

Faktaskrift om

Vägtransporter

Energi, miljö och teknik

Böcker och rapporter utgivna av Statens
energimyndighet kan beställas från
Energimyndighetens förlag.
Orderfax: 016-544 22 59
e-post: forlaget@stem.se

© Statens energimyndighet
Upplaga: 100 ex

ER 20:2003

ISSN 1403-1892

Förord

Ett hållbart transportsystem är ett viktigt mål såväl i Sverige som i andra delar av världen. Transportsektorn har en framträdande plats i EU:s sjätte miljöhandlingsprogram och i strategin för en hållbar utveckling. Orsaken till det är att transporterna är en dominerande källa till flera miljöhot, bland annat klimatpåverkan, försurning och hälsoskadliga utsläpp. Försörjningstrygghet är också ett skäl till att minska användningen av fossila bränslen i länder och regioner som inte är självförsörjande på fossila drivmedel.

Utsläpp från fordon är en källa till flera av dagens miljö- och hälsoproblem. I de flesta länder är också transportsektorn den sektor där energianvändningen växer snabbast, vilket innebär att miljöpåverkan ökar. Inom transportsektorn har vägtrafiken blivit allt mer dominerande både när det gäller persontransporter och godstransporter. För att minska transporternas miljöpåverkan kan antingen behovet av transporter dämpas eller en övergång ske till mer miljövänliga fordon och förnybara drivmedel.

Avsikten med rapporten är att belysa utvecklingen av vägtransporter i Sverige, EU och länder utanför EU, främst USA och Japan. Rapporten beskriver energianvändningen för vägtransporter och redogör för vilka styrmedel och åtgärder som används i olika länder i syfte att nå en hållbar transportsektor.

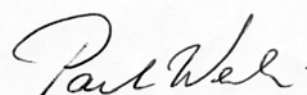
Vidare belyses den miljöpåverkan som vägtransporter har och vilka åtgärdsförslag som finns för att minska den inom och utanför Sverige. Rapporten beskriver också aktuell teknikutveckling och fordonstillverkarnas satsningar. Rapporten har i huvudsak ett tekniskt perspektiv men belyser också översiktligt vissa av de drivkrafter som ligger bakom ökningen av persontransporter och godstransporter.

Faktaskriften är avgränsad till att gälla vägtransporter. Miljöavsnittet fokuserar på de effekter vägtrafiken har på luftkvaliteten. Buller och infrastrukturfrågor behandlas inte. Materialet är sammanställt från den litteratur som redovisas i källförteckningen. Rapporten har till stor del tagits fram av Maria Stenkvist och Gunilla Eitrem vid ÅF-Energikonsult AB. Rapporten har därefter bearbetats och färdigställts av Energimyndigheten, avdelningen för Systemanalys. Projektledare har varit Anders Granlund och sedermera Paul Westin. Biträdande projektledare har varit Marcus Larsson och Anders Jönsson.

Eskilstuna i augusti 2003



Thomas Korsfeldt
Generaldirektör



Paul Westin
Projektledare

Sammanfattning

Transportsektorns energianvändning i världen har mer än fördubblats sedan år 1971. Trenden går mot att transportsektorn står för en allt större del av den totala energianvändningen.

Vägtrafiken står för drygt två tredjedelar av transportsektorns energianvändning i Sverige. Under de senaste tio åren har antalet lastbilstransporter i Sverige ökat snabbare än övriga färdmedel. I övriga delar av Europa är utvecklingen snarlik. Där har godstransporterna med lastbil ökat med i genomsnitt 2,3 procent per år de senaste 20 åren och ytterligare stora ökningarna kan förväntas genom utvidgningen av EU. Godstrafiken inom EU kan enligt prognoser komma att öka med 50 procent till år 2010. Det kan delvis förklaras med ökade krav på snabba och flexibla transporter. En annan orsak är den inriktning mot kapitalvaror som transporteras med lastbil i större utsträckning. Persontrafiken ökar också, särskilt som vägtransporter, vilket kan förknippas med en allt större bilpark och ett ökat bilinnehav.

Fossila bränslen dominerar

Fossila bränslen står för närmare 98 procent av den totala energianvändningen i den svenska transportsektorn. Alternativa bränslen, som biobränslen, används än så länge i mycket liten omfattning. Både Sverige och EU arbetar för att öka användningen av förnybara drivmedel. Enligt EU-kommissionens förslag till direktiv om främjande av biodrivmedel skall 2 procent av drivmedlen vara förnybara år 2005. Målet för år 2020 är att 20 procent av drivmedlen skall utgöras av förnybara drivmedel.

Genom inblandning i konventionella drivmedel kan förnybara drivmedel introduceras på marknaden utan dröjsmål. Det behövs varken nytt distributionssystem eller nya fordon, i vissa fall inte ens någon anpassning av gamla fordon.

Utsläppen minskar men fortsatta insatser krävs

Trots att miljön är ett prioriterat område inom EU, visar EU:s transport- och miljörapportering (TERM) att miljöskadliga utsläpp inom transportsektorn inte minskar i den takt som är önskvärd. Katalysatorer för bensinmotorer, strängare krav för utsläpp från dieselmotorer och skärpta krav för bränslekvalitet har haft positiva effekter och resulterat i bättre luftkvalitet i tätorterna. Utsläppen av kväveoxider och flyktiga organiska ämnen (VOC) har minskat, men ytterligare minskningar behövs för att nå EU:s utsläppsmål. Utsläppen av partiklar har inte minskat i samma omfattning och fortfarande behövs kraftfulla åtgärder för att reducera utsläppen. EU:s EURO-normer innebär striktare utsläppsnivåer för både personbilar och tunga fordon. Om dessa följs skulle utsläppsnivåerna från fossila bränslen kunna minska med 60–70 procent från 1999-års nivå fram till år 2010.

Ett annat miljöhot är den klimatförändring som uppstår vid ökat utsläpp av växthusgaser. Koldioxidutsläppen från transporterna i EU ökade med 15 procent under åren 1990–1998. Eftersom det inte finns någon kommersiellt tillgänglig teknik för att avskilja koldioxid är den fossila bränsleanvändningen i transportsektorn av avgörande betydelse för koldioxidutsläppens utveckling.

Skatter, subventioner och frivilliga avtal inom transportsektorn

Styrmedel som skatter, avgifter, stöd, m.m. kan användas för att påverka marknaderna i en för miljön gynnsam riktning. I Sverige har skatteinstrumentet en stor betydelse, men skatter är såväl fiskala som styrande, och det är inte alltid som den styrande effekten får genomslag.

Energi- och koldioxidskatt belastar de flesta drivmedel. Fordonsskatten kan också användas som instrument för att gynna mer miljövänliga fordon, vilket också sker i såväl Sverige som andra EU-länder. USA har istället valt att gå via frivilliga överenskommelser med bilindustrin och definierat standarder för olika utsläppsnivåer beroende på bilmodell. EU har både satsat på frivilliga avtal med fordonsindustrin och drivit igenom regleringar som rör utsläpp och beskattning. Japan har satsat på en rad olika åtgärder för att minska utsläppen, bland annat subventioneras inköp av elfordon och hybridfordon.

Befintlig teknik förbättras

Samtliga fordonsindustrier utvecklar och förbättrar dagens dominerande fordonstekniska system medan andra också i större utsträckning fokuserar på framtidstekniker som bränsleceller eller andra typer av elektriska drivsystem.

Skärpta krav på utsläpp och bränsleförbrukning har påverkat och drivit fram den tekniska utvecklingen av förbränningsmotorer och reningsteknik.

Utvecklingsområden för bensinmotorer är till exempel direktinsprutning för bensinmotorer. Bränsleförbrukningen bedöms kunna minskas med mellan 15–20 procent genom denna teknik. Även dieselmotorer utvecklas i syfte att ytterligare minska bränsleförbrukningen. För tunga fordon, lastbilar och långträdare är ett viktigt utvecklingsområde reningssystem för dieselmotorer.

Bränslecells- och hybridfordon framtidens fordon

En annan väg är utveckling av alternativa drivmedel och nya typer av fordon. Bränslecellstekniken omtalas ofta som framtidens teknik. Redan idag finns prototyper framtagna och en del bedömare tror på ett marknadsmässigt genomslag ungefär år 2010. Utvecklingen kan dock bromsas av att infrastrukturerna (produktion, lagring och distribution av metanol eller vätgas) inte utvecklas i samma takt som ”motortekniken”.

Hybridtekniken (el- och förbränningsmotor i kombination) är en annan teknisk systemlösning som fordonsindustrin satsar mycket på. Få fordonstillverkare satsar idag på fordon med batterier som uteslutande energilagring.

Drivmedel som redan introducerats är naturgas, biogas, alkoholer och dimetyleter (DME). DME är intressant som ersättning till diesel i tunga fordon. Vätgas är en lovande energibärare, men först om cirka 20–30 år, då ett vätgasbaserat transportsystem kräver helt ny produktion och distribution av drivmedlet samt nya fordon. Kostnaden för att producera förnybara drivmedel är idag två till fyra gånger högre än för bensin och diesel.

Innehåll

Förord.....	3
Sammanfattning.....	4
Drivkrafter för transporternas utveckling	9
Globaliseringen ökar transportbehovet.....	9
Förändringar inom industriproduktionen.....	9
Bebyggelsestruktur och hushållens ekonomi påverkar persontransporterna.....	10
Transportbehovet okänsligt för bränsleprisförändringar.....	11
Transportsektorns energianvändning	13
Utvecklingen av person- och godstransporter.....	14
Fler, äldre och tyngre fordon.....	15
Utvecklingen av energieffektivitet.....	16
Transportsektorns energianvändning i världen.....	17
Transportsektorns miljöpåverkan	25
Transportsektorn och miljö kvalitetsmål.....	25
Utsläpp till luft från vägtrafiken i Sverige och internationellt.....	25
Utsläpp från bensin- och dieseldrivna fordon.....	35
Miljöeffekter av alternativa drivmedel.....	37
Miljöpåverkan - utsläpp och livscykelanalyser.....	42
Transittrafiken.....	44
Möjliga åtgärder.....	45
Styrmedel och åtgärder inom transportsektorn	49
Olika typer av styrmedel.....	49
Sverige – skatter dominerar styrmedlen.....	50
EU – frivilliga överenskommelser och skärpta krav.....	51
USA – Kalifornien driver utvecklingen.....	53
Japan – satsar på ny fordonsteknik.....	57
Trender inom teknikutvecklingen	59
Konventionella förbränningsmotorer.....	59
Hinder för marknadsintroduktion för ny teknik.....	62
Hybridfordon.....	63
Bränslecellsfordon.....	65
Alternativa drivmedel.....	66
Kostnader för alternativa bränslen.....	69
Fordonsindustrins satsningar på ny teknik.....	70
Energimyndighetens satsningar på forskning och utveckling inom transportsektorn	73
Satsningar på biodrivmedel.....	73

Vidareutveckling av förbränningsmotorer.....	76
Satsningar på elektriska drivsystem.....	78
Forskning om vätgasproduktion, särskilt artificiell fotosyntes.....	83
Sammanfattande slutsatser	85
Referenser	89

Drivkrafter för transporternas utveckling

Behovet av transporter styrs i mycket hög grad av den ekonomiska utvecklingen i Sverige och omvärlden. En hög ekonomisk tillväxt och globalisering kan driva upp efterfrågan på både gods- och persontransporter. Samtidigt är transporter tillväxt drivande. Sambandet är dubbelriktat. Det kan vara värt att påminna om att den tidigare mycket starka kopplingen mellan total energianvändning och ekonomisk tillväxt delvis bröts efter oljeprischockerna på 1970-talet. En s.k. *decoupling* skedde, tack vare energieffektiviseringar inom industri och övriga samhället, samt på senare tid även som en följd av strukturomvandling i näringslivet, från energiintensiv industri till allt mer tjänsteproduktion. En liknande *decoupling* är även tänkbar på transportområdet. Tillväxt är inte med nödvändighet beroende av transportökningar eller vice versa.

Globaliseringen ökar transportbehovet

Globaliseringen har inneburit att produktionssystemen förändrats. Tack vare väl utbyggda transport- och kommunikationssystem har betydelsen av geografiska avstånd minskat. Det har lett till att marknaderna vidgats och att konkurrensen ökat. Trenden de senaste tjugo åren har varit att företagen omlokaliseras industrier, speciellt de som är arbetskraftsintensiva, i syfte att minska produktionskostnaderna. Det har också blivit vanligt med fusioner mellan företag som lett till ett mindre antal stora internationella företag som har produktionsenheter över hela världen. Produktionsenheterna ligger ofta på stort avstånd från de tänkta konsumenterna. Logistik har därför blivit en viktigare aspekt på produktion av varor och tjänster för många företag än tidigare.

Förändringar inom industriproduktionen

Inriktning på industristrukturen påverkar också godstransporternas utveckling. I Sverige har de industrier som producerar så kallade högvärdiga produkter, till exempel elektronik och läkemedel, haft större tillväxt än industrier som producerar pappersmassa, skogsprodukter o dylikt. Det har medfört att mängden gods har minskat. Trots det har transportarbetet ökat.

Högvärdiga produkter, speciellt elektronik, har lägre densitet (omvänt, är mer skrymmande) än lågvärdiga produkter. Just det högre förädlingsvärdet kan också innebära att incitamentet för rationaliserad logistik (tätare packning, högre fyllnadsgrad i lastbilar, bättre ruttplanering) är lägre. Transportkostnaden är en mindre andel av det totala produktionsvärdet/försäljningsvärdet än för lågförädlade produkter. Högvärdiga produkter transporteras i högre utsträckning med flexibla transportmedel än lågvärdiga produkter, vilket lett till en ökad efterfrågan på lastbilstransporter.

Vidare har den ökade specialiseringen inom industrin lett till att godstransporterna blivit allt mer styrda av kundens önskemål och möjligheterna att samordna transporter har därmed minskat. Denna utveckling har förstärkts av trenden mot att hålla allt mindre lager och istället ha varuflöden som kommer i rätt tid – ”just in time” - vilket i praktiken har inneburit krav på snabba och flexibla transporter. Detta kan också medföra att antalet tomma turer ökar. Resultatet av denna utveckling är att lastbilstransporterna ökar på bekostnad av andra färdmedel. Sedan vägtransportmarknaderna i Europa avreglerades har priserna på lastbilstransporter sjunkit, vilket också drivit upp efterfrågan.

Utrikeshandeln påverkar också godstransporterna. Idag står de nordiska länderna och Tyskland för merparten av Sveriges import och export. Utvecklingen i denna region har därför stor betydelse för godstransporterna. Vid en utvidgning av EU väntas utvecklingen i länderna kring Östersjön få en ökad betydelse för Sverige.

Bebyggelsestruktur och hushållens ekonomi påverkar persontransporterna

För persontransporterna är hushållens ekonomi en viktig faktor. Generellt sett leder ett ökat välstånd till att efterfrågan på transporter ökar. Ökad rörlighet ger bättre tillgång till arbete, utbildning, hälsovård och ett större socialt kontaktnät. Tack vare ett ökat välstånd öppnas fler möjligheter till aktiviteter på annan ort för den enskilde. Samtidigt har hushållens bilinnehav ökat. Ökade inkomster tillsammans med ett ökat bilinnehav kan användas som en indikator på ökat resande. Det som över tiden varit konstant är istället andelen av den disponibla inkomsten som läggs på resor, men även den tid som åtgår för resande har varit relativt konstant. Tack vare snabbare och relativt sett billigare transporter (per disponibel krona/km) reser vi idag också längre än tidigare för att ta oss till arbetet, social service och fritidsaktiviteter. Arbetstiden har också minskat i ett längre tidsperspektiv och följderna är att fritidsresor idag står för så mycket som en tredjedel av resorna i Sverige. Inom EU är turistresor den snabbast växande kategorin persontransporter.

En annan viktig förutsättning för persontransporternas utveckling är den kontinuerliga urbaniseringen. En tydlig tendens är att befolkningen blir mer koncentrerad till storstadsområdena. Samtidigt växer glest bebyggda bostadsområden upp i storstädernas utkanter. Det byggs också upp stora handelscentra längs vägarna utanför tätorterna.

En annan tendens är att boende och arbetsplatser blir allt mer utspridda, vilket får effekten att människor i större utsträckning väljer att pendla till sitt arbete. Om den generellt tilltagande urbaniseringen motverkas av gles bebyggelse i tätorternas utkanter, dålig rörlighet på bostadsmarknaden, otillräcklig kollektivtrafik, samt längre genomsnittliga avstånd till arbete och handelsplatser kan följderna vara ett ökat bilberoende för den enskilde.

Ett ökat användande av informationsteknik genom att utnyttja telekonferenser och distansarbete skulle kunna minska arbetsresorna. Samtidigt har de förbättrade kommunikationsmöjligheterna lett till att organisationen på företag förändrats och att människor fått ett större kontaktnät, vilket tillsammans lett till ett ökat behov av möten och resor. En kommunikationsundersökning från 1997 visade vidare att distansarbetande reser såväl mer som längre än andra.¹

Transportbehovet okänsligt för bränsleprisförändringar

Prisutvecklingen för oljeprodukter har också betydelse för användningens utveckling, men generellt sett är transportbehovet okänsligt för förändringar i resekostnader. Forskning har visat att en 10-procentig ökning av bränslepriser endast resulterar i 1–3 procent minskning av resorna², priselasticiteten är således relativt låg. Detta kan bero på att det är få individer som har möjlighet att förändra sitt resande gällande omfattning och färd sätt när de väl valt boplatz och arbete. Bränslekostnaden står dessutom för en liten del av den totala kostnaden för transporter med en ny bil. Ökade bränslekostnader kan ge incitament till fordonsindustrin att förbättra bränsleekonomin i fordonen. Detta kan illustreras av att USA och Australien tillhör de länder som har lägst bränslepriser i världen och högst bränsleförbrukning i nya personbilar. Under 1980-talet, i efterdyningarna till oljeprischockerna, var tendensen klar. Även i USA producerades då allt fler bensinsnåla bilar och de traditionella V8-motorerna blev inte längre särskilt gångbara på marknaden.

¹ Regeringens proposition 2001/02:20

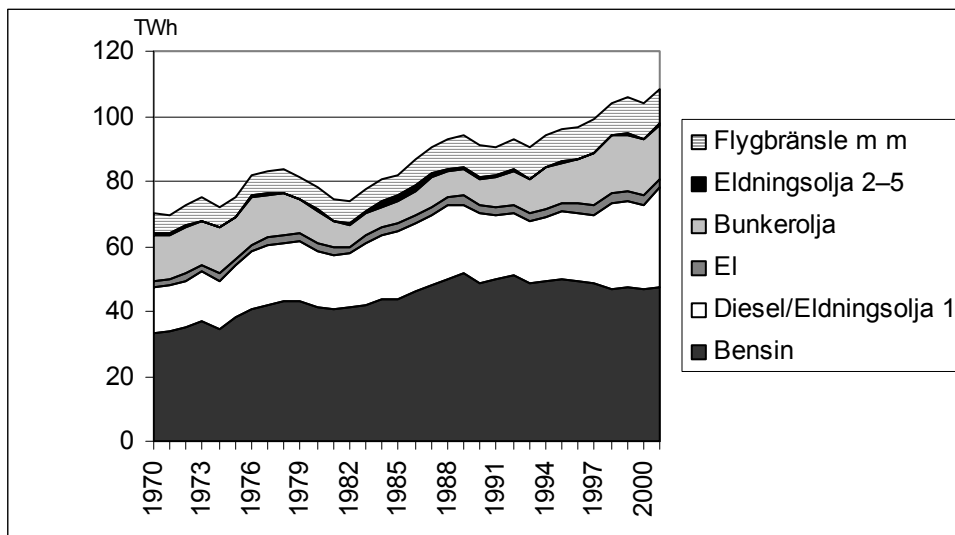
² Saving Oil and reducing CO₂-emissions in Transport, IEA 2001

Transportsektorns energianvändning

Energianvändningen i transportsektorn delas ofta in i fyra sektorer; vägtrafik, järnvägstransporter, sjöfart och luftfart. Vägtransporterna står för drygt 70 procent av transportsektorns totala energianvändning. Totalt sett står transportsektorn för 23 procent av den slutliga energianvändningen i Sverige. I den slutliga användningen i Sverige ingår inte olja som används för utrikes sjöfart.

Den totala slutgiltiga energianvändningen i transportsektorn var år 2001 i Sverige 108,5 TWh. Fossila bränslen svarar för drygt 97 procent, medan de övriga knappa 3 procenten består av el som används för järnvägstrafik. Biobränslen, som etanol, biogas och rapsmetylester (RME) används i första hand för stadsbussar och än så länge i mycket liten utsträckning. Av de fossila bränslena utgör bensin 44 procent och diesel 28 procent av användningen. Olja för utrikes sjöfart och flygbränsle står för 15 respektive 10 procent av den totala energianvändningen i transportsektorn. Diesel används främst i tunga fordon, endast knappt 5 procent av personbilar i trafik drevs med diesel år 2001. Detta är en låg andel i jämförelse med övriga EU, där 18 procent av personbilarna drivs med diesel.

Som framgår av Figur 1 har transportsektorns totala energianvändning i Sverige ökat med 55 procent mellan åren 1970–2001. Under 1970- och 1980-talen var det främst bensin- och dieselanvändningen som ökade. Mellan åren 1985–1990 ökade flygbränsleanvändningen kraftigt. Den ekonomiska krisen under 1990-talets första år ledde till att den totala energianvändningen sjönk under några år, men från och med år 1994 har den återigen ökat. Sedan dess är det främst diesel och bunkerolja som har ökat, medan bensinanvändningen har sjunkit.



