



Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030

Ett visionsprojekt för Svensk Energi och Elforsk

Elforsk rapport 10:55



Håkan Sköldberg, Ebba Löfblad, David Holmström och Bo Rydén juni 2010

ELFORSK

Ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030

Ett visionsprojekt för Svensk Energi och Elforsk

Elforsk rapport 10:55

Håkan Sköldberg, Ebba Löfblad, David Holmström och Bo Rydén juni 2010

Förord

Elforsk bedriver ett omfattande kunskaps- och utvecklingsprogram om elfordon. I programmet ingår ett flertal projekt, bl.a. om kundaspekter, miljöanalyser, styrmedel, elmätning, standardisering av laddningsutrustning, debiteringssystem och laddningsinfrastruktur. Denna rapport – Ett fossiloberoende transportsystem år 2030 – är en del i Elforsks satsning rörande elfordon.

Stefan Montin
Programområde Omvärld och system
Elforsk

Sammanfattning

Regeringen har i sin klimat- och energiproposition från 2009 formulerat ett mål om en fossilbränsleoberoende transportsektor i Sverige år 2030:

"Arbetet med att minska transportsektorns klimatpåverkan utvecklas och år 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen."

I propositionen redovisas också olika delåtgärder för att nå detta mål. Bland dessa återfinns:

"En satsning på förnybara drivmedel och energieffektivare fordonstekniker, elhybridbilar och elbilar ..."

Elfordon är alltså en viktig del i det framtida transportsystemet.

Visionen

Svensk Energi och Elforsk har, mot bakgrund av formuleringarna i propositionen, formulerat följande vision:

"Elbranschen vill bidra till ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030. Då skall vi ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala. År 2050 skall transportsektorn vara helt klimatneutral, dvs. fri från utsläpp av växthusgaser som härrör från fossila bränslen."

Visionen gör alltså skillnad på:

- en fossilbränsleoberoende transportsektor år 2030 och
- en klimatneutral transportsektor år 2050.

Elbranschen är angelägen om att bidra till en positiv utveckling inom transportsektorn. Genom detta visionsarbete vill man visa på möjliga utvecklingsvägar för att nå målet. Denna rapport utgör ett underlag till detta visionsarbete.

Även om visionen har tagits fram inom elbranschen så är det inte endast elrelaterade trender och åtgärder som tas upp. Syftet har istället varit att ta fram en heltäckande vision, där el är ett av många medel för att nå fram till visionen.

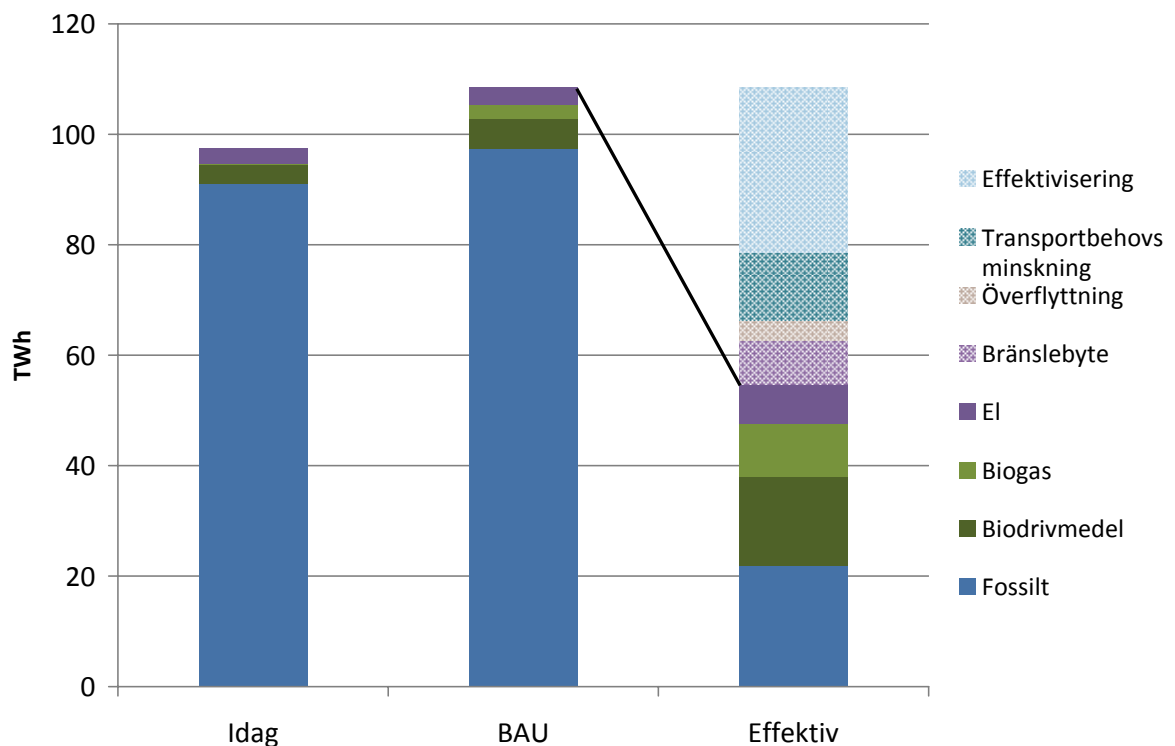
En fossilbränsleoberoende transportsektor år 2030 är möjlig

Vårt huvudscenario tar sin utgångspunkt i att alla fordon år 2030 skall kunna drivas med energibärare som är fossilbränsleoberoende. Våra analyser visar att detta är möjligt. Till fossilbränsleoberoende energibärare räknar vi bi drivmedel (biogas, etanol, metanol, FAME, DME, etc.), el, vätgas eller något annat som är, eller snart kan bli, ickefossilt. Bensin- och dieselprodukter som är framställda från ickefossila källor, t.ex. Fischer-Tropsch diesel baserad på biomassa, är självklart också möjliga, men då måste sådana bränslen finnas tillgängliga i kommersiell skala. Som visionen är formulerad så är det också

möjligt att utnyttja energibärare som år 2030 inte är helt fossilbränslefria men som år 2050 bedöms kunna vara klimatneutrala. Ett exempel på detta är fordonsgas. Ett annat exempel är el. Svensk el är nära nog fossilbränslefri och klimatneutral redan idag. Nordisk el blir säkert klimatneutral före 2030, men nordeuropeisk el – som vi utbyter el med – är det inte år 2030, men skall enligt EU vara klimatneutral år 2050.

Hur kan vi nå visionen?

Vårt huvudscenario bygger på att ansträngningarna för effektivisering av fordonen och ansträngningarna att minska själva transportbehoven blir framgångsrika. Dessutom sker stora minskningar av användningen av fossila drivmedel genom byte till biodrivmedel och el samt genom byte av transportslag. Det sammanlagrade resultatet av de åtgärder som inkluderats i scenariot redovisas längst till höger i figuren nedan. Där redovisas även dagsläget och det antagna referensscenariot utan särskilda insatser år 2030, "business-as-usual" (BAU).



Energianvändning inom det svenska transportsystemet i huvudscenariot Effektiv, jämfört med "idag" och referensscenariot "business as usual" (BAU) [TWh/år]

Figuren visar alltså energianvändningen inom det svenska transportsystemet. För förståelsen beskriver vi här innebörden av några av figurens begrepp:

- Effektivisering avser den minskning av energibehovet som åstadkoms genom minskad specifik bränsleförbrukning för fordonen. (Här avses alltså de ytterligare effektiviseringar som sker utöver de som redan som sker i referensscenariot.) Exempel på detta kan vara effektivare motorer, däck med mindre rullmotstånd och sparsam körning.
- Transportbehovsminskning utgörs av åtgärder som minskar själva transportbehoven, exempelvis IT-lösningar, bättre logistik och samhällsplanering.
- Överflyttning består av det minskade energibehov som blir följden av transportslagsbyten, exempelvis överflyttning från lastbil till tåg.
- Bränslebyte består av det minskade energibehov som blir följden av bränslebyten, exempelvis bensin till el (elbilar har avsevärt högre effektivitet) och bensin till diesel (diesebilarna har högre effektivitet).

De fyra rubrikerna Effektivisering, Transportbehovsminskning, Överflyttning och Bränslebyte avser alltså energi som sparats bort jämfört med referensscenariot BAU år 2030. Den återstående mängden energi (El, Biogas, Biodrivmedel och Fossilt) utgör alltså den resulterande återstående energianvändningen i scenariot.

Huvudscenariot uppvisar enligt figuren ovan en faktisk energianvändning år 2030 för transportsystemet på 55 TWh. Detta kan jämföras med 109 TWh för referensscenariot BAU för samma år. Det är alltså i princip en halvering av energibehovet. Jämfört med dagsläget så uppvisar scenariot en ca 45 procentig minskning av energianvändningen. Scenariot utgör alltså ett *dramatiskt trendbrott* beträffande energianvändningens utveckling.

Även sammansättningen av den återstående energiförbrukningen utgör ett trendbrott. Jämfört med BAU minskar fossilbränsleandelen från 90 % till 40 %. I absoluta tal är minskningen ännu mer imponerande, från 97 TWh/år i BAU till 22 TWh/år i huvudscenariot. Fossilbränsleminskningen, utöver energibehovsminskningarna, åstadkoms genom att användningen av biodrivmedel (flytande och gas) ökar från 8 till 26 TWh/år och genom att elanvändningen ökar från 3 till 7 TWh. Ökningen av el kan tyckas vara liten, men här måste man väga in elens avsevärt högre effektivitet i slutanvändarledet.

De dominerande återstående mängderna fossila drivmedel återfinns i transportslagen tunga lastbilar, arbetsmaskiner, personbilar och flyg. De minsta procentuella minskningarna återfinns för flyg och fartyg där avsevärt mindre än hälften av de fossila drivmedlen har bytts ut.

Energianvändningen minskar markant när vi går från BAU-scenariot till visionsscenariot Effektiv. Minskningen förklaras alltså med effektivisering, transportbehovsminskningar och transportslagsbyten. Den främsta orsaken till att just lätta vägfordon (främst personbilar) minskar så mycket är dels den kraftiga effektiviseringen här, dels den relativt stora introduktionen av mycket energieffektiv eldrift.

I ett alternativt scenario, scenario Bränslebyte, utgår vi från att man inte blir riktigt så framgångsrik med effektiviseringsansträngningarna och dämpningen av transportbehoven. I detta fall behövs därför större ansträngningar i form av byte till biodrivmedel och el om man vill nå ned till samma nivå på de återstående mängderna fossila drivmedel år 2030 som i huvudscenariot.

Elens roll i transportsektorn år 2030

El får en ökad roll för fordonsdrift i visionsscenarierna. Utöver den el som används för järnväg/bantrafik, som ökar med drygt 15 % jämfört med idag, så sker el-introduktionen främst i personbilar. Eldrift införs så att den motsvarar ca 40 % av den återstående mängden energibehov i personbilar, efter effektivisering m.m. Detta måste betraktas som en mycket kraftig introduktion, men till följd av elens mycket höga energieffektivitet så blir det ändå jämförelsevis små mängder el. Elanvändningen ökar från 3 till 7 (scenario Effektiv) respektive 9 TWh (scenario Bränslebyte).

Vi räknar med att medelbensinbilen drar cirka tre gånger mer energi än en elbil, medan medeldieselbilen drar ca 2,5 gånger mer energi. I dessa förhållanden ingår den el som förbrukas för uppvärmnings- och kyländamål i fordonen. I dagsläget är skillnaden ännu större, men eftersom vi räknar med en kraftig effektivisering av bensin- och dieselfordonen till år 2030 i visions-scenarierna och eftersom effektiviseringspotentialen är mindre för el, till följd av den redan mycket höga effektiviteten, så minskar elens fördel något.

En stor del av "nyttan" med el redovisas i figuren ovan under rubriken Bränslebyte. Denna innehåller den mängd energi som inte längre behöver tillföras, till följd av elens stora effektivitet i slutanvändarledet. (Själva elproduktionen ger dock upphov till energiförluster. Detta ligger dock utanför analysen i detta uppdrag, men utreds vidare i Svensk Energis 2050-studie om ett klimatneutralt Sverige år 2050.)

Summary

In 2009 the Swedish Government presented the Government Bills, An integrated climate and energy policy, prop.2008/09:162 and 163. The bills include a goal of a fossil-fuel independent transport sector by 2030:

"The target is for Sweden to have a vehicle fleet that is independent of fossil fuels in 2030."

In the bills several measures to reach this goal are presented, such as:

"A venture on renewable fuels and more energy efficient vehicle techniques, hybrid vehicles and electric vehicles..."

Electric vehicles are thus considered an important part of Sweden's future transport system.

The vision

The trade organisation Swedenergy and its research organisation Elforsk have together formulated a vision for the Swedish electricity industry, derived from the goal in the Government Bills:

"The electricity industry would like to contribute to a fossil-fuel independent transport sector in 2030. By then, Sweden should have a vehicle fleet that have the technical potential to operate/run on energy carriers that are fossil-fuel free, or energy carriers that will be climate neutral by 2050 at the latest. In 2050 the transport sector as a whole should be climate neutral, that is, free from emissions of greenhouse gases that emanates from the use of fossil fuels."

It is important to note that the vision makes a distinction between:

- A fossil-fuel independent transport sector by 2030, and
- A climate neutral transport sector by 2050

The electricity industry in Sweden would like to contribute to a positive development within the transport sector, and through this vision project the electricity industry would like to present possible ways for reaching the goal of a fossil-fuel independent transport sector. This report provides a foundation for the vision project, as it presents two possible scenarios to obtain the vision.

The aim of the vision project has been to put forward a vision that covers all aspects of the transport sector, where electricity is seen as one of many options/measures to attain the vision.

It is possible to reach a fossil-fuel independent transport sector by 2030

The basis for the main scenario in this report is the goal of a vehicle fleet that by 2030 should have the technical potential to operate/run on energy carriers that are fossil-fuel independent. Our analysis shows that this is possible. In

this report biofuels (such as biogas, ethanol, methanol, FAME, DME, etc.), electricity, and hydrogen gas, or other fuels that are, or soon will be, non-fossil, are considered fossil-fuel independent energy carriers. Petrol/gasoline and diesel products that are derived from non-fossil sources, such as Fischer-Tropsch diesel from biomass, can also be considered on the assumption that they are obtainable on a commercial scale. According to the vision it is also possible to make use of energy carriers which will not be fully fossil-fuel free by 2030, but which are considered to become climate neutral by 2050. One example is gas, another example is electricity. Electricity produced in Sweden today is almost fossil-fuel free and climate neutral, and seen in a Nordic perspective, electricity can most likely be considered to become climate neutral before the year 2030. Electricity from Northern Europe, however, to which the Nordic grid is connected, will not become climate neutral by 2030, but should, according to EU, become climate neutral by 2050 at the latest.

How can the vision be obtained?

The abatement measures that are considered in the scenarios can be categorised into the following groups:

- **Efficiency measures**, including measures such as more efficient engines, low-resistant tyres and eco-driving.
- **Measures to reduce the need for transportation**, including measures such as city/municipality planning, use of information technologies and logistics planning.
- **Transportation mode transfer measures**, including measures which transfer goods from lorries/heavy trucks to railways/train and which make people choose public transport and bicycles over cars.
- **Fuel change measures**, which includes changing from fossil fuels to biofuels and electricity.

Our main scenario, called Efficient, builds on the assumption that efforts for making vehicles more energy efficient, as well as efforts to reduce the need for transportation itself, become successful. The scenario also presupposes significant reductions regarding the use of fossil fuels by changing to biofuels and electricity, but also by changing to means of transport that are more energy efficient. Through these measures the amount of energy used in scenario Efficient is cut by almost 50 % compared to the reference scenario BAU ("business-as-usual"). Compared to the BAU-scenario, the amount of fossil fuel decreases from 90 % to 40 % of the total energy use in the transport sector in 2030.

In an alternative scenario, called Fuel change, we assume that the efforts to make vehicles more energy efficient and the efforts to reduce the need for transportation is not as successful as in scenario Efficient, resulting in a stronger overall need for biofuels and electricity in order to reach the same level of fossil fuel use as in scenario Efficient.

Electricity in the transport sector 2030

According to the scenarios presented in this report electricity will gradually become more and more important as a vehicle fuel, particularly in passenger cars. In scenario Efficient it is assumed that electricity is introduced to a level corresponding to 40 % of the remaining energy needed for passenger cars after efficiency measures etc have been applied. This must be regarded as a substantial/considerable introduction of electricity in the road transport sector. As a result of electricity's significantly higher energy efficiency compared to other fuels, the amount of electricity that is needed is in comparison rather small. The amount of electricity needed by 2030 increases from 3 TWh in BAU to 7 TWh in scenario Efficient up to 9 TWh in scenario Fuel change.

Innehåll

1	Inledning	2
1.1	Läsanvisning.....	2
1.2	Bakgrund och syfte.....	3
2	Visionen	4
2.1	Några avgränsningar och ställningstaganden	4
2.1.1	Systemgräns för transportsystemet	4
2.1.2	Fossilbränsleoberoende?.....	4
2.1.3	Systemgräns för energibärare	5
2.1.4	Inhemska drivmedel och/eller import/export	5
2.1.5	Elfordon?	6
2.1.6	Bibehåll fossilbränslemöjligheten	6
2.1.7	Åtgärder som syftar till att minska energianvändningen inom transportsektorn	6
2.2	Schematisk bild av visionen	8
3	Energianvändningen inom dagens transportsystem och vårt val av systemgräns	10
4	En fossilbränsleoberoende fordonsflotta	15
5	Transportsektorns utveckling och referensscenario för år 2030	18
5.1	Transportsektorns utveckling	18
5.2	Referensscenario, "business-as-usual"	19
6	Utvecklingsscenarier för år 2030	22
6.1	Scenario Effektiv	22
6.2	Scenario Bränslebyte	26
6.3	Elens roll i de båda visionsscenarierna	28
6.4	Fossila drivmedel i visionsscenarierna?	29
6.5	Ännu mer el?	30
6.6	Utvecklingen av trafikarbete och energianvändning i visionsscenarierna	31
7	Underlag för scenario Effektiv	32
8	Den inhemska potentialen för produktion av biodrivmedel och el	38
8.1	Utbyggnad till år 2020 utifrån befintliga och planerade anläggningar.....	38
8.2	Potential för biogas från rötning.....	39
8.3	Potential för andra generationens biodrivmedel.....	39
8.4	Internationellt perspektiv på biodrivmedelstillgången.....	41
8.5	Förnybar elproduktion	41
8.6	Översiktlig diskussion.....	42
9	Referenser	43

1 Inledning

1.1 Läsanvisning

I denna rapport redovisar vi vårt arbete med att ta fram underlag till den vision om ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030 som Elforsk och Svensk Energi vill forma. Syftet är att det skall vara möjligt att granska och kommentera visionen och följa hur denna har underbyggts med antaganden om utvecklingen inom ett antal områden.

Rapporten inleds med en kort bakgrund till det genomförda arbetet. I kapitel 2 återges Elforsk och Svensk Energis vision, och ett antal avgränsningar och ställningstaganden redovisas.

