GET) model. Doktorsavhandling ISBN:978-91-7385-277-7, Chalmers tekniska högskola, Göteborg.
- Green car congress, 2009. Automakers Issue Joint Statement in Support of Commercial Introduction of Fuel Cell Vehicles from 2015 Onward. www.greencarcongress.com/2009/09/automakers-fcv-20090909.html#more
- Gustavsson L, Börjesson P, Johansson B, and Svanberg P. 1995. Reducing CO₂ emissions by substituting biomass for fossil fuels, Energy – The International Journal, 20, 1097-1113.
- Göteborg Energi, 2009. Gothenburg Biomass Gasification Project, GoBiGas. www.goteborgenergi.se/Om_oss_Var_verksamhet_Ny_energi_Biogas_GoBiGas_D_XNI-1957830_.aspx
- Haaker A., 2008. ”Produktion av biodrivmedel i Sverige”, Bioenergi, nr 4 s.15.
- Hansson J, Berndes G, Börjesson P, 2006. The prospects for large-scale import of biomass and biofuels into Sweden – a review of critical issues. Energy for Sustainable Development X (1): 82-94.
- Hagström P. 2006. Biomass potential for heat, electricity and vehicle fuel in Sweden. Doktorsavhandling. Department of Bioenergy, SLU.
- Hellgren Jonas, 2010. Nya tider – nya fordon. Bokmanuskript. (Jonas nås på jonas.hellgren@volvo.com)
- Hyways, 2008. The European Hydrogen road map, European Commission, Directorate General for Research, Bruxelles. Går att ladda ner från www.hyways.de.

- Hådell Olle, 2009. Vägverkets miljöbilsexpert, Borlänge. Personlig kommunikation.
- IEA, 2009. Task 39. Sammanfattning av befintliga och planerade kommersiella, pilot och demoanläggningar för produktion av andra generationens biodrivmedel <http://biofuels.abc-energy.at/demoplants/projects/mapindex>, Oktober 2009.
- IEA, 2008a. Energy Technology Perspectives 2008 - Scenarios & Strategies to 2050, International Energy Agency, OECD/IEA, Paris, www.iea.org.
- IEA, 2008b. International Energy Agency (IEA)/IEA Bioenergy, From 1st- to 2nd-Generation Biofuel Technologies – An overview of current industry and RD&D activities. Rapport skriven av Sims, R., Taylor, M., Saddler, J., Mabee, W.
- IOGEN, 2009. Iogen's Cellulosic Ethanol Demonstration Plant www.iogen.ca/company/demo_plant/index.html
- IVA, 2008. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien. En svensk nollvision för växthusgasutsläpp – Vägval Energi. ISSN: 1102-8254, ISBN: 978-91-7082-791-4. www.iva.se.
- IVA, 2002. Energiframsyn Sverige i Europa - Vad händer sen? En rapport från panelen för användarframsyn. Kungliga Ingenjörsvetenskapsakademien, ISSN 1102-8254, ISBN 91-7082-694-3.
- Jansson Helena, 2009. Biogasansvarig, Svenska Gasföreningen. Personlig kommunikation.
- Kanehira Maruo, 2009a. Omvärldsanalytiker ETC AB, 2009-08-12
- Kanehira Maruo, 2009b. Kanehiras Minnesanteckningar från seminarium "E-mobility Malmö", 9 november, 2009 presenterat i Nyhetsbrev finansierad av Energimyndigheten daterat 10 november 2009. Kanehira nås på kanehira@etcab.se
- Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology.
- Landälv Ingvar, 2009. VP Technology, Chemrec, Stockholm. Personlig kommunikation.
- Linné M och Jönsson O, 2005. Litteraturstudie: Sammanställning och analys av potentialen för produktion av förnyelsebar metan (biogas och SNG) i Sverige, Biomil AB/Svenska Gastekniskt Center AB, Malmö.
- Lindstedt Jan, 2009. VD SEKAB E-technology. "International industrialisation of bioethanol from cellulose", World Bioenergy and Clean Vehicles & Fuels 2009, 16-18 september, Stockholm. Conference slides available at: www.elmia.se/en/wbcvf/Conference1/Conference-Sessions-16-Sept.