Figur 1 **Energianvändningens utveckling inom transportsektorn, TWh.**

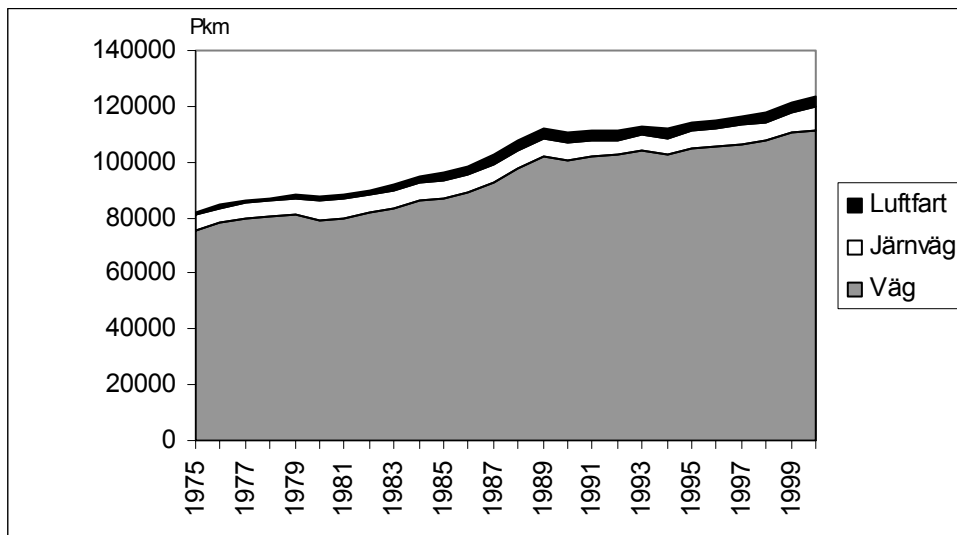
Källa: Energiläget 2002, Energimyndigheten.

Transportarbete är antalet personer eller gods vikt (alt. godsvolym) multiplicerat med den tillryggalagda sträckan. Måtten är personkilometer (personkm) respektive tonkilometer (tonkm) alt. kubikmeterkilometer (m^3km)

Utvecklingen av person- och godstransporter

Persontransporterna i Sverige domineras helt av vägtrafiken, vilket framgår av Figur 2. Ungefär 90 procent av allt transportarbete sker på väg.

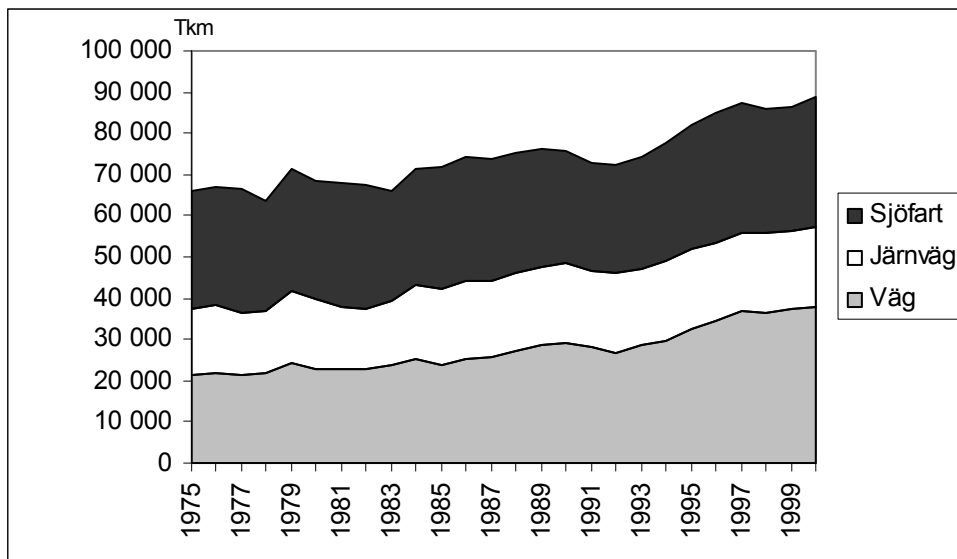
Persontransportarbetet har ökat med 50 procent sedan år 1975, främst på grund av ökade bil- och bussresor. En delförklaring är det ökade bilinnehavet. Idag har över 80 procent av befolkningen tillgång till minst en bil. Under 1990-talet har även flygresorna ökat kraftigt, men fortfarande står de för en liten del av transportarbetet.



Figur 2 Persontransporter i Sverige efter färdstätt mellan åren 1975–2000, miljoner personkilometer.

Källa: SIKA. Anm: Brott förekommer i statistiken.

Inom godstransporterna står sjöfarten och vägtrafiken för omkring 40 procent vardera av transportarbetet. På kortare sträckor dominerar lastbilen medan sjöfarten dominerar vid längre transporter. Under 1990-talets senare hälft har lastbilstransporterna ökat snabbare än övriga färdmedel, vilket framgår av Figur 3. Det förklaras dels med näringslivets krav på snabba och flexibla transporter och dels med att exporten på senare år har förändrats mot mer högvärdiga varor (mätt i kr/ton). Det innebär till exempel att elektroniska produkter och läkemedel transporteras i större utsträckning med lastbil.



Figur 3 Godstransporter efter transportsätt 1975–2000, miljoner tonkilometer.

Källa: SIKA. Anm: Brott förekommer i statistiken.

Fler, äldre och tyngre fordon

Antal fordon, ålder och vikt i fordonsparken är några viktiga faktorer som påverkar transportsektorns energianvändning. Merparten, 96 procent, av alla personbilar är bensindrivna. De senaste åren har antalet dieseldrivna personbilar ökat något. Det fanns också drygt 300 elbilar och 150 fordon som drivs med naturgas eller etanol. Utöver detta fanns det uppemot 2000 biogasfordon. Lätta lastbilar drivs både med bensin och diesel och tunga lastbilar drivs enbart med diesel. Som framgår av tabellen nedan har antalet fordon ökat kraftigt, framförallt antalet lastbilar och personbilar sedan 1970.

1000-tals fordon	1960	1970	1980	1990	1995	2000	2001
Personbilar totalt	1194	2288	2283	3601	3631	3999	4018
Varav bensin			2770	3494	3534	3804	3834
Diesel			113	105	96	194	185
Lastbilar	122	144	182	310	308	374	396
Bussar	8	14	13	15	15	14	14
Motorcyklar		45	54	100	117	167	191
Traktorer mm	184	244	299	334	325	326	325
Terräng Skotrar			74	137	147 ²⁾	143	146

Tabell 1 Fordon av olika slag i Sverige, 1000-tal.

1)Antalet MC som är i trafik sommartid, under vintern avregistreras hälften.

2)Avser 1994.

Källa: SCB, Bilindustriföreningen/AB Svensk Bilstatistik, SIKA.

Sett i ett EU-perspektiv har Sverige en gammal fordonspark. Varannan bil på de svenska vägarna är mer än tio år gammal. Inom hela EU är bara var tredje bil så gammal och av EU-länderna är det bara Finland som har en äldre fordonspark.³ Trots en hög nybilsförsäljning under några år i slutet av 1990-talet går förnyringen av den svenska fordonsparken relativt långsamt. En orsak är den låga skrotningstakten av gamla bilar. Bakom den låga skrotningstakten finns flera möjliga förklaringar. Dels har bilarna blivit av bättre kvalitet, dels har vi hårda fordonskontroller, vilket uppmuntrar till att hålla bilarna i gott skick. Dessutom har vi i Sverige större bilar än i övriga EU och eventuellt håller större bilar längre än mindre. Andelen personbilar som är äldre än tio år har ökat från 34 procent år 1974 till 61 procent år 1998. En annan anledning är den ekonomiska utvecklingen, eftersom nybilsförsäljningen i stor utsträckning styrs av inkomstutvecklingen i samhället. Under slutet av 1970-talet och i början av 1990-talet, då det rådde lågkonjunktur, sjönk andelen bilar nyare än fem år. Under senare delen av 1990-talet har dock även andelen nya bilar ökat. Även bussar och lastbilar har blivit äldre, andelen fordon över tio år har ökat markant mellan år 1974 och år 1998.

En annan trend är att fordonsparken har blivit tyngre med åren. Utvecklingen har pågått successivt sedan början av 1970-talet. För lastbilsparken ökar dock både antalet mycket tunga och lätta lastbilar. Det ökade antalet tyngre personbilar kan förklaras med att efterfrågan på personbilar med hög prestanda har ökat och av att det finns ett högt säkerhetsmedvetande hos svenska bilister. Dessutom tillverkar Volvo och Saab företrädesvis stora och medelstora bilar. Även de tyska tillverkarna, som länge haft en stark ställning på den svenska marknaden producerar övervägande stora och medelstora bilar. En tyngre bil är oftast säkrare än en lättare bil. När det gäller lastbilar och bussar är utvecklingen mot större fordon bränsleeffektiv, eftersom större fordon kan transportera mer gods respektive fler personer med avseende på bränsleförbrukningen.

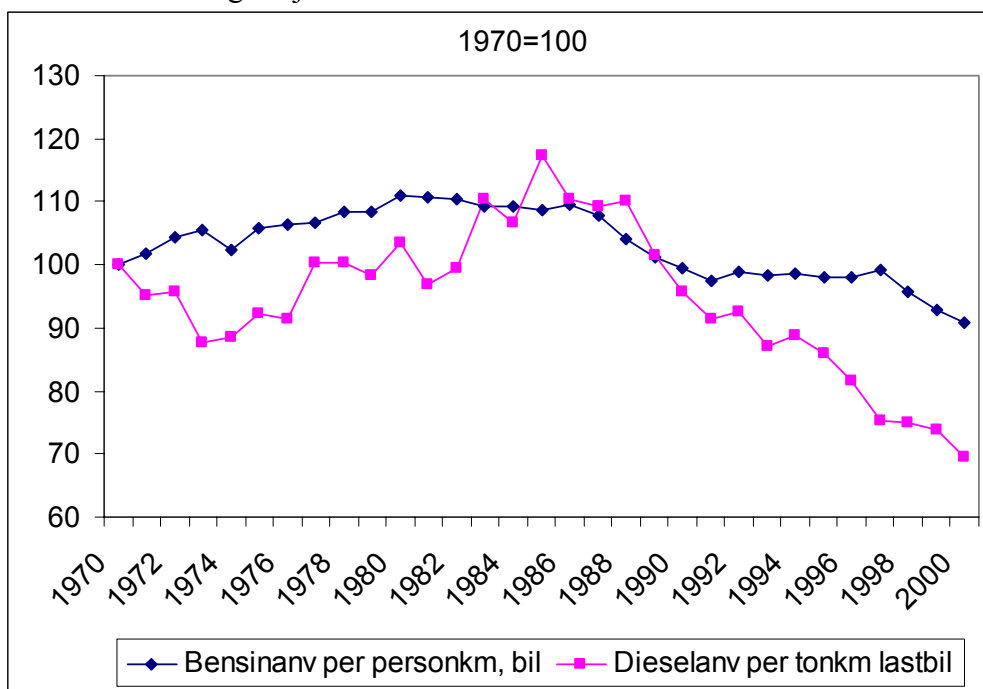
Utvecklingen av energieffektivitet

Effektivitet i transportsektorn kan mätas på olika sätt, bland annat genom att beräkna intensiteter av olika slag. Ett sätt är att beräkna bränsleanvändningen i termer av specifik användning, det vill säga i förhållande till antal personer eller mängd gods som transporteras och hur långt personen eller varan färdas. Det bör understrykas att den statistik som använts är osäker och att serierna innehåller brott, därför bör resultatet i figuren nedan tolkas med stor försiktighet.

Figur 4 visar att bensinanvändningen per transporterad personkilometer har legat på en förhållandevis jämn nivå under 1970-talet och fram till mitten av 1980-talet. Därefter sjönk användningen per personkilometer fram till mitten av 1990-talet. Anledningen till att bensinanvändningen per personkilometer varit konstant under 1990-talets början beror på att andelen tunga bilar ökat. Den minskade bränsleförbrukningen skulle kunna förklaras med större andel nya fordon än tidigare och minskad förbrukning i nya bilar sedan 1995. Dieselanvändningen i

³ Bilismen i Sverige 2001.

lastbilar per tonkilometer har ökat påtagligt ända fram till slutet av 1980-talet när trenden vände och användningen vände nedåt. Den minskade användningen sedan dess beror troligen på att andelen tunga lastbilar ökat och att den genomsnittliga bränsleförbrukningen sjunkit för lastbilar.



Figur 4 Utvecklingen av energianvändning per utfört transportarbete, index 1970=100.

Anm. Brott i statistiken förekommer. Uppgifter för persontransportarbete med bil 1999 och 2000 saknas.

Källa: SCB, SIKÅ.

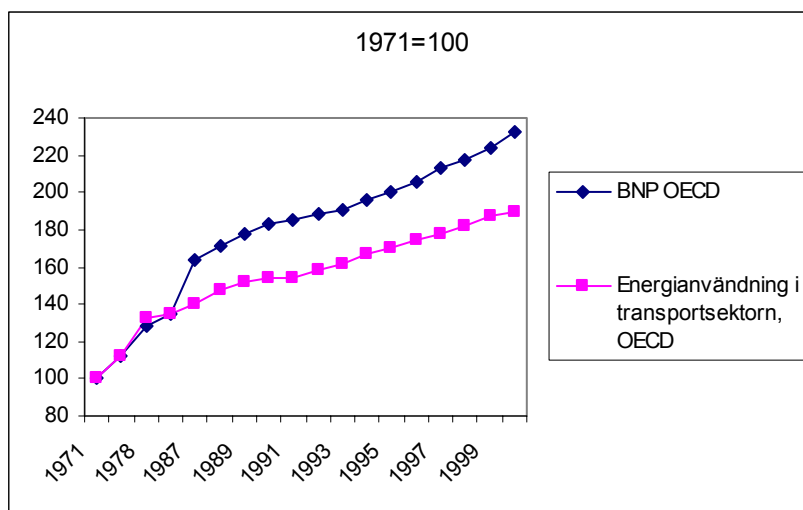
Transportsektorns energianvändning i världen

Den slutliga energianvändningen i transportsektorn i världen har mer än fördubblats sedan år 1971. Den största ökningen skedde under 1970- och 1980-talen, men ökningstakten skiljer sig mellan länderna. I Sverige har ökningen varit 63 procent, medan Japans transportsektor ökat användningen med 155 procent och i länderna utanför OECD⁴ har ökningen varit 174 procent.

Under samma period har världens BNP ökat med 137 procent. Även här finns skillnader mellan länder. Sveriges BNP har ökat minst med 78 procent, medan Japans ökat med 154 procent och länderna utanför OECD har haft en ökning på drygt 160 procent. Sveriges relativt sett lägre BNP-ökning kan vara en bakomliggande orsak till att förnygringen av fordonsparken går långsammare än i andra länder.

⁴ OECD-länderna omfattar alla större västeuropeiska länder, Tjeckien, Ungern, Slovakien, Turkiet, Japan, USA, Korea, Mexiko, Turkiet. Övriga länder är "länder utanför OECD".

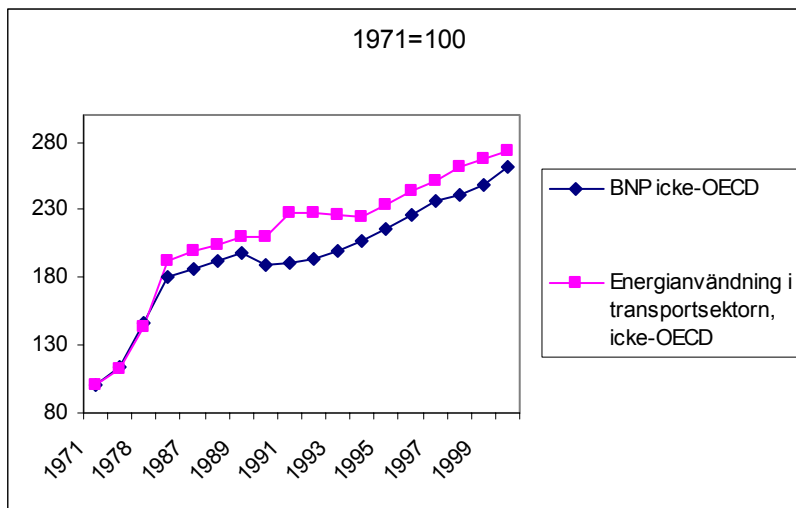
I Figur 5 - Figur 7 framgår ett samband mellan transportsektorns energianvändning och den ekonomiska utvecklingen. Det finns dock en skillnad mellan utvecklingen inom och utom OECD. I OECD-länderna ökade energianvändningen i samma takt som den ekonomiska tillväxten fram till slutet av 1970-talet. Mellan åren 1978 och 1985 var BNP-tillväxten större än energianvändningen, men från och med 1985 har den ekonomiska tillväxten och energianvändningen återigen haft samma ökningstakt. Totalt sett har ökningstakten för BNP varit högre än ökningstakten i energianvändning. I länderna utanför OECD gäller motsatta förhållanden. Här har energianvändningen ökat mer procentuellt än BNP. Dessutom kom avmattningen i energianvändningens ökningstakt några år senare än för OECD-länderna. I Sverige har energianvändningen ökat mer än BNP under en större del av perioden. Först i början av 1990-talet dämpades ökningstakten och från och med 1997 har BNP ökat mer än transporterernas energianvändning.⁵



Figur 5 Utveckling av BNP och energianvändning 1971–2000 i OECD

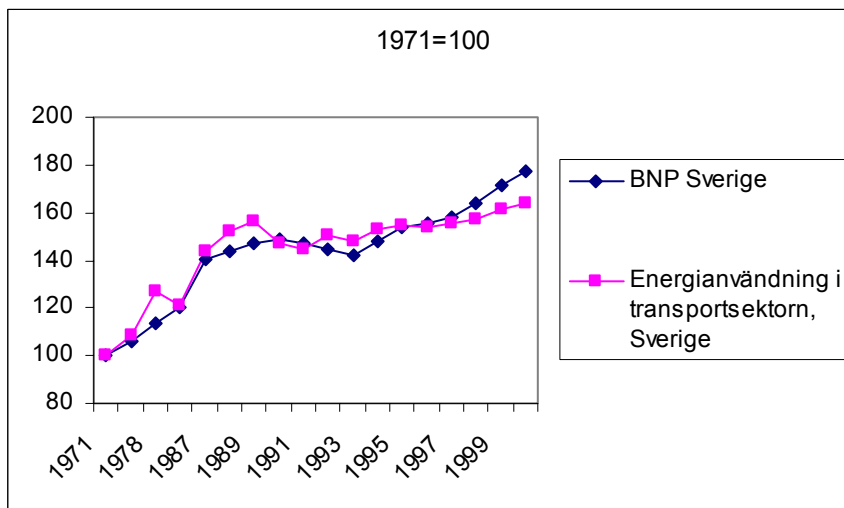
Källa: Balances of OECD-countries 1999–2000, Balances of non-OECD countries 1999–2000, OECD/IEA 2002.

⁵ Det kan vara värt att påminna om att den totala energianvändningen i Sverige varit relativt konstant (exklusive kärnkraftens förluster) under en längre period, samtidigt som BNP fortsatt att öka. Detta fenomen kallas ibland *decoupling* och kan förklaras både av energieffektiviseringar i industrin och bostadssektorn, och av att det skett en strukturomvandling i näringslivet från tillverkande och energiintensiv industri mot allt mer tjänsteproduktion.



Figur 6 BNP-utveckling och energianvändning 1971–2000 i länderna utanför OECD.

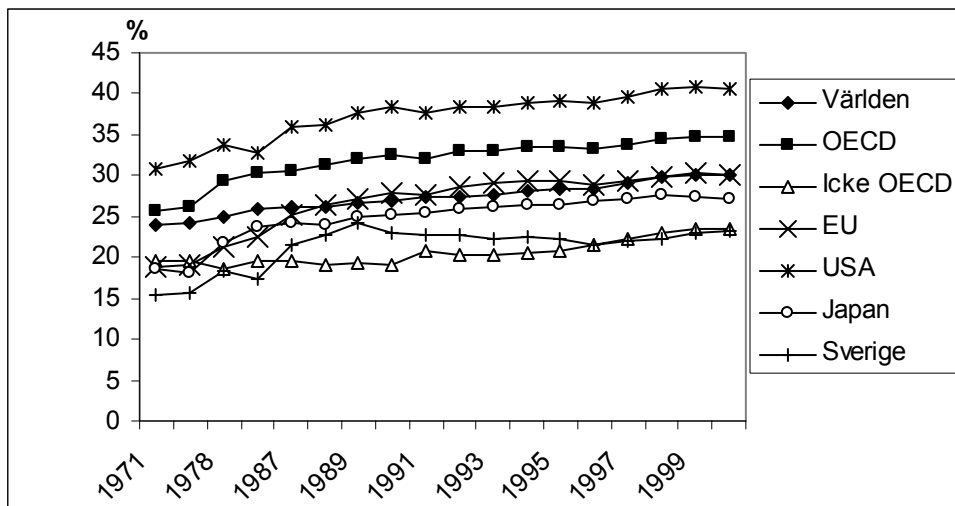
Källa: Balances of OECD-countries 1999–2000, Balances of non-OECD countries 1999–2000, OECD/IEA 2002



Figur 7 Utveckling av BNP och energianvändningen 1971–2000 i Sverige.