Efter detta följer i kapitel 3 en redovisning av utgångsläget, det vill säga dagens svenska transportsystem, med uppdelning på olika transportslag och bränslen. I kapitel 4 redogörs närmare för vad som avses med en fossilbränsleoberoende fordonsflotta. Sedan följer i kapitel 5 en beskrivning av transportsektorns utveckling varpå en framskrivning av utvecklingen för ett "business-as-usual"-scenario till år 2030 görs. Detta blir utgångspunkten för de åtgärder som sedan införs för att nå visionens mål.

I rapportens resultatavsnitt, kapitel 6, beskrivs inledningsvis de två scenarier som har formulerats, vilka båda, på delvis olika sätt, beskriver en utveckling av transportsystemet som uppfyller visionens mål för år 2030. Därefter följer en övergripande resultatredovisning som beskriver det resulterande transportsystemets uppbyggnad år 2030 för de båda scenarierna. I kapitel 7 redovisas sedan mer detaljerat de val och bedömningar som ligger till grund för scenarierna.

I kapitel 8 slutligen sedan förutsättningar och potentialer för inhemsk produktion av de mängder biodrivmedel och el som förutsätts i de två visionsscenarierna.

Genomgående i rapporten har vi valt att uttrycka resultatet som exakta nivåer/siffror, trots att vi är medvetna om att denna precision inte föreligger. Vi har ändå valt att göra på detta sätt för att det ska vara lättare att känna igen siffrorna och för att summeringar i tabeller ska stämma.

1.2 Bakgrund och syfte

Inom många samhällsområden har man varit framgångsrik i arbetet med att minska utsläppen liksom med att öka användningen av förnybar energi. Ett område där man hittills har varit mindre framgångsrik är transportsektorn. Där har utsläppen av koldioxid från inrikes transporter istället ökat sedan 1990. Ökningen blir ännu tydligare om man även räknar in utrikes transporter i transportsektorn.

För att nå det så kallade 2-gradersmålet som syftar till att begränsa den globala uppvärmningen, och som innebär att den globala årsmedeltemperaturen inte får öka med mer än maximalt 2 grader, bör Sveriges totala utsläpp av växthusgaser enligt Vetenskapliga rådets rekommendationer (2007) minska med ca 20-25 % till år 2020, och med 70-85 % till år 2050. Detta indikerar att mycket måste ske, i form av utsläppsminskningar, redan till år 2030.

Enligt målpreciseringarna till transportsektorns så kallade hänsynsmål som berör säkerhet, miljö och hälsa ska transportsektorn bidra till att det nationella miljökvalitetsmålet Begränsad klimatpåverkan nås genom en ökad energieffektivitet och ett brutet fossiloberoende. Som ett led i ansträngningarna för att vända utvecklingen så har regeringen i klimat- och energipropositionen från 2009 formulerat följande mål:

”Arbetet med att minska transportsektorns klimatpåverkan utvecklas och år 2030 bör Sverige ha en fordonsflotta som är oberoende av fossila bränslen.”

I propositionen redovisas också olika delåtgärder för att nå detta mål. Bland dessa återfinns:

”En satsning på förnybara drivmedel och energieffektivare fordonstekniker, elhybridbilar och elbilar ...”

Det framgår alltså att elfordon är en viktig del i det framtida transportsystemet.

Elbranschen är angelägen om att bidra till en positiv utveckling inom transportsektorn. Som ett led i det arbetet genomförs ett visionsarbete för att peka på möjliga utvecklingsvägar för att nå målet. Denna rapport utgör ett underlag till detta visionsarbete.

2 Visionen

Svensk Energi och Elforsk har i samråd med oss, och mot bakgrund av formuleringarna i propositionen, formulerat följande vision:

”Elbranschen vill bidra till ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030. Då skall vi ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala. År 2050 skall transportsektorn vara helt klimatneutral, dvs. fri från utsläpp av växthusgaser som härrör från fossila bränslen.”

Visionen gör alltså skillnad på:

- en fossilbränsleoberoende transportsektor år 2030 och
- en klimatneutral transportsektor år 2050.

Även om visionen har tagits fram i samråd med elbranschen så är det inte endast elrelaterade trender och åtgärder som tas upp. Syftet har istället varit att ta fram en heltäckande vision, där el är ett av många medel för att nå fram till visionen.

2.1 Några avgränsningar och ställningstaganden

När man vill formulera en vision av detta slag finns det ett antal ställningstaganden som man måste göra. Nedan redovisar vi ett antal avgränsningar och förtydliganden av synsätt som gjorts för denna vision.

2.1.1 Systemgräns för transportsystemet

Visionen avser Sverige och tillämpas på inrikes transporter, inklusive arbetsmaskiner. Flera andra systemgränser skulle vara möjliga. Man skulle exempelvis ha kunnat inkludera även utrikes flyg och utrikes sjöfart. Vi har dock gjort bedömningen att Sveriges möjligheter att påverka utrikes transporter är jämförelsevis små och att vi därför bör fokusera visionen på inrikes transporter.

En annan möjlig avgränsning skulle kunna vara att fokusera på inrikes transporter, exklusive arbetsmaskiner. Ett motiv för detta skulle kunna vara att arbetsmaskiner delvis skiljer sig från vad vi i dagligt tal menar med transportsystemet. Gruppen arbetsmaskiner är dessutom mycket heterogen i sin sammansättning. Ett problem är också att energianvändning och utsläpp från denna grupp oftast redovisas tillsammans med den sektor där de olika arbetsmaskinerna används, något som försvårar möjligheten till att lätt få en överblick över denna grupp. Vår bedömning är dock att detta är en stor och viktig grupp där rejäla förändringar inte bara kan, utan också måste ske för att visionen skall kunna få önskat genomslag.

2.1.2 Fossilbränsleoberoende?

Visionen tar sin utgångspunkt i att alla fordon år 2030 skall kunna drivas med energibärare som är fossilbränsleoberoende. Till dessa räknar vi biodrivmedel (biogas, etanol, metanol, FAME¹, DME², etc.), el, vätgas eller något annat som är, eller snart kan bli, ickefossilt. Bensin- och dieselprodukter som är framställda från ickefossila källor, t.ex.

¹ FAME (*fatty acid methyl ester*) är ett samlingsnamn för fettsyrametylestrar, av vilka RME (rapsmetylester) är den vanligaste i Sverige idag.

² DME står för dimetyleter, ett drivmedel som genom förgasning kan framställas från både fossila och förnybara råvaror och som vid normalt tryck uppträder i gasform.

Fischer-Tropsch diesel³ (FTD) baserad på biomassa, är självklart också möjliga, men då måste sådana bränslen finnas tillgängliga i kommersiell skala.

Som visionen är formulerad så är det också möjligt att utnyttja energibärare som år 2030 inte är helt fossilbränslefria men som år 2050 bedöms kunna vara det. Ett exempel på detta är fordonsgas. Fordonsgas kan, som vi ser det, år 2030 innehålla en andel naturgas om den utgör en liten och krympande del av den gas som distribueras till tankställen. Biogas, biometan och vätgas skall alltså utgöra en dominerande och växande del av fordonsgasen. Här gör vi då bedömningen att fordonsgasen på lite längre sikt, säg 2050, helt kan utgöras av förnybar energi (biogas, biometan, vätgas, ...). Därmed ligger fordonsgasen i linje med vår vision.

Ett annat exempel på en energibärare som år 2030 inte nödvändigtvis är fossilbränslefri är el. Svensk el är nära nog fossilbränslefri redan idag. Nordisk el blir klimatneutral före 2030, men nordeuropeisk el – som vi utbyter el med – är det inte år 2030, men kan vara klimatneutral år 2050. I detta arbete ser vi ökad elanvändning ur ett utvidgat marginalperspektiv med Nordeuropa som systemgräns. Vi förutsätter därmed att den elproduktion som tillkommer för att försörja de nya elbilarna med el år 2030, till viss del kommer att baseras på fossila bränslen. Både EU och den europeiska branschorganisationen Eurelectric har dock som mål att elproduktionen år 2050 skall vara klimatneutral. Därmed anser vi att el uppfyller visionens formulering: *"... energibärare som är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala ..."*.

Vad gäller synen på el och möjligheterna till klimatneutralitet år 2050 hänvisas till Svensk Energis 2050-studie om ett klimatneutralt Sverige år 2050.

Det finns också andra synsätt i samband med miljövärdering av el. Vissa av dessa visar på ännu mindre utsläpp förknippade med elanvändning. Exempel på sådana synsätt är ursprungsmärkt el och "Bra Miljöval", där konsumentens avtal med elleverantören anses definiera elens miljöegenskaper, samt synsättet att utsläpps rättshandelssystemet utgör ett tak för utsläppen från den handlande sektorn och att ökad elanvändning därmed inte medför några ökade CO₂-utsläpp.

2.1.3 Systemgräns för energibärare

I vår analys av fossilbränsleoberoende så beaktar vi bara energiomvandlingen i fordonet. Vi beaktar alltså inte eventuell förbrukning av fossila bränslen för biodrivmedel sett ur ett well-to-wheel-perspektiv. Det betyder exempelvis att vi inte gör några antaganden om förbrukning av fossila drivmedel vid produktion av biodrivmedel. Elen ser vi endast som en energibärare och där diskuterar vi eventuell förbrukning av fossila bränslen i samband med elproduktionen. Inte heller där så tar vi dock med eventuell förbrukning av fossila bränslen i samband med utvinning av bränsle till elproduktion, m.m.

Ett skäl till att vi inte bedömt att well-to-wheel-perspektivet behövs är att vi antar att användningen av fossil energi minskar även i andra delar av "drivmedelskedjan", det vill säga exempelvis även i råvaruutvinningen och drivmedelsproduktion. Ett exempel på detta är den introduktion av biodrivmedel som vi i scenarierna för 2030 förutsätter även för arbetsmaskiner. Det är ju denna typ av maskiner som utnyttjas för skörd, avverkning och insamling av biomassa för drivmedelsproduktionen.

2.1.4 Inhemska drivmedel och/eller import/export

I analysen av vår vision utgår vi från att valen mellan olika drivmedel görs på en fri marknad. Det innebär att vi inte uteslutande ser på drivmedelsförsörjningen ur ett svenskt perspektiv. Det betyder att det svenska transportsystemet till viss del kan försörjas med (bio-)drivmedel som importeras till landet. Omvänt kan också inhemskt producerade drivmedel och/eller råvaror exporteras från landet. Användningen av olika

³ Fischer-Tropsch-diesel är syntetisk diesel framställd via förgasning genom Fischer-Tropsch-processen, även denna typ av diesel kan framställas ur både fossila och förnybara råvaror.

drivmedel antas alltså i huvudsak vara frikopplad från var drivmedlen har producerats. Dock försöker vi sätta de beräknade volymerna av olika drivmedel för visionen i perspektiv av vad som bedöms kunna produceras inom landet.

2.1.5 Elfordon?

Med elfordon avser vi fordon som drivs med el från elnätet. Det betyder att hybridfordon med förbränningsmotor och elmotor som inte har plug-in möjlighet inte betraktas som elfordon. Om man ser fordonet som en "svart låda" så är det alltså bara ett drivmedel som tillförs. Elmotorns funktion, i kombination med batteri, ses alltså här endast som ett sätt att effektivisera fordonets bränsleförbrukning.

För plug-in hybridfordon som både har en förbränningsmotor och en elmotor kopplad till batterier som laddas från elnätet så kommer fordonets energianvändning att redovisas under olika rubriker. Den el som tillförs via laddningen från elnätet redovisas som el, medan användningen av flytande eller gasformiga drivmedel redovisas för respektive drivmedel.

I våra redovisningar så utgörs alltså den mängd el som tillförs till transportsystemet av el som hämtas från elnätet.

2.1.6 Bibehåll fossilbränslemöjligheten

I visionen poängteras att alla fordon år 2030 tekniskt skall ha möjlighet att drivas med ickefossila energibärare. Här vill vi också peka på betydelsen av det motsatta, det vill säga att alla fordon (eller åtminstone en stor andel av dem) år 2030 har möjlighet att drivas med bensen eller diesel. Detta kan tyckas paradoxalt, men möjligheten att periodvis gå tillbaka till fossila drivmedel är viktig för flexibilitet, försörjningstrygghet och kostnadseffektivitet. Periodvis kan det komma att bli problem med tillgången på biodrivmedel eftersom dessa utgörs av bränslen där både produktion och råvaruförsörjning är under uppbyggnad. Om efterfrågan växer snabbt, inte bara i Sverige utan också i resten av världen, kan drivmedelsförsörjningen bli ansträngd. För att undvika mycket höga priser, liksom hård konkurrens om mark och livsmedel eller brist på drivmedel är det värdefullt att fordonen periodvis, under en uppbyggnadsperiod, kan byta tillbaka till fossila drivmedel.

2.1.7 Åtgärder som syftar till att minska energianvändningen inom transportsektorn

Vi har strukturerat de bedömda åtgärdstyperna i följande fyra åtgärds-kategorier:

- **Transportbehov** – till denna åtgärds-kategori hör åtgärder som påverkar transportbehovet i samhället
- **Överflyttning** – denna åtgärds-kategori innehåller åtgärder som flyttar gods- och persontransporter från ett mer energikrävande till ett mindre energikrävande transportslag.
- **Effektivitet** – i denna åtgärds-kategori ryms olika typer av energieffektiviseringsåtgärder.
- **Bränslebyte** – denna kategori avser byte från konventionella drivmedel till alternativa drivmedel, men även byte från t.ex. bensen till diesel hos personbilar.

I tabell 1 på nästa sida redovisas exempel på åtgärder inom de olika åtgärdstyperna. För mer om de åtgärder vi har använt i scenarierna hänvisas till kapitel 7 "Underlag för scenario Effektiv".

Tabell 1. Några exempel på åtgärdstyper inom de fyra åtgärdskategorierna.

Transportbehov	Överflyttning	Effektivitet	Bränslebyte
Ruttplanering för t.ex. hemtjänst, skolskjuts, lastbilstransporter samt fartygs- och flygtrafik	Trängselavgifter (tillsammans med satsning på kollektivtrafik och infartsparkering)	Förbättrad aerodynamik	Elfordon; personbilar, lätta lastbilar, mopeder och motorcyklar, vissa arbetsmaskiner
Telefon- och videokonferenser samt andra IT-lösningar för att främja virtuella möten och distansarbete	Parkeringsåtgärder som t.ex. höjd avgift, pendelparkeringar, minskat antal parkeringar i stadscentra och vid arbetsplatser	Effektivare motorer och drivlinor genom t.ex. direktinsprutning, optimerad kylning, ventiloptimering, dubbelkoppling, HCCI-teknik samt hybridisering	Flytande biodrivmedel som t.ex. etanol, metanol, FAME, DME, FTD, HVO ⁵
Bilpooler & samåkning	Kombi/omlastningsterminaler för godstransporter	Generella viktninskningar på fordon och fordonskomponenter	Biogas
Transportsnål samhällsstruktur genom exempelvis förtätning av bebyggelse som är sammanbundet av kollektivtrafikstråk samt cykel- och gångbanenät	Kollektivtrafiksatsningar, i form av t.ex. utbyggda linjenät, tätare turer, ökad tillgänglighet, högre komfort, enkla biljettsystem, testresenärer	Bättre underhåll av fordon, skrov samt motorer/drivlinor	Byte från bensin till diesel hos t.ex. personbilar
Samdistribution och logistiksatsningar för godstransporter	Cykelpooler på arbetsplatser	Reducerade friktionsförluster i fordonskomponenter t.ex. genom bättre smörjoljor	
Optimerad beläggning av fordonen vad gäller gods och passagerare	Satsningar på gång- och cykelbanor samt övrigt som stimulerar till överflyttning av korta bilresor till cykel/gång	Reducerade friktionsförluster mot vägbana genom t.ex. rätt däcktryck samt däck med lågt rullmotstånd	
	Multimodala satsningar, ex. öka möjlighet att ta med cykel på kollektivtrafiken och öka pendelparkeringar vid knutpunkter för kollektivtrafiken	Bromsenergi- och värmeförluståterföring	
	Informationskampanjer för att få fler att ställa bilen	ITS-teknik ⁴	
		Sparsam körning, minskad tomgångskörning, gröna inflygningar samt hastighetsoptimering	

⁴ ITS står för *Intelligent transport system* som omfattar tillämpningar som i någon form använder informationsteknik, t.ex. fordonsbaserade förarstöd, kommunikation mellan väg och fordon, trafikstyrningssystem, informationssystem och betalsystem för exempelvis vägtullar.

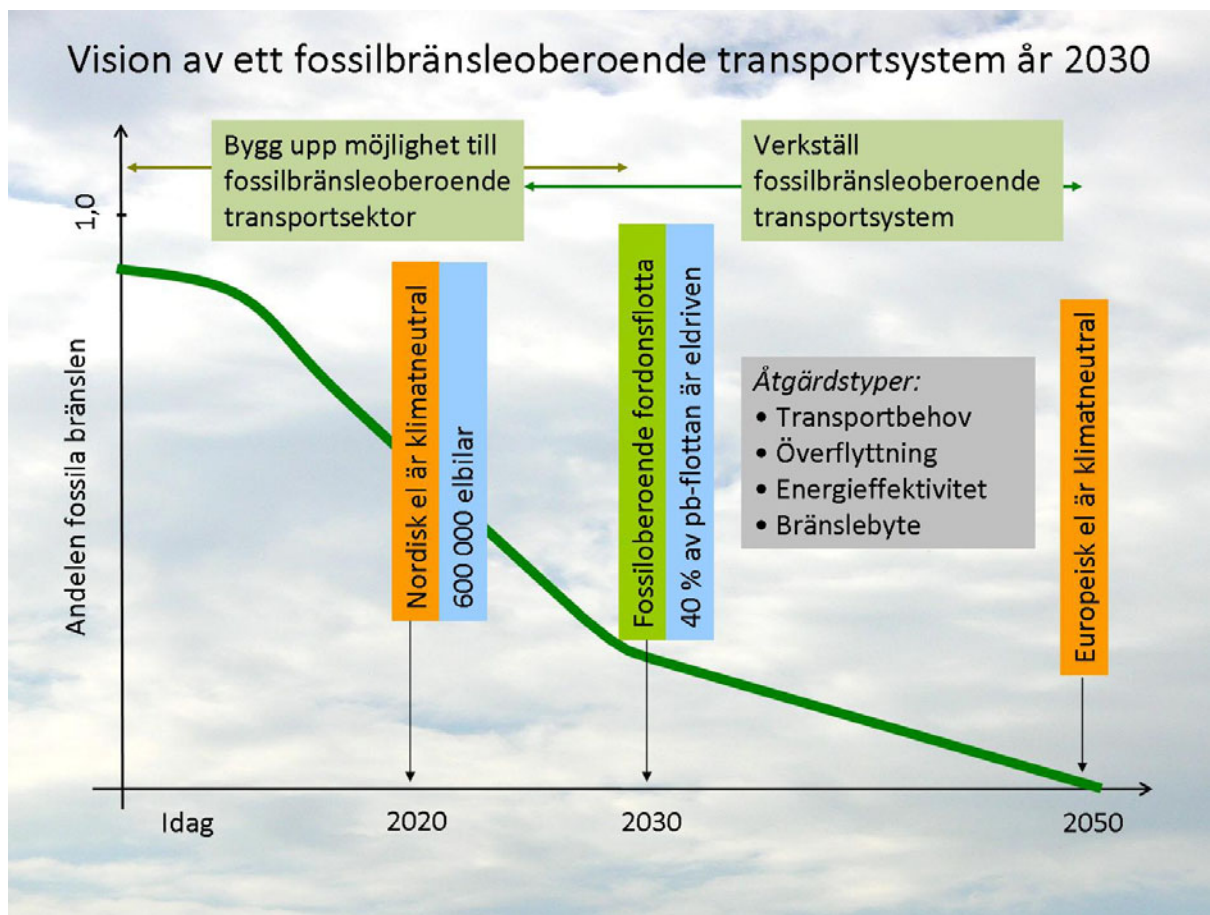
⁵ HVO (*Hydrotreated vegetable oils*) avser hydrerade biooljor som kan blandas i t.ex. vanlig diesel. Ett exempel är den så kallade "gröna dieseln" som Preem ska framställa vid raffinaderiet i Göteborg från den tallolja som först förädlats till så kallad råtalldiesel vid SunPines nystartade anläggning i Piteå. Fördelen med denna produkt är att den kan användas i höga inblandningar eller som ett rent drivmedel i befintlig fordonspark.