- Lindbergh Göran, 2009. Professor, KTH, Stockholm. “Batteries and fuel cells for traction of road vehicles”, World Bioenergy and Clean Vehicles & Fuels 2009, 16-18 september, Stockholm. Conference slides available at:
www.elmia.se/en/wbcvf/Conference1/Conference-Sessions-16-Sept.
- Malmö stad, 2009. ”Framtidens transporter knacker på”
www.eon.se/templates/Eon2TextPage.aspx?id=60525&epslanguage=SV, 10 feb.
- Miljöfordon, 2009. Sök bland alla miljöfordon på den svenska nybilsmarknaden,
www.miljofordon.se.
- Molén Ulf, 2009. Affärsutveckling och reglering, E.ON gas Sverige AB, Malmö.
- Naturvårdsverket, 2009. Index över nya bilars klimatpåverkan 2008: I riket, länen och kommunerna, rapport 5946. Finns tillgänglig på:
www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/978-91-620-5946-0.pdf
- Naturvårdsverket, 2007. Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet till år 2050, rapport 5754. Tillgängligt på:
www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5754-1.pdf
- Neste Oil, 2009. Investments. Information hämtat 2009-12-04 från
www.nesteoil.com/default.asp?path=1,41,11991,12243,12327
- NILE, 2008. Advances in Lignocellulosic Ethanol – The NILE project 2005-2009, Report January 2008. Finns tillgänglig på: www.nile-bioethanol.org/doc/NILE_brochure_v6.pdf
- Ny Teknik, 2009a. Volvos väg mot nollgränsen. Nr 41, 7 oktober.
www.nyteknik.se/nyheter/fordon_motor/bilar/article650067.ece (för fullständig artikel se tryckt version av tidningen)
- Ny Teknik, 2009b. EUs klimatmål ska lyfta Björn Gillbergs metanolfabrik, Lars Anders Karlberg, 11 november
www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/miljo/article674184.ece
- Ny Teknik, 2009c. Världens hajp runt algbaserat bränsle, av Charlotta von Schultz, publicerat 2009-11-11. Tillgänglig på:
www.nyteknik.se/nyheter/innovation/forskning_utveckling/article674108.ece
- Ny Teknik, 2007. Göteborg planerar bygga världens största gasfabrik Lars Anders Karlberg, 23 april. Tillgänglig på:
www.nyteknik.se/nyheter/energi_miljo/bioenergi/article43579.ece
- OECD/IEA, 2008. World Energy Outlook 2008, Paris, Frankrike.
- Regeringskansliet, 2009. Regerings proposition 2008/09:163: En sammanhållen Klimat och Energipolitik – Energi, Regeringskansliet, 2009.
- Roos Ulf, 2009. Teknisk samordning, BIL Sweden, personlig kommunikation.

Sandebring H, 2004. Slutbetänkandet från utredningen om förnybara fordonsbränslen: Introduktion av förnybara fordonsbränslen, SOU 2004:133.

Scandinavian hydrogen, 2009. Ambition for 2015. www.scandinavianhydrogen.org.

SCB, 2009. Statistiska centralbyrån. Nyregistreringar personbilar 1975-2008.

<http://www.ssd.scb.se/databaser/makro/Visavar.asp?yp=tansss&xu=C9233001&omradekod=TK&huvudtabell=Fordon&omradetext=Transporter%20och%20kommunikationer&tabelltext=Fordon+enligt+bilregistret+efter+fordonsslag+och+best%20E5nd%2E+M%2E+M%2E+M%2E&preskat=O&prodid=TK1001&deltabell=+&deltabellnamn=Fordon+enligt+bilregistret+efter+fordonsslag+och+best%20E5nd%2E+M%2E+M%2E+M%2E&innehall=Fordon&starttid=1975M01&stopptid=2009M11&Fromwhere=M&lang=1&langdb=1>

SER, 2009. Den rena elbilen. Referat från presentation på seminariet ”När får vi en elbil som fullt ut kan konkurrera med traditionella bilar?” 27 maj, 2009, arrangerat av Tekniska Samfundet i Göteborg, SER och SKR. www.ser.se/rapport/den-rena-elbilen.html

Sidenå Jonas, 2009. VD, Energibolaget och automatstationkedjan ST1, Stockholm, personlig kommunikation.