Källa: Balances of OECD-countries 1999–2000, OECD/IEA 2002.

Som framgår av Figur 8 har transportsektorns andel av världens totala slutliga energianvändning ökat från 24 till 30 procent. Andelen har ökat såväl inom OECD som i länderna utanför OECD. I USA är transportsektorns andel högst av de jämförda länderna och Sveriges ligger lägre än både EU och OECD totalt, vilket delvis kan förklaras av vårt klimat, som kräver större andel energi för uppvärmning och att vår industri är förhållandevis energiintensiv.



Figur 8 Transportsektorns andel av total slutlig energianvändning, procent.

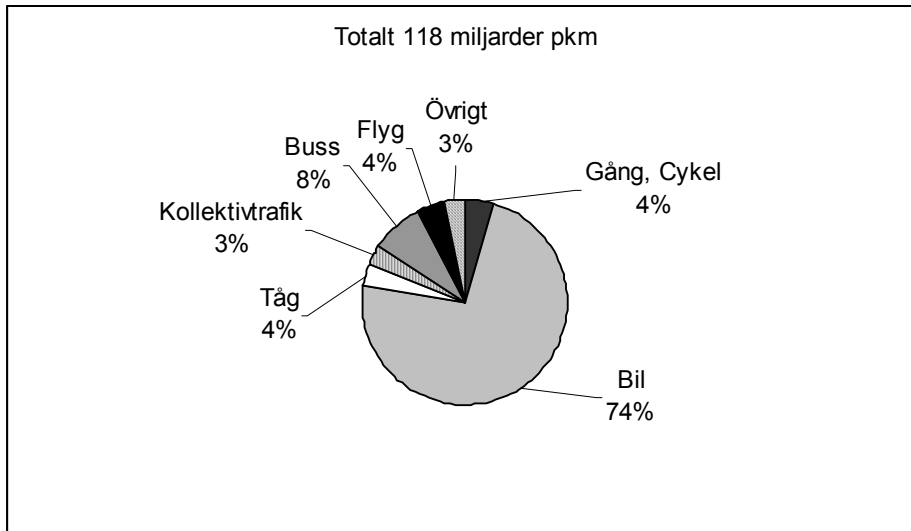
Källa: Balances of OECD-countries 1999–2000, Balances of non-OECD countries 1999–2000, OECD/IEA 2002.

Utvecklingen inom transportsektorn i EU och USA uppvisar samma mönster som utvecklingen i Sverige. Inom EU är transportsektorn den sektor som växer snabbast. Transportsektorns energianvändning har mer än fördubblats sedan 1970 och transportsektorn står idag för 30 procent av den slutliga energianvändningen. Under denna period har biltrafiken fördubblats, medan järnvägsresandet ökat med cirka 30 procent på persontransportsidan. Inom godstrafiken har lastbilstransporterna tredubblats samtidigt som järnvägstransporterna minskat med 15 procent.⁶

I USA har energianvändningen i transportsektorn ökat med knappt 60 procent sedan 1970 och transportererna står för 40 procent av den slutliga energianvändningen. Vägtrafiken står för den största delen av ökningen. Biltrafiken har i det närmaste fördubblats och busstrafiken har fyrdubblats. Även flygtrafiken har fyrdubblats och står idag för 11 procent av persontransporterna, vilket är en högre andel än i Sverige, EU och Japan. Järnvägen står endast för 0,3 procent av persontransporterna i USA.

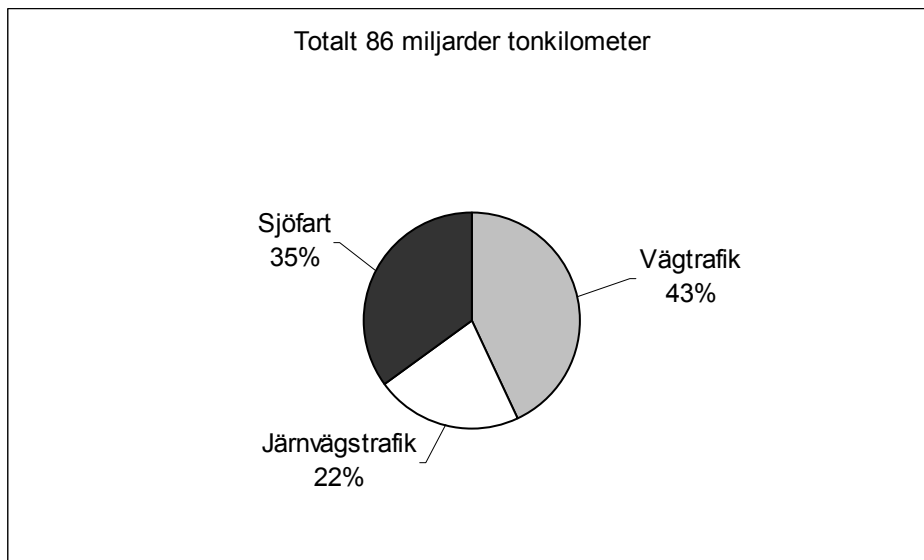
För gods har järnvägstransporterna ökat med 80 procent, medan lastbilstransporterna har ökat med hela 150 procent. Järnvägen har en större andel av godstransporterna (räknat i tonkm) i USA än i övriga länder, nästan 40 procent jämfört med 8 procent i EU, 4 procent i Japan och 22 procent i Sverige. Även transporter via olje- och gasledningar står för en stor andel (16 procent) av godstransporterna i USA.

⁶ Energy and Transport, Europeiska Kommissionen 2001.



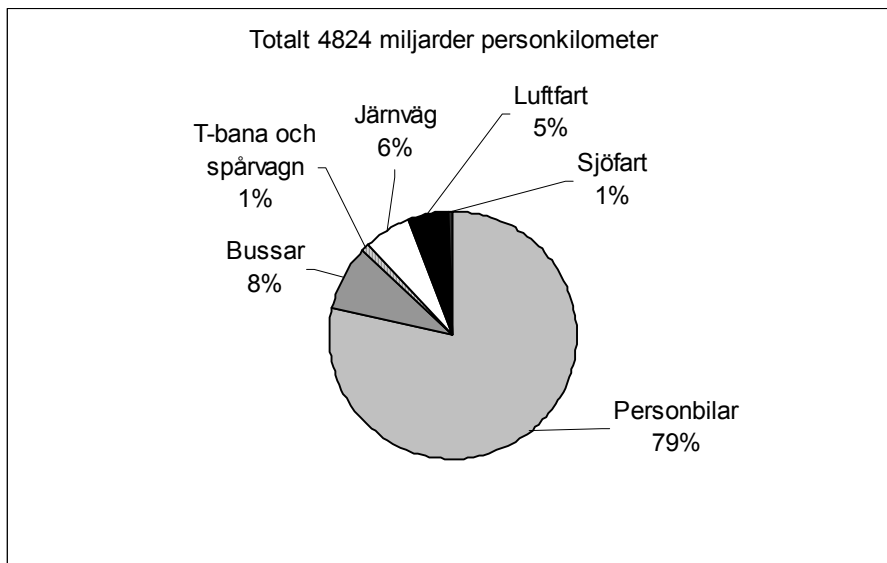
Figur 9 Persontransporter i Sverige 1998 fördelat på transportslag.

Källa: SIKA.



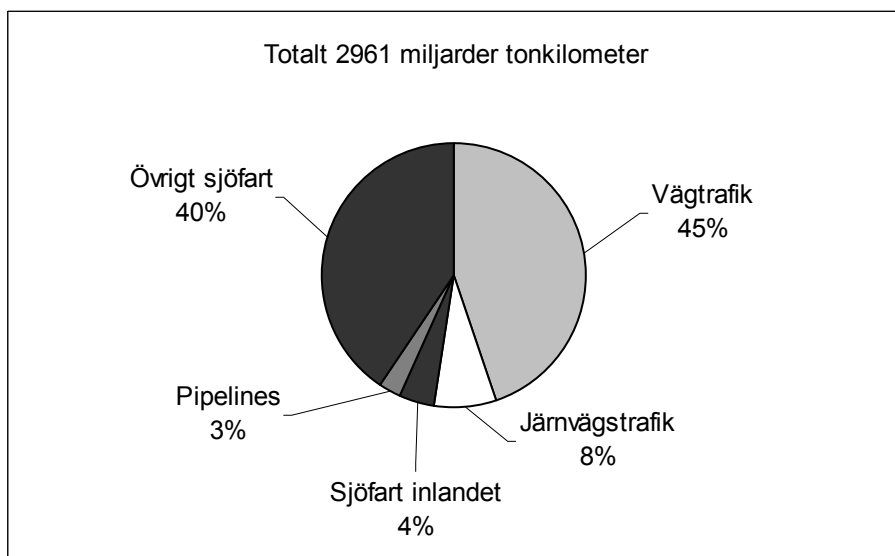
Figur 10 Godstransporter i Sverige 1999 fördelat på transportslag.

Källa: SIKA.



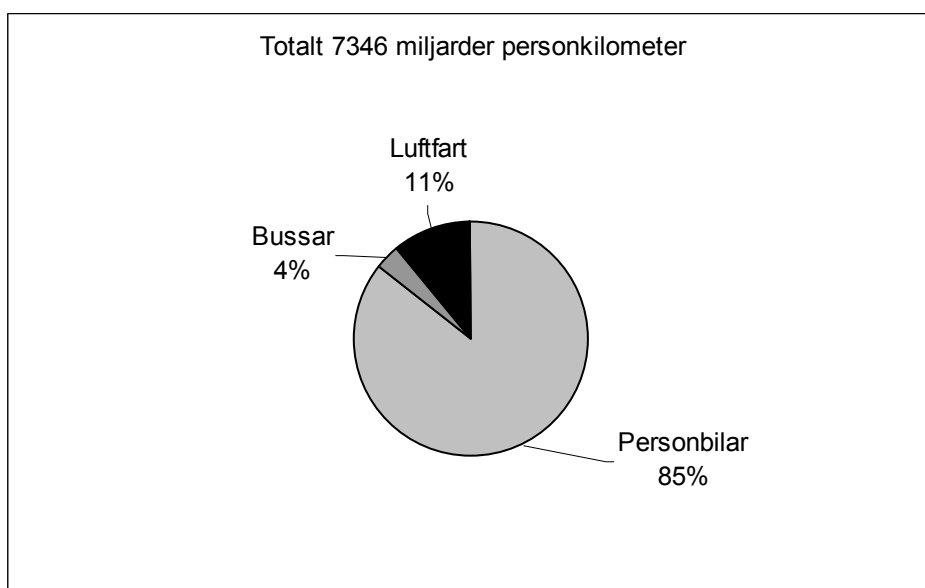
Figur 11 Persontransportarbetet i EU 1999 fördelat på transportslag, miljarder personkilometer.

Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.



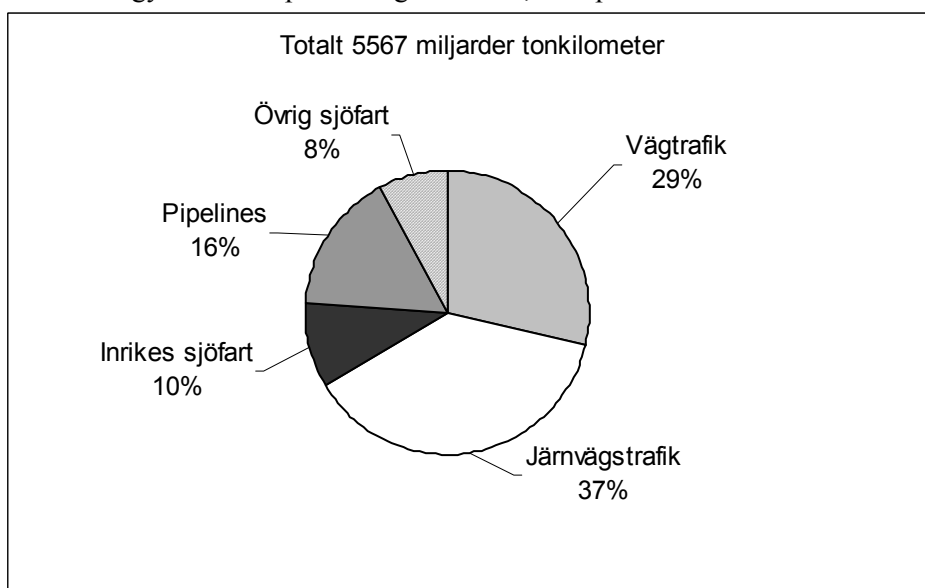
Figur 12 Godstransporter i EU 1999 fördelat på transportslag, miljarder tonkilometer.

Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.



Figur 13 Persontransportarbete i USA 1999 fördelat på transportslag, miljarder personkilometer.

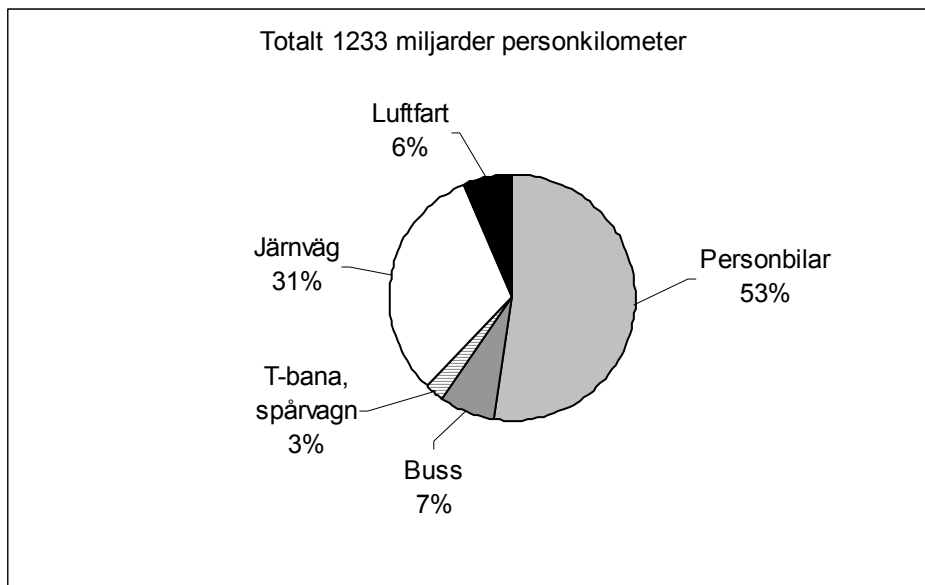
Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.



Figur 14 Godstransporter i USA 1999 fördelat på transportslag, miljarder tonkilometer.

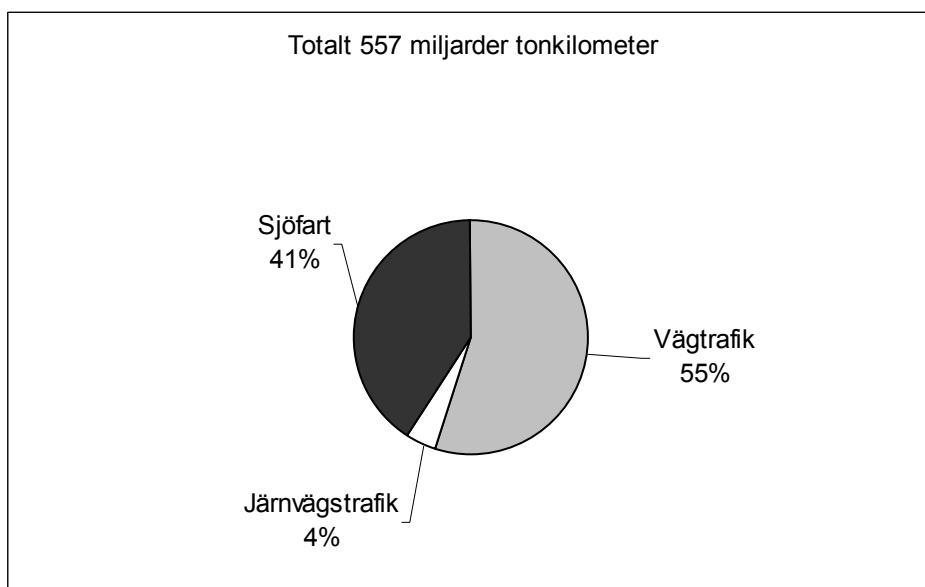
Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.

I Japan ser fördelningen mellan färdmedel något annorlunda ut. Järnvägen har avsevärt större andel av persontransporterna än i både i EU, Sverige och USA. Fördelningen mellan transportslag för godstransporterna i Japan liknar den i EU, vilket innebär att sjöfarten har större andel och järnvägen mindre andel än i USA och Sverige.



Figur 15 Persontransporter i Japan 1999 fördelat på transportslag.

Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.



Figur 16 Godstransporter i Japan 1999 fördelat på transportslag.

Källa: Energy and Transport in Figures 2002, European Commission.

Transportsektorns miljöpåverkan

Transportsektorn är en källa till negativ miljöpåverkan, bland annat klimatpåverkan, försurning och hälsoskadliga utsläpp. I Tabell 2 nedan indikeras vilka utsläpp från transportsektorn som har negativ miljöpåverkan. Fossila bränslen är fortfarande helt dominerande som drivmedel och förbränningen av dessa påverkar både den naturliga miljön och människors hälsa. Luftföroreningar från trafiken kan vara en bidragande orsak till ökade problem med allergier och astma i samhället. Detta är ett speciellt svårt problem i tätorterna, där höga halter av luftföroreningar förekommer.

Transportsektorn och miljö kvalitetsmål

Transportsektorn påverkar flera av Riksdagens miljömål. De femton miljömålen har formulerats utifrån den miljöpåverkan som naturen tål och definierar tillståndet för miljön i Sverige som miljöarbetet ska sikta mot. Det konkreta miljöarbetet kommer att förstärkas under de kommande åren. Regeringen föreslår en ”Strategi för effektivare energianvändning och transporter”, där varje strategi är en kombination av åtgärder och styrmedel som ska möjliggöra en god kostnadseffektivitet. Tre miljö kvalitetsmål som påverkas av vägtransporter är *Begränsad klimatpåverkan*; *Frisk luft*; och *Bara naturlig försurning*. De beskrivs kortfattat nedan.

Målet *Begränsad klimatpåverkan* inriktar sig på att reducera koldioxidutsläppen, och halten ska stabiliseras på 1990 års nivå. Halterna av de övriga växthusgaserna i atmosfären ska inte heller öka. För att detta mål ska nås krävs ett samarbete med insatser i flera länder. Detta miljö mål behandlas separat i en särskild proposition om svensk klimatstrategi. Miljö kvalitetsmålet *Frisk luft*, är nedbrutet på olika delmål som innebär åtgärder och styrmedel av halterna av svaveldioxid, kvävedioxid, marknära ozon och flyktiga organiska ämnen (VOC). I det tredje kvalitetsmålet, *Bara naturlig försurning*, nämns bland annat att depositionen av försurande ämnen inte ska överskrida den kritiska belastningen för mark och vatten. Delmålen här är bland annat att halterna svaveldioxid och kväveoxider ska reduceras till år 2010.

Utsläpp till luft från vägtrafiken i Sverige och internationellt

Den största delen av Sveriges bidrag (cirka 85 procent) till växthuseffekten kommer från utsläpp av koldioxid (CO₂), som uppstår vid förbränning av fossila bränslen.

Andra utsläpp som är direkt förknippade med vägtransporter är kolmonoxid (CO) samt svaveldioxid (SO₂), kväveoxider (NO_x) och flyktiga organiska ämnen (VOC). Generellt sett ökade utsläppen från trafiken mycket kraftigt mellan 1950 och 1980 i takt med att personbilstrafiken ökade. Med början i det tidiga 1970-

talet minskade vissa utsläpp genom en rad åtgärder, till exempel genom en sänkning av blyhalten i bensin liksom att bilarnas bränsleförbrukning minskade. En annan viktig faktor som har påverkat utsläppen var införandet av katalysatorer i bilarna fr.o.m. 1989-års modell.

Nedan följer en kort beskrivning av de mest betydande utsläppen från vägtrafiken i Sverige och globalt och deras påverkan på miljön.

Miljöpåverkan	Emissioner, utsläpp								
	NO _x	HC	CO	CH ₄	N ₂ O	Partiklar	PAH	SO _x	CO ₂
Klimatpåverkan				X	X				X
Försurning av mark och vatten	X							X	
Bildning av marknära ozon	X	X							
Lokala luftföroreningar	X	X	X	X	X	X	X		
Övergödning av mark	X								
Påverkan av mark och vatten				X		X			
Skador på skördeutfall	X	X							
Påverkan på skog	X	X							

Tabell 2 Utsläpp från drivmedel som påverkar miljön.

Källa: Bearbetad från Miljöeffekter (klimat, hälsa, miljö) av alternativa drivmedel.