2.2 Schematisk bild av visionen

Den valda visionen byggs upp av olika delar. Här listar vi ett antal av dessa:

- År 2030 skall fordonsflottan vara fossilbränsleoberoende
- År 2050 skall transportsektorn vara klimatneutral
- År 2030 skall vi ha kommit långt på vägen mot ett klimatneutralt transportsystem, men vi kommer inte att ha nått ända fram
- Det finns inte en lösning på hur fossilbränsleberoendet skall reduceras utan många. El är en av dessa lösningar.

I figuren nedan har vi schematiskt försökt illustrera visionen. I kommande avsnitt i rapporten utvecklar vi analysen av visionen ytterligare.



Det är viktigt att påpeka att om visionen ska ses som möjlig att nå förutsätts att EU och övriga världen går i samma riktning som Sverige, även om Sverige naturligtvis kan gå före. Det är dock inte möjligt för Sverige att nå visionens

mål på egen hand på grund av de stora omställningar som krävs av fordonsflottan samt framtagande av infrastruktur och drivmedel.

De scenarier som vi nedan presenterar kräver kraftigt ökade ansträngningar på alla nivåer för att det skall vara möjligt att nå visionen. Den önskade utvecklingen sker inte "spontant" utan visionen kräver kraftfulla politiska beslut. I denna rapport gör vi dock ingen analys av vilka styrmedel som krävs för att förverkliga visionen.

3 Energianvändningen inom dagens transportsystem och vårt val av systemgräns

För att skapa en bild av dagens transportsystem har vi valt att dela in transportsystemet i följande fordonskategorier:

- Personbilar
- Lätta lastbilar (fordonsvikt <3,5 ton)
- Tunga lastbilar (fordonsvikt >3,5 ton)
- Mopeder & motorcyklar
- Kollektivtrafik (bussar, spårvägar, tunnelbana samt regional tågtrafik)
- Arbetsmaskiner (från alla sektorer)
- Flyg (luftfart)
- Sjöfart
- Bantrafik (godståg och långväga persontåg)

Energimyndighetens årliga publikation *Transportsektorns energianvändning* redovisar energianvändningen per bränsleslag inom kategorierna vägtrafik, bantrafik, luftfart och sjöfart. Uppgifterna är baserade på de årliga energibalanserna där varje bränsle hänförs till olika sektorer i samhället. Mängden motorbensin och diesel beräknas där utifrån körda kilometer från respektive sektor och baseras på uppgifter i körsträckedatabasen samt uppgifter om bränsleförbrukning från Vägverket.

I *Transportsektorns energianvändning* utgörs kategorin vägtrafik huvudsakligen av privatbilism, kollektivtrafik (dvs. bussar) och godstransporter. Detta har vi tolkat som personbilar, lätta och tunga lastbilar, bussar samt mopeder och motorcyklar. Enligt uppgift från Energimyndigheten ingår även arbetsmaskinernas energianvändning i denna kategori⁶. Vad gäller delsektorn sjöfart har vi tolkat det som att där ingår alla sjötransporter, dvs. förutom transporter med lastfartyg och färjor ingår även fiskebåtar, "militärbåtar" och fritidsbåtar. För delsektorn luftfart har vi tolkat det som att där ingår både civil och militär flygtrafik. Delsektorn bantrafik omfattar enligt uppgift all spårbunden trafik, dvs. järnvägs-, tunnelbane- och spårvagnstrafik. För att lyfta fram kollektivtrafiken som en egen grupp har vi valt att ur kategorin bantrafik bryta ur

⁶ Viktigt att notera i detta sammanhang är att det i Energimyndighetens statistik saknas uppgifter om hur mycket el som idag används av arbetsmaskinerna (elektriska gräsklippare, motorsågar, mobilkranar osv.). Detta beror på att denna el inte särredovisas någonstans i grundstatistiken utan ingår som en del i den totala elanvändningen för respektive sektor där arbetsmaskinerna används (t.ex. sektorerna industri, jordbruk- och fiske, skogsbruk och hushåll). I den bild av dagens transportsystem som vi har tagit fram saknas därför den mängd el som används av arbetsmaskiner.

energianvändningen för spårvagns- och tunnelbanetrafik⁷ och lägga samman denna med energianvändningen för bussar. För att även få med pendeltågstrafiken i kategorin kollektivtrafik har vi gjort ett moderat antagande om att sammanlagt 15 % av kategorin bantrafik kan hänföras till pendeltåg, spårvagnar och tunnelbana, varav de två senare grupperna står för ca 8 % enligt uppgift i Energimyndigheten (2009a).

I Bilaga 1 framgår den totala energianvändningen inom Sveriges transportsystem, fördelat på de olika bränsleslagen, såsom den framgår i Energimyndighetens publikation *Transportsektorns energianvändning 2008*. De bränslen som ingår i statistiken är motorbensin, diesel, etanol, FAME, fordonsgas (natur- och biogas), el, flygbränsle samt lätta och tunga eldningsolja (Eo1-5). I faktarutan nedan följer en kortare beskrivning av dessa drivmedel.

FAKTARUTA – Bränslen som används inom transportsystemet idag

Motorbensin – Bensin används främst av personbilar, lätta lastbilar samt mopeder och motorcyklar inom vägtrafiksektorn, där den än så länge har en kraftig dominans som drivmedel. En mindre mängd används även till arbetsmaskiner (t.ex. gräsklippare och motorsågar) och fritidsbåtar. Snöskotrar och andra terrängskotrar använder också motorbensin.

Dieselbränsle – Största delen används främst av tung trafik som tunga lastbilar och bussar men även arbetsmaskiner som grävmaskiner, traktorer och skogsmaskiner. Diesel används även inom sjöfarten, främst av mindre fartyg och till fartygens hjälpmotorer. En liten del diesel används även inom bantrafiken, dels på bangårdar för rangering, dels på icke-elektrifierade delar av järnvägsnätet.

Etanol – Etanol används dels som låginblandning i motorbensin, dels som E85 i personbilar men även som rent bränsle för vissa bussar. I dagsläget är det tillåtet att blanda in upp till 5 % etanol i all försäld motorbensin i Sverige, från och med 31 december 2010 höjs denna nivå till 10 %.

FAME – Användningen av FAME idag utgörs till största delen av låginblandning i dieselbränsle, men FAME kan även användas i vissa fordon som ett rent drivmedel. Inblandningen av FAME i diesel har successivt ökat. Från och med 1 augusti 2006 höjdes den högsta tillåtna inblandningsnivån från 2 till 5 %, och från och med 31 december 2010 kommer det vara tillåtet att blanda in upp till 7 % FAME i diesel.

Fordonsgas – I Sverige utgörs fordonsgasen av olika andelar natur- och/eller biogas. Fordonsgasen används i dagsläget främst av gasbilar samt en del tyngre fordon som t.ex. stadsbussar och renhållningsfordon. Det finns även ett biogasdrivet tåg på Tjustbanan mellan Linköping och Västervik.

El – El inom transportsektorn används i dagsläget främst inom bantrafiksektorn, där tågtrafik men även tunnelbane- och spårvägstrafik ingår. Endast på ett ställe i landet (Landskrona) finns trådbussar som använder el som en del av sitt drivmedelssystem. I övrigt finns det inom vägtrafiksektorn endast några enstaka vägfordon som verkligen hämtar el från elnätet. Däremot finns det en rad eldrivna, både större och mindre, arbetsmaskiner som t.ex. gräsklippare och mobilkranar. Även inom sjöfarten förekommer elanvändning då en liten del av fartygstrafiken sedan ett antal år använder landanslutning då

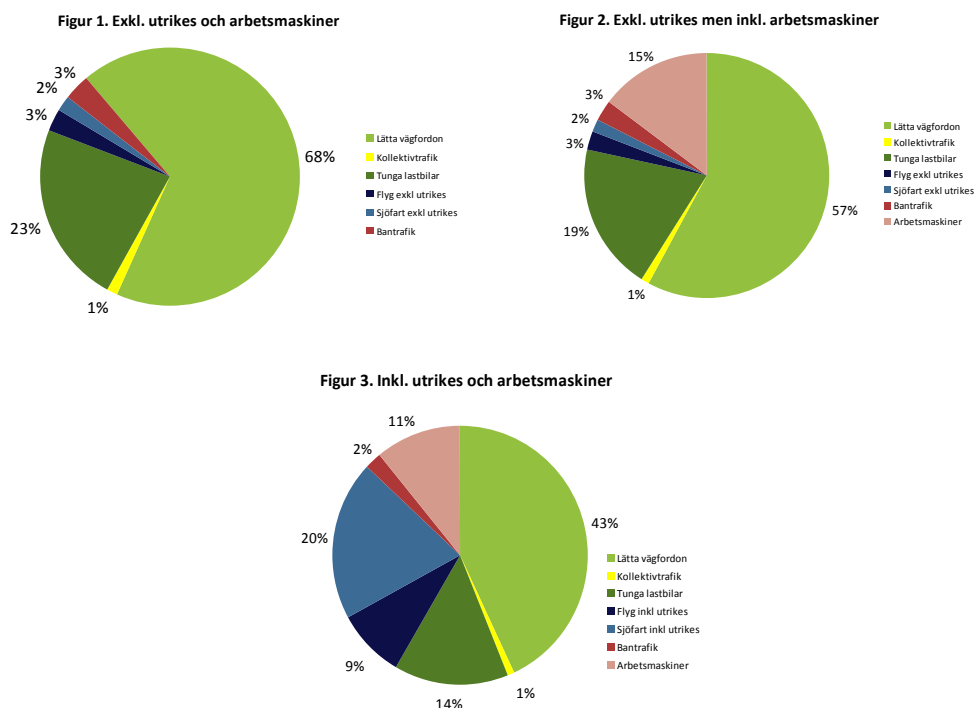
⁷ I statistiken delas energianvändningen inom sektorn bantrafik upp i låg- och högspänning där man grovt sett kan hänföra lågspänningsselen till tunnelbana och spårvägstrafik, medan högspänning innebär tågtrafik.

de ligger vid kaj. I dagsläget finns landanslutningar i ett fåtal hamnar i landet, bl.a. i Göteborg och Stockholm.

Flygbränsle – Luftfartens bränsleanvändning benämns ofta flygbränsle, och i denna kategori ingår både flygbensin och flygfotogen. Flygfotogen (jet fuel) är en destillatfraktion med mycket hög kvalitet och renhet och den används av såväl civilt som militärt flyg.

Lätta och tunga eldningsolja (Eo1-5) – Dessa bränslen används inom sjöfarten. Ungefär 80 procent av världens fartygsbränslen utgörs av tunga eldningsolja (Eo2-5), även kallat tjockolja.

Då det saknas offentlig statistik på detaljerad nivå om hur energianvändningen fördelat på olika bränsleslag ser ut inom de olika fordonskategorierna i transportsystemet har vi applicerat en rad olika antaganden, baserat på uppgifter i diverse skilda referenser, på den befintliga statistiken från Energimyndigheten. Målet har inte varit att skapa en exakt bild av nuläget utan snarare ett utgångsläge för visionen och scenarierna. På detta sätt har sedan tre olika bilder av nuläget tagits fram vilka visas i figur 1-3 nedan.



Figur 1-3. *Energianvändningen inom dagens transportsystem i Sverige sett med olika systemgränser.*

I figurerna redovisas de olika fordonskategoriernas andel av den totala energianvändningen inom dagens transportsystem beroende på vilken systemgräns man väljer. För tydlighetens skull har vi valt att slå samman fordonskategorierna personbilar, lätta lastbilar samt mopeder och motorcyklar

och benämnt denna grupp "lätta vägfordon". Oavsett vilken systemgräns som väljs dominerar vägtransporterna, framförallt de lätta fordonen. Tillsammans utgör dessa mellan 60-90 % av den totala energianvändningen inom transportsystemet. Figur 1 visar transportsystemet exklusive arbetsmaskiner och utrikes transporter med flyg och sjöfart. Figur 2 är en utökning av systemgränsen i figur 1, dvs. här har vi lagt till arbetsmaskinerna men fortfarande är utrikes transporter exkluderade. I figur 3 slutligen har vi utökat systemgränsen ytterligare genom att även inkludera utrikes transporter. Som synes skiljer sig fordonskategoriernas andelar av transportsystemet tydligt åt beroende på om man inkluderar eller exkluderar utrikes transporter. Även storleken på arbetsmaskinernas energianvändning i förhållande till övriga fordonskategorier blir tydlig, då arbetsmaskinerna står för en nästan lika stor andel av energianvändningen som de tunga lastbilarna.

Den systemgräns vi har valt för transportsystemet i detta visionsprojekt motsvaras av den som redovisas i figur 2, dvs. exklusive utrikes transporter men inklusive arbetsmaskiner. Ett skäl till att inte ta med utrikes transporter i vårt visionsprojekt är att dessa generellt är svårare att påverka på nationell nivå. Speciellt sjöfarten är mycket internationell i sin karaktär. Sjöfartsverket (2009) anser att det är viktigt att man arbetar med sjöfart på internationell nivå, t.ex. för att undvika att man kringgår nationell lagstiftning genom utflaggning av fartyg.

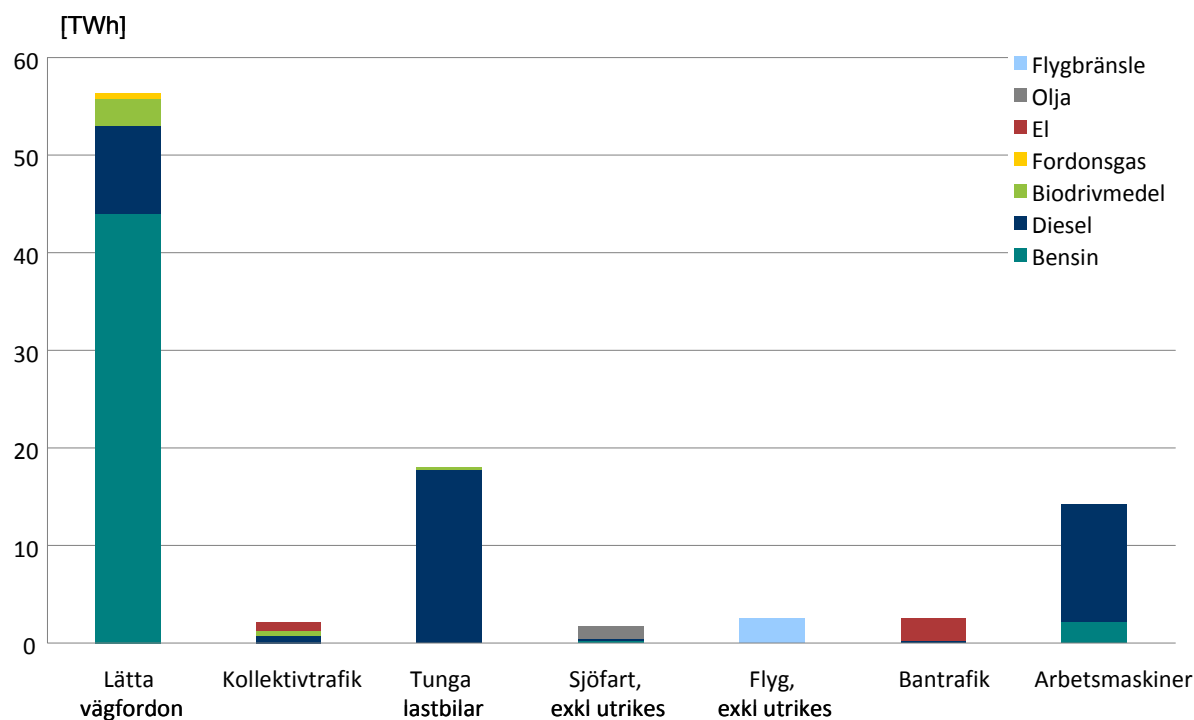
Utsläppen från utrikes flyg och sjöfart omfattas inte heller av Kyotoprotokollet, och de ingår därför inte i rapporteringen av det som kallas Sveriges totala utsläpp av växthusgaser. Utsläppen redovisas endast separat baserat på mängden försålda bränslen i Sverige till utrikes flyg och sjöfart. Som framgår av figurerna 1-3 är det endast om de utrikes transporterna med sjöfart och flyg inkluderas i systemgränsen som dessa sektorer utgör någon betydande andel av transportsystemets energianvändning. Även om vi har valt att exkludera stora delar av dessa sektorer har vi, som framgår i kapitel 7, dock valt att ta med åtgärder för att minska energianvändningen inom dessa sektorer.

FAKTARUTA – Definition av inrikes och utrikes transporter

Inrikes sjöfart rymmer all fartygstrafik mellan svenska hamnar. Utrikes sjöfart (internationell bunkring) däremot står för all trafik mellan svenska och utländska hamnar samt trafik mellan två utländska hamnar. Det råder dock vissa osäkerheter kring hur tillförlitlig denna statistik är och fördelningen mellan utrikes och inrikes användning av bränslena varierar kraftigt mellan vissa år.

När det gäller luftfart definieras utrikes transporter som bränsle köpt i Sverige men använt för flygningar till utrikes destinationer. Detta inkluderar hela flygcykeln, dvs. både LTO (*landing and take-off*) samt flygning.

I nedanstående figur 4 redovisas energianvändningen per bränsleslag uppdelat på de olika fordonskategorierna enligt den systemgräns vi har valt, dvs. inklusive arbetsmaskiner men exklusive utrikes transporter.