SIKA, 2009. Körsträckor baserade på mätarställningsuppgifter. www.sika-institute.se/Templates/Page___615.aspx.

SIKA, 2008. Utvärdering av spårbilssystem. Rapport 2008:5. Finns att ladda ner på: www.sika-institute.se/Doclib/2008/Rapport/sr_2008_5_lowres.pdf.

SGU, 2009. Mineralmarknaden – Tema: Litium. Per. Publ. 2009:2. Finns att ladda ner på: www.sgu.se/dokument/service_sgu_publ/perpubl_2009-2.pdf.

Shell, 2009. Pearl GTL at a glance: Building the world's largest gas to liquid plant. www.shell.com/home/content/aboutshell/our_strategy/major_projects_2/pearl/overview/

SOU 2008:100. Slutbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen, Vägen till ett energieffektivare Sverige, Tomas Bruce, Stockholm 2008.

SOU 2007:36. Bioenergi från jordbruket – en växande resurs. Går att ladda ner från www.regeringen.se/sb/d/8963/a/81974.

Sperling Daniel, 2009. Professor, Institute of Transportation Studies, University of California, Davis, USA. “The role of California's ZEV mandate yesterday, today and tomorrow”, World Bioenergy and Clean Vehicles & Fuels 2009, 16-18 september, Stockholm. Conference slides available at: www.elmia.se/en/wbcvf/Conference1/Conference-Sessions-16-Sept.

SPI 2009a. Svenska Petroleum Institutet. Leveranser av förnybara drivmedel under 2008. www.spi.se/statistik.asp?art=120.

SPI 2009b. Svenska Petroleum Institutet. Försäljningsställen med Förnybara drivmedel.
www.spi.se/statistik.asp?art=104.

SPI, 2009c. Dieselbränsle med förnybar komponent. www.spi.se/produkter.asp?art=58.

SPI, 2009d. Volymer och marknadsandelar. www.spi.se/leveranser.asp

SR, 2007. Planerna på rekordstor biodieselfabrik fortsätter, 16 november 2007.
www.sr.se/ostergotland/nyheter/artikel.asp?artikel=1721237.

Stucki Samuel, 2009. Dr, Developing the gasification plants in Güssing, Paul Scherrer Institute, Österrike. Personlig kommunikation.

SvD, 2009a. Efter etanol – metanol. 2009-03-16
www.svd.se/naringsliv/nyheter/artikel_2603209.svd

SvD, 2009b. SvD provar Mitsubishis el-pionjär. Svenska Dagbladet 2009-04-23.
www.svd.se/naringsliv/motor/artikel_2785659.svd

Teknikens Värld, 2009. Volkswagens första elbil kommer 2013.
www.teknikensvarld.se/nyheter/090706-vw-elbil-2013/index.xml

Tomsen Birte Busch, 2009. City of Copenhagen, Denmark. “Levering the COP15 conference for promoting zero emission vehicles”. World Bioenergy and Clean Vehicles & Fuels 2009, 16-18 september, Stockholm. Conference slides available at: www.elmia.se/en/wbcvf/Conference1/Conference-Sessions-16-Sept

Trafikutskottet, 2007. Förnybara drivmedels roll för att minska transportsektorns klimatpåverkan. Jonas Åkerman, KTH och Max Åhman, LTH. Rapport från riksdagen 2007/08:RFR14.

Tweede Kamer, 2009. Stimulering elektrische autos plan Nederlandse overheid. Brief van de ministers van verkeer en waterstaat en van economische zaken, Haag 3 juli 2009. ISSN 0921 – 7371. Tweede Kamer, vergaderjaar 2008–2009, 31 305, nr. 145.

Vallander Lars, 2009. Forskningsstöd, Energiteknikavdelningen, Energimyndigheten. Personlig kommunikation.