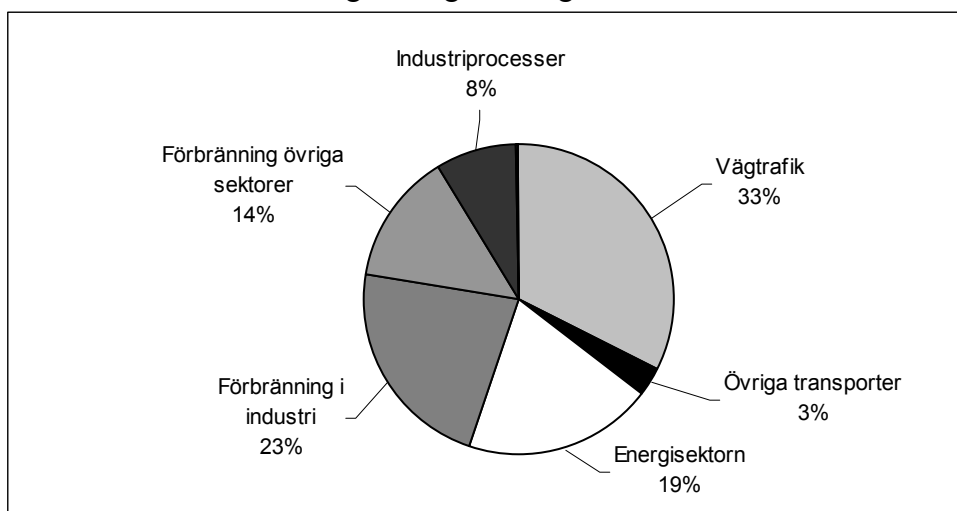
Koldioxid

Transportsektorn i Sverige svarade för 36 procent av de totala utsläppen av koldioxid till luft år 2001. Det finns ännu inte någon teknik som kan reducera koldioxidutsläppen vid förbränning utan den mängd koldioxid som släpps ut beror på det drivmedel som används.⁷ Vid all förbränning sker utsläpp av koldioxid oavsett om bränslet är av fossilt ursprung eller från förnybara källor. Vid förbränning av fossila bränslen återförs tidigare bundet kol som koldioxid till atmosfären, som därmed får en högre halt koldioxid. Vid förbränning av bränslen som kommer ifrån förnybara energikällor, räknas utsläppen av koldioxid inte som

⁷ Visserligen diskuteras idag s.k. koldioxidavskiljning som ett sätt att kunna fortsätta använda fossila bränslen med kraftigt begränsad klimatpåverkan, men denna teknik är ännu på forskningsstadiet och lämpar sig snarast vid storskalig förbränning, inte för mindre förbränningsmotorer.

en höjning av halten i atmosfären då biomassan under tillväxten har bundit motsvarande mängd koldioxid.

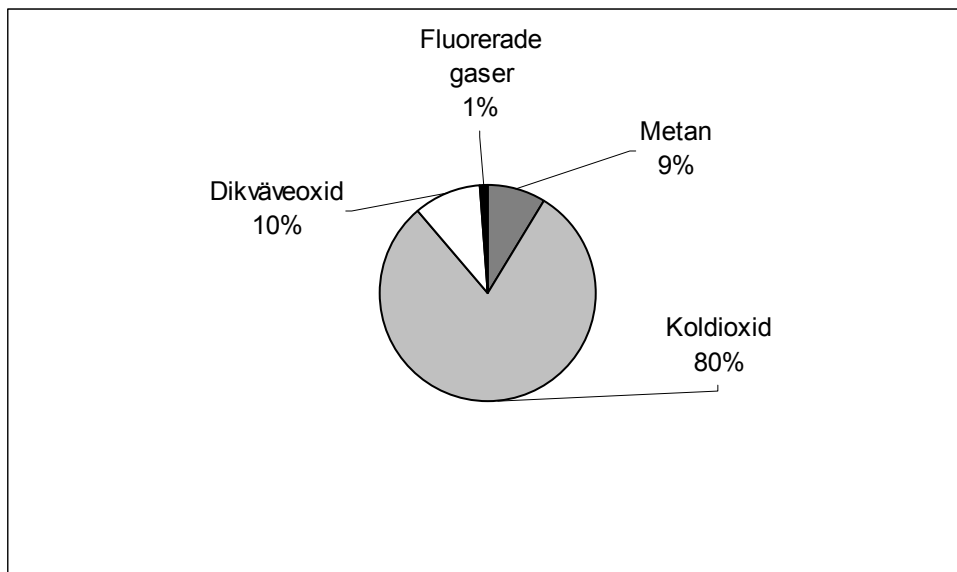
Sverige har internationellt sett en gynnsam situation vad gäller koldioxidutsläpp tack vare en låg påverkan från energisektorn som helhet, men det gör det också svårare att idag hitta kostnadseffektiva reduktioner. Transportsektorn är den sektor där förhållandevis lite är gjort hittills för att minska koldioxidutsläppen. Det finns en stor potential för att minska koldioxidutsläppen i transportsektorn. Detta kan minska de totala utsläppen av koldioxid i energisystemet. Mellan åren 1990 och 1999 har Sveriges koldioxidutsläpp ökat med cirka 6 procent i transportsektorn. I prognoser som redovisas i Sveriges tredje nationella rapport till Klimatkonventionen väntas koldioxidutsläppen öka med 20 procent mellan 1997–2020, exklusive utrikes sjöfart och flyg. Fördelning av koldioxidutsläpp efter verksamhetsområde i Sverige framgår av Figur 17.



Figur 17 Koldioxid till luft från olika utsläppskällor i Sverige år 2000.

Källa: MI 18 SM0201, SCB.

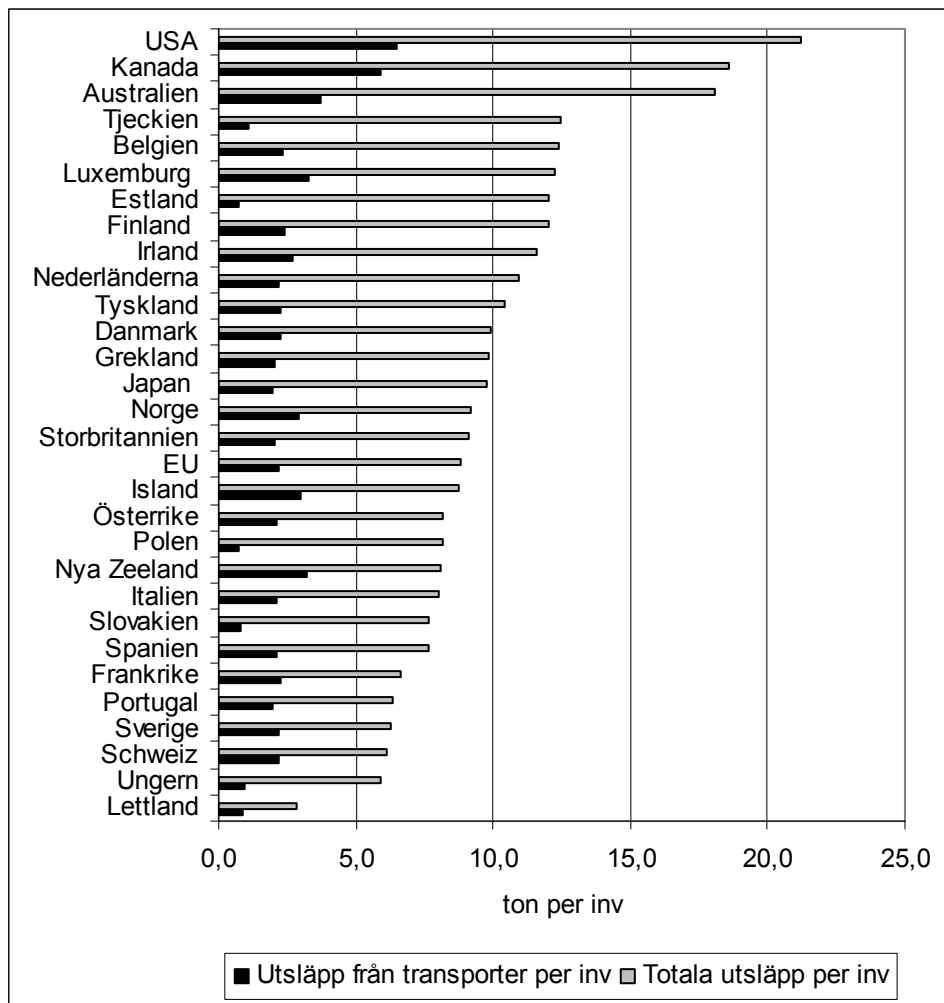
Koldioxid är den växthusgas som idag står för det största bidraget till utsläppen av växthusgaser. Koldioxid, liksom vissa andra växthusgaser som metan (CH_4), fluorkolväten (FC), dikväveoxid (N_2O), ofullständigt halogenerade fluorkarboner (HFC) och svavelhexafluorid (SF_6), ökar i atmosfären och förstärker den naturliga växthuseffekten. Sveriges utsläpp av växthusgaserna redovisas i Figur 18. Ökningen av växthusgaser riskerar på sikt att förändra jordens klimat. En viktig del av miljöarbetet i framtiden ligger därför i att reducera koldioxidutsläppen.



Figur 18 Utsläpp av växthusgaser i Sverige år 2000, koldioxidekvivalenter.

Källa: MI 18 SM0201, SCB.

Länderna inom OECD står för drygt hälften av de totala utsläppen av koldioxid från energianvändningen i världen, och USA står för den största enskilda andelen av dessa utsläpp. USA står dessutom för de högsta utsläppen per invånare, vilket åskådliggörs i Figur 19. USA har även högst utsläpp per invånare från transportsektorn. Förklaringarna är flera, USA är ett relativt glest befolkat land med långa avstånd och har ett högt bilinnehav. Dessutom är bränsleskatterna låga. USA har en mer privatbilsinriktad transportkultur än i Europa och i allmänhet mindre utbyggd kollektivtrafik i flertalet städer. Generellt sett är utsläppen från transportsektorn räknat per invånare störst i glest befolkade länder med hög ekonomisk tillväxt, till exempel Kanada, Norge, Nya Zeeland. Även Luxemburg har stora utsläpp från transportsektorn, vilket kan förklaras med att landet har stor genomfartstrafik, men också hög levnadsstandard. Jämfört med andra industrialiserade länder är koldioxidutsläppen förhållandevis låga i Sverige räknat per invånare. Det beror på att andelen fossila bränslen i energisystemet uppgår till 40 procent, medan motsvarande andel i OECD-länderna uppgår till i genomsnitt 80 procent. I Sverige, liksom andra länder på våra breddgrader, används en stor andel av den totala energitillförseln till uppvärmning, som mestadels baseras på el och fjärrvärme (biobränslen m.m.). År 2000 var de svenska utsläppen drygt 6 ton koldioxid per invånare.



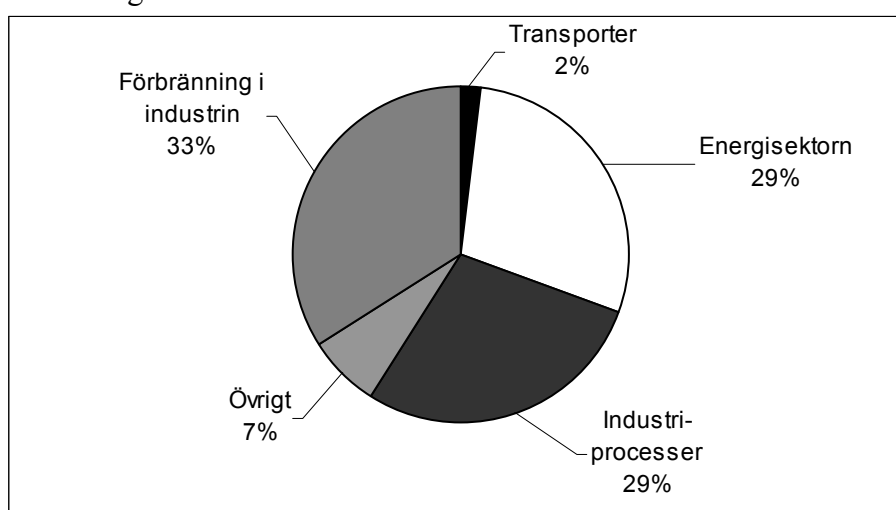
Figur 19 Utsläpp av koldioxid per invånare 2000.

Källa: www.unfccc.de, Energy Balances of OECD countries and Energy Balances of non-OECD countries 1999–2000, IEA/OECD 2002.

Svaveldioxid

Svaveldioxiden, som i luften omvandlas till svavelsyra, är den viktigaste orsaken till försurning av mark och vatten. Försurande svavelföreningar transporteras långa sträckor innan de faller ner med nederbörden. En stor del av svavelnedfallet i Sverige kommer från andra länder som till exempel Storbritannien, Tyskland, Polen och Danmark. Sedan början av 1970-talet är försurningen ett av de mest uppmärksammas miljöproblemen i Skandinavien, då våra jordarter generellt motverkar försurning sämre än jordarterna i övriga Europa. Försurningen leder till att skadliga metaller fälls ut i mark och vatten, bland annat aluminium. En av de allvarliga effekterna av detta är att svavelutsläppen kan ge direkta skador på vegetationen och bland annat orsaka skogsdöd. Dessutom försämras livsbetingelser för många känsliga djur och växtarter som minskar kraftigt i antal eller försvinner från drabbade områden.

Nedfallet av svaveldioxid har minskat kraftigt sedan slutet av 1970-talet och under senare år har inga halter mätts som överstiger riktvärdet för tätortsluft. År 2000 svarade vägtrafiken för cirka 2 procent av svaveldioxidutsläppen i Sverige (se Figur 20). Sedan 1985, då utsläppen var som störst, har utsläppen minskat med cirka 96 procent. Jämfört med 1980 års nivå skulle svavelutsläppen minska med 80 procent fram till år 2000. Målet uppnåddes redan 1993. De främsta orsakerna till det är att en svavelskatt infördes och att oljeanvändningen minskade. Sveriges oljeimport förändrades också genom att svavelrik Mellanösternolja ersattes med import av svavelfattig Nordsjöolja. En fortsatt sänkt svavelhalt i bränslet är dock av stort intresse i utvecklingen mot allt mindre skadliga utsläpp. Det är bland annat viktigt för att tekniskt avancerade katalysatorer som är under utveckling ska kunna fungera effektivt.



Figur 20 Svaveldioxidutsläpp i Sverige 2000.

Källa: MI 18 SM0201, SCB.

I flera europeiska länder har också utsläppen av svaveldioxid minskat, vilket framgår av tabellen nedan. Dessa minskningar har kraftigt påverkat svaveldioxidnedfallet i Sverige. Mellan åren 1980 och 1995 mer än halverades utsläppen i Europa och mellan 1990 och 1997 minskade svaveldioxidutsläppen med 45 procent.⁸

⁸ Energiläget 2002.

Land	Skillnad år 1998 jämfört med år 1980 i procent
Sverige	-90
Österrike	-88
Finland	-85
Norge	-85
Danmark	-83
Tyskland	-83
Storbritannien	-67
Polen	-54

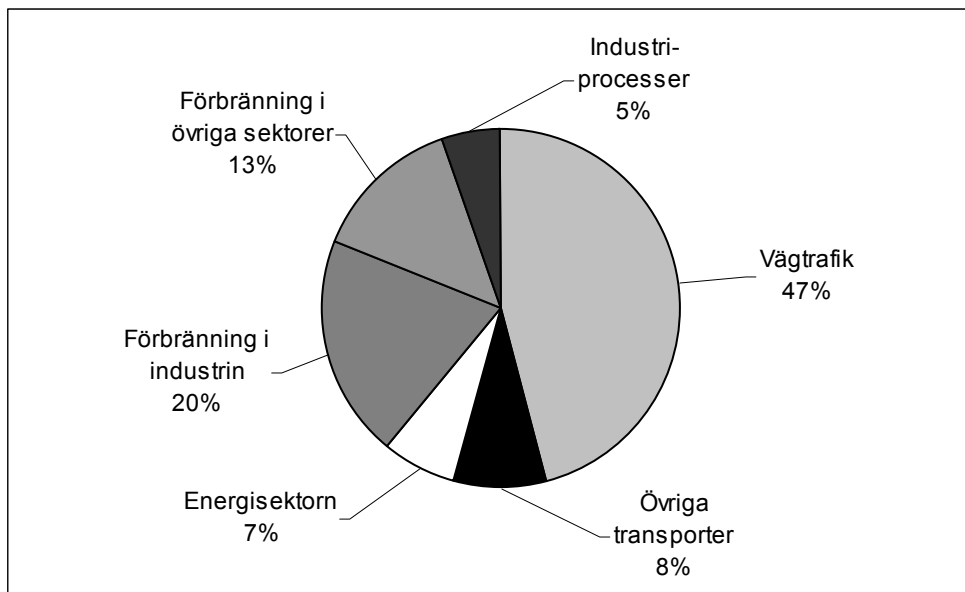
Tabell 3 Förändringar av svavelutsläpp i några europeiska länder.

Källa: EMEP.

Kväveoxider

Kväveoxider (NO_x) avser både kväveoxid (NO) och kvävedioxid (NO₂). De är gasformiga ämnen som bildas vid förbränning och sprids i luften. En stor del av de kväveoxider som faller ned i Sverige har ett långväga ursprung. Utsläpp av kväveoxider orsakar stora mängder nedfall av kväveföreningar och bidrar bland annat till övergödningen av omgivande hav. Östersjön har drabbats hårt av kvävenedfallet, vilket kraftigt påverkar både växt- och djurlivet. Kvävenedfallet påverkar också växtligheten på land. I de områden där kvävenedfallet har varit extra kraftigt och marken inte har kunnat tillgodogöra sig kvävet, har utsläpp av kväveoxider också varit en bidragande orsak till försurning. Kvävenedfallet bidrar även till bildning av marknära ozon, som ger skador på växtligheten och orsakar förluster inom jordbruket.

Vägtrafiken står för den största andelen av kväveoxidutsläppen, 47 procent år 2000, vilket åskådliggörs i Figur 21. Värst drabbade är tätorterna där trafiken bidrar med 70–80 procent av de lokala utsläppen av kväveoxider. Utsläppen har dock minskat med 38 procent sedan år 1980 tack vare att katalytisk avgasrening införts på personbilar från och med 1989 års modell. År 2001 hade 73 procent av alla personbilar katalysatorer. Nya, effektivare katalysatorer är under utveckling. De nya katalysatorerna kräver ett lågsvavligt bränsle, då svavel stör reningsprocesserna. Inom EU-länderna har utsläppen av kväveoxider minskat från år 1991 tack vare krav på katalytisk avgasrening. Minskningen gäller både persontrafik och tung trafik.



Figur 21 Fördelning av kväveoxidutsläppen i Sverige 2000.

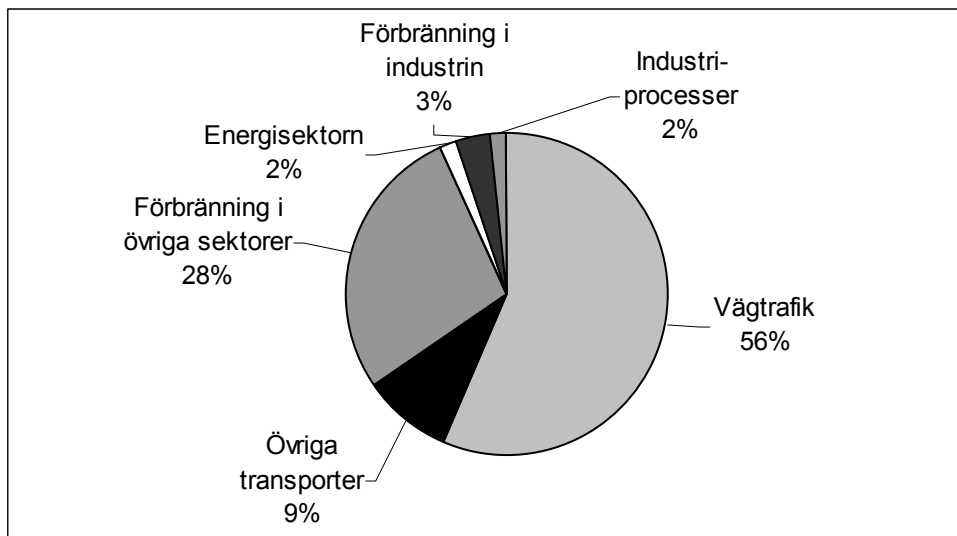
Källa: MI 18 SM0201, SCB.

Kolmonoxid

Som framgår av Figur 22 står vägtrafiken för 56 procent av de totala utsläppen av kolmonoxid i Sverige. Utsläppen av kolmonoxid sker idag främst från bensindrivna bilar. Kolmonoxid bildas vid ofullständig förbränning, vilket är speciellt påtagligt vid tomgång, höga varvtal och när motorn är kall. Ett sätt att minska utsläpp av kolmonoxid är att använda motorvärmare vid kallstart. Med motorvärmare minskas de totala utsläppen till cirka hälften.

Utsläppen av kolmonoxid minskade också kraftigt tack vare katalysator. En bil som utrustats med katalysator beräknas under sin livstid släppa ut 70–90 procent mindre kolmonoxid och kolväten än en bil utan katalysator. Utsläppen av kolmonoxid har minskat med cirka 10 procent jämfört med år 1996. Även inom EU har kolmonoxidutsläppen minskat.

Utsläppen av kolmonoxid ger främst upphov till lokala problem i tätorterna. Globalt är det en av de gaser som bidrar till växthuseffekten. Vid marknivå kan utsläppen påverka hjärtsjuka personer då syreupptagningen blir nedsatt.



Figur 22 Utsläpp av kolmonoxid från olika källor i Sverige, 2000.