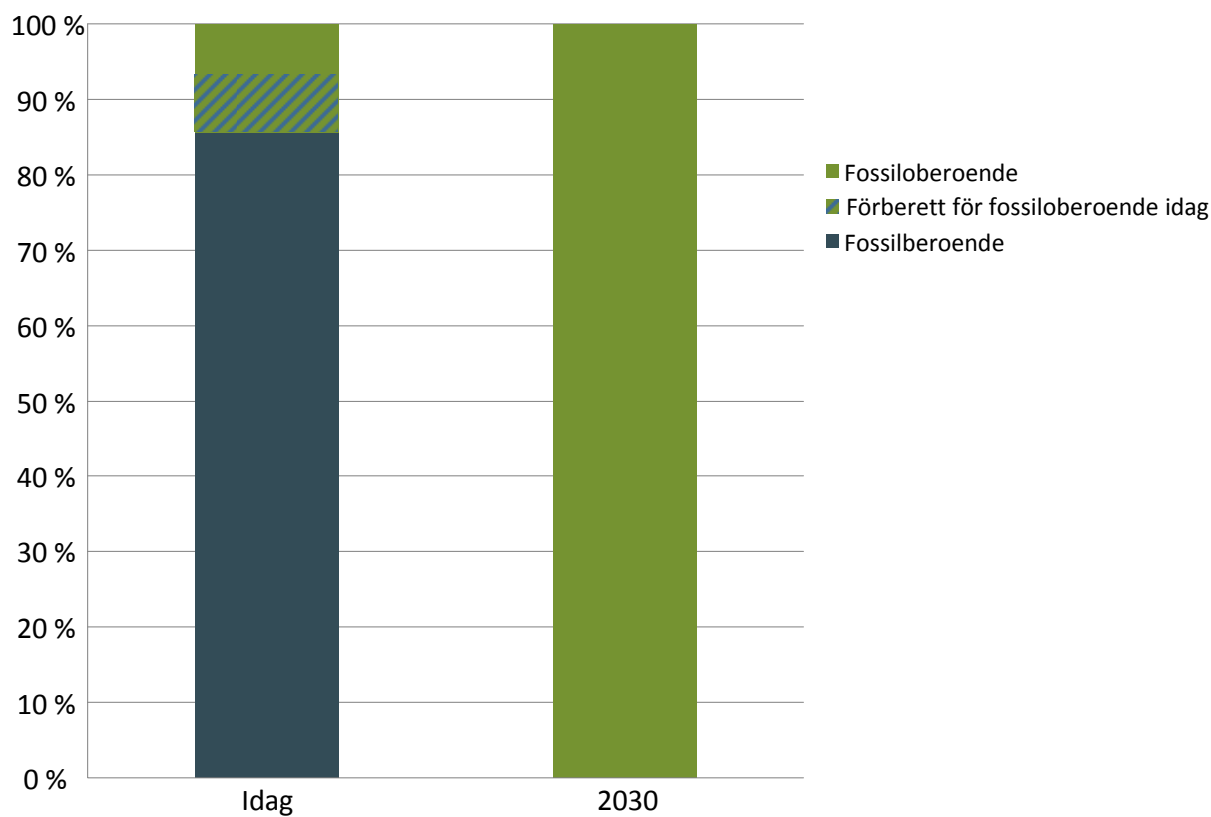
Figur 4. Energianvändningen i TWh uppdelat på fordonskategori och bränsleslag. Kategorin lätta vägfordon består av personbilar, lätta lastbilar samt mopeder och motorcyklar.

4 En fossilbränsleoberoende fordonsflotta

Enligt den formulerade visionen så skall Sverige år 2030 "ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala".

Som utgångspunkt för visionen så kan det vara intressant att reflektera över hur stor andel av transportsektorns energianvändning som redan nu kan betraktas som fossilbränsleoberoende. I fossilbränsleoberoende räknar vi in dagens elanvändning och dagens användning av biodrivmedel, inklusive låginblandade. Utöver detta har vi redan idag en andel av energianvändningen som kan ses som förberedd för fossiloberoende, om man med detta begrepp inkluderar den möjlighet till ökad låginblandning av biodrivmedel i bensen och diesel som redan dagens fordon erbjuder. I dagsläget anger olika referenser att bensinfordon skulle klara en låginblandning på 15-20 % etanol, och från och med 31 december 2010 är det tillåtet att blanda i upp till 10 % etanol i bensen. Vad gäller FAME i diesel kommer dagens tillåtna nivå på 5 % låginblandning att höjas till 7 % från och med 31 december 2010. Detta kan jämföras med nuvarande (år 2007) låginblandning av biodrivmedel; 5 % i bensen och 3 % i diesel⁸. Därmed kan ytterligare ca 10-15 procentenheter låginblandning i bensen och 4 procentenheter i diesel redan idag, med existerande, omodifierade, fordon ses som möjligt ("förberett för fossiloberoende idag" i figur 5 nedan). Övrig energianvändning inom transportsektorn kan idag ses som fossilbränsleoberoende. Fossilbränsleberoendet uppgår med detta synsätt idag till ca 85 %, se figur 5.

⁸ Enligt Energimyndigheten innehöll ca 92 % av bensenen år 2007 5 % etanol och ca 67 % av dieseln innehöll 5 % FAME.



Figur 5. Fossilbränsleberoendet idag och år 2030.

Enligt visionen så skall vi år 2030 ha en fossilbränsleoberoende fordonsflotta. Detta är inte detsamma som att vi 2030 inte kan eller kommer att använda några fossila drivmedel. Flexifuel- och hybridfordon som delvis körs på bensen eller diesel uppfyller visionens krav om de kan köras helt på biodrivmedel, därmed inte sagt att alla kommer att köra på enbart biodrivmedel⁹. Eldrivna fordon uppfyller också visionens krav. Även om elproduktionen år 2030 inte är helt fri från fossila bränslen så gör vi här bedömningen att elen år 2050 kommer att vara klimatneutral. Därmed uppfylls visionens villkor.

”Fossilbränsleoberoende” syftar alltså på fordonens möjligheter att köras på energibärare som är, eller till 2050 kommer att bli fossilbränsleoberoende. Däremot är det inte säkert att man år 2030 har nått hela vägen fram när det gäller fordonens verkliga energianvändning. Vid den tidpunkten förutser vi att det fortfarande kommer att återstå vissa mängder med fossila drivmedel. Skälet till att vissa mängder fossila drivmedel återstår kan exempelvis vara att infrastruktur inte hunnit byggas ut (t.ex. laddning av elfordon eller tankställen för biogas och vissa flytande biodrivmedel), att tillgången på biodriv-

⁹ Dessutom är det viktigt att påpeka att t.ex. E85 faktiskt kräver en viss mängd bensen, där andelen varierar under året (med en större inblandning bensen under vinterhalvåret), och att de bilar som eventuellt drivs med E85 år 2030 därför kommer att använda vissa mängder bensen.

medel är begränsad eller att kostnaden för ytterligare mängder biodrivmedel är mycket hög¹⁰.

För att fordonsflottan år 2030 skall vara fossilbränsleoberoende så krävs det att nya fordon som säljs relativt snart har de erforderade egenskaperna. Den genomsnittliga svenska personbilen är 9 år gammal. Det betyder att de flesta bilar körs klart längre än 9 år. Det innebär att senast kring år 2015 så bör alla nya fordon som säljs kunna köras på ickefossil energi, exempelvis biodrivmedel eller el.

I de efterföljande scenarierna, kapitel 6, redovisas tänkbara utvecklingsalternativ för den framtida energianvändningen inom transportsektorn och fördelningen på olika energibärare.

¹⁰ Det kommer dock sannolikt även att finnas kvar en liten mängd veteranbilar år 2030 som fortsatt troligtvis kommer att vara fossilbränsledrivna. Dessa bilar står dock för en mycket mindre del av trafikarbetet än vad deras antal motsvarar och kommer inte stå för någon stor användning av fossilbränslen.

5 Transportsektorns utveckling och referensscenario för år 2030

5.1 Transportsektorns utveckling

Transportsektorn har alltmer kommit i fokus som den del av energisystemet där det kan bli svårast att bryta fossilbränsleberoendet och där energianvändningen och utsläppen av koldioxid kommer att fortsätta öka tvärtemot utvecklingen inom de flesta andra sektorer i energisystemet. Under perioden 1970 till 2008 har transportsektorns energianvändning i Sverige ökat med hela 80 % (varav perioden 1990 till idag står för en ökning på hela 30 %). I Sverige står transportsektorn idag för cirka en tredjedel av de totala utsläppen av växthusgaser och för en fjärdedel av Sveriges totala slutliga energianvändning.

Vägtrafiken står för den absolut största delen av transportsektorns koldioxidutsläpp, och jämfört med utsläppen 1990 har utsläppen av koldioxid från vägtrafiken i Sverige ökat med 15 % fram till 2007. På europeisk nivå har transportsektorns utsläpp av växthusgaser ökat i än högre grad, samtidigt som övriga sektorer, på samma sätt som i Sverige, har minskat sina utsläpp (EEA, 2009). Av växthusgaserna är koldioxid den helt dominerande gasen när det gäller utsläpp från transportsektorn i Sverige. Övriga växthusgaser (som metan och lustgas) bidrar endast med någon enstaka procent till de totala utsläppen av växthusgaser från transportsystemet.

I förhållande till övriga Europa har Sverige en av Europas äldsta och tyngsta bilparker med en förhållandevis låg andel dieslbilar och hög bränsleförbrukning. Den tekniska potentialen för att minska energianvändningen i Sveriges personbilsflotta är därför stor jämfört med övriga europeiska länder.

Vid årsskiftet 2009/2010 fanns det drygt 4,3 miljoner personbilar i trafik i Sverige (SIKA, 2010). Sammansättningen av den svenska bilparken har förändrats dramatiskt de senaste tio åren. Vid slutet av år 2000 bestod 95 % av den svenska personbilsflottan av bensindrivna bilar, knappt 5 % var diesel och en försvinnande liten del var bilar som drevs med något annat drivmedel än dessa. Totalt fanns det endast knappt 1 200 bilar i kategorierna elbilar, etanolbilar och övriga hybrider (eller andra drivmedelsalternativ), och inte en enda gasbil fanns i bilflottan. Cirka tio år senare, vid slutet av år 2009 bestod knappt 84 % av bilparken av bensindrivna bilar, drygt 11 % var dieseldrivna och nästan 5 % kunde drivas med ett alternativt drivmedel (ca 209 000 bilar). Etanolbilarna står för den dominerande andelen av dessa, knappt 85 %.

Ser man till nybilsförsäljningen ser bilden dock annorlunda ut. 2005 utgjordes ca 86 % av alla nyförsålda bilar av bensindrivna bilar, 9 % var dieslbilar och endast 4 % utgjordes av etanol- eller gasbilar. Fyra år senare, 2009, utgjordes istället majoriteten, ca 41 %, av dieslbilar, medan bensinbilarna utgjorde ca 37 % och resterande andel, hela 22 %, utgjordes av etanol- och gasbilar.

Även om bränsleförbrukningen för nya personbilar i Sverige ligger bland de högsta inom EU så har denna skillnad minskat kraftigt de senaste åren. 2006

var den genomsnittliga bränsleförbrukningen för nya bilar 7,8 l/100 km, vilket motsvarar 189 gram CO₂ per km. 2009 låg bränsleförbrukningen för nya bilar i Sverige på 6,7 l/100 km (164 gram CO₂ per km), vilket kan jämföras med snittet för nya bilar i EU som helhet år 2008 låg på 6,1 l/100km (154 gram CO₂ per km). Det finns alltså en tydlig trend i nybilsförsäljningen i Sverige vad gäller snålare bilar.

Ökningen vad gäller koldioxidutsläpp från vägtrafiken beror alltså inte på att fordonen har ökat sin bränsleförbrukning utan på att det totala trafikarbetet¹¹ på Sveriges vägar har ökat. Sedan 1990 har det totala trafikarbetet (uttryckt som antal fordonskilometer) inom vägtransportsektorn ökat med ca 20 %, vilket därmed har motverkat de effektiviseringar vad gäller bränsleförbrukning som faktiskt har gjorts inom personbilsflottan under denna period.

5.2 Referensscenario, "business-as-usual"

Det har naturligtvis gjorts en mängd olika prognoser och möjliga scenarier för hur transportsystemets energianvändning och utsläpp av växthusgaser kommer att se ut framöver. De flesta av dessa prognoser pekar på en fortsatt utveckling av transportbehovet och ett ökat trafik- och transportarbete¹² för både person- och godstransporter.

För referensscenariot "business-as-usual" (BAU) till år 2030 har vi utgått från den utvecklingstakt, vad gäller de enskilda fordonskategoriernas energianvändning, som redovisas i Sveriges officiella långtidsprognoser, och som vi hämtat ur GAINS-modellens scenario *NEC2007 Baseline, current policy*. GAINS¹³ (*Greenhouse Gas and Air Pollution Interactions and Synergies*) är en modell utvecklad av IIASA¹⁴ som möjliggör analyser av åtgärdsstrategier för luftförorenings- och växthusgasutsläpp. De historiska utsläpps- och energianvändningssiffrorna som ingår kommer från emissionsinventeringar och nationell information från de enskilda medlemsländerna. Modellen kan ta fram scenarier utifrån olika förutsättningar, vars resultat och underlagsmaterial kan hämtas online. *NEC2007 Baseline, current policy* är ett scenario som förutsätter en utveckling som inte inkluderar målen för EU:s energi- och klimatmål till 2020. Scenariot använder sig av antaganden från PRIMES¹⁵ basprognos från november 2007. Denna prognos, som ska visa en business-as-usual-utveckling, innefattar hittillsvarande trender och policies som implementerats av medlemsstaterna till och med slutet av 2006.

I tabell 2 på nästa sida redovisas den procentuella förändringen i energianvändning för respektive fordonskategori från idag (2007) fram till år 2030,

¹¹ Trafikarbete avser fordonens förflyttning och uttrycks i fordonskilometer. Ett fordon som färdas 1 km motsvarar 1 fordonskilometer.

¹² Transportarbete avser passagerarnas respektive lastens förflyttning och uttrycks i person- respektive tonkilometer. Transportarbetet i personkilometer motsvaras av trafikarbetet uttryckt i kilometer multiplicerat med antalet personer som transporteras. Transportarbetet i tonkilometer motsvaras av trafikarbetet (km) multiplicerat med den transporterade lastens vikt i ton.

¹³ <http://gains.iiasa.ac.at/gains/EUR/index.login?logout=1>

¹⁴ IIASA (*International Institute for Applied Systems Analysis*) är ett internationellt forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling av verktyg för studier av bl.a. globala miljöfrågor och energisystem. Institutet ägs av ett konsortium av myndigheter (eller motsvarande) i 19 länder där Sverige ingår.

¹⁵ PRIMES är en energisystemmodell som används inom EU.

som vi har identifierat i ovan nämnda GAINS-scenario, och som vi har tillämpat på vårt referensscenario BAU. Som framgått i ovanstående avsnitt, kapitel 3, är utgångsläget (energianvändningen inom dagens transportsystem) i detta projekt baserat på Energimyndighetens statistik för år 2007. I tabell 2 på andra sidan redovisas även utvecklingen vad gäller trafikarbete och antal fordon inom vägtransportsektorn samt arbetsmaskiner som ingår i GAINS-scenariot. När det gäller framtagande av vårt referensscenario BAU har vi dock endast utgått från utvecklingen vad gäller energianvändning. Utvecklingen vad gäller trafikarbete och antalet fordon redovisas därför endast här för att man ska få en uppfattning om vad som ligger bakom utvecklingen i energianvändningen fram till 2030 enligt GAINS-scenariot.

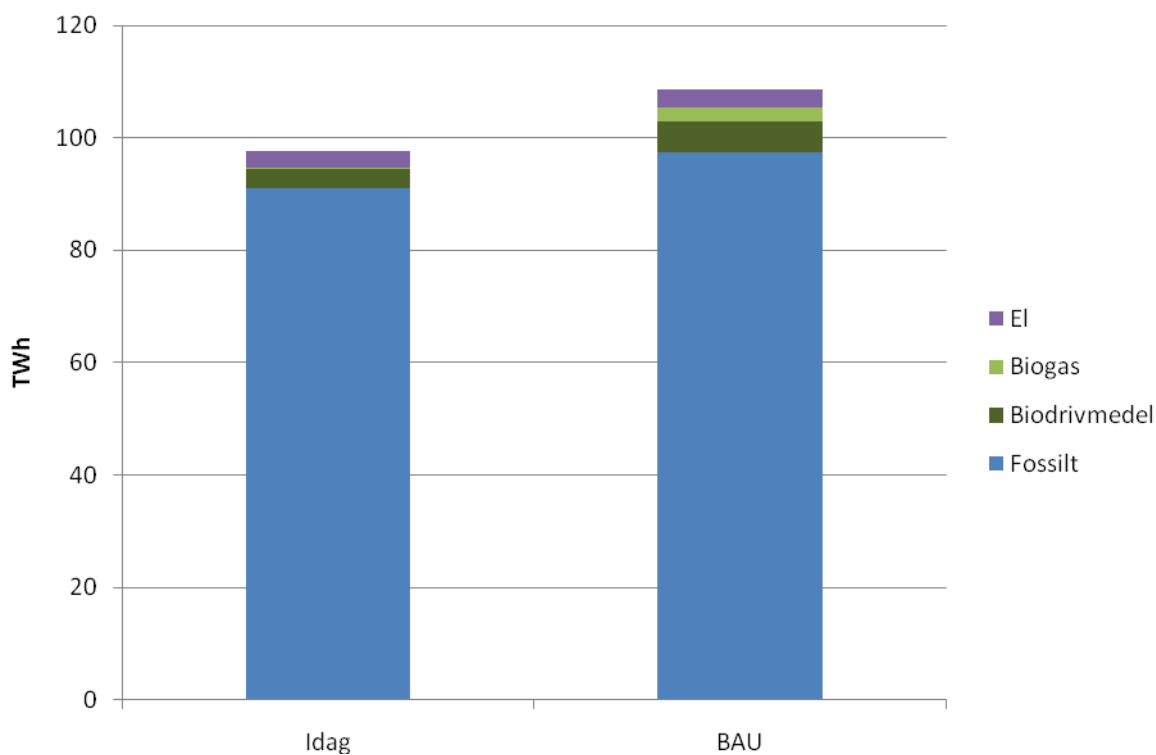
Tabell 2. Utvecklingen vad gäller energianvändning, trafikarbete samt antal fordon inom respektive fordonskategori hämtat från GAINS-scenariot NEC2007 Baseline, current policy, som vi har använt för referensscenario BAU.

Fordonskategori	Energi-användning 2007-2030 [%]	Trafikarbete 2007-2030 [%]	Antal fordon 2007-2030 [%]
Personbilar	+ 5	+ 16	+ 15
Mopeder & motorcyklar	+ 36	+ 62	+ 23
Lätta lastbilar	± 0	+ 14	+ 14
Tunga lastbilar	+ 35	+32	+ 32
Bussar	± 0	- 1	+ 8
Vägtransporter totalt	+ 12 %	+ 18 %	+ 17 %
Sjöfart	+ 15	-	-
Flyg	+ 70 ¹⁶	-	-
Arbetsmaskiner	- 2	-	+ 7
Bantrafik	+12	-	-

Som framgår av tabell 2 förväntas det totala trafikarbetet för alla vägtransporter att öka med knappt 20 % fram till 2030 i referensscenario BAU. Om man räknar med att befolkningen i Sverige ökar med ca 10 % från idag till 2030 (vilket skulle innebära en befolkning på ca 10 miljoner jämfört med dagens ca 9 miljoner), innebär det att det totala trafikarbetet per person antas öka med ca 10 %. Utöver detta antas energianvändningen endast komma att öka med drygt 10 % från idag, vilket även antyder att en viss energieffektivisering ingår i GAINS-scenariot. De energieffektiviseringar som sker i visionsscenarierna är alltså utöver denna grundeffektivisering i referensscenario BAU.