Volvo, 2009. Pressrelease 2009-09-25: Volvo introducerar plug-in-hybrider på marknaden under 2012. Finns tillgänglig på
www.volvocars.com/se/tools/NewsEvents/News/Pages/default.aspx?item=315

Vägverket, 2009a. Olle Hådem. Vad krävs för att uppnå tio procentandelar förnybar energi i vägtransportsektorn år 2020? ISSN-nummer: 1401-9612.

Vägverket, 2009b. Håkan Johansson, nationell samordnare – klimatfrågor. Vägverkets syn på fordonsutveckling ur ett miljöperspektiv. Slides visade på BIL Swedens seminarium "En fossiloberoende fordonspark 2030", 2 november på World Trade Center, Stockholm.
www.bilsweden.se/web/BIL_Sweden_arrangerar_ett_seminarium_den_2_november.aspx

Vägverket, 2009c. Håkan Johansson. Reduced emissions from road traffic but major challenges ahead. 20.03.2009. Tillgänglig på:
www.vv.se/PageFiles/72/road_transport_emissions0903.pdf?epslanguage=sv

Vätgas Sverige, 2009. Hanna Jönsson och Magnus Karlström, Projektkoordinator respektive Analytiker, Vätgas Sverige. Personlig kommunikation.

ÅF, 2009. Bränslemarknader, inhemsk produktion av biodrivmedel och kvotpliktssystem. Slutrapport 2009-03-16 ÅF-Consult AB. Rapport till Energimyndigheten i samband med kvotpliktsuppdraget. Diarienummer 2008-003001.

Åhman M och Nilsson L, 2008. Path dependency and the future of advanced vehicles and biofuels. Utilities Policy 16: 80-89.

Öhman Peter, 2009. Introduktion av elbilsflottor i Sverige, Test Site Sweden, Presentation Transportforum 2009, Session 19. Går att ladda ner från
www.vti.se/templates/Page_____10393.aspx.

Under arbetet med denna rapport har författarna varit i kontakt med följande personer:

Martin von Arronet, Informationschef, Shell, Stockholm.

Per Erlandsson, Lantmännen Ecobränsle AB, Karlshamn.

Lars Fritz, VD i NBE Sweden AB, Sveg.

Olle Hådell, Vägverkets miljöbilsexpert, Borlänge.

Ove Högman, Lantmännen Energi, Stockholm.

Helena Jansson, biogasansvarig, Svenska Gasföreningen.

Hanna Jönsson, Projektkoordinator, Vätgas Sverige, Göteborg.

Emilia Käck, Business Developer New Business, Fortum Power & Heat, Stockholm

Ingvar Landälv, VP Technology, Chemrec, Stockholm.

Monika Lekander, Divisionschef, Lantmännen Energi, Stockholm.

Anders Lewald, Energimyndigheten, Eskilstuna.

Helen Lindblom, Energianvändningen i transportsektorn, Avdelningen för systemanalys (SYSA), Energimyndigheten.

Jan Lindstedt, VD, SEKAB E-Technology AB, Örnsköldsvik.

Mats Mattson, BilSweden, Stockholm.

Ulf Molén, Affärsutveckling och reglering, E.ON gas Sverige AB, Malmö.

Shamim Patel, CHRISGAS Project Manager, Växjö University.

Ulf Perbo, BilSweden, Stockholm.

Ulf Roos, BilSweden, Stockholm.

Mikael Runeson, CEO, Nordisk Etanol & Biogas AB, Karlshamn.

Tomas Rydberg, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, Göteborg.

Jonas Sidenå, VD, Energibolaget och automatstationkedjan ST1, Stockholm.

Samuel Stucki, Dr, Developing the gasification plants in Güssing, Paul Scherrer Institute, Österrike.

Niklas Thulin, forskare inom “electric vehicles and their infrastructure”.
Viktoriainstitutet, Göteborg.

Lars Vallander, Forskningsstöd, Energiteknikavdelningen, Energimyndigheten.

Mats Williander, VD, Connect Väst, Göteborg.

Guido Zacchi, professor, Lunds Universitet, Institutionen för Kemiteknik, Lund.

Anders Åhdal, ansvarig för forskning och utveckling, Göteborg Energi, Göteborg.