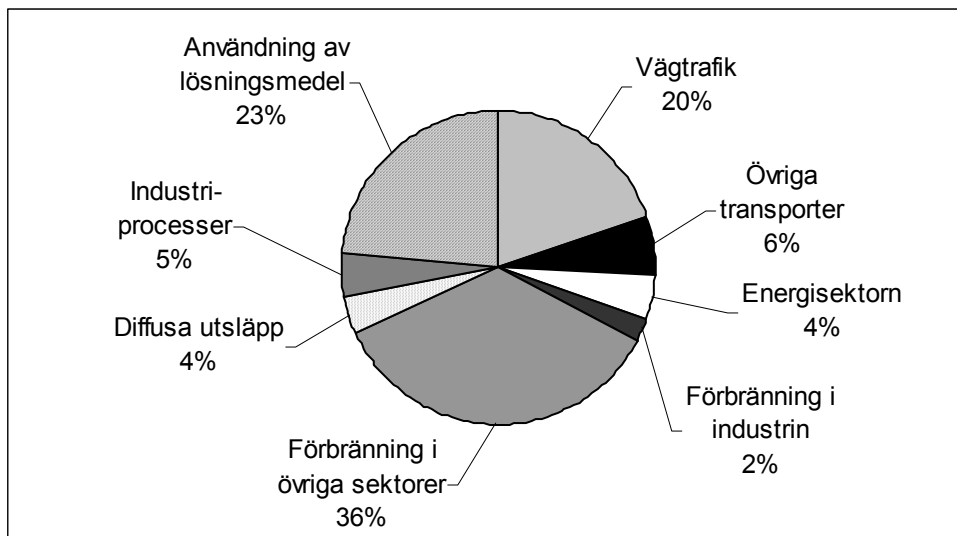
Källa: MI 18 SM0201, SCB.

Kolväten, flyktiga organiska ämnen och ozon

Flyktiga organiska ämnen benämns ”VOC”, av engelskans *volatile organic compounds*. Det är ett samlingsnamn för en mängd organiska ämnen, i huvudsak kolväten, som påverkar miljön negativt. De största utsläppen av flyktiga organiska ämnen från mänsklig aktivitet kommer från vägtrafik och förbränning. Vid förbränning av fossila bränslen följer ofullständigt förbrända kolväten med avgaserna. Andra skadliga ämnen, till exempel marknära ozon, kan bildas genom medverkan av utsläpp från trafiken. De föroreningar som främst bidrar till detta är kväveoxider och flyktiga organiska ämnen (utom metan). Kolväten är en grupp som också medför negativa hälsoeffekter. De kan ge irritation i ögon och hals och orsakar problem för folk med allergi eller astma. Cirka 65 procent av utsläppen sker i tätorter. Kolväten sprids via luften och några ökar risken för cancer, andra är direkt cancerframkallande. Utsläppen av kolväten och bildningen av marknära ozon ger också upphov till betydande skador på grödor och skog. I Sverige uppskattas dess skador på jordbruksgrödorna till cirka en miljard kronor årligen.⁹

Utsläppen av flyktiga organiska ämnen från transportsektorn i Sverige har minskat med cirka 60 procent mellan år 1988 och år 1999. Transportsektorns utsläpp av flyktiga organiska ämnen är fortfarande betydande, vilket åskådliggörs i Figur 23. De minskade utsläppen beror huvudsakligen på att strängare avgaskrav och att katalytisk avgasrening har införts. Vidare finns det nu ett system som kraftigt minskar avdunstningen av bränsle på personbilar från och med 1989 års modell. Liknande utveckling sker även i EU.

⁹ Miljöfakta, Svensk Energiförsörjning, 2002



Figur 23 Utsläpp av flyktiga organiska ämnen (VOC) i Sverige 2000.

Källa: MI 18 SM0201, SCB.

Partiklar och polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Förbränning av bränsle ger också upphov till utsläpp av partiklar, främst sot. Arbetsmaskiner och dieselfordon står för den största delen av trafikens partikelutsläpp. Om däremot diesebilarna utrustas med ett partikelfilter kan mängden partiklar reduceras radikalt och till och med bli lägre än de partikelutsläpp som sker från bensinbilar. Partiklarna innehåller kolväten som bildas vid ofullständig förbränning, och en del av dessa, till exempel de polycykliska aromatiska kolvätena (PAH), är cancerframkallande.

De hälsorisker som vållas av tätortsluften beror till en betydande del på luftens innehåll av just partikelburna föroreningar. Partiklar som är tillräckligt små följer med inandningsluften ned i lungorna och kan förorsaka andningsbesvär hos känsliga personer. Vissa städer utsätts för ”smog” som bildas under inverkan av partiklar, NO_x och VOC.

Inom EU är utsläpp av partiklar en prioriterad fråga. Vägtransporterna står för mer än 50 procent av partikelutsläppen, och utsläppen är idag högre än vad de var 1981. Ökningen hänförs till de ökade transporterna. Utsläppen har dock minskat något efter 1994. Partikelutsläppen väntas vara fortsatt höga fram till år 2010. Därefter väntas en kraftig minskning av utsläppen inom EU, tack vare skärpta utsläppsstandarder för tung trafik och förbättrad bränslekvalitet av både bensin och diesel.

Utsläpp från bensin- och dieseldrivna fordon

Miljöskadliga utsläpp vid förbränning av bensin och diesel är fortfarande omfattande men har minskat kraftigt genom en rad tekniska förbättringar som har genomförts, till exempel införandet av katalysator och partikelfilter. Likaså har utsläppen kraftigt reducerats efter införandet av lågsvavligt bränsle samt blyfri bensin, vilket också har varit en förutsättning för att katalytisk avgasrening ska fungera effektivt. Genom utveckling av katalysatorerna har utsläppen av främst kolmonoxid, kolväten och kväveoxider minskat. Vid en jämförelse¹⁰ mellan diesel- och bensindrivna fordon var utsläppen av kolväten (HC) väsentligt högre för bensindrivna än dieslbilar. Dieseldrivna bilar har dock ofta högre kväveoxidutsläpp än bensindrivna bilar. Detta kan dock reduceras till en kväveoxidnivå som är likvärdig med bensindrivna bilar med en katalysator som nu är under utveckling. Ett kvarstående problem med dieseldrivna bilar är de relativt höga utsläpp av partiklar jämfört med bensindrivna bilar. Dieslbilar som körs utan partikelfilter har högre partikelutsläpp jämfört med bensindrivna bilar. Dieslbilar försedda med ett partikelfilter hade enligt ovan nämnda jämförelse generellt lägre partikelutsläpp än bensindrivna bilar.

Kvaliteten på bränslet påverkar också utsläppsnivåerna. För att minska belastningen på miljön, framför allt i tätorter, har ett miljöklassningssystem för fordonsbränslen införts. År 1991 infördes miljöklassning av diesel och i december 1994 för bensin. För diesel finns det tre miljöklasser: 1, 2 och 3. För bensin finns miljöklasserna 1 och 2. EU:s krav är lägre än de vi har i Sverige och motsvaras av de lägsta klasserna för bensin respektive diesel. Skillnaderna i svensk diesel och diesel inom övriga EU är av både hälso- och miljömässig betydelse och Sverige driver på arbetet inom EU att förbättra dessa egenskaper hos diesel.

Då dieslbilar har en högre verkningsgrad än bensindrivna fordon har intresset varit stort att ersätta bensinfordon med dieseldrivna och på detta sätt reducera koldioxidemissionerna i framtiden. Det är en fråga som aktualiseras allt mer då marknadsandelarna för dieseldrivna bilar har ökat till över 30 procent (2001) i Europa. Den svenska marknaden ser annorlunda ut och marknadsandelen för dieseldrivna personbilar verkar ha stabiliserat sig under 5 procent. I framtiden kan en ökad användning av diesel på bekostnad av bensin vara en möjlig väg att minska koldioxidutsläppen.

Avgaskrav i Sverige och EU

Med ett miljöklassningssystem för fordon är det lättare för konsumenten att välja bil med utgångspunkt från miljöpåverkan. Alla nya bilar sedan 1993 års modell har miljöklassats. De bästa miljöklasserna får skatterabatt vilket medför att bilar med bättre miljöteknik inte blir dyrare än konventionella bilar. Systemet med miljöskatter och skatterabatt har kommit till för att minska biltrafikens miljöbelastning. Miljöklassningssystemet för bilar i Sverige anpassas nu till EU:s lagstiftning. Avgasutsläppen av kolmonoxid, kolväten, kväveoxider och partiklar

¹⁰ Environmental and health impact from modern cars, publication 2002:62 Vägverket

styr klassningen. Genom miljöklassningen kan efterfrågan på fordon med lägre avgasutsläpp öka, vilket kan påskynda teknikutvecklingen mot renare fordon.

EU:s EURO-normer

Striktare utsläppsnivåer är ett annat sätt att driva fram renare utsläpp från fordon. Hårdare bestämmelser för tunga fordon samt personbilar och lätta lastbilar är en konsekvens av EU:s ”Auto-Oil” program som antogs i juni 1996. I och med genomförandet av programmet beräknades utsläppsnivåerna från vägtransporter minska med 60–70 procent från 1999 års nivå fram till år 2010. Det första Auto-Oil-programmet har följts av ytterligare två, där det första studerade effekten av svavel i bensin, och det efterföljande inkluderade en studie på bilens och bränslets miljöstandarder.

För närvarande finns det tre olika EU-standarder för tung trafik. Det finns även EURO-standarder för personbilar och lättare lastbilar. EURO-0 gällde före 1988, EURO-I, som började gälla i oktober 1993 och EURO-II som omfattar nya fordon från och med oktober 1996. De har gradvis fört med sig en tydlig minskning av utsläpp av miljö- och hälsofarliga utsläpp och partiklar. EURO-III har medfört ytterligare skärpta utsläppskrav, liksom de nivåer av utsläpp och partikelnivåerna som är föreslagna för år 2005 (EURO-IV) och år 2008 (EURO-V). För att nå de skärpta kraven i EURO-V-normerna behövs ytterligare utveckling av nuvarande teknik.

Miljövinster med gemensamma utsläppsnivåer inom EU är stora. Till exempel har riktvärdet för utsläpp av kväveoxider sjunkit från 14,4 g/kWh till EURO III:s krav på 5,0 g/kWh, vilket redovisas i Tabell 4. Detta innebär en minskning på 65 procent på 12 år.

Tunga fordon

EURO-klass	NO _x	HC (kolväten)	CO	Partiklar
EURO 0 (1988)	14,4	2,4	11,4	-
EURO 1 (1992)	8,0	1,1	4,5	0,36
EURO 2 (1996)	7,0	1,1	4,0	0,15
EURO 3 (2000)	5,0	0,66	2,1	0,10
EURO 4 (2005)	3,5	0,46	1,5	0,02
EURO 5 (2008)	2,0	0,46	1,5	0,02

Dieslbilar

EURO-klass	NO _x	HC (kolväten)	CO	Partiklar
EURO I (1992)	0,78	0,20	2,88	0,14
EURO II (1996)	0,73	0,19	1,06	0,10
EURO III (2000)	0,50	0,06	0,64	0,05
EURO IV (2005)	0,25	0,05	0,50	0,025

Bensinbilar

EURO-klass	NO _x	HC (kolväten)	CO
EURO I (1992)	0,49	0,66	4,05
EURO II (1996)	0,25	0,34	3,28
EURO III (2000)	0,15	0,20	2,30
EURO IV (2005)	0,08	0,10	1,00

Tabell 4 EURO-normer: godkända utsläpp i gram/kWh för tunga fordon, diesel-, respektive bensinbilar.

Källa: Consultation on the Need to Reduce the Sulphur Content of Petrol and Diesel Fuels Below 50 PPM, March et al, 2000

Miljöeffekter av alternativa drivmedel

Ett möjligt sätt att minska vägtransporternas miljöpåverkan är en övergång från fossila bränslen till alternativa drivmedel. Till alternativa drivmedel brukar främst räknas sådana drivmedel som är baserade på förnybara råvaror. Till dessa hör etanol och metanol från jordbruksgrödor och skogsrester, biogas från rötning av organiskt material (främst slam och avfall) samt vegetabiliska oljor som rapsmetylester (RME), framställda av raps och andra oljeväxter.

Alternativa drivmedel som metanol från naturgas (CNG) och gasol (LPG) är också av intresse. De är fossilbaserade men har lägre utsläppsnivåer än till exempel bensin och diesel. På längre sikt är vätgas och dimetyleter (DME) också viktiga potentiella drivmedel. Slutligen inkluderas även el som drivmedel.

Olika alternativa drivmedel kommer att etableras olika snabbt och troligen blir omställningsperioden lång. För att kraftigt minska koldioxidutsläppen behövs en övergång i stor skala till andra drivmedel. Ersätts bensin med naturgas (CNG), blir reduktionen av koldioxidutsläpp inte större än cirka 20–25 procent. Används blandbränslen på mellan 5–10 procent alkohol med bensin, alternativt diesel, blir reduktionen av fossilt koldioxid ännu mindre än vid användningen av naturgas. Den kommersiella tillverkningen av förnybara drivmedelsalkoholer i Sverige är idag (år 2002) begränsad till etanoltillverkning från jordbruksgrödor. Den potentiella tillgången på biomassa är väl spridd över jorden och kan komma att ersätta delar av dagens fossila drivmedel. Tillverkningen av metanol och DME baserade på förnybara råvaror befinner sig i ett tidigt utvecklingsstadium. Inom de närmaste 10–15 åren är tillverkningen på produktion baserad på fossilgas begränsad.

Vid framtagning av biodrivmedel från spannmål eller andra jordbruksgrödor tillkommer miljöpåverkan från energianvändning vid produktion av grödor, användning av handelsgödsel och spridning av bekämpningsmedel. Produktionen kan medföra en risk för övergödning av mark och vatten samt risk för att rester av bekämpningsmedel stannar kvar i kretsloppet. Om avverkningsrester från skogsbruket används till produktion av biodrivmedel istället för att återföras till skogen, kan näringsunderskott i skogsmark uppstå.

Ur kostnads- och energisynpunkt skulle bibränslen kunna användas mer effektivt om de användes inom el- och värmeproduktionen än inom transportsektorn. Verkningsgraden blir högre i en värmepanna och råvaran måste förädlas ytterligare, vilket innebär energiförluster, innan den kan användas till fordonsbränsle. Motivet för att satsa på alternativa bränslen är att det är ett sätt av flera att uppnå minskad miljöpåverkan från transportsektorn.

Etanol

Alla nya personbilar kan utan några tekniska åtgärder i bilen tankas med 10–15 procents inblandning av etanol i bensinen. Låginblandning av etanol i diesel är också en möjlighet efter tekniska justeringar. Etanolinblandning i bensin används redan i relativt stor skala i Mellansverige och har nyligen introducerats på vissa orter i södra Sverige. Miljövinsten med etanol är främst lägre klimatpåverkan, vilket framgår i Tabell 4.4. Etanol ger renare avgaser med lägre halter av kväveoxider och sotpartiklar. Det resulterar i minskade lokala luftföroreningar jämfört med fossila bränslen. Flertalet av de flyktiga organiska ämnen som bildas vid förbränning är lägre än vid förbränning av fossila bränslen. Etanol har också relativt snabb nedbrytning och måttlig toxicitet. Utsläpp av aldehyder är dock ett problem som kvarstår.

Etanol framställs genom jäsning av socker, som kan erhållas både från stärkelse och från cellulosa, vilket innebär att råvaran dels kan tas ur skogen, dels från jordbruket. Råvarorna kan till exempel vara sockerbetor, frukt, spannmål eller restprodukter från trävaru- och pappersmassatillverkning.

Metanol

Metanol är precis som etanol en alkohol som kan användas till fordonsdrift. Metanol kan produceras från såväl fossila som förnybara energikällor. Den produktion som sker idag baseras uteslutande på fossila energislager, främst naturgas. Metanolen har potential att bli enklare och billigare att framställa med biomassa än etanol, till exempel genom att förgasa skogsråvaror och framställa metanol ur gasen. Metanol kommer att fortsätta att produceras från naturgas, men i ett längre perspektiv är målsättningen (i Sverige) att produktionen allt mer ska baseras på biomassa.

Metanol ger liksom etanol mindre lokala luftföroreningar än bensen och har lägre utsläpp än både bensen och diesel. Liksom andra alkoholer har metanol klara fördelar med låga utsläpp av kolväten, kväveoxider, partiklar, svavel och marknära ozon samt kolmonoxid. De låga utsläppen resulterar bland annat i minskad försurning. De förhöjda utsläppen av formaldehyd som noteras kan reduceras med förbättrad teknik. Metanolen dras däremot med flera driftproblem som återstår att lösa tekniskt, ett av dessa är att den är starkt giftig och korrosiv.

Biogas

Biogas ses idag som det minst miljöpåfrestande biobränslet och som både praktiskt och ekonomiskt går att använda. Biogas är en gasblandning som bildas när organiskt material bryts ned i syrefattiga miljöer. Gasen innehåller metangas, koldioxid och vatten. Metangas från biogas kan användas som fordonsbränsle i alla motorer utrustade för metangasdrift. Biogas framställs från rötslam vid avloppsverk, annan organisk restprodukt och från odlad biomassa. På sikt kan biogas få en mer storskalig användning om vallgrödor kan utnyttjas som råvara, samtidigt som rötresterna kan återföras till jordbruket. Metangasen är dock en växthusgas och det är viktigt att gasen inte läcker ut vid distribution, lagring eller vid tankning. Miljöpåverkan vid förbränning av biogas är begränsad, vilket redovisas i Tabell 5. Den ger få miljöfarliga restsammansättningar under förutsättning att råvaran är ren och att inget tungmetallhaltigt avfall är inblandat. Biogas ger mindre lokala luftföroreningar än bensen och organiska miljögifter förekommer inte heller i utsläppen.

RME

Rapsmetylester, eller RME, är rapsolja som anpassats till fordonsbränsle. Som låginblandning kan det användas i alla dieselmotorer. Det finns flera aspekter på att använda RME som bränsle. Det positiva är att utsläppen till atmosfären av fossil koldioxid minskas. Däremot ökar utsläppen av främst kväveoxider jämfört med dieselanvändning, vilket har en negativ miljöpåverkan. Med RME blir dock utsläppen av hälsofarliga och försurande ämnen ungefär lika stora som vid användning av diesel miljöklass 1. Utsläppen av kolväten och svaveldioxid är dock lägre med RME-drift än med fossila bränslen, vilket framgår i Tabell 4.4. Emissioner från RME har dock förhöjda värden av formaldehyd. RME har förhållandevis snabb nedbrytning och måttlig toxicitet, men kan ge akuta skador på närmiljön vid utsläpp i samband vid olyckor. Om det finns andra hälsopåverkande ämnen är oklart. Ur ett systemperspektiv är RME inte så effektivt, då produktionen av raps i sig medför relativt stor energianvändning.

Naturgas

Naturgas har samma huvudbeståndsdel som biogas, metan, men de har olika ursprung. Naturgas är ett fossilt bränsle medan biogas är ett förnybart bränsle. Utsläppen av de flesta hälsofarliga och försurande ämnena är betydligt lägre vid gasdrift än vid användandet av bensen. Naturgasmotorer uppvisar låga värden av främst partiklar och kolväten. Nettoutsläppen av koldioxid är 15–20 procent lägre än vid bensindriften men ger inga större fördelar jämfört med den mer effektiva dieselmotorn.

Metangasen är en kraftfull växthusgas. Vid distribution, lagring eller vid tankning är det därför mycket viktigt att metangasen inte läcker ut. Det räcker med några få procents läckage för att den koldioxidvinst man räknar med att göra, genom att byta ut bensen mot naturgas, skall upphävas.

Gasol/LPG

Liquefied Petroleum Gas (LPG) är gasol i flytande form, och är i grunden ett fossilt bränsle. Gasen är relativt billig att använda och ger låga avgasutsläpp. Fördelen med LPG jämfört med andra fossila bränslen som bensen och diesel är lägre koldioxidutsläpp, vilka redovisas tillsammans med andra miljödata i Tabell 5 som livscykelanalysvärden (LCA). Utsläppen från LPG ger lägre LCA-värden av kväveoxider vid jämförelse med både bensen och diesel. Utsläpp av partiklar är låga liksom utsläpp av svavel.

DME

Dimetyleter (DME) kan framställas både från naturgas och från biomassa. DME som framställs idag kommer främst från naturgas. En biomassabaserad DME-anläggning skulle bli betydligt dyrare än framställning med fossilt bränsle, då ytterligare ett behandlingssteg måste införas. För att DME ska kunna räknas som ett långsiktigt hållbart drivmedel är det en förutsättning att bränslet produceras med biomassa som råvara. Än så länge finns det ingen sådan produktionsanläggning, så utvecklingsmöjligheterna för Sveriges del måste ses i ett längre perspektiv.

Utsläppen från DME är lägre än för fossila bränslen. Vid inblandning i diesel är svavelutsläppen noll och därmed minskas också utsläppen av kväveoxider. Trots att bränslet är relativt oprövat, anses DME ha en stor potential som ett framtida biodrivmedel för dieselfordon med låga avgasutsläpp.

Vätgas

Vätgas som bränsle till bränsleceller för fordonsdrift uppfattas idag av många som en metod med stor framtida potential. När vätgas används som bränsle i en bränslecell blir det inga andra direkta utsläpp än vatten. Genom sina låga eller mycket låga utsläpp kan en vätgasbaserad fordonsdrift bidra till en bättre miljö. De minsta utsläppen kommer från bränslecellsbilar som tankats med vätgas som framställs genom elektrolys med elektricitet från kärnkraftverk eller från vatten-, vind- eller solkraft.