¹⁶ En senare referens, Transportstyrelsens rapport "Inrikesflygets förändringar – trender och behov" från 2009, pekar på oförändrat eller svagt minskande resande. Om man antar oförändrad energianvändning för inrikesflyg så blir energianvändningen år 2030 i referensscenario BAU 2,4 TWh, istället för de 4,2 TWh som "GAINS-referensen" enligt ovan leder till. Som en följd av detta så skulle även de efterföljande utvecklingsscenarierna uppvisa klart mindre energianvändning för flyget än den som redovisas i denna rapport. För att vara konsekventa har vi dock valt att i rapporten uteslutande bygga våra scenarier på ovan redovisade GAINS-data.

I figur 6 visas energianvändningen i dagsläget tillsammans med referensscenariot "business-as-usual" (BAU) för år 2030, baserat på de utvecklings-siffror för energianvändningen fram till 2030 som anges i tabell 2 ovan.



Figur 6. Dagens energianvändning i Sverige (baserat på Energimyndighetens statistik från år 2007) tillsammans med referensscenariot "business-as-usual" (BAU) för år 2030.

6 Utvecklingsscenarier för år 2030

I huvudscenariot så förutsätts att ansträngningarna för effektivisering av fordonen och ansträngningarna att minska själva transportbehoven blir mycket framgångsrika. Dessutom sker stora minskningar av användningen av fossila drivmedel genom byte till biodrivmedel och el samt genom byte av transportslag. Huvudscenariot benämns Effektiv.

I ett alternativt scenario så utgår vi istället från att man inte blir riktigt så framgångsrik med effektiviseringsansträngningarna och dämpningen av transportbehoven. Då behövs större ansträngningar i form av byte till biodrivmedel och el om man vill nå ned till samma nivå på de återstående mängderna fossila drivmedel år 2030 som i huvudscenariot (Effektiv). En sådan utveckling beskrivs i ett alternativt scenario som vi kallar Bränslebyte.

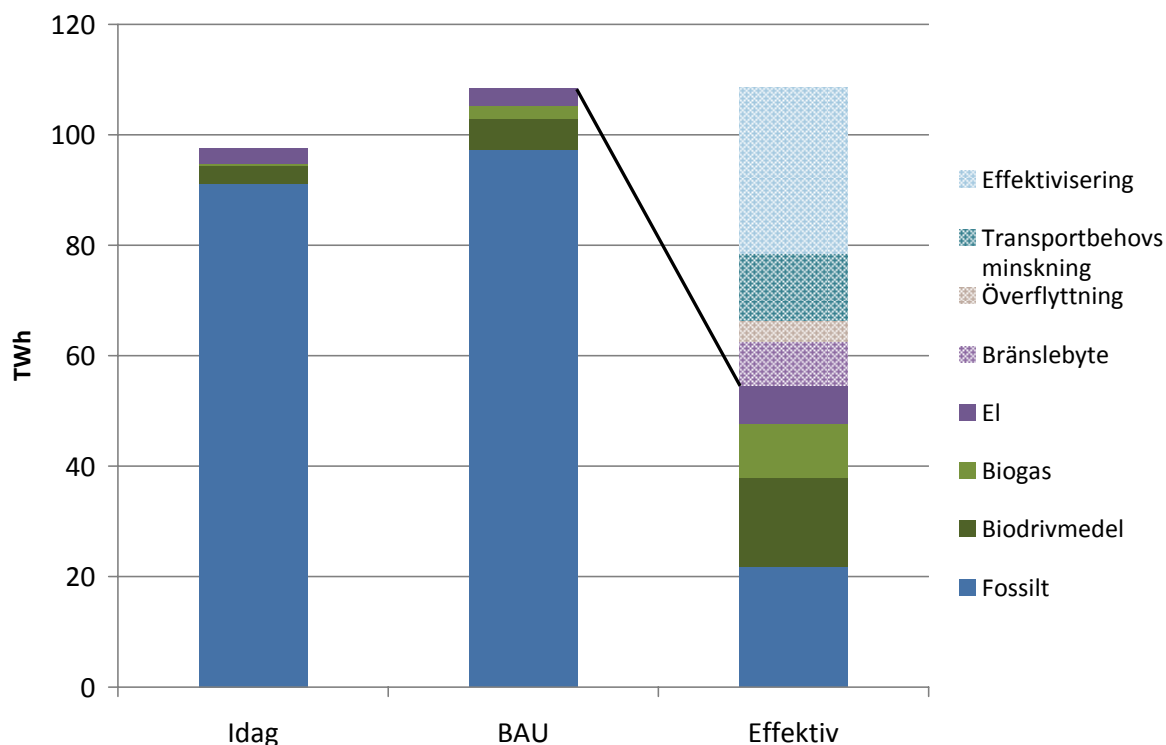
I båda fallen byggs beräkningsresultaten upp från bedömningar av hur långt man kommer att nå med en mängd olika åtgärder och åtgärdsgrupper. Exempel på sådana åtgärder redovisas i kapitel 7. Vi reflekterar också över möjligheterna att inom landet producera de mängder förnybara drivmedel som scenarierna innehåller. Som vi tidigare diskuterat så gör vi i våra scenarier dock ingen direkt koppling mellan den antagna användningen av olika biodrivmedel och att dessa skall vara producerade inom landet. Potentialen för inhemsk drivmedelsproduktion diskuteras vidare i kapitel 8 "Den inhemska potentialen för produktion av biodrivmedel och el".

Vi vill också understryka att namnen på scenarierna inte skall övertolkas. Scenario Effektiv innehåller också ansevliga mängder bränslebyten och vice versa. I scenario Effektiv så minskar energianvändningen genom effektivisering och transportbehovsminskning med 40 %. I scenariot Bränslebyte antas att man inte når lika långt med den typen av åtgärder. Där minskar energianvändningen genom effektivisering och transportbehovsminskning istället med endast 20 %. För att nå ned till samma fossildrivmedelsanvändning krävs därför i scenario Bränslebyte avsevärt kraftigare satsningar på byte av drivmedel.

Redovisningen inleds med scenariot Effektiv.

6.1 Scenario Effektiv

Det sammanlagrade resultatet av de åtgärder som inkluderats i scenariot Effektiv redovisas längst till höger i figur 7 på nästa sida. Där redovisas även dagsläget och det antagna referensscenariot utan särskilda insatser år 2030, "business-as-usual" (BAU).



Figur 7. Energianvändning inom det svenska transportsystemet i visions-scenariot Effektiv, jämfört med "idag" och referensscenariot "business as usual" (BAU) [TWh/år].

Figuren visar alltså energianvändningen inom det svenska transportsystemet, med de systemgränser som redovisats ovan. För förståelsen beskriver vi här innebörden av några av figurens begrepp:

- Effektivisering avser den minskning av energibehovet som åstadkoms genom minskad specifik bränsleförbrukning för fordonen. (Här avses alltså de ytterligare effektiviseringar som sker utöver de som redan sker i referensscenariot.) Exempel på detta kan vara effektivare motorer, däck med mindre rullmotstånd och sparsam körning.
- Transportbehovsminskning utgörs av åtgärder som minskar själva transportbehoven, exempelvis IT-lösningar, bättre logistik och samhällsplanering.
- Överflyttning består av det minskade energibehov som blir följden av transportslagsbyten, exempelvis överflyttning från lastbil till tåg.
- Bränslebyte består av det minskade energibehov som blir följden av bränslebyten, exempelvis bensin till el (elbilar har avsevärt högre effektivitet) och bensin till diesel (dieslbilarna har högre effektivitet).

De fyra rubrikerna Effektivisering, Transportbehovsminskning, Överflyttning och Bränslebyte avser alltså energi som sparats bort jämfört med utgångsläget 2030 (BAU). Den återstående mängden energi (El, Biogas, Biodrivmedel och Fossilt) utgör följaktligen den resulterande återstående energianvändningen i scenariot Effektiv.

I tabell 3 på nästa sida redovisas energianvändningen per transportslag för de tre beräkningsfallen; referensscenariot BAU samt de båda visionsscenarierna Effektiv och Bränslebyte.

Tabell 3. *Energianvändningen för de olika transportslagen uppdelat på fossila bränslen, biodrivmedel och el för referensscenariot BAU och de båda visionsscenarierna [TWh/år]*

Transportslag	BAU			Effektiv			Bränslebyte		
	Fossilt TWh	Bio TWh	El TWh	Fossilt TWh	Bio TWh	El TWh	Fossilt TWh	Bio TWh	El TWh
Personbil	48,1	5,1	0,0	4,0	10,7	3,4	3,4	17,8	4,9
Lätta lastbilar	4,1	0,9	0,0	1,0	1,2	0,1	1,2	2,0	0,1
Tunga lastbilar	22,7	1,3	0,0	6,7	7,4	0,0	6,4	10,4	0,3
Bussar	1,6	0,5	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	2,7	0,0
Mopeder & motorcyklar	0,6	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,3	0,0	0,1
Arbetsmaskiner	14,0	0,0	0,0	5,7	3,5	0,1	6,2	5,7	0,1
Fartyg	1,9	0,0	0,0	1,2	0,1	0,0	1,5	0,1	0,0
Flyg	4,2	0,0	0	3,0	0,3	0,0	3,0	0,7	0
Järnväg/Bantrafik	0,3	0,0	3,2	0,0	0,3	3,3	0,0	0,3	3,5
Totalt	97,4	7,9	3,2	21,9	25,8	7,0	21,9	39,7	9,1

Scenariot Effektiv uppvisar alltså år 2030 en energianvändning för transportsystemet på 55 TWh. Detta kan jämföras med 109 TWh i utgångsläget för samma år (BAU). Det är alltså i princip en halvering av energibehovet. Jämfört med dagsläget (totalt ca 97 TWh, se bilaga 1) så uppvisar scenariot Effektiv en ca 45 procentig minskning av energianvändningen. Scenariot Effektiv utgör alltså ett dramatiskt trendbrott beträffande energianvändningens utveckling.

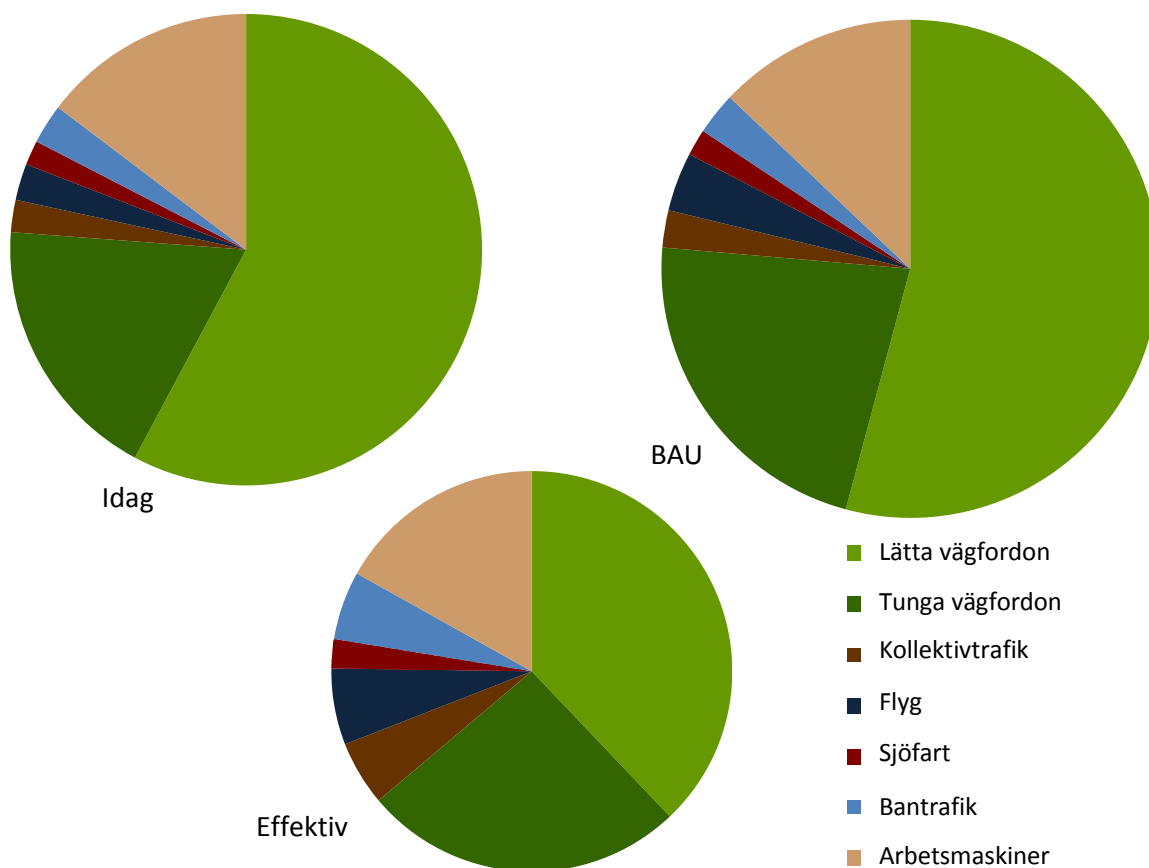
Även när det gäller sammansättningen av den återstående energiförbrukningen uppvisar scenariot Effektiv stora förändringar. Fossilbränsleandelen på 90 % i BAU minskar till 40 %. I absoluta tal är minskningen ännu mer imponerande, från 97 TWh/år i BAU till 22 TWh/år i scenariot Effektiv. Minskingen, utöver energibehovsminskningarna, åstadkoms genom att användningen av biodrivmedel (flytande och gas) ökar från 8 till 26 TWh/år och genom att elanvändningen ökar från 3 till 7 TWh. Ökningen av el kan tyckas vara liten, men här måste man väga in elens avsevärt högre effektivitet i slutanvändarledet. En enhet el ersätter för typiska personbilar 3 enheter bensin eller 2,5 enheter diesel. Framför allt är det också för personbilsdrift som el utnyttjas. Där ersätter eldrift 40 % av bensin- och dieseldriften. För tyngre fordon har elen antagits få en mycket begränsad roll.

En stor del av el-introduktionen sker alltså i personbilar, där vi förutsätter att ca 40 % av de körda kilometrarna görs med eldrift. Det betyder att mer än 40 % av personbilarna år 2030 kan drivas med el, eftersom ett antal av dessa fordon är ladd-hybridfordon som till viss del drivs med andra bränslen. Antagandet kan översättas till att drygt 2 miljoner personbilar år 2030 är elbilar. Eftersom man kan förutsätta att andelen elbilar av de nya personbilar som säljs på kort sikt kommer att vara liten så innebär det att andelen av nyförsäljningen på lång sikt måste vara mycket hög för att nå den stora volymen elbilar. När man närmar sig år 2030 utgör elbilarna 70 – 80 % av nybilsförsäljningen.

De dominerande återstående mängderna fossila drivmedel återfinns i transportslagen tunga lastbilar, arbetsmaskiner, personbilar och flyg. De minsta procentuella minskningarna återfinns för flyg och fartyg där avsevärt mindre än hälften av de fossila drivmedlen har bytts ut.

I figur 8 på nästa sida så redovisas tre pajdiagram, ett för dagsläget samt ett för referensscenariot BAU och ett för visionsscenariot Effektiv år 2030. Energianvändningen för de olika transportslagen redovisas som "pajbitar". Den totala ytan av respektive paj svarar mot beräkningsfallets totala energianvändning. Av figuren framgår energianvändningens ökning från idag till år 2030 i BAU-scenariot. Av figuren framgår även att det särskilt är de tunga vägfordonen som står för ökningen av transportenergin.

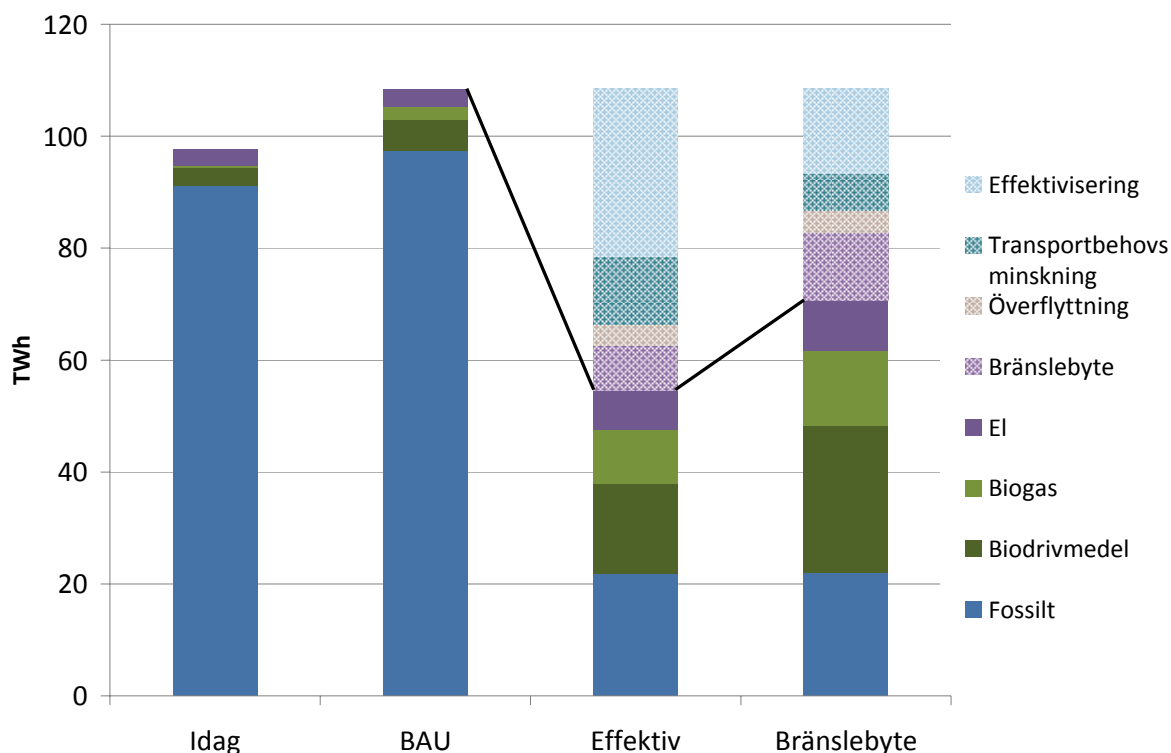
Energianvändningen minskar markant när vi går från BAU-scenariot till visionsscenariot Effektiv. Minskningen förklaras med effektivisering, transportbehovsminskningar och transportbyten. Den främsta orsaken till att just lätta vägfordon (främst personbilar) minskar så mycket är dels den kraftiga effektiviseringen här, dels den relativt stora introduktionen av mycket energieffektiv eldrift.



Figur 8. Energianvändningen för transporter för olika transportslag i de tre olika beräkningsfallen. Ytan på pajdiagrammen svarar mot beräkningsfallets totala energianvändning.

6.2 Scenario Bränslebyte

Om reduktionen av fossila bränslen till följd av effektivisering och minskat transportbehov inte får stort genomslag krävs en större satsning på byte från fossila bränslen till biodrivmedel/el för att uppnå visionen. I Figur 9 och i tabell 3 visas hur visionen kan uppnås om ansträngningarna för effektivisering och minskat transportbehov endast blir hälften så framgångsrika.



Figur 9. Energianvändning inom det svenska transportsystemet i visionsscenariot Bränslebyte, med "idag", referensscenariot "business as usual" (BAU) och scenario Effektiv som jämförelse [TWh/år.]

Scenariot Bränslebyte innebär alltså att transportsystemets energianvändning år 2030 uppgår till 71 TWh. Jämfört med BAU medför detta en minskning med 35 %. Jämfört med det andra visionsscenariot – Effektiv – så är dock energianvändningen i scenariot Bränslebyte 30 % större. Scenariot uppvisar alltså fortfarande ett kraftigt trendbrott när det gäller transportsystemets energianvändning, men inte lika dramatiskt som i scenariot Effektiv.

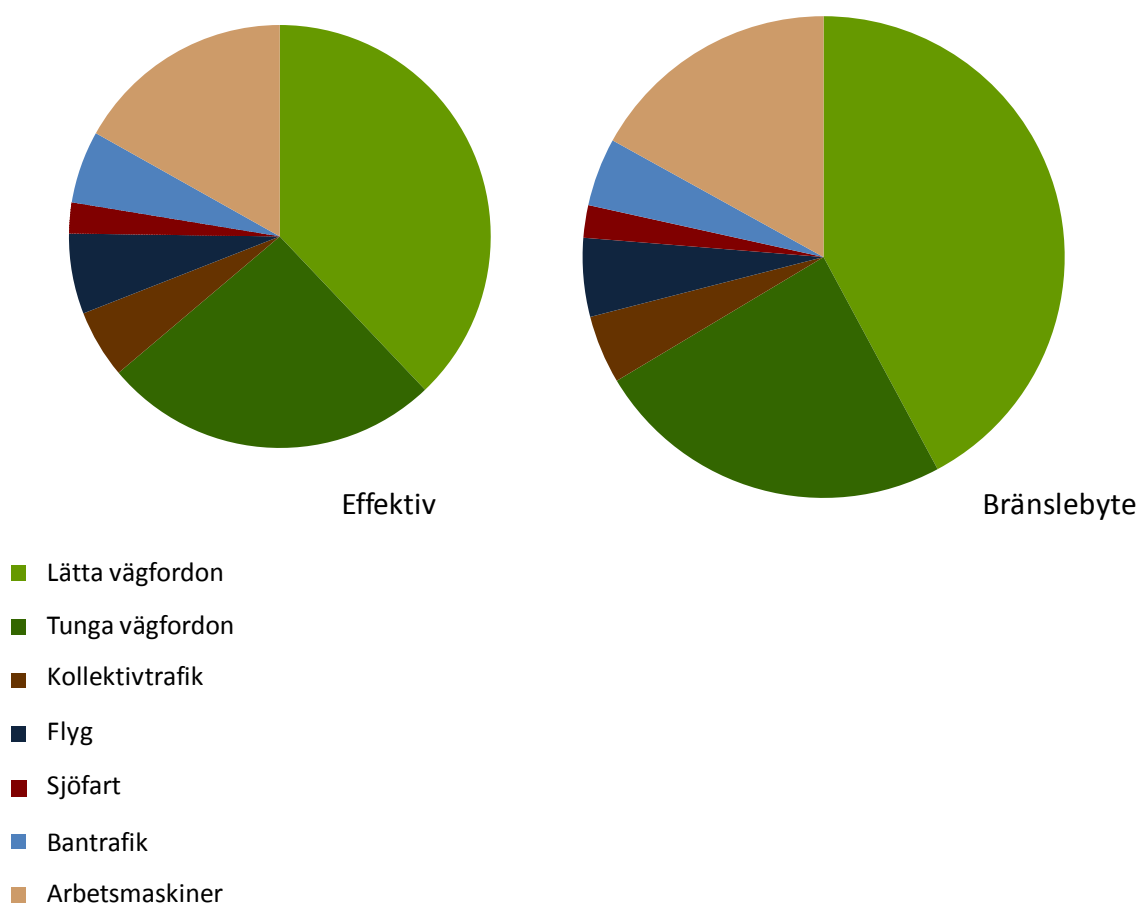
Eftersom en bakomliggande tanke med scenariot Bränslebyte var att nå ned till ungefär samma mängd fossila drivmedel som i scenariot Effektiv så krävs det här istället avsevärt mer i form av byte till alternativa drivmedel. Minskningen, utöver energibehovsminskningarna, åstadkoms genom att användningen av biodrivmedel (flytande och gas) ökar från 8 till hela 40 TWh/år och genom att elanvändningen ökar från 3 till 9 TWh.

Mängden biodrivmedel som blir resultatet av övervägandena i detta scenario är mycket stor, 40 TWh. Detta ligger sannolikt nära gränsen för vad som går att producera inom landet, se diskussion i avsnitt 8 "Den inhemska potentialen för produktion av biodrivmedel och el". Å andra sidan så har vi inte heller ställt kravet att alla ickefossila drivmedel skall vara producerade inom landet.

Även i scenariot Bränslebyte så är det främst inom grupperna tunga lastbilar, arbetsmaskiner, personbilar och flyg som de återstående volymerna fossila

drivmedel återfinns. I detta scenario är dock introduktionen av biodrivmedel och el i dessa grupper i TWh räknat större än i scenariot Effektiv.

I figur 10 visas i två pajdiagram energianvändningen fördelad på olika transportslag för de två visionsscenarierna Effektiv och Bränslebyte. Av figuren framgår den klart större energianvändningen i scenariot Bränslebyte.



Figur 10. *Energianvändningen för transporter för olika transportslag i de två visionsscenarierna. Ytan på pajdiagrammen svarar mot beräkningsfallets totala energianvändning.*

6.3 Elens roll i de båda visionsscenarierna

El får en kraftigt ökad roll som energibärare för fordonsdrift i de båda visionsscenarierna. Utöver den el som används för järnväg/bantrafik, som ökar med drygt 15 % jämfört med idag, så sker el-introduktionen främst i personbilar. Eldrift införs så att den motsvarar ca 40 % av den återstående mängden energibehov i personbilar, efter effektivisering m.m. Detta måste betraktas som en mycket kraftig introduktion, men till följd av elens mycket höga energieffektivitet så blir det ändå jämförelsevis små mängder el. Typiskt sett

så har vi räknat med att medelbensinbilen år 2030 drar ca tre gånger mer energi än elbilar, medan medeldieseln drar 2,5 gånger mer energi. I dessa förhållanden så ingår den el som förbrukas för uppvärmnings- och kyländamål i fordonen. I dagsläget så är skillnaden ännu större, men eftersom vi räknar med en kraftig effektivisering av bensin- och dieselfordonen till år 2030 i visionsscenarierna och eftersom effektiviseringspotentialen är mindre för el, till följd av den redan mycket höga effektiviteten, så minskar elens överlägsenhet något.

En stor del av "nyttan" med el redovisas i figur 7 och 9 under rubriken Bränslebyte. Denna innehåller den mängd energi som inte längre behöver tillföras, till följd av elens överlägsna effektivitet i slutanvändarledet. (Elproduktionen ger dock upphov till energiförluster. Detta ligger dock utanför analysen i detta uppdrag, men utreds vidare i Svensk Energis 2050-studie om ett klimatneutralt Sverige år 2050.)

År 2030 kommer nordisk elproduktion att vara klimatneutral och nästan fri från fossila bränslen. Detta har t.ex. visats i det nordiska forskningsprojektet Nordic Energy Perspectives (*Final report: "Towards a sustainable Nordic energy system"*, April 2010). Vi ser dock den ökade elanvändningen ur ett utvidgat marginalperspektiv med Nordeuropa som systemgräns. Vi förutsätter att den bakomliggande elproduktionen år 2030 ändå till viss del då kommer att baseras på fossila bränslen. Både EU och den europeiska branschorganisationen Eurelectric har dock som mål att elproduktionen år 2050 skall vara klimatneutral. Därmed anser vi att el uppfyller visionens formulering: "energibärare som (2030) är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala".

6.4 Fossila drivmedel i visionsscenarierna?

I de båda visionsscenarierna återstår år 2030 fortfarande vissa mängder fossila drivmedel, 23 TWh. Detta är drygt 25 % av dagens användning av fossila drivmedel och mindre än 25 % av den användning av fossila drivmedel som referensscenariot BAU uppvisar. Visionerna visar alltså på en dramatisk minskning av användningen av fossila drivmedel.

Hur stämmer användningen av fossila drivmedel med visionens formulering; *"Elbranschen vill bidra till ett fossilbränsleoberoende transportsystem år 2030. Då skall vi ha en fordonsflotta som tekniskt har möjlighet att drivas med energibärare som är fossilbränslefria, eller som senast år 2050 kommer att bli klimatneutrala. År 2050 skall transportsektorn vara helt klimatneutral, dvs. fri från utsläpp av växthusgaser som härrör från fossila bränslen."*

Visionens fokus ligger alltså på att fordonsflottan skall kunna drivas med annat än fossila bränslen. Vi förutsätter i visionsscenarierna att så är fallet, men att man ännu inte har nått hela vägen fram och realiserat denna möjlighet för alla transporter. Visionerna innebär ändå en dramatisk förändring av transportsektorn i riktning mot effektivitet och förnybar energi. Vår bedömning är att det är rimligt att ha kvar en viss mängd fossila drivmedel i visionerna för år 2030. Viktigt att komma ihåg är dock att alla fordon vid den tidpunkten antas vara förberedda för att kunna köras på något förnybart drivmedel eller ett drivmedel/energibärare som år 2050 kommer att vara klimatneutrala.

6.5 Ännu mer el?

I scenarierna ovan har vi antagit en introduktion av eldrift inom transportsystemet som vi bedömt vara optimistisk, men ändå fullt möjlig, givet att erforderade styrmedel finns och givet en lyckad teknisk utveckling. Mängderna el i scenarierna utgör dock inte någon absolut övre gräns. Man kan alltså tänka sig alternativa utvecklingsscenarier där elanvändningen blir större. Här lyfter vi därför fram några möjliga åtgärder som skulle öka transportsektorns elanvändning ytterligare. Vi kvantifierar också hur mycket elanvändningen då skulle öka. Vi utgår här från resultatet för scenariot Bränslebyte och adderar de valda åtgärderna. Samtidigt som elanvändningen ökar så minskar antingen användningen av fossila drivmedel ytterligare, eller så blir användningen av biodrivmedel något mindre.

Vi har valt följande åtgärder som illustrativa exempel:

- 60 % av personbilarna körs på el. I de båda scenarierna ovan har vi förutsett att 40 % av alla personbilstransporter drivs med el år 2030. I detta räkneexempel antar vi en ännu mer optimistisk elektrifiering, 60 % eldrift.
- Elektrifiering av tunga vägtransporter. I scenarierna ovan har vi inte förutsett någon eldrift av tunga lastbilar. Det finns dock idéer om att elektrifiera vägnätet för att driva lastbilar med el från kontaktledningar ovanför stora vägar (Grontmij 2010). Detta skulle ge många fördelar, men det kräver uppbyggnad av omfattande infrastruktur samt nya lastbilar/dragbilar. Här refererar vi ett räkneexempel från referensen ovan, där "triangeln" Göteborg – Malmö – Stockholm elektrifieras.
- Ännu större byte från lastbil till tåg. I scenarierna ovan så räknar vi med att 10 % av lastbilstransporterna flyttas till tåg. Här antar vi en större överflyttning; 20 % av lastbilstransporterna till järnväg.
- 20 % av alla bussar byts till trådbussar. I scenarierna ovan så räknar vi inte med några trådbussar (utöver de som redan finns i Landskrona). Här antar vi istället att 20 % av alla bussar år 2030 utgörs av eldrivna trådbussar.

Om man antar att eldrift år 2030, som ett genomsnitt för fordonsflottan, är 2,5 gånger effektivare än dieseldrift och 3 gånger effektivare än bensindrift så leder antagandena till följande tillkommande elmängder:

Tabell 4. Elanvändningsökning jämfört med scenario Bränslebyte till följd av ett antal åtgärder inom transportsektorn

Åtgärd	Elanvändningsökning [TWh]
60 % av personbilar körs på el	+ 2,4
Elektrifiering av tunga vägtransporter	+ 1,5
Ännu större byte från lastbil till tåg	+ 0,3
20 % av alla bussar byts till trådbussar	+ 0,2
<i>Totalt</i>	+ 4,4

De ovan redovisade räkneexemplen skulle alltså sammanlagt öka elanvändningen inom transportsektorn med ytterligare drygt 4 TWh jämfört med scenario Bränslebyte. Den totala elanvändningen inom transportsektorn skulle då bli $9,1 + 4,4 = 13,5$ TWh, dvs. knappt 14 TWh år 2030.

6.6 Utvecklingen av trafikarbete och energianvändning i visionsscenarierna

Som framgår av tabell 2 ovan antas trafikarbetet för hela vägtransportsektorn öka med knappt 20 % från idag till år 2030 i referensscenariot BAU. Om man räknar med att befolkningen i Sverige ökar med ca 10 % från idag till 2030 (vilket skulle innebära en befolkning på ca 10 miljoner jämfört med dagens ca 9 miljoner), innebär det att det totala trafikarbetet per person antas öka med ca 10 %. Dessutom antas energianvändningen endast öka med drygt 10 % från idag, vilket antyder att en viss energieffektivisering ingår i GAINS-scenariot (vilket ligger till grund för vårt referensscenario).

I scenarierna har vi inte behandlat trafikarbetsutvecklingen utan endast behandlat energianvändningsdimensionen. För att ändå ge en uppfattning om storleksordningen på visionernas trafikarbete kan man utgå från uppgifterna i tabell 2 (kapitel 5) och storleken på de åtgärder som införs i visions-scenarierna (se tabell 5 i nästa kapitel). Översiktligt kan man då säga följande: Totalt sett körs i scenario Effektiv fler kilometer än idag, men färre än i BAU. Räknar man däremot per invånare så körs fortfarande färre kilometer än i BAU och ungefär lika många kilometer som idag. I scenario Bränslebyte minskar inte trafikarbetet lika mycket och här kör vi även i visionsscenariot något mer per person än idag.

7 Underlag för scenario Effektiv

För att ta fram huvudscenariot Effektiv har vi applicerat åtgärder och åtgärds-paket tillhörande de fyra nämnda åtgärds-kategorierna på alla fordonskate-gorier. I rutan nedan ges en sammanfattning av de åtgärds-potentialer för respektive åtgärds-kategori som vi har använt i vårt huvudscenario Effektiv. Med energianvändning avses genomgående slutlig energianvändning inom transportsystemet.

Transportbehov

Denna åtgärds-kategori innehåller åtgärder av typen transportbehovsreducerande åtgärder som transportsnål bebyggelse, ökad användning av virtuella möten i form av telefon-, video- och internetkonferenser vilket minskar resandet i tjänsten. Även en ökad användning av bilpooler och distansarbete liksom ruttplanering för godstransporter och t.ex. hemtjänst, skolskjutsar och färdtjänst ingår i denna kategori.

Vår bedömning är att dessa åtgärds-typer tillsammans minskar energianvändningen för hela transportsystemet med ca 10 %.

Överflyttning

I denna kategori ryms åtgärder som flyttar över transportarbetet från ett mer energi-krävande till ett mindre energikrävande transportslag, t.ex. godstransporter från lastbil till järnväg, personbilstransporter till kollektivtrafik och cykel.

Vår bedömning är att dessa åtgärds-typer tillsammans minskar energianvändningen för hela transportsystemet med 3 %.

Effektivitet

I denna åtgärds-kategori ingår tekniska åtgärder på fordon samt fordonskomponenter, ITS-teknik samt sparsam körning. Exempel på tekniska åtgärder är effektivare drivlinor och motorer inklusive hybridisering, generella viktminskningar av fordon och fordonskomponenter, reducerade friktionsförluster både i fordonskomponenter och mot vägbana/spår (dvs. mindre rullmotstånd), förbättrad aerodynamik, bättre underhåll av fordon samt bromsenergi- och värmeförluståterföring.

Vår bedömning är att dessa åtgärds-typer tillsammans minskar energianvändningen för hela transportsystemet med drygt 30 % till år 2030.

Bränslebyte

Denna åtgärds-kategori avser byte från konventionella, fossila drivmedel till el och biodrivmedel.

Vår bedömning är att 7 TWh el och 26 TWh biodrivmedel (inkl. biogas) kan användas i transportsystemet år 2030.

Ovanstående potentialer för minskad energianvändning samt mängden el och biodrivmedel till år 2030 baseras på våra sammanvägda bedömningar av de åtgärds-potentialer som anges i litteraturen för olika åtgärds-typer.

I tabell 5 på nästa sida listas mer utförligt de antaganden/bedömningar som vi har gjort för respektive fordonskategori inom de olika åtgärdskategorierna. De åtgärdspotentialer som anges avser hela fordonsflottan inom respektive fordonskategori och avser potentialen jämfört med BAU.

Överlag har vi försökt att vara relativt moderata i våra bedömningar och valt att hellre anta en potential som ligger i nedre delen av ett möjligt intervall. Detta eftersom det t.ex. redan bedöms ingå en viss del effektivisering även i referensscenariot BAU. Observera även att åtgärdspotentialerna för effektivitet som anges rör den totala fordonsflottan och inte nyförsålda fordon, vilka måste vara avsevärt mer effektiva för att nå visionens mål. Potentialerna i tabellen är inte adderbara.

För varje åtgärdspotential anges de huvudsakliga referenserna som vi har beaktat i vår bedömning av potentialen för fordonskategorin. Referenserna återfinns i referenslistan sist i rapporten, och där återfinns även andra rapporter som i någon mån har utgjort underlag till eller beaktats i visionsarbetet. Bedömningen av den samlade åtgärdspotentialen för en specifik åtgärdstyp baseras i flera fall både på potentialer för enskilda åtgärder och på samlade bedömningar av åtgärds kategorier som vi har kunnat hitta i litteraturen. I de fall basåret för potentialerna i de olika referenserna har varit känt och skiljt sig från vårt har vi i viss mån även försökt att beakta detta i våra bedömningar.

Tabell 5. Underlag i form av de bedömningar som har gjorts vad gäller åtgärdspotentialen till 2030 för respektive fordonskategori till huvudscenariot Effektiv. Observera att åtgärdspotentialerna för effektivitet som anges rör den totala fordonsflottan och inte nyförsålda fordon, vilka måste vara avsevärt mer effektiva för att nå visionens mål. Potentialerna är inte adderbara.