Problemen med vätgasen är huvudsakligen två. Eftersom vätgas inte förekommer naturligt (annat än i mycket liten koncentration i atmosfären) måste den produceras (antingen från el, eller på biokemisk väg). Dessutom måste lagringsmöjligheterna utvecklas. Det går åt betydande energi både för att producera och lagra vätgas, antingen lagringen sker i trycksatta flaskor, eller i nedkyld och flytande form. Mycket forskning ägnas därför åt att hitta andra lagringsmetoder, t.ex. att binda vätgas till metallhydrider, vilket dock har nackdelen att metallhydriderna är tunga.

Storskalig användning av vätgas i tekniska system kan leda till andra miljöproblem. Vätgas finns naturligt i låg koncentration i atmosfären, men vid ökad användning kommer läckage av vätgas från användningen att ske och vätgashalten i atmosfären troligen att öka. Detta kan leda till ökad nedbrytning av ozon i stratosfären. Det är inte känt hur omfattande en sådan ozonuttunning kan bli vid en ökad vätgasanvändning.

EI

Batteridrivna fordon genererar inga luftföroreningar, däremot är det av betydelse var och hur elen produceras. Lägst utsläpp fås om batteribilar förses med elektricitet från kärn-, vatten-, vind- eller solkraft. Om däremot elektriciteten

kommer från ett kolkraftverk ökar utsläppsnivåerna. För batteribilar halveras utsläppen av koldioxid om elektriciteten framställs med naturgas, och de minskar upp till 90 procent om elektriciteten kommer från kärnkraft, vatten eller solkraft jämfört med konventionella bilar. Ett visst koldioxidutsläpp finns alltid vid produktion av såväl konventionella som elbilar, då det antas att tillverkning av bilen till stor del görs med insatser av fossila bränslen.

En variant av eldrivna fordon är hybridbilen som kan drivas både med el och fossila bränslen. Det är mer komplicerat att uppskatta utsläpp från elhybridfordon än för konventionella fordon. Utsläppen beror både på drift och på konstruktion av hybridbilen. För en bensindriven hybridbil kan de totala utsläppen minska med en tredjedel jämfört med en konventionell bensinbil.

Miljöpåverkan - utsläpp och livscykelanalyser

För att från ett miljöperspektiv göra en så rättvis bedömning som möjligt mellan alternativa drivmedel och de konventionella är det särskilt viktigt att analysera utsläppen under hela livscykeln. Detta innebär att beräkningar från produktion av drivmedlet till tillvaratagandet efter avslutad användning samt utsläppen under hela bränslekedjan tas med. En livscykelanalys (LCA) som då görs är alltså en beräkning av drivmedlets samtliga kostnader och miljöeffekter.

För att kunna jämföra olika drivmedel, fossila och förnybara, kan de med fördel jämföras inom respektive bränslegrupp. Detta gäller även för en jämförelse för biobaserade drivmedel sinsemellan, då det finns skillnader inom biobaserade drivmedel som grupp. Ett exempel är om råvaran odlas eller om den är en restprodukt som utnyttjas. Bland odlade råvaror skiljer det sig också åt mellan grödorna. Biobaserade drivmedel har till exempel relativt likvärdiga koldioxidutsläpp. Tendenser pekar på att odling och produktion av raps för RME-tillverkning ger högre koldioxidutsläpp än odling av energiskog för produktion av etanol och metanol/DME. Även andra insatser som handelsgödsel och bekämpningsmedel ökar vid produktion av raps, vid en jämförelse med odling av energiskog (salix). Den areal mark som behövs för framtagning av olika typer av biomassa skiljer sig också markant. Arealen är störst där etanol framställs ur spannmål och RME från raps.¹¹

Vid värdering av alternativa framtidslösningar med olika drivmedel och fordonskombinationer bör en LCA alltid genomföras för att få ett bra jämförelseunderlag. Genomförda LCA visar att en övergång från fossila drivmedel till biodrivmedel kan sänka koldioxidutsläppen med en faktor fem, förutsatt att en hög andel förnybar energi används i alla led, då även i produktions- och distributionsleden av råvaran. I de LCA-bedömningar som har gjorts har det visat sig att 80–90 procent av försurande och övergödande ämnen kan hänföras till förbränningen, det vill säga avgasutsläppen. Det gäller i princip

¹¹ Miljöeffekter (klimat, miljö och hälsa) av alternativa drivmedel, Energimyndigheten

för alla drivmedel, såväl biobaserade som fossila. Detsamma gäller för utsläpp av koldioxid från fossila drivmedel. För koldioxidutsläpp från biobaserade drivmedel är däremot hela livscykeln av betydelse.

Motortyp Drivmedel	Total emission för respektive LCA (mg/MJ drivmedel)							
	NO _x	HC	Partik -lar	CO	SO _x	N ₂ O	CH ₄	CO ₂
Bensin-								
motorer								
Etanol ur Spannmål	98	30	52	320	11	28	52	18 000
Etanol ur Cellulosa	60	30	3	160	25	3	2	6 000
Metanol ur biomassa	ca 85	ca 60	ca 3.5	ca 630	ca 13	ca 50	ca 0.7	20 000
El (bränsle- celler)	<0.1 g/km	< 0.1 g/km		<0.1 g/km				
Biogas	31	19	1.9	36	1.0	0	600	900
Gasol /LPG	55	49	2.8	37	16	0	22	68 000
Bensin För jämförelse	68	69	4.5	180	30	20	9.0	79 000
Diesel-								
motorer								
Etanol ur spannmål	530	26	61	28	6.7	33	5.7	7 700
Etanol ur cellulosa	ca 300	ca 20	ca 1.2	ca 15	ca 0.4	0	0	ca 6 000
Vin-alkohol (exkl. fram- ställning)	13 (g/km)	1 (g/km)	ca 0.4 (g/km)	ca 2.5 (g/km)	ca 2700 (g/km)			ca 500 (g/km)
Metanol ur biomassa	ca 200	ca 20	ca 1.3	ca 20	ca 2.5	0	0	ca 6 000
DME	ca 190	ca 15	ca 1	ca 20	ca 2	0	0	ca 6 000
RME	910	42	13	31	18	67	31	9 000
Biogas	31	19	1.9	36	1.0	0	640	900
Naturgas	190	6.1	1.7	4.5	0.23	0.06	41	57 000
Gasol/ LPG	200	73	2.7	3.7	16	0	22	68 000
Diesel för Jämförelse	750	44	12	13	21	3.0	8.0	77 000

Tabell 5 LCA-data avseende NO_x, HC, partiklar, CO, SO_x, N₂O, CH₄, och CO₂ för olika drivmedel.

Källa: Miljöeffekter (klimat, miljö, hälsa) av alternativa drivmedel.

Transittrafiken

De senaste trettio åren har mängden transporterat gods med vägtransporter inom EU trefaldigats och allt färre transporter sker med järnväg. Idag går 70 procent av allt gods med lastbil. Transportsituationen ser dock olika ut i olika länder. Sverige och Österrike är de enda medlemsländerna där mer än en tredjedel av godstransporterna fortfarande sker med järnväg. Inom EU har transporterna ökat både mellan medlemsstaterna och till övriga länder. Efterfrågan på godstransporter inom EU:s gränser har under de senaste 20 åren ökat cirka 2,3 procent varje år. Merparten (60 procent) av investeringarna i EU:s transeuropeiska transportnät (TEN) går till motorvägar, vilket bland annat har medfört att motorvägarnas längd har ökat mer än 70 procent sedan 1980. I Sverige har satsat jämförelsevis mycket på järnväg under 1990-talet.

EU:s inre marknad medför ökade transportbehov

Förverkligandet av den inre marknaden har medfört en ökad efterfrågan på transporter. Målet för EU har varit att skapa en fri transportmarknad med så få hinder som möjligt för det fria varuutbytet mellan medlemsstaterna. Transporternas karaktär har ändrats med åren genom att de mer och mer har fått en karaktär av ”varuhus”. Förutom transportanknutna tjänster erbjuds kunderna numera både lagringsmöjligheter, tillgång till administrativa system och andra kringtjänster. Detta understryker vikten av att det finns ett gemensamt regelverk för transporter inom EU när verksamheten är transnationell till sin karaktär. För svenskt vidkommande är det av stor vikt att vara delaktig då Sverige är ett av EU:s mest utrikeshandelsberoende länder. Inom EU har vägtrafiken nu vuxit så kraftigt att det befintliga vägnätet inte räcker till. Inom de centrala och mest tätbefolkade delarna av EU råder idag på flera ställen trängsel och brist på transportmöjligheter. Person- respektive godstransporter inom EU förväntas öka med 20 respektive 50 procent till 2010¹².

Utvidgning av EU väntas öka behovet ytterligare

Transittrafiken ökar även i Sverige. För Sveriges del är det inte bara transittrafik till Norge och Finland, utan också trafiken mellan Nordvästeuropa och Östeuropa, särskilt då till St Petersburg och Baltikum som ökar. Den fasta Öresundsförbindelsen kan komma att stärka denna tendens. Liknande transitleder mellan Tyskland, Polen och Ryssland byggs ut efter hand. Transporter till och från Spanien och Portugal ökade kraftigt sedan dessa stater blev medlemmar i EU. Mellan 1985 och 1995 ökade trafikvolymen av tung trafik med 330 procent i Pyrenéerna. Ytterligare transittrafik förväntas då de forna öststaterna får inträde i EU.

¹² 2000/0361 EC

Transittrafiken orsakar miljöproblem

Den ökade transittrafiken har dock medfört en kraftig miljöpåverkan kring genomfartsleder. Vissa områden, som till exempel högt belägna områden i Österrike, Frankrike, Italien och Schweiz, är mycket känsliga för den ökade trafiken. Det beror bland annat på de speciella meteorologiska förhållanden som råder där och på att alpnaturen är mer sårbar än lågländsnatur. Trafiken är koncentrerad till vissa smala korridorer som till exempel Brennerpasset. Trafiken har ökat, räknat i ton/kilometer, med 292 procent mellan 1980 och 1998. Trängsel och köer medför allvarliga negativa effekter på miljön genom ökade utsläpp och försämrad luftkvalitet.

1998 stod vägtransporterna för 25 procent av alla koldioxidutsläpp i EU, 39 procent av kväveoxiderna och 52 procent av partikelutsläppen. Den stora mängden partiklar är en prioriterad fråga inom EU då den är starkt hälsorelaterad. Utsläppen av kväveoxider påverkar kraftigt vegetationen längs de mest trafikerade vägarna. I Tyrolen, till exempel, uppgår det årliga kvävenedfallet till 30 kilogram per hektar och är vilket är långt över den nivå som är satt för näringstillförsel för denna typ av växtlighet. Dessutom förvärras detta av de meteorologiska förhållanden och temperaturförhållanden som råder i dessa områden och medför att koncentrationen av kväveoxider är tre gånger högre här än i lågländsområden. Vidare är svavelutsläppen fortfarande ett problem i några områden. Även om krav på bränslekvalitet och skärpta utsläppsnormer har minskat utsläppen från vägtransporter förblir påverkan på omgivningen stor.

Möjliga åtgärder

Ett hållbart transportsystem har blivit ett viktigt krav i EU, liksom i många andra delar av världen. Transporterna har därför en framträdande plats i EU:s sjätte miljöhandlingsprogram och strategin för en hållbar utveckling. EU:s transport- och miljörapportering (TERM) visar dock att utvecklingen går åt fel håll ur miljösynpunkt. Transportsektorn håller på att bli mindre hållbar och ansträngningarna för att integrera olika åtgärder måste intensifieras. En rad nationella övervakningssystem för transport och miljö växer fram och kan bli värdefulla byggstenar för TERM. Än så länge är det bara Österrike och Finland som har infört ett mer detaljerat system enligt TERM:s riktlinjer. Sverige, Frankrike och en tysk delstat planerar nu också att genomföra detta.

Koldioxidutsläppen från transporterna i EU ökade med 15 procent under åren 1990–1998. Begränsningen av koldioxidutsläppen är en global fråga och ett internationellt samarbete är av största vikt. EU:s klimatpolitik har stor potentiell betydelse för möjligheterna att minska utsläppen av klimatgaser. 1992 antogs den internationella Klimatkonventionen av 165 länder, däribland Sverige. Konventionen fastslog att koncentrationerna i växthusgaser i atmosfären måste stabiliseras på en nivå som inte hotar att påverka klimatet. Vid den påföljande konferensen angående Klimatkonventionen i Kyoto 1997 upprättades Kyotoprotokollet, som innebar att i-länderna enades om mål som skall uppnås

under perioden 2008–2012. Enligt protokollet ska utsläppen minska med minst 5 procent räknat från 1990 års utsläppsnivå. EU har dessutom beslutat att minska utsläppen med 8 procent och dessutom har man enats om en intern fördelning av åtaganden inom EU. Enligt EU:s interna bördefördelning får Sverige tillåtelse att öka koldioxidutsläppen med 4 procent. I regeringens klimatproposition från 2001 föreslogs att de svenska utsläppen ska minska med 4 procent till 2010, vilket antogs av riksdagen. Som utvecklingen ser ut idag kommer målet inte att uppfyllas utan kraftfulla åtgärder. Även utvecklingen inom EU visar att det kan bli svårt att nå målet.

Det finns flera möjligheter att minska transportsektorns miljöpåverkan. Ett sätt att reducera utsläppsnivåerna är genom skärpta avgaskrav, vilket genomförs genom de tidigare nämnda EURO-normerna. Ett annat är att införa ett betalningssystem som favoriserar ”rena” fordon. Exempel på detta är det betalningssystem som antogs 1999 och är lanserat som Eurovignette-direktivet, där tung trafik avgiftsbeläggs. Direktivet lämnar öppet för möjligheten att ta ut miljödifferierade avgifter, det vill säga fordon med bättre miljöprestanda får betala en lägre avgift. Dessutom finns det en möjlighet att avgiftsbelägga vägar i tätorter. Detta möjliggör för EU-länderna att ta ut avgifter för tung lastbilstrafik, vilket idag sker med motorvägsavgifter i bland annat Benelux, Tyskland, Danmark och Sverige. Avgifterna tas antingen ut som en kilometerrelaterad tull på vägen eller som ett slags fordonsskatt, som även gäller för utländska fordon som trafikerar vägarna. En rad andra EU-medlemstater tar ut fordonstull längs vägen. Bara ett begränsat antal större vägar får avgiftsbeläggas. Ett sådant system kan resultera i att den tunga trafiken istället väljer mindre och längre vägar, vilket kan medföra större miljöpåverkan och fler olyckor. Andra miljöåtgärder är att förbättra avgasreningen genom teknikutveckling av den katalytiska reningen. Ytterligare ett styrmedel som diskuteras är gröna certifikat för drivmedel, som i likhet med elcertifikat kan stimulera introduktionen av förnyelsebara alternativ.

Reducering av koldioxidutsläpp

Ett sätt att minska koldioxidutsläppen är att gradvis övergå till att använda biobaserade drivmedel. Vid förbränning av biobaserade drivmedel stannar koldioxiden i ett slutet kretslopp, det vill säga lika mycket koldioxid som frigörs vid förbränningen, lika mycket tar växterna upp för sin tillväxt. Detta innebär att användning av biobaserade drivmedel inte bidrar till klimateffekten, under förutsättning att biobränslen används vid alla produktions- och distributionsled.

Ett direktiv hösten 2001 från EU-kommissionen syftar till att främja biobränslen för transporter. Kommissionens förslag är att 2 procent av den totala sålda volymen drivmedel ska vara bioenergibaserade år 2005 för att successivt öka till 5,75 procent år 2010. EU menar att en relativt låg andel (2 procent) ändå kan skapa en stabil marknad för biobränslen, och med detta tvinga fram en femdubbling av produktionskapaciteten i Europa. År 2020 har EU målet att byta ut 20 procent av de konventionella drivmedlen mot bioenergibaserade alternativ. Bliar arbetet framgångsrikt och om man klarar att minska beräknade

utsläppsmängder från transportsektorn, kommer luftföroreningarna och koldioxidutsläppen att minska avsevärt.

Det finns en rad andra förslag som kompletterar byte av drivmedel:

- Förbättra logistiken av godstransporter
- Utnyttja godsvolym för färre transporter
- Förbättra teknik och reducera bränslemängden
- Anpassa körstil och hastigheter som minskar bränsleförbrukningen
- Övergå till transportslag som har lägre utsläpp
- Förändra nuvarande transportmönster, genom till exempel fler bilpooler och mer samåkning
- Prioritera miljöpåverkan vid val av transportmedel med ökat kundkrav

Förslagen ovan kan stärkas med identifiering av strategier som fogas in i en långsiktig planering, vilken också inkluderar förändringar i infrastrukturen. Infrastrukturfrågor är speciellt viktiga i tillväxtområdena.

Reducering av övriga utsläpp

Även för en reduktion av svavelnedfallet behövs ett internationellt samarbete med kraftfulla åtgärder. Det är speciellt viktigt för Sverige då en stor del av Sveriges svavelnedfall kommer från kontinenten. Internationellt togs ett viktigt steg 1994, då FN, inom ramen för ECE (FN:s ekonomiska kommission för Europa) utarbetade ett svavelprotokoll. Där förband sig flera europeiska länder att fram till år 2010 minska svavelutsläppen med mellan 30–80 procent i förhållande till 1980-års utsläpp.

Trots att utsläppen av kväveoxider och flyktiga organiska ämnen har minskat, behövs ändå ytterligare minskningar för att nå EU:s utsläppsmål. För att nå målet måste utsläppen från transporter minska med minst 40 procent till år 2005 räknat från 1995 års nivå. För att uppnå en reduktion av kväveoxider föreslås bland annat en översyn av systemen för kväveoxidavgifter och vägtrafikbeskattningen samt en uppdatering av miljöklasserna för arbetsmaskiner.

Styrmedel och åtgärder inom transportsektorn

Vilka åtgärder har då vidtagits för att dämpa den ökade efterfrågan på transporter och minska transporternas miljöpåverkan i Sverige och i andra länder? Det har visat sig vara en svår uppgift att begränsa transportsektorns tillväxt. Däremot har många länder genomfört åtgärder som haft resultat för att förbättra fordon och bränslen för att minska miljöpåverkan från de enskilda fordonen. Effekterna av teknikutvecklingen har dock ätit upp av de ökade trafikmängderna. I detta kapitel redovisas exempel på styrmedel och åtgärder som använts i Sverige, USA och Japan samt även EU:s gemensamma transportpolitik.

Olika typer av styrmedel

Statsmakterna kan styra förändringar i samhället i princip på tre sätt; genom beslut om regleringar (förbud och påbud, även kallat administrativa styrmedel), ekonomiska styrmedel (till exempel skatter och subventioner) och genom att sprida information och kunskap (faktaupplysning och undervisning).

Exempel på styrmedel som används inom transportsektorn är:

- Administrativa styrmedel: till exempel tekniska krav på fordon och utsläppsnormer
- Ekonomiska styrmedel: drivmedelsskatt, vägavgifter, fordonskatt, inklusive skattelättnader, subventioner och bidrag
- Förhandlingar och överenskommelser: till exempel frivillig överenskommelse med fordonsindustrin om att minska koldioxidutsläppen
- Informativa styrmedel: till exempel utbildning i miljövänlig körstil
- Stöd till forskning, utveckling och demonstration av fordon med låga utsläpp
- Upphandling: offentliga aktörer köper upp fordon med låga utsläpp
- Fysisk planering av bebyggelse, infrastruktur och trafik

Det finns också andra aktiviteter inom transportsektorn som påverkar transporternas utveckling och som genomförs av andra aktörer än statsmakterna. Exempel på sådana aktiviteter är åtgärder för att förbättra logistik och utveckling av intelligenta transportsystem.

Sverige – skatter dominerar styrmedlen

FAKTARUTA SVERIGE

Koldioxidutsläpp per invånare 1999, ton/inv:	2,2
Koldioxidutsläpp från transportsektorn per invånare 1999, ton/inv:	6,4
Bilnehav per 1000 invånare, 1998:	428
Persontransportarbete per invånare 1998: pkm.	13 237
Godstransportarbete per invånare 1998, tkm.	9 674

Sverige har i stor utsträckning valt att utnyttja skatter som styrmedel i transportsektorn. Energiskatt och koldioxidskatt tas ut på bränslen som används för uppvärmning eller motordrift. Koldioxidskatt tas dock inte ut på flygbränsle och sjöfartens bunkerolja. I den pågående (gröna) skatteväxlingen har dieselskatten höjts. Skatteväxlingen innebär att skatten på energi höjs samtidigt som skatten på arbete sänks.

Sänkt skatt för miljövänligare alternativ

För att öka andelen nya bilar i fordonsparken avskaffades 1996 försäljningsskatten på personbilar. År 2001 togs även försäljningsskatten för motorcyklar, lätta lastbilar och bussar bort. Sedan år 2000 ges skattelättnader i form av lägre fordonsskatt för miljövänliga personbilar, lätta bussar och lätta lastbilar. El- och hybridbilar är befriade från fordonsskatt under fem år. Dessutom sänktes förmånsskatten för miljöbilar från och med den 1 januari 2002 i syfte att underlätta introduktionen av mindre miljöskadliga bilar på marknaden. För elbilar och elhybridbilar sänks förmånsvärdet till 60 procent av förmånsvärdet för konventionella bilar. För bilar som drivs med etanol och gas ska värdet sättas ned till 80 procent av en jämförbar konventionell bil. Nedsättningen gäller till och med 2005 för el- och hybridbilar och 2006 för övriga. Skälet till de olika nedsättningsnivåerna är att el- och hybridbilarna behöver mer stimulans än etanol och gasbilar för att komma in på marknaden och att de förstnämnda har bättre miljöprestanda.

Från och med 1 april 2002 differentierades vägavgiften för tunga lastbilar efter vilka krav på utsläpp som ett fordon motor uppfyller. Fordon som inte når upp till kraven i EG-direktivet kommer att få betala en högre vägavgift. För de fordon som uppfyller kraven tas vägavgift ut med olika belopp beroende på vilka utsläppskrav de uppfyller.

För att främja kollektivtrafiken utgår statsbidrag till storstädernas trafiksystem och från och med 2001 sänktes moms på kollektivtrafiken.

Frivilliga avtal med bilindustrin och forskningsinsatser

Även andra åtgärder har genomförts i transportsektorn. Den svenska regeringen har träffat en överenskommelse med Volvo och SAAB om att utsläppen från personbilar ska minska med 25 procent till år 2005 med 1990 som basår. Ett

samverkansprogram (Gröna Bilen) har också startats för utveckling av mer miljöanpassade fordon där staten står för en tredjedel av finansieringen och industrin står för två tredjedelar. Programmet omfattar avancerad förbränningsteknik, hybridfordon och bränslecellteknik, viktreduktion och även allmän kompetensförsörjning.

Forskning på alternativa drivmedel bedrivs sedan lång tid tillbaka. Bland annat satsas på en pilotanläggning för produktion av etanol från cellulosa. Forskning pågår också om biogasdrivna lastbilar, produktion av biobaserad metanol och blandning av diesellojja och etanol/RME, dimetyleter (DME), metanol, syntetisk bensin, syntetisk diesellojja, biogas, vätgas samt olika typer av kvalitetshöjande drivmedelskomponenter. Det finns även forskningsprojekt som rör drivmedel framställda från förgasad biomassa, särskilt metanol och dimetyleter.

EU – frivilliga överenskommelser och skärpta krav

FAKTARUTA EU

Koldioxidutsläpp per invånare 1999, ton/inv:	8,7
Koldioxidutsläpp från transportsektorn per invånare 1999, ton/inv:	2,2
Bilnehav per 1000 invånare, 1998:	451
Persontransportarbete per invånare 1998: pkm.	12 332
Godstransportarbete per invånare 1998, tkm.	7 611

EU har fokuserat arbetet på att främja effektivare och renare fordon genom de frivilliga avtalen med fordonsindustrin och genom skärpta krav på utsläpp från fordon.

Målen i EU:s transportarbete framgår av vitboken¹³ för en europeisk transportpolitik till 2010 – ”Dags för beslut”, som antogs av EU-kommissionen i september 2001. Ett huvudmål enligt vitboken är att förändra balansen mellan de olika färdmedlen, dels för att uppnå ett uthålligt transportsystem och dels för att förhindra framkomlighetsproblem. För att bryta nuvarande trend med ökade vägtransporter ska sjötransporter och järnvägtransporter främjas och övergången mellan olika färdmedel ska underlättas. Ett nytt program har startats - *Marco Polo* - vars mål är att minska vägtransporterna och föra över transporter från vägtransporter till sjöfarten och järnvägen för att minska transportsystemets miljöpåverkan. I vitboken föreslås att avgifter som tar hänsyn till externa kostnader bör införas (miljöeffekter, intrång, buller, trafikskadade, m.m.) för de olika färdmedlen. Avgifter bör stimulera till att användning av de mest miljövänliga färdmedlen. För att främja en övergång från väg- till järnvägstransporter planeras satsningar på utbyggnad av de transeuropeiska

¹³ Kommissionens vitböcker är dokument som innehåller förslag till gemenskapsåtgärder inom ett speciellt område. I vissa fall har de föregåtts av en grönbok som givits ut för att inleda en samrådsprocess på europeisk nivå. När en vitbok har godkänts av rådet kan den leda till ett handlingsprogram för unionen.

nätverken (TEN). I första hand gäller utbyggnaden de flaskhalsar som finns i systemet. Målet är också att harmonisera bränsleskatterna för att förhindra konkurrensnackdelar på den avreglerade vägtransportmarknaden. Förbättrad säkerhet på vägarna är ett annat viktigt mål enligt vitboken.

Frivilliga avtal med bilindustrin

En av de viktigaste åtgärderna inom transportsektorn är EU:s frivilliga överenskommelse med den europeiska fordonsindustrin, ACEA (*European Automobile Manufacturers Association*). Överenskommelsen träffades 1998 mellan EU och den europeiska bilindustrin om att minska utsläppen av koldioxid från nya bilar med 25 procent till år 2007 jämfört med 1995 års nivå. Det motsvarar en minskning av bränsleförbrukningen från 7,6 till 5,7 liter per 100 km. Under perioden 1995 till 2000 har bränsleförbrukningen förbättrats med 8,6 procent inom ACEA.

Ett år senare, i oktober 1999, träffades ytterligare en överenskommelse mellan EU, den japanska bilindustrin (JAMA) och den koreanska bilindustrin (KAMA). Målet är att minska den genomsnittliga bränslekonsumtionen till cirka 6 liter per 100 km till år 2009 och koldioxidutsläppen till 140 gram per kilometer. Idag är bränslekonsumtionen cirka 7,7 liter per 100 kilometer.

Regleringar av utsläpp och innehåll i bränslen

EU har också drivit igenom regleringar som rör utsläpp från fordon genom *Auto-Oil*-programmet, som är ett samarbetsprojekt mellan fordonsindustrin och EU-kommissionen. *Auto-Oil*-programmet syftar till att beräkna utsläppstrender och bedöma den framtida luftkvaliteten samt att analysera vilka åtgärder som kan förbättra utsläppskvaliteten på ett kostnadseffektivt sätt. Arbetet har hittills resulterat i skärpta krav för motorcyklar och mopeder, kallstartskrav för lätta lastbilar och bussar. Vidare har avgaskrav för tunga och lätta fordon tagits fram.

Bränsledirektivet 98/70/EG reglerar kvaliteten på bensin och diesel, och reglerar också några av de utsläpp som förekommer vid förbränning av fossila bränslen. Bränsledirektivet påbjuder till exempel att svavelinnehållet i fossila bränslen får vara högst 50 ppm (miljondelar) per liter. En låg svavelhalt i bränslet gör att katalysatorer fungerar bättre. Direktivet anger att två olika kvaliteter för bensin respektive diesel är tillåtna, och den högre kvaliteten ska ersätta den lägre, om möjligt, senast år 2005.

Gemensam miniminivå för fordonskatt och miljömärkning av fordon

EU har också infört miniminivåer för fordonskatt på tunga fordon från år 1999. För att ytterligare stimulera till förbättrad bränsleekonomi ska nya personbilar som säljs inom EU från och med år 2001 vara märkta med uppgifter om bränsleekonomi och koldioxidutsläpp. Det finns också planer på att göra det

obligatoriskt att mäta koldioxidutsläpp från nya bilar från och med årsmodell 2001. Medlemsstaterna ska samla in data över medelutsläpp av koldioxid från alla nyregistrerade fordon utifrån bränsleslag, tillverkare och motorkapacitet.

Direktiv om att främja biodrivmedel

För att främja biodrivmedel har ett direktiv om främjande av biobränsle i transporter utarbetats. För att biobränslen ska bli konkurrenskraftiga med diesel och bensin är det dock nödvändigt att medlemsstaterna kan sänka skatten på biodrivmedel. Därför presenterades samtidigt ett ändringsförslag till Mineraloljedirektivet (92/81/EEG) som ger medlemsstaterna rätt att differentiera skattesatsen till förmån för biodrivmedel. Stöd till forskning, demonstrationsprojekt och pilotprojekt för biodrivmedel finns i det så kallade *ALTENER*-programmet.

Nya förslag

Kommissionen har inlett samtal med bilindustrin om hur man ska uppnå förbättrad bränsleeffektivitet för fordonstyper som inte omfattas av det nuvarande avtalet, bland annat terränggående personbilar (*sport utility vehicles*).

USA – Kalifornien driver utvecklingen

FAKTARUTA USA

Koldioxidutsläpp per invånare 1999, ton/inv.:	20,4
Koldioxidutsläpp från transportsektorn per invånare 1999, ton/inv.:	6,1
Bilnehav per 1000 invånare, 1998:	488
Persontransportarbete per invånare 1998: pkm.	26 615
Godstransportarbete per invånare 1998, tkm.	18 077

Minskad användning av fossila bränslen har blivit en fråga som fått större uppmärksamhet på senare år i USA, särskilt efter terrordåden den 11 september 2001. Förbättrad försörjningstrygghet är den fråga som är av störst vikt för energipolitiken, men minskad miljöpåverkan från transporter är också av stor betydelse, inte minst i Kalifornien som sedan länge haft stränga miljökrav som drivit på teknikutvecklingen mot renare fordon. Inriktningen på energipolitiken har förändrats från att fokusera på energieffektivisering till att främja teknikskiften.

Reglering av bränsleförbrukning och utsläpp

En viktig del av den amerikanska energipolitiken har varit regleringar av utsläpp och energianvändning i fordon. 1978 infördes CAFE-normerna (*Corporate Average Fuel Economy*), som reglerar bränsleförbrukningen i personbilar och lätta lastbilar (från och med 1979) som säljs i USA. Normer har definierats för olika

bilmodeller som kan variera mellan olika år. Klarar biltillverkaren inte standarden utgår en straffavgift beräknad efter hur mycket normerna överskrids. CAFE-normerna har inneburit att förbrukningen minskat påtagligt under perioden 1975–1986. Därefter har utvecklingen stannat av, vilket förklaras med att normerna inte har skärpts sedan i början 1980-talet. En annan orsak är de låga drivmedelspriserna, som inte drivit på utvecklingen av bränsleekonomi.

Ett annat exempel på en reglering som haft stor betydelse är lågmissionsprogrammet för fordon i Kalifornien som infördes 1990. Programmet har hårdare utsläppskrav än den federala luftvårdslagen, *Clean Air Act*. Kraven på lägre emission har införts stegvis med början år 1994. Sedan år 2000 ingår i programmet obligatorisk krav på försäljning av noll- eller lågmissionsfordon i tillräcklig omfattning, det vill säga fordon med låga utsläpp ska stå för 10 procent av totala försäljningen inom delstaten år 2003, annars får biltillverkarna inte sälja fler konventionella fordon. Idag är det bara el- och bränslecellfordon som klarar dessa krav. År 2001 justerades reglerna något så att även vissa andra miljövänliga fordon accepteras för att uppnå 10 procent av försäljningen. För mellanstora biltillverkare är kraven lägre och de små biltillverkarna behöver inte uppfylla kraven alls.

Den så kallade ozontransport-regionen (*The Ozone Transport Region*), som består av 13 delstater i nordvästra USA, har också antagit Kaliforniens lågmissionsprogram. Alla stater har dock inte antagit kravet på försäljning av 10 procent nollemissionsfordon. Som ett alternativ till kravet har de amerikanska biltillverkarna erbjudit att producera lågmissionsfordon till hela landet.

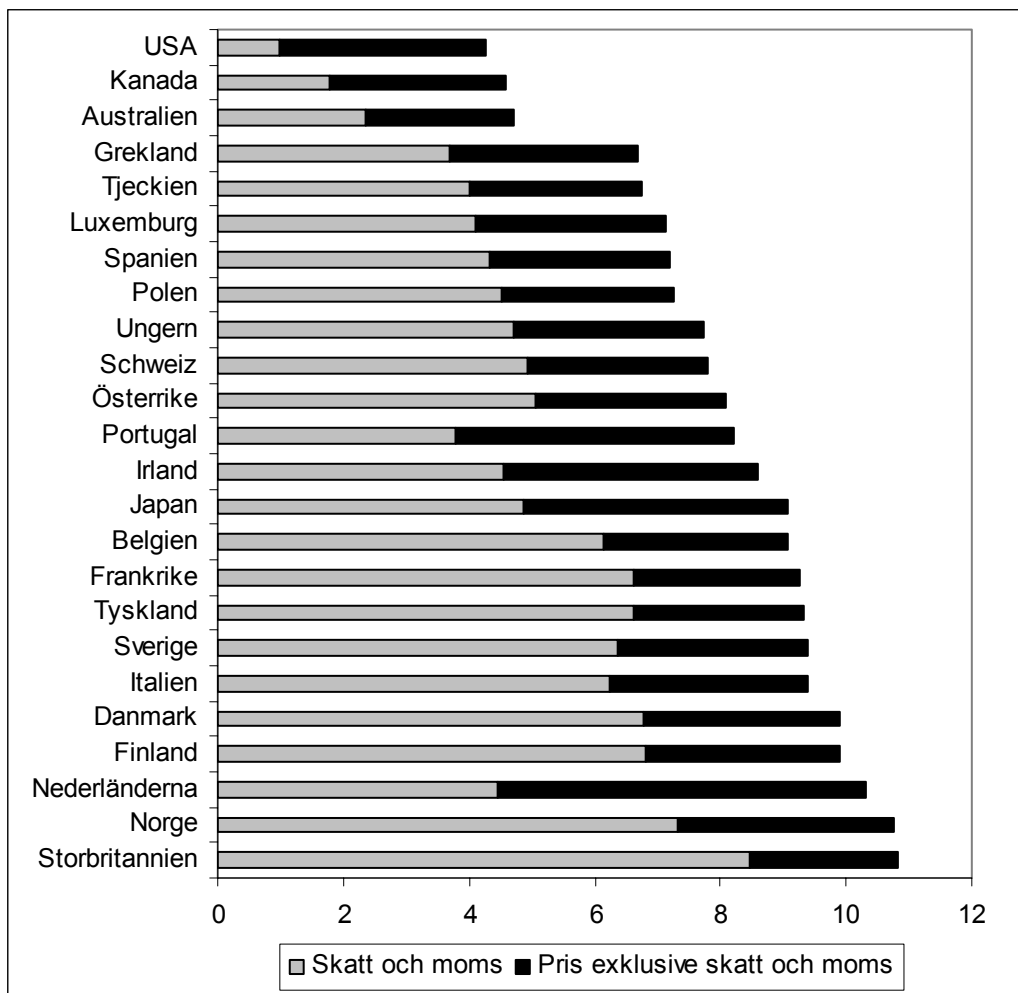
Det finns också regleringar av utsläpp av olika slag. I luftvårdslagen (*Clean Air Act*) finns utsläppsnormer och en ny standard träder i kraft 2004. EPA (*U.S. Environmental Protection Agency*), USA:s naturvårdsverk, har tagit fram särskilda standarder för alternativdrivna fordon.

Frivilliga överenskommelser med fordonsindustrin

För att förbättra bränsleekonomi har USA valt att gå via frivilliga överenskommelser med bilindustrin. 1993 träffades en överenskommelse med de tre stora biltillverkarna (GM, Ford och Chrysler) i form av PNGV - *Partnership for a New Generation of Vehicles*. Under våren 2002 träffades en ny överenskommelse, kallad *Freedom CAR*, som ersätter PNGV-programmet. Det nya programmet kommer att fokusera på tekniker som är av stor betydelse för hela fordonsindustrin. Ett exempel är tekniker som gör det möjligt att massproducera vätgasdrivna bränsleceller och produktions- och distributionssystem för vätgas till rimliga priser. Även tekniker som möjliggör kraftiga minskningar av oljekonsumtionen och miljöpåverkan kommer att ges stöd, till exempel batterier, lättviktsmaterial och hybridbilar.

Låga skatter och drivmedelspriser

Ekonomiska styrmedel har inte använts i någon större omfattningen i USA. Det stora motståndet mot skatter har lett till att drivmedelsskatterna är betydligt lägre än i Europa. Skatterna står för drygt 20 procent av priset jämfört med 50–80 procent i många europeiska länder.



Figur 24 Jämförelse av bensinpriser (SEK) i ett urval av länder, 2001.

Källa: Energy and Prices, Quarterly Statistics, second quarter, IEA/OECD 2001

Maine och Maryland har som första delstater infört skattelättnader upp till 3000 USD respektive 2000 USD till dem som köper miljövänliga fordon. Till miljövänliga fordon räknas de fordon som uppfyller Kaliforniens utsläppsnormer.

Stimulans för alternativa bränslen

För att stimulera användning av alternativa bränslen finns fyra program:

- ”Bränsleersättningsprogrammet” (*The Replace Fuels Programme*) utvärderar och analyserar genomförande av program som rör alternativa drivmedel och ger förslag till nya program eller styrmedel som syftar till att uppnå målen.
- ”Test och utvärderingsprogrammet” (*The Testing and Evaluating Programme*) tillhandahåller information om alternativa drivmedels och hybridbränslecellsfordon. I programmet ingår också att utöka den federala fordonsparken med fordon som drivs med alternativa drivmedel.
- *Department of Energy Clean City Programme* har som mål att nå 100 procent användande av fordon med alternativa drivmedel i vissa nischmarknader, som taxibilar, fordon på flygplatser, transitbussar, skolbussar, varuleveransfordon, färdtjänstbilar. Statsbidrag utgår för att finansiera projekt som utvecklar infrastrukturen
- Program för avancerade fordon (*The Advanced Vehicle Competitions*) för samman regeringen, industrin och universiteten för demonstration av användning av alternativa drivmedel och avancerad lättmaterialteknik.

Övriga åtgärder

Stöd ges också till intelligenta transportsystem (ITS), bränslecellsbusar, program som inriktas på att minska bränsleförbrukningen i långväga lastbilstransporter.

För att främja kollektivtrafik infördes ett demonstrationsprogram för ett avancerat bussystem i Los Angeles – *The Metro Rapid Programme*. Programmets mål är att öka antalet bussresenärer genom att öka bussarnas genomsnittshastighet. Bussarna som ingår i programmet utrustas med ”transponders” i bussens underdel. Censorer i gatan känner sedan av bussarnas rutt och kan anpassa grönt och rött sken för att minimera bussarnas stopp. Transpondersystemet gör det också lätt att positionsbestämma alla bussar i en transportcentral, vilket gör att man kan förhindra förstockningar. Bussarna i programmet körs på naturgas och omfattar 100 bussar sammanlagt.

Nya förslag

USA:s gällande energipolicy rekommenderar att nya CAFE-normer utarbetas och att andra marknadsbaserade instrument utvecklas för att stimulera till förbättrad bränsleekonomi. I policyn föreslås också skattelättnader för bränsleeffektiva fordon och en tillfällig rabatt, baserad på bränsleeffektivitet, vid inköp av nya hybridfordon eller bränslecellfordon under perioden 2003 till 2007. Vidare föreslås en översyn för att stimulera teknik som hjälper till att undvika trafikstockningar.

Japan – satsar på ny fordonsteknik

FAKTARUTA JAPAN

Koldioxidutsläpp per invånare 1999, ton/inv.	9,72
Koldioxidutsläpp från transportsektorn per invånare 1999, ton/inv.:	2,0
Bil innehav per 1000 invånare, 1998:	406
Persontransportarbete per invånare 1998: pkm.	10 372
Godstransportarbete per invånare 1998, tkm.	4 349

Japan har gjort stora satsningar på att subventionera fordon med låga utsläpp och arbetat med krav på förbättrad effektivitet och minskade avgasutsläpp.

Subventioner till miljövänliga fordon

Sedan 1998 ges subventioner vid inköp av fordon med låga utsläpp. Bidraget uppgår till 3 500 USD och betalas ut vid inköp av hybridfordon och elfordon. Hur detta stöd påverkat teknikutvecklingen för Japans nästa generation av lågemissionsfordon är inte klarlagt, men klart är att stödet gjort att de första hybriderna blivit konkurrenskraftiga gentemot konventionella fordon. Japan är det första land i världen som producerat och sålt en större mängd hybridfordon. Knappt 60 000 hybridfordon har sålts av 1998- till 2001-års modeller. Idag gäller som mål att antalet ”rena fordon” eller lågemissionsfordon ska uppgå till 3,65 miljoner fordon år 2010.

För att gynna miljövänliga fordon har skatteförändringar genomförts. Inköpskatten har sänkts för lågemissionsfordon (el, naturgas, metanol och hybrider) och bränsleeffektiva fordon. Dessutom kan ägaren av ett lågemissionsfordon välja mellan extra snabb avskrivningstakt, sänkt inkomstskatt eller företagsskatt under det första året. Även tunga fordon som klarar kraven i den japanska så kallade ”kväveoxidlagen” får sänkt inköpskatt. Samtidigt har skatten höjts på gamla bilar med höga utsläpp.

Regeringen ger också stöd vid inköp och leasing av lågemitterande lastbilar och för installation av tankstationer. Även installation av laddningsstationer för elfordon och tankstationer för naturgas och metanol ges stöd. Bidrag kan också delas ut för marknadsföring och kunskapsspridning och planering av introduktion av nya bränslen och infrastruktur.

Regleringar av utsläpp och bränsleeffektivitet

Japan har även infört standarder från 1998 för bränsleeffektivitet för fordon, vilka ska uppnås till 2005 och 2010. Misslyckas tillverkaren med att uppfylla kraven måste de betala en straffavgift. Det finns också utsläppsnormer för personbilar, lastbilar, bussar och motorcyklar. Dessutom skärptes år 2001 utsläppskraven som gäller kväveoxidutsläpp genom ändringar i kväveoxidlagen för fordon. Motivet

för skärpningen var att miljö kvalitetsnormerna för kväveoxider ska kunna uppnås trots ökade trafikflöden.