Åtgärdstyp	Fordonskategori	Bedömning av möjlig åtgärds-potential jämfört med BAU (för den totala fordonsflottan)	Huvudsakliga referenser som bedömningarna baseras på
Åtgärder inom kategorin Transportbehov			
Paket "hållbart resande" (transportsnål bebyggelse, virtuellt resande, bilpool)	Personbilar	-10 % (bedöms slå lite olika beroende på bränsleslag)	Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009a). Vägverket (2004)
Ruttplanering inom personbilsflottor (ex. hemtjänst)	Personbilar	-1 %	Vägverket (2007) Vägverket (2009b)
Samlad bedömning för ruttplanering och samdistribution	Lastbilar	-15 %	Blinge & Svensson (2006) Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009a).
Ruttplanering och bättre utnyttjande av fartygsflottan	Fartyg	-15 %	Kågeson (2008) IMO (2000) Kampman et al. (2009)
Åtgärder inom kategorin Överflyttning			
Åtgärds paket "Attraktiv kollektivtrafik"	Personbilar → Kollektivtrafik	-7 % på bensinbilar - 4 % på dieselbilar + 43 % på bussar + 14 % på tåg	Vägverket (2004) Trivector (2008) van Essen et al. (2009) SIKA (2008a) Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009a).
Överflytt av godstransporter	Tunga lastbilar → järnväg	-10 % lastbil +20 % järnväg	Wajsman & Nelldal (2008) van Essen et al. (2009) SIKA (2008a)
Överflytt av persontransporter	Personbil → cykel	- 1 %	Vägverket (2004) Trivector (2008) van Essen et al. (2009) SIKA (2008a) Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009a).

Åtgärder inom kategorin Effektivitet			
Tekniska åtgärder på fordonen	Personbilar	-30 %	Smokers et al. (2006) Kågeson (2008) King Review (2007) Birath (2008) FIA, IEA, ITF & UNEP (2009)
Tekniska åtgärder på fordonen	Lätta lastbilar	-25 %	Bedömningen är baserad på hur potentialen för personbilar och lastbilar bedöms se ut
Tekniska åtgärder på fordonen	Tunga lastbilar och bussar	-15 %	Kågeson (2008) Sharpe (2010) Naturvårdsverket (2007b)
Tekniska åtgärder på fordonen	Mopeder och motorcyklar	-30 %	Saknar bedömningsunderlag för denna fordonsgrupp, men antagit samma som för personbilar
Tekniska åtgärder på fordonen	Fartyg	-15 %	Naturvårdsverket (2007b) IMO (2000) Kahn Ribeiro (2007)
Tekniska åtgärder på fordonen	Fritidsbåtar	-15 %	Saknar underlag för denna fordonsgrupp idag, men antagit samma som för fartyg
Tekniska åtgärder på fordonen	Flyg	-15 %	EC (2009) Naturvårdsverket (2007b)
Tekniska åtgärder på fordonen	Arbetsmaskiner	-30 %	NV (2007b) Kontakt med Mats Linder, SMP
Tekniska åtgärder på fordonen	Järnväg	-10 %	Hazeldine et al. (2009) Naturvårdsverket (2007b)
Sparsam körning	Fartyg	-15 %	Naturvårdsverket (2007b) Kampman et al. (2009)
Sparsam körning	Personbilar och lätta lastbilar	-10 %	SOU (2008) Kampman et al. (2009) Kågeson (2008)
Sparsam körning	Tunga lastbilar och bussar	-5 %	SOU (2008) Kampman et al. (2009)
Sparsam körning	Arbetsmaskiner	-5 %	SOU (2008) Vägverket, Jordbruksverket och Skogsstyrelsen (2009)
Sparsam körning	Flyg	-5 %	Naturvårdsverket (2007b) Kampman et al. (2009)
Sparsam körning	Järnväg	-2 %	Kampman et al. (2009)

ITS	Vägfordon	-5 %	Vägverket (2009a) van Essen et al. (2009)
Åtgärder inom kategorin Bränslebyte			
Inblandning av biodrivmedel ¹⁷	Flygplan	10 % inblandning av biodrivmedel	MiljöRapporten nr 12/2009 Hill et al. (2009)
Inblandning av biodrivmedel	Bensinfordon	0,54 TWh	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Inblandning av biodrivmedel	Alla dieselfordon utom arbetsmaskiner	2 TWh	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Inblandning av biodrivmedel	Arbetsmaskiner	30 % inblandning, motsvarande 2 TWh	Naturvårdsverket (2007b) Vägverket (2005)
Nya fordon, biodrivmedel	Personbilar	-3,5 TWh från bensin	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Nya fordon, biodrivmedel	Lastbilar	-3,0 TWh från diesel	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Nya fordon, biodrivmedel	Arbetsmaskiner	-1 TWh från diesel	Naturvårdsverket (2007b) Vägverket (2005)
Nya fordon, biodrivmedel	Lätta lastbilar	-0,5 TWh från diesel	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Ersättning diesel, biodrivmedel	Tåg	All diesel ersatt motsvarande 0,28 TWh	Saknar underlag om detta, men bedömt det möjligt
Nya gasfordon	Personbilar	-4 TWh från bensin	Vägverket (2009c) Biomil AB & Enviro AB (2008) Kontakt med Anders Mathiasson, Svenska Gasföreningen Grahns & Hansson (2009)
Nya gasfordon	Lätta lastbilar	-0,42 TWh från bensin	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)
Nya gasfordon	Tunga lastbilar	-3 TWh från diesel	Vägverket (2009c) Biomil AB & Enviro AB (2008) Kontakt med Anders Mathiasson, Svenska Gasföreningen Grahns & Hansson (2009)
Nya gasfordon	Bussar	Alla dieslbussar ersätts med gas, motsvarande 1,94 TWh	Vägverket (2009c) Grahns & Hansson (2009)

¹⁷ Med biodrivmedel avses genomgående i tabellen flytande biodrivmedel som t.ex. etanol, metanol, FAME, HVO, DME.

Nya fordon, El	Personbilar	Minskning av bensin o diesel med 40 %. Ökad el med ca 3,4 TWh.	Elforsk/Svensk Energi Grahn & Hansson (2009)
Nya fordon, El	Lätta lastbilar	0,42 TWh från bensin	Grahn & Hansson (2009)
Nya fordon, El	Mopeder och motorcyklar	50 % av alla mopeder och motorcyklar är eldrivna	Saknar bedömningsunderlag för denna fordonsgrupp, men vet att tekniken finns både för motorcyklar och för mopeder. I Kina säljs redan över 20 miljoner eldrivna tvåhjulingar per år och Honda satsar i år på en eldriven mc i Japan (Mentoronline, 2010-04-13)
Ökning av andel dieslbilar baserat på Europa-snitt	Personbilar	Upp mot 40 % av kvarvarande fossildrivna personbilar är diesel. 5 TWh flyttas från bensin till diesel.	ANFAC (2009)
Landelanslutning av fartyg i hamn	Fartyg	Olja → el - 3 % eldningsolja + 56 % el	Fridell (IVL)

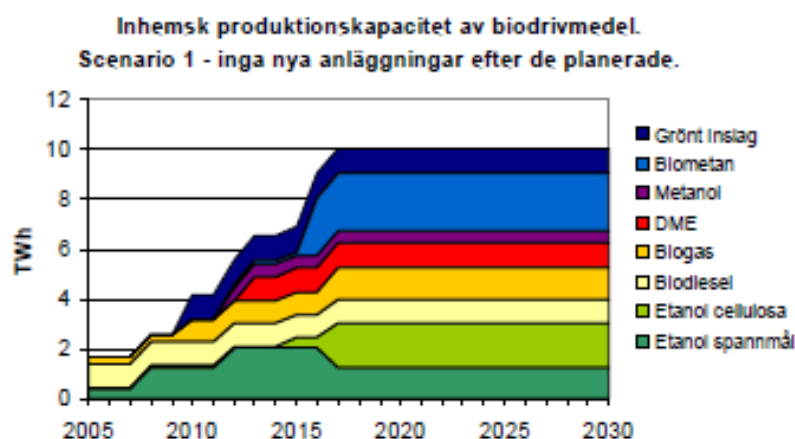
Eftersom syftet med det andra scenariot, scenario Bränslesyfte, är att visa på vad som krävs ifall effektiviseringar och minskat transportbehov inte får så stort genomslag, har vi för scenariot Bränslebyte antagit att endast hälften av den antagna effektiviseringspotentialen samt transportbehovsminskningen i scenario Effektiv sker. För att kunna nå ner till samma mängd kvarvarande fossilbränsle som i scenario Effektiv behövs därför avsevärt mer i scenario Bränslebyte (jämfört med scenario Effektiv) vad gäller byte till alternativa drivmedel.

8 Den inhemska potentialen för produktion av biodrivmedel och el

Som vi tidigare diskuterat så gör vi i scenarierna ingen direkt koppling mellan den antagna användningen av olika biodrivmedel och att dessa skall vara producerade inom landet. Det är dock intressant att reflektera över vilka volymer av inhemsk drivmedelsproduktion som skulle vara möjlig. En rad utredningar har studerat detta. Några exempel ges nedan.

8.1 Utbyggnad till år 2020 utifrån befintliga och planerade anläggningar

I en utredning från 2009 (Grahn M och Hansson J: "Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030") har författarna undersökt den förväntade inhemska produktionskapaciteten av biodrivmedel. Man har tagit fram några olika scenarier med delvis olika antaganden. I ett av scenarierna så redovisar man den inhemska produktionskapaciteten där dagens befintliga anläggningar består och planerade anläggningar förverkligas. Utöver detta tillkommer ingen ytterligare kapacitet. Detta skulle ge en produktion år 2030 på ca 10 TWh, se figur 11.



Figur 11. Inhemsk produktionskapacitet av biodrivmedel – existerande och planerade anläggningar.

I ett mer optimistiskt scenario så förutsätter man en fortsatt ökning av produktionskapaciteten även efter år 2017. Den tillkommande ökningen består då av andra generationens biodrivmedel (metanol, DME, biometan och cellulosäetanol) och biogas. I detta scenario når man en produktionskapacitet på 18 TWh år 2030.

8.2 Potential för biogas från rötning

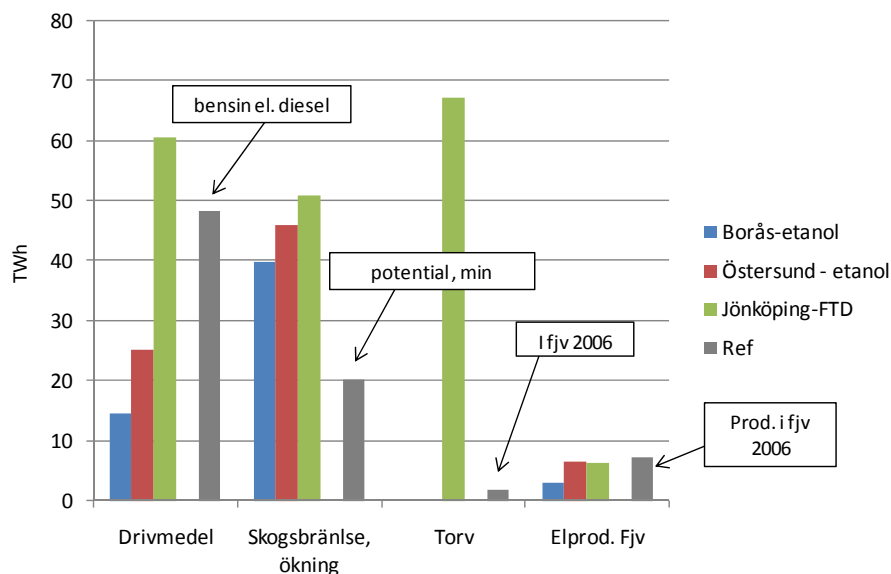
I sammanställningen ovan utgör biogas endast drygt 1 TWh. Detta är avsevärt mindre än den potential för biogasproduktion som beräknats för Sverige. I en utredning från 2008 (BioMil, Envirum: "Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter") kommer man fram till en potential som uppgår till drygt 10 TWh/år. Viktiga källor för biogasproduktionen är restprodukter från lantbruket, inkl. gödsel, restprodukter från industrin, inkl. livsmedelsindustrin, matavfall och avloppsslam. Potentialen är reducerad med hänsyn till dagens tekniska och ekonomiska förutsättningar. Med ny teknik bedöms potentialen vara ytterligare några TWh/år. I den redovisade biogaspotentialen ingår inte biometan producerad från skogsråvaror. Enligt rapporten uppgår potentialen för biometan producerad genom förgasning av restprodukter från skogsbruk och skogsindustri till hela 59 TWh/år.

8.3 Potential för andra generationens biodrivmedel

Om den inhemska produktionen av biodrivmedel skall bli riktigt stor och samtidigt så energi- och kostnadseffektiv som möjligt så är bedömningen att man måste satsa på andra generationens biodrivmedel, t.ex. metanol, DME, biometan, Fischer-Tropsch-diesel (FTD) och cellulosäetanol. Skälet är att den svenska jordbruksmarken är liten och om vi vill producera stora mängder biodrivmedel så måste vi ta skogsråvara i anspråk. Detta är i hög grad förknippat med andra generationens biodrivmedel.

I en utredning från 2009 (Profu: "Bioenergikombinat i fjärrvärmesystem", Fjärrsyn rapport 2009:11) har man studerat möjlig produktion av biodrivmedel i kombinat placerade i verkliga svenska fjärrvärmesystem. Kopplingen till fjärrvärmesystemen hänger samman med betydelsen av att få till en energieffektiv process, exempelvis genom att samordna energiproduktion och att nyttiggöra lågtemperaturvärme, och andra biprodukter som uppstår i processerna.

I studien har olika processer studerats, exempelvis ett par processer för cellulosäetanolproduktion och en med förgasning och produktion av syntetisk diesel (FTD). Utöver den noggranna analysen av kostnader och energiflöden för de enskilda kombinatet i det specifika fjärrvärmesystemet så har man också grova uppskattningar av möjlig biodrivmedelsproduktion om respektive process skulle införas i alla svenska fjärrvärmesystem större än 400 GWh/år. I figur 12 visas den resulterande produktionen av biodrivmedel utifrån denna "Sverige-uppskalning". Respektive stapel för drivmedel avser alltså respektive process introducerad i alla fjärrvärmesystem. Staplarna kan alltså inte adderas.



Figur 12. Teoretisk uppskalning till nationell nivå av biodrivmedelsproduktion.

Av figuren framgår att man kan producera 15 – 25 TWh celluloasetanol från produktionsanläggningar integrerade i svenska fjärrvärmesystem. Detta leder till ett ökat behov av biomassa från skog på ca 40 TWh/år. I rapporten refereras till olika bedömningar av potentialen för ökat uttag av skogsbränslen som indikerar ett intervall från 20 – 80 TWh/år. För syntetisk diesel skulle en uppskalad produktion kunna uppgå till hela 60 TWh/år. (Dagens dieselanvändning inom transportsektorn uppgår till drygt 40 TWh/år.) Detta skulle dock leda till en efterfrågan på skogsbränslen som skulle överstiga den svenska potentialen.

De antagna processerna för biodrivmedelsproduktion är relativt oprövade och knappast kommersiellt tillgängliga. Därför kan man utgå från att en storskalig och bred utbyggnad inte kommer att ske under de närmaste åren. Eftersom vår vision fokuserar på år 2030 är det dock inte uteslutet att andra generationens biodrivmedel kan bli betydelsefulla. För att få fram de aktuella mängderna biodrivmedel så krävs mycket stora investeringar. Storleken på dessa investeringar är, av de skäl som diskuterats ovan, mycket osäkra. Som ett räkneexempel kan man utifrån rapportens data, och vissa senare kostnadsuppdateringar, räkna fram vilket totalt investeringsbehov som krävs för att producera 10 TWh biodrivmedel. Investeringsbehovet varierar mellan de olika processerna men som ett genomsnitt så uppgår det till ca 60 miljarder kronor. (Till viss del så ersätter dock dessa investeringar behovet av andra investeringar i fjärrvärmesystemen.)

Om de aktuella biodrivmedelskombinaten skulle införas i svenska fjärrvärmesystem så skulle värmeunderlaget för kraftvärme minska i dessa system, eftersom spillvärme från processerna tar delar av värmeunderlaget i anspråk. Å andra sidan tillförs mottrycksunderlag i och med att drivmedelsprocesserna

ofta har ett processvärmebehov som kan fungera som värmeunderlag för mottryckselproduktion. Storleken på dessa två effekter varierar beroende på process, men i huvudsak tar effekterna ut varandra. En tredje faktor som påverkar elbalansen från fjärrvärmesystemen, inklusive kombinaten, är att biodrivmedelsproduktionen förbrukar el. Det betyder att nettoelleveranserna från systemet minskar.

8.4 Internationellt perspektiv på biodrivmedelstillgången

Analyserna ovan antyder att det möjligen skulle gå att inom landet producera de mängder biodrivmedel som scenarierna för år 2030 pekar på. Om Sverige skall producera de mängder som scenarierna innehåller så är vi i stor utsträckning hänvisade till skogsråvara, eftersom jordbruksmarken är relativt begränsad. Det skulle dock kräva en mycket forcerad utbyggnad eftersom det endast är 20 år kvar till 2030. Samtidigt kan man konstatera att de processer som förutsätts om biodrivmedel skall produceras från skogsråvara hittills är mer eller mindre oprövade i kommersiell skala.

Vi har dock inte begränsat analysen till att vi måste vara självförsörjande på biodrivmedel, utan förutsätter att import av biodrivmedel också utgör en möjlighet. Om Sverige går före resten av EU och övriga världen så utgör de aktuella biodrivmedelsmängderna för EU eller globalt inga särskilt stora volymer. Om EU skulle införa biodrivmedel i samma takt som antagits för Sverige så blir kvantiteterna mycket stora. Sannolikt skulle det gå att få fram även dessa mängder från råvaror producerade inom EU, men det skulle innebära stora ansträngningar särskilt eftersom det endast är 20 år till måååret 2030. Om biodrivmedelsanvändningen inom EU skulle öka så kraftigt så är det sannolikt att det skulle bli ett tryck på import till EU. Det är i en sådan situation viktigt att detta görs på ett kontrollerat och genomtänkt sätt så att exempelvis livsmedelsproduktion inte äventyras och miljöhänsyn kan beaktas vid utvinning och produktion.

Man kan mycket väl tänka sig att Sverige går före i arbetet med att göra transportsektorn mindre beroende av fossila drivmedel. Skälet är att vi redan har ett stationärt energisystem med relativt lite fossila bränslen och mycket förnybar energi. Om vi vill gå vidare med att minska fossilbränsleanvändningen så blir det naturligt att fokusera på transportsektorn, som idag till helt övervägande del baseras på fossil energi. I omvärlden, exempelvis i huvuddelen av EU-länderna, finns fortfarande en stor andel fossila bränslen i det stationära energisystemet. Där finns också sannolikt många kostnads-effektiva åtgärder att genomföra. I dessa länder blir det därför naturligt att först minska fossilbränsleanvändningen i det stationära energisystemet och att inledningsvis göra mindre ansträngningar inom transportsektorn.

8.5 Förnybar elproduktion

Även vid en mycket kraftig expansion av elbilsanvändning så kommer det, till följd av elbilarnas höga effektivitet, att bli måååliga mängder el som kommer att efterfrågas för detta ändamål. Påfrestningarna på elproduktionen blir relativt begränsade. Elbranschens vision för år 2020 om 600 000 elfordon motsvarar ca 1,5 TWh el. Även om vi för år 2030 antar att 40 % av personbilarna drivs med el så stannar den resulterande totala elanvändningen inom trans-

portsektorn i scenariot Effektiv vid ca 7 TWh/år, att jämföra med dagens 3 TWh/år. Utbyggnaden av elproduktionen påverkas i stor utsträckning av andra drivkrafter än behovsutvecklingen. Exempelvis driver det svenska elcertifikatsystemet in 25 TWh ny förnybar elproduktion från 2002 till 2020. Hittills har ca 10 TWh av dessa införts.