Övriga åtgärder

Stöd i olika former ges för att stimulera ”telearbete”, det vill säga möjligheten att arbeta på andra platser än kontoret genom att utnyttja IT - teknik och därmed minska antalet arbetsresor. Stöd betalas ut för att etablera telearbetskontor och för att genomföra projekt som utformar modeller för kommunikationsnätverk. Ett skattesystem som gynnar telearbete har också införts.

Japans nuvarande plan för att minska koldioxidutsläppen omfattar en rad åtgärder inom godstransporterna och har som mål att minska utsläppen med 10 procent till år 2010. För att minska utsläppen från godstransporterna genomförs åtgärder för att få till stånd en övergång från lastbil till sjöfart och järnväg. Exempel på åtgärder är satsningar på att förbättra omlastningsstationer och terminaler, upprustning av järnvägslinjer för godstransporter och planering av åtta nya regionala inkörsportar för containers. För att öka effektiviteten i lastbilstransporterna planeras utbyggnad av gemensamma distributionscentraler och att verka för ökad IT-användning i planeringen av rutter samt använda större lastbilar.

Forskning bedrivs också kring högeffektiva elfordon, naturgas- och metanoldrivna fordon, bränslecellsfordon och vätgas som energibärare.

FAKTARUTA Organisationer inom fordonsindustrin

ACEA (The Association of European Automobile Manufacturers) är den europeiska fordonsindustrins sammanslutning och består av tretton europeiska bil-, lastbils- och busstillverkare.

JAMA (The Japan Automobile Manufacturers Association, Inc.) är den japanska bilindustrins förening/sammanslutning. JAMA är en icke-vinstdrivande förening som består av 13 tillverkare av personbilar, lastbilar, bussar och motorcyklar i Japan.

KAMA (the Korea Automobile Manufacturers Association) är en icke-vinstdrivande organisation som består av 5 fordonstillverkare i Korea (Renault Samsung, Sangyong motor, Daewoo motor Co. Ltd., Kia motors Corporation och Hyundai motor company).

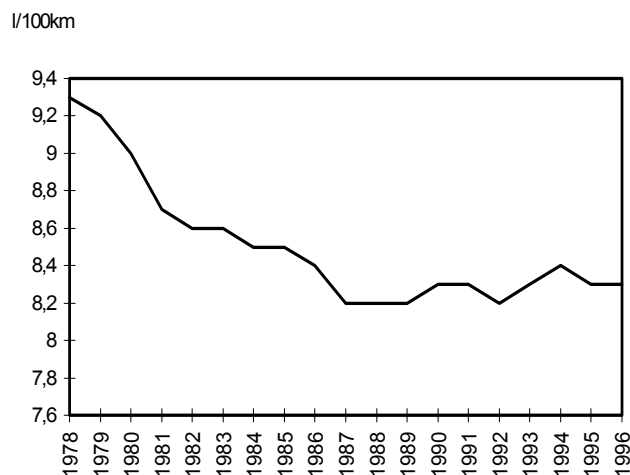
USCAR är en paraplyorganisation för de amerikanska biltillverkarna DaimlerChrysler, Ford och General Motors.

Trender inom teknikutvecklingen

De allt starkare miljökraven har varit en pådrivande faktor för teknikutvecklingen i fordonsindustrin. Genom förbättrad avgasreningsteknik och förbättrad kvalitet av bränslen har en rad skadliga utsläpp kunnat minskas. Idag fokuseras arbetet på minskade utsläpp av växthusgaser. Dessutom är ökad försörjningstrygghet en fråga som fått allt större betydelse både i EU och i USA. En förbättring av den konventionella tekniken för bensin- och dieselmotorer är därför inte tillräcklig, utan det krävs även en övergång till nya drivmedel.

Konventionella förbränningsmotorer

Fordonsindustrin har under lång tid arbetat med att utveckla bensinmotorer och dieselmotorer. Exempel på teknikutveckling i bensinmotorer är förbränning med ökat luftöverskott, effektivare motorstyrssystem, introduktion av avgasåterföring. Under perioden 1978–1987 minskade den genomsnittliga bränsleförbrukningen för nya personbilar från 0,93 liter/mil till 0,82 liter/mil som framgår av Figur 25. Förbrukningen hade dock år 1996 ökat till 0,83 liter/mil (enligt de gamla svenska mätnormerna). Anledningen till att bränsleförbrukningen ökat är att andelen stora bilar har fördubblats och att ny teknik och förbättrad effektivitet för personbilar i första hand använts till starkare motorer snarare än lägre bränsleförbrukning.



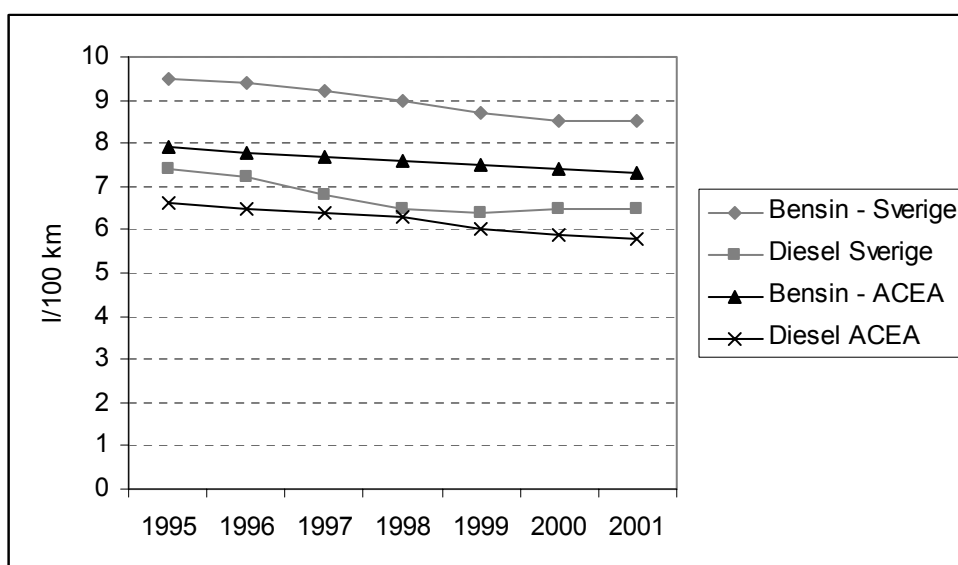
Figur 25 Genomsnittlig bränsleförbrukning i nya personbilar 1978–1996 i Sverige.

Källa: ODYSSÉ databas.

Uppgifter för åren 1995–2000 är inte jämförbara med tidigare period på grund av en förändrad mätmetod. Mellan åren 1995–2000 har bränsleförbrukningen i nya bensinbilar i Sverige har sjunkit med 11 procent och för dieselbilar med 12 procent. Som jämförelse redovisas också utvecklingen för nya bilar producerade

inom den europeiska bilindustrin, ACEA. Även här har bränsleförbrukningen sjunkit med cirka 10 procent. Svenska bilar har dock klart högre förbrukning än den genomsnittliga europeiska bilen med 8,5 liter per 100 km jämfört med 6,8 liter per 100 km (år 2000). Detta beror bland annat på att Sverige har en större andel stora bilar än övriga Europa, som i sin tur kan förklaras med att svenska bilförare skattar trafiksäkerhet högt, att vi har förhållandevis gott om utrymme i tätorterna, att svenska tillverkare har en tradition av att producera medelstora och stora bilar, att tjänstebilar som senare når andrahandsmarknaden också är förhållandevis stora, att avstånden in Sverige är stora, vilket kommer till uttryck i val av komfortnivå, osv.

Den årliga förbättringstakten inom ACEA har hittills varit 1,5 procent. För att minska utsläppen av koldioxid med 25 procent till år 2008–09, vilket är målet enligt ACEA-avtalet, måste den årliga reduktionen nå 2 procent hela perioden ¹⁴.

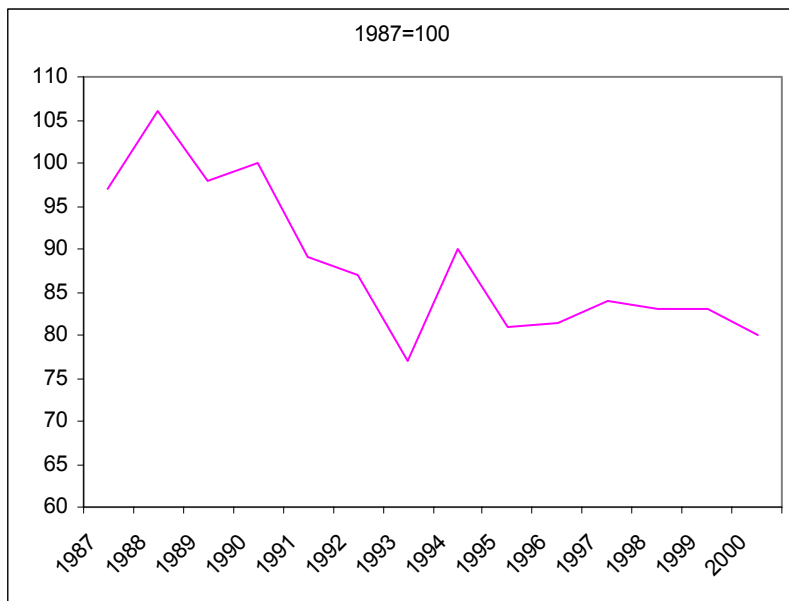


Figur 26 Bränsleförbrukning i nya personbilar 1995–2000.

Källa: ODYSSE databas och www.acea.be

Godstransporterna har blivit mer energieffektiva. Bränsleförbrukning per fordonskilometer för lastbilar har minskat med omkring 15 procent mellan åren 1987–1995. Under de senaste åren på 1990-talet har dock utsläppen ökat något under några år. Den ökade effektiviteten fram till 1995 beror dels på minskad bränsleförbrukningen i lastbilarna och dels på att lastfaktorn för lastbilar har ökat. Ökningen under slutet av 1990-talet kan bero på att fyllnadsgraden i lastbilarna minskat.

¹⁴ Vinnova debatt 2001:3



Figur 27 Bränsleförbrukning per fordonskilometer 1987–2000 i Sverige.

Källa: ODYSSE databas.

Aktuella utvecklingsområden

Ett aktuellt utvecklingsområde för bensinmotorer är direktinsprutning för bensinmotorer (GDI, *Gasoline Direct Injection*). Idag har de flesta europeiska tillverkarna utvecklat denna teknik, som bedöms kunna minska bränsleförbrukningen med mellan 15–20 procent. Nackdelen är att kväveoxiderna ökar. Generellt finns en konflikt mellan utveckling av bränslesnåla motorer och motorer med låga utsläpp. Bränslesnåla motorer riskerar att ha större utsläpp av kväveoxider och motorer med avgasrening har ofta högre bränsleförbrukning.

Ett annat utvecklingsområde som de flesta fordonstillverkare arbetar med är motorer med så kallad homogen kompressionständning. Det innebär att en homogen ”luft-bränsle-blandning” komprimeras och sedan självantänder, i stället för att tändas med hjälp av ett tändstift. Denna teknik kan minska bränsleförbrukningen jämfört med dagens bensinmotorer och dessutom ge låga utsläpp av kväveoxider och partiklar.

Variabel kompression är också en teknik som bedöms kunna minska bränsleförbrukningen med cirka 30 procent. SAAB presenterade år 2000 en ny motor med variabel kompression, som kan köras på bensin, diesel och etanol. SAAB har dock inte fattat beslut om tillverkning av sådana motorer ännu.

När det gäller dieslbilar kan turbodirektinsprutning (TDI, *Turbo Direct Injection*) minska bränsleförbrukningen med 10–15 procent jämfört med dagens dieselmotorer. Om man kan lösa problemen med utsläpp av luftföroreningar och

stränga utsläppsnormer, kan direktinsprutande dieselmotorer spela en viktig roll för att minska utsläppen av koldioxid.

Den dieseldrivna personbilen Lupo 3L TDI, som Volkswagen tog fram 1999, var världens första serietillverkade bil med en bränsleförbrukning på 3 liter per 100 km. Det är också den första dieselbilen som klarar Euro IV kraven som gäller från och med 2005. Den låga bränsleförbrukningen beror på ett nytt motorkoncept som kombinerats med låg fordonsvikt, litet rullmotstånd och luftmotstånd. Volkswagen-koncernen har tagit fram ytterligare en bil med endast 3 liters förbrukning per 100 km, Audi A2 1,2 TDI. Den kännetecknas av litet luftmotstånd och låg vikt tack vare en konstruktion i aluminium.

För dieselmotorerna pågår utveckling av katalysatorer, partikelfilter och återföring av avgaser, så kallad EGR (*Exhaust Gas Recirculation*). EGR innebär att en mindre mängd av avgaserna återförs till förbränningsutrymmet, där de koldioxidrika avgaserna sänker temperaturen, vilket reducerar kväveoxidutsläppen.

Euronormerna driver på utvecklingen av lastbilar

För tunga fordon, lastbilar och långtradare, verkar fordonsindustrin i första hand satsa på att utveckla bättre reningssystem för dieselmotorer under de närmaste 10–15 åren. För att klara kraven enligt de kommande Euronormerna behövs både partikelfilter, EGR och selektiv katalytisk reduktion. Möjligheterna att effektivisera tunga fordon är mindre än för personbilar. Det beror på att tunga fordon sedan länge optimerats för att nå en låg bränsleförbrukning, eftersom köparna ställt sådana krav. Det beror också på att tuffa utsläppskrav sporrat till ytterligare teknikutveckling. Ett annat skäl är att det är svårare att minska vikten, eftersom andelen nyttolast är större.

Hinder för marknadsintroduktion för ny teknik

Det finns många hinder som kan förhindra ny teknik eller nya drivmedel att etableras på marknaden. Exempel på hinder är:

- Tekniska problem i bränsleproduktion, distribution och i fordon
- Kostnader
- Teknisk och ekonomisk determinism, s.k. stigberoende (*path dependency*)
- Geografiska begränsningar, till exempel begränsat naturgasnät
- Lagliga och institutionella hinder
- Säkerhetsfrågor och miljörestriktioner
- Acceptans hos brukarna
- Informationsbrist

Ett av de större hindren för alternativa bränslen och ny fordonsteknik idag är höga kostnader. Kostnaden för att producera biodrivmedel är två till fyra gånger högre

än för bensin och diesel¹⁵. För att kunna konkurrera måste biodrivmedel därför subventioneras i någon form eller ges skattefördelar.

”Stigberoende” är också ett stort problem för alternativa drivmedel. Det är svårt att motivera konsumenter att investera i ett fordon som har begränsad räckvidd på grund av att det saknas utbyggd infrastruktur eller fordonstillverkare att producera sådana fordon. Samtidigt behövs en tillräckligt stor efterfrågan på ett nytt bränsle för att få till stånd investeringar i utbyggnad av infrastrukturen.

Ett annat stort hinder är brist på samordning av utvecklingsarbetet. Omställningen av drivmedelsförsörjningen kräver en europeisk och helst även en global samordning. Trafik ska kunna ske över gränserna och fordon behöver därför vara standardiserade och man måste komma överens om specifikationer och definitioner för nya bränslen.

Ett annat problem är acceptans hos brukarna för ny teknik. Ny teknik innebär att tekniken är okänd för de flesta och att den kan ha en rad ”barnsjukdomar”, vilket är en osäkerhetsfaktor för användarna. Det är inte heller säkert att användarna är medvetna om vilka fördelar den nya tekniken har.

Ett sätt att undvika en del marknadshinder är genom inblandning av ett nytt bränsle i befintliga bränslen. Fördelen med inblandning är att bränslet kan introduceras på marknaden när en fungerande produktion har kommit igång. Vid en inblandning behövs inte något nytt distributionssystem eller nya fordon, kanske inte ens anpassning av gamla fordon. Fordonsägare ställs heller inte inför en valsituation utan kan använda bränslet där det är tillgängligt. På så sätt kan en stor marknad byggas upp och när bränslet finns i garanterade volymer till ett acceptabelt pris kan fordon som körs på rent bränsle introduceras i större skala. För att fordonen ska optimeras för det nya bränslet krävs dock användning av bränslet i ren form.

Hybridfordon

Hybridfordon har utvecklats snabbt under de senaste åren. Idag finns flera typer av lätta hybridfordon ute på marknaden. Samtliga av de fordon som är framtagna idag drivs med bensin. Bränsleförbrukningen är låg och effektiviteten hög. De japanska biltillverkarna fokuserar för närvarande på att bredda produktionen och att reducera kostnaderna.

Hybridfordonen kan delas in i olika typer; ISG (*Integrated Starter Generator*) och s.k. svaga och starka hybrider. I ISG-hybrider är startmotor, svänghjul och generator ersatt med en medelstor elmotor, som kan arbeta antingen som elmotor eller elgenerator. En hybrid av ISG typ har sämre bränsleekonomi än både svaga och starka hybrider, men kostar mindre att tillverka. Det finns också hybrider som

¹⁵ Saving Oil and reducing CO₂-emissions in transport, IEA 2001

kan laddas från nätet, s.k. ”plug-in-hybrider”, som har minst 32 kilometer räckvidd i eldrift. Dessa omnämns i Kaliforniens nollemissionskrav, men ingen av de japanska fordonstillverkarna satsar på denna teknik, eftersom det kostar lika mycket att tillverka sådana fordon som en batteribil och tekniken blir mer komplicerad.

Den första serietillverkade hybridbilen, Toyota Prius, började produceras i slutet av 1997. De första åren såldes Prius bara i Japan, men under år 2000 påbörjades försäljningen även i USA och i Europa. Den totala försäljningen har ökat markant under det senaste året. I Japan har knappt 60 000 fordon sålts, i USA 27 000 och i Europa 3 200 fordon (t.o.m. år 2002). Bränsleförbrukningen i Toyota Prius är 5,1 liter per 100 km. Toyota har även introducerat två andra hybridfordon, Toyota Crown som är en så kallad svag hybrid och Toyota Estima som är en fyrhjulsdreven hybrid. Båda dessa har börjat säljas på den japanska marknaden. Andra exempel på hybrider är Honda Insight och Honda Civic. Honda Civics bränsleförbrukning ligger i likhet med Prius runt 5 liter per 100 kilometer. Ford har annonserat att de kommer lansera en ny modell under 2003.

Fördelarna med hybridfordon är att de har lägre bränsleförbrukning och utsläpp av koldioxid och andra hälsofarliga utsläpp. På sikt beräknas bränsleförbrukningen komma att sjunka med 30–50 procent i hybridfordon¹⁶. Servicekostnaderna är också lägre än för konventionell teknik.

En nackdel med hybridtekniken är att fordonen kostar omkring 15–20 procent mer än en bensindrivna bil. Dessutom finns alltid ett visst motstånd mot ny ”okänd” teknik hos köparna.

Hybridtekniken intressant för stadsbussar

Hybridtekniken är också intressant för bussar, främst i lokaltrafik. Stockholms lokaltrafik har haft sex bensindrivna elhybridbussar, som numera drivs på etanol. Uppsala och Malmö har biogasdrivna hybrider och i Göteborg testas två hybridbussar med gasturbiner. I New York testas 125 dieseldrivna hybridbussar. När det gäller hybridbussar är de flesta fordon fortfarande prototyper och serieproduktion har inte kommit igång i större skala ännu¹⁷.

Även för lastbilar är hybriden den teknik som har bäst möjlighet att utvecklas, främst för små lastbilar som används för transporter i citykärnor. Exempelvis har Volvo skaffat sig erfarenhet av att bygga hybridlastbilar. Minskningen av bränsleförbrukningen i lastbilar bedöms inte bli lika stor som för personbilar. Volvo har uppskattat att minskningen kan bli 20–25 procent¹⁸.

¹⁶ Energimyndighetens klimatrapport 2001

¹⁷ KFB 2000

¹⁸ KFB El och hybriddrift av bussar och lastbilar, 2000

Bränslecellsfordon

Bränslecellstekniken är den teknik som (åtminstone delar av) fordonsindustrin tror mest på både för lätta och tunga fordon. Enligt många bedömningar kommer bränslecellsfordon få ett genomslag runt år 2010.

Bränslecellen kan drivas med olika bränslen. Antingen med vätgas som lagras i bilen eller vätgas som producerats i bilen av flytande bränsle i en särskild omformare (eng. *reformer*). Det finns också en typ av bränsleceller som kan drivas med metanol, den så kallade direktmetanolcellen, men den är ännu tekniskt outvecklad. För närvarande ser vätgasdrivna bränsleceller ut att vara den mest lovande tekniken, såväl General Motors och Toyota utvecklar denna teknik.

De flesta bedömare anser att bränsleceller kommer att drivas med vätgas i framtiden. I ett kortare perspektiv har olika utvecklingslinjer valts. GM, Toyota med flera kommer att använda lågsvavlig bensin, medan DaimlerChrysler och Ford med flera planerar att använda metanol. Framsteg sker dock relativt snabbt på området, varför bedömningarna om utvecklingsvägar kontinuerligt omprövas och kan komma att leda till förändrade strategier för företagen.

Fördelarna med bränslecellsfordon är att de är effektiva och i princip utsläppsfria. Den stora nackdelen är de höga kostnaderna för tekniken och att det krävs ett helt nytt system för distribution av bränsle.

Idag finns inga fordon ute på marknaden