8.6 Översiktlig diskussion

De bedömningar som redovisats ovan antyder att de volymer av biodrivmedel som tas i anspråk i vår transportvision skulle kunna täckas med inhemsk produktion. Man kan samtidigt konstatera att det delvis handlar om kommersiellt oprövad teknik och att investeringsbehoven är ansevärdiga. Man kan anta att det kommer att krävas kraftfulla styrmedel, inkl. stöd till demonstrationsanläggningar, om man vill uppnå denna inhemska produktion av biodrivmedel.

För el är förutsättningarna för att producera de efterfrågade mängderna förnybar el inom landet mycket goda.

9 Referenser

Amann, M., Bertok, I., Cofala, J., Heyes, C., Klimont, Z., Rafaj, P., Schöpp, W. & Wagner, F. (2008). National Emission Ceilings for 2020 based on the 2008 Climate & Energy Package. NEC Scenario Analysis Report Nr. 6, final version July 2008. IIASA.

ANFAC (2009). European Motor Vehicle Parc 2007. February 2009.

Cairns, S., Sloman, L., Newson, C., Anable, J., Kirkbride, A. & Goodwin, P. (2004). Smarter Choices – Changing the Way We Travel. Final report of the research project: The influence of soft factor interventions on travel demand. Published by the Department for Transport, London, 20.7.2004 on the Sustainable Travel section of www.dft.gov.uk.

Banverket, Energimyndigheten, Luftfartsstyrelsen, Naturvårdsverket, Sjöfartsverket och Vägverket (2007). Konsekvensbeskrivningar av styrmedel i strategin för Effektivare Energianvändning och Transporter, EET. Naturvårdsverket rapport 5778.

Banverket, Energimyndigheten, Luftfartsstyrelsen, Naturvårdsverket, Sjöfartsverket och Vägverket (2007). Strategin för effektivare energianvändning och transporter, EET. Underlag till Miljömålsrådets fördjupade utvärdering av miljökvalitetsmålen. Naturvårdsverket rapport 5777.

Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009a). Sektorsverksamhet inklusive exempel. Publikation 2009:102. Underlagsrapport till Förslag till Nationell plan för transportsystemet. 2009-06-23.

Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009). Förslag till Nationell plan för transportsystemet 2010-2021. Publikation 2009:97

Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2009). Åtgärdsområden. Miljöinvesteringar för att begränsa transportsystemets omgivningspåverkan och trimning och effektivisering av transportsystemet för tillväxt och klimat. Underlagsrapport till Förslag till Nationell plan för transportsystemet. Rapport, datum 2009-06-30.

Biomil AB & Enviro AB (2008). Den svenska biogaspotentialen från inhemska restprodukter. Uppdragsgivare Avfall Sverige, Svenska Biogasföreningen, Svenska Gasföreningen och Svenskt Vatten.

Birath, K (2008). Bilaga 5 – Utbud av personbilar 2020 och 2040. Banverket, Vägverket, Sjöfartsverket och Luftfartsstyrelsen (2008). Inför åtgärdsplaneringen 2010-2020. Redovisning av uppdrag. Vägverket publikation 2008:115.

Blinge, M. & Svensson, Å. (2006). Miljöåtgärder för godstransporter. Sammanställning av praktiska och teoretiska exempel. CPM Rapport 2006:5. Transek AB för CPM, Centre for Environmental Assessment of Product and Material Systems, Chalmers Tekniska Högskola. Göteborg, juli 2005.

EC (2007). Eurobarometer. Attitudes on issues related to EU Transport Policy. Analytical report. July, 2007.

EC (2008). European Energy and Transport. Trends to 2030 – Update 2007. European Commission. Directorate-General for Energy and Transport.

EC (2009). The Future of Transport. Focus Group's Report. 20.02.2009.

EEA (2008). Climate for a transport change. TERM 2007: indicators tracking transport and environment in the European Union. EEA Report, No1, 2008.

EEA (2008). Success stories within the road transport sector on reducing greenhouse gas emissions and producing ancillary benefits. EEA Technical report, No 2/2008.

EEA (2008). Beyond transport policy – exploring and managing the external drivers of transport demand. Illustrative case studies from Europe. EEA Technical report No 12/2008.

EEA (2009). Transport at a crossroads. TERM 2008: Indicators tracking transport and environment in the European Union. EEA Report No 3, 2009.

Elforsk (2009). Elhybridbilar från miljösynpunkt. Jämförelse med konventionella personbilar. Elforsk rapport 09:11.

Elforsk (2010). Inspiration till vision om en transportsektor oberoende av fossila bränslen år 2030. En litteraturstudie. Elforsk rapport 09:112.

Energimyndigheten (2007). Energianvändning för inrikes sjöfart år 2006. ER 2007:26.

Energimyndigheten (2009a). Transportsektorns energianvändning 2008. Statens energimyndighet, ES 2009:04.

Energimyndigheten (2009). Långsiktspå prognos 2008. Statens Energimyndighet, ER 2009:14.

Energimyndigheten (2010). Transportsektorns energianvändning 2009. Statens energimyndighet, ES2010:04.

Energimyndigheten (2010). Energiläget 2009. Fakta och siffror. Statens Energimyndighet. ET 2009:29.

Euractiv (2009). Cars and CO₂. <http://www.euractiv.com/en/transport/cars-co2/article-162412>

FIA Foundation, IEA, ITP & UNEP (2009). 50by50. Global Fuel Economy Initiative. www.50by50campaign.org

Fridell, E. (2009). Anslutning av fartyg till landel i Sverige. En kortfattad miljönyttoanalys. IVL Rapport U2567.

Grahn, M., & Hansson, J. (2009). Möjligheter för förnybara drivmedel i Sverige till år 2030. Institutionen för Energi och Miljö, avdelningen Fysisk resursteori, Chalmers tekniska högskola, Göteborg. December 2009.

Grontmij (2010). Elektriska vägar – elektrifiering av tunga vägtransporter. Förstudie för Trafikverket och Energimyndigheten. 2010-04-30.

Hazeldine, T., Pridmore, A., Nelissen, D. & Hulskotte, J. (2009). EU Transport GHG: Routes to 2050? Technical options to reduce GHG for non-road transport modes (Paper 3). 30th October 2009.

Hill, N., Hazeldine, T., von Einem, J., Pridmore, A. & Wynn, D. (2009). EU Transport GHG: Routes to 2050? Alternative energy carriers and powertrain to reduce GHG from transport (Paper 2). 21 December 2009.

Hovsenius, G (2005). Traditionella drivmedel och biodrivmedlens utveckling I konkurrens med energimarknaden. En förstudie. Hovsenius Konsult AB, 2005-10-27.

IMO (2000). Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships. Final Report to the International Maritime Organisation, prepared by Marintek, Carnegie Mellon University, Econ and DNV.

K2020 (2007). Förutsättningar för ett ökat resande med kollektivtrafiken i Göteborgsregionen. K2020, Framtidens kollektivtrafik i Göteborgsregionen. September 2007.

Kahn Ribeiro, S., Kobayashi, S., Beuthe, M., Gasca, J., Greene, D., Lee, S., Muromachi, Y., Newton, P.J., Plotkin, S., Sperling, D., Wit, R. & Zhou, P.J. (2007). Transport and its infrastructure. In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R., Meyer, L.A. (eds.)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Kampman, B., Rijkee, X., Pridmore, A. & Hulskotte, J. (2009). EU Transport GHG: Routes to 2050? Operational options for all modes (Paper 4). 18th December 2009.

KFB (2000). El- och hybriddrift av buss & lastbil. KFB rapport 2000:44.

King Review (2007). The King Review of low-carbon cars. Part I: the potential for CO₂ reduction.

Kågeson, P. (2007). A European Regulation on the Fuel Efficiency of New Cars. Nature Associates, Commissioned by the Low Carbon Vehicle Partnership.

Kågeson, P. (2007). Miljöbilar och biodrivmedel. Hur påverkas Sverige av EU:s direktiv? Vinnova Rapport, 2007:10.

Kågeson, P. (2007). Vilken framtid har bilen? En analys av vägtrafiken. SNS Förlag, Stockholm.

Kågeson, P. (2008). Transporter och klimat. Om koldioxid och handel med utsläppsrätter. Med bidrag från Lars Zetterberg och Kristina Forsbacka. SNS Förlag, Stockholm.

Kågeson, P. (2009). Miljöbil på villovägar. Hur klarar Sverige EU:s krav på små fordon och förnybara drivmedel? SNS Förlag, Stockholm.

Leveranstidningen Entreprenad (2010). Inget tvång att använda biobränsle. 2010-01-25.

<http://www.entreprenad.com/artikel/VisArtikel.aspx?SiteID=ES&Lopenr=101250003> Hämtad 2010-05-03.

Mentoronline (2010). Japaner satsar på elmoppar. Artikel online, 2010-04-13.

<http://www.mentoronline.se/iuware.aspx?pageid=58281&ssoid=118496>

Hämtad 2010-04-13.

Miljörapporten (2009). LFV vill börja tillverka grönt flygbränsle. Miljörapporten nr 12, 2009, s. 16-17.

Movea (2009). Klimatsmart vägtrafikledning – en förstudie.

Naturvårdsverket (2000). Svensken, bilen och miljön. ISBN 91-60-1205-3.

Naturvårdsverket (2007a). Arbetsmaskiner. Inventering av utsläpp, teknikstatus och prognos. Rapport 5728, september 2007.

Naturvårdsverket (2007b). Tvågradersmålet i sikte? Scenarier för det svenska energi- och transportsystemet år 2050. Naturvårdsverket rapport 5745, oktober 2007.

Naturvårdsverket (2009). Utsläpp av växthusgaser i Sverige 1990-2008.

<http://www.swedishepa.se/sv/Klimat-i-forandring/Utslappsstatistik-och-klimatdata/Utslappsstatistik/Utslapp-av-vaxthusgaser-i-Sverige-fran-1990/>

Nordic Energy Perspectives (2010). Final report: "Towards a sustainable Nordic energy system", April 2010.

Preem, Schenker, Volvo Lastvagnar, Vägverket, GMC (2007). Klimatneutrala godstransporter på väg.

Profu (2009). Bioenergikombinat i fjärrvärmesystem. Fjärrsyn rapport 2009:11.

Regeringskansliet (2009). Regeringens proposition 2008/09:162. En sammanhållen klimat och energipolitik. Klimat. Stockholm, 11 mars 2009.

REFUEL (2008). Eyes on the track. Mind on the horizon.

RETRANS (2010). Opportunities for the Use of Renewable Energy in Road Transport. Policy Makers Report. TNO, RWTH, ECN, March 2010.

SCB (2006). Energianvändning inom fiskesektorn 2005. Statistiska centralbyrån.

Sharpe, R. (2010). EU Transport GHG: Routes to 2050? Technical GHG reduction options for fossil fuel based road transporter. 8 February 2010.

SIKA (2005). Prognoser för godstransporter år 2020. SIKA rapport 2005:9.

SIKA (2005). Prognoser för persontransporter år 2020. SIKA rapport 2005:8.

SIKA (2005). Transportprognoser sedan 1975. En översiktlig uppföljning. SIKA Rapport, 2005:4.

SIKA (2007). RES 2005-2006. Den nationella resvaneundersökningen. SIKA Statistik Kommunikationsmönster. SIKA Rapport 2007:19.

SIKA (2008a). Potential för överflyttning av person- och godstransporter mellan trafikslag. Redovisning av ett regeringsuppdrag. SIKA Rapport 2008:10.

SIKA (2008). Fordon 2007. Tema miljö.

SIKA (2008). Framtidens transporter – Vision 2040+. Scenarier om transportsystemet 2050. SIKA PM 2008:2.

SIKA (2009). Fordon 2008. Tema yrkestrafik.

SIKA (2009). Lokal och regional kollektivtrafik 2008. En sammanställning av resor, produktion, intäkter, kostnader och bidrag inom lokal och regional allmän kollektivtrafik.

SIKA Statistik Kollektivtrafik, Rapport 2009:18.

SIKA (2009). Trafikarbetet i Sverige 1950-2008. Excelfil online <http://www.sika-institute.se/upload/Statistik/Körsträckor/Trafikarbete.xls>

SIKA (2010). Fordon i län och kommuner vid årsskiftet 09/10. Excelfil online http://www.sika-institute.se/Doclib/2010/Statistik/Fordon_lan_kommuner_0910.xls

Sjöfartsverket (2009). Sektorrapport Sjöfartens utveckling 2008. Sjöfartsverket, maj 2009.

Smokers, R., Vermeulen, R., van Mieghem, R., Gense, R., Skinner, I., Fergusson, M., MacKay, E., ten Brink, P., Fontaras, G. & Samaras, Z. (2006). Review and analysis of the reduction potential and costs of technological and other measures to reduce CO₂-emissions from passenger cars. Final Report.

SOU (2008). Vägen till ett energieffektivare Sverige. Slutbetänkande av Energieffektiviseringsutredningen. Statens offentliga utredningar, SOU 2008:10.

Svensk kollektivtrafik (2009). Svensk kollektivtrafiks miljöprogram 2009.

Swedish Environmental Protection Agency (2010). National Inventory Report 2010 Sweden. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.

Swedish Environmental Protection Agency (2010) National Inventory Report 2010 Sweden. Annexes. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change and the Kyoto Protocol.

SWEVA, Vinnova, Energimyndigheten & Vägverket (2004). Hur går det med eldrivna fordon? Dokumentation från FEV i Uppsala den 1 december 2004.

Transek (2006). Revidering av NTM-data för resor med kollektivtrafik. Uppdatering av data för miljöprestanda baserad på uppgifter för SL:s kollektivtrafik och andra relevanta trafikslag. Transek 2006:33.

Transportstyrelsen (2009). Inrikesflygets förändringar. Trender och behov.

Trivector (2002). Spontan samåkning – framgångsfaktorer och effekter. Trivector Traffic AB, rapport 2002:7.

Trivector (2008). Överflyttningspotential för person- och godstransporter för att minska transportsektorns koldioxidutsläpp – åtgärder inom Mobility Management, effektivare kollektivtrafik och tätortslösningar. Rapport 2008:60, version 1.0.

van Essen, H., Rijkee, X., Verbraak, G., Quak, H. & Wilmink, I. (2009). EU Transport GHG: Routes to 2050? Modal split and decoupling options (Paper 5). 22 December 2009.

Vetenskapliga rådet för klimatfrågor (2007). Vetenskapligt underlag för klimatpolitiken. Rapport från vetenskapliga rådet för klimatfrågor. Miljövårdsberedningens rapport 2007:03. Statens offentliga utredningar.

VTI (2007). Biodrivmedel. En litteraturöversikt. VTI Rapport 563.

VTI (2009). Tema Cykel – faktorer som påverkar cykelanvändning utifrån ett individperspektiv. En litteraturstudie. VTI Rapport 652.

Vägval Energi (2008). Laddhybrider och elfordon.

Vägverket (2002). IT för minskade persontransporter. Vägverket publikation 2002:32.

Vägverket (2003). Gör plats för svenska bilpooler! Definition, strategi, potentialer och effekter samt IT-lösningar på den svenska marknaden. Vägverket publikation 2003:88.

Vägverket (2004). Klimatstrategi för vägtransportsektorn. Vägverket publikation 2004:102.

Vägverket (2005). Redovisning av regeringsuppdrag. Alternativ till fossila bränslen för anläggningsmaskiner. FO99 2005: 10998.

Vägverket (2006). Samåkning i Sverige 2006. Vägverket Publikation 2006:135.

Vägverket (2006). Varudistribution i staden – exempel på arbetssätt. Vägverket publikation 2006:98.

Vägverket (2007). Insatser i Orusts kommun inom Pilotprojekt kommunal reserevision. Vägverket publikation 2007:62.

Vägverket (2008). Sektorsuppgifter och myndighetsutövning. Effektkatalog. Effektsamband för vägtransportsystemet. Vägverket publikation 2008:12.

Vägverket (2008). Koll framåt. Nationellt handlingsprogram för kollektivtrafikens långsiktiga utveckling. Huvudrapport 2007-12-21. Vägverket publikation 2008:33.

Vägverket (2009a). ITS på väg. En handledning i processen att införa vägnära ITS-lösningar med exempel på genomförda tillämpningar. Vägverket publikation 2009:75.

Vägverket (2009b). Bättre kommunala tjänsteresor. Potentialbedömningar för sex kommuner i sydöstra Sverige. Vägverket publikation 2009:35.

Vägverket (2009c). Vad krävs för att uppnå tio procentandelar förnybar energi i vägtransportsystemet år 2020. Vägverket publikation 2009:48.

Vägverket (2009). Minskade utsläpp från vägtrafiken men stora utmaningar väntar.

Vägverket & Banverket (2009). Kollektivtrafik som norm – vad behöver göras? Vägverket publikation 2009:125, Banverkets publikation 2009:4.

Vägverket, Jordbruksverket och Skogsstyrelsen (2009). Regeringsuppdrag att främja sparsam körning med arbetsmaskiner. SA80A 2009:26935.

Wajsman, J. & Nelldal, B-L. (2008). Överföring av gods från lastbil till järnväg. Banverket och KTH, 2008-11-07.

Wynn, D. & Hill, N. (2010). EU Transport GHG: Routes to 2050? Review of potential radical future transport technologies and concepts. 8th February 2010.

Åhman, M. (2009). Energi för vägtransporter. Utsikter mot 2020 och därefter. Lunds universitet. Department of Technology and Society, rapport nr 68, februari 2009.

Bilaga 1

Energianvändning inom transportsektorn i Sverige år 2007

Källa: Energimyndigheten (2009a)

Bränsle	Enhet	Användning år 2007	Energianvändning uttryckt i TWh
Bensin, exkl. etanol	1 000 m ³	5 142	46,5
Diesel, exkl. FAME	1 000 m ³	4 073	40,6
Etanol	1 000 m ³	359	2,1
FAME	1 000 m ³	130	1,2
Naturgas	milj. m ³	25	0,28
Biogas	milj. m ³	28	0,27
El	GWh	2 864	2,9
Flygbränsle	1 000 m ³	255	2,4
Eo1	1 000 m ³	63	0,63
Eo2-5	1 000 m ³	50	0,53
Totalt inrikes transporter			97
Internationell sjöfart, Eo1	1 000 m ³	155	1,5
Internationell sjöfart, Eo2-5	1 000 m ³	2 178	23,1
Internationellt flyg	1 000 m ³	924	8,9
Totalt utrikes			33,5
Totalt inkl. utrikes transporter			131

ELFORSK

SVENSKA ELFÖRETAGENS FORSKNINGS- OCH UTVECKLINGS - ELFORSK - AB

Elforsk AB, 101 53 Stockholm. Besöksadress: Olof Palmes Gata 31
Telefon: 08-677 25 30, Telefax: 08-677 25 35
www.elforsk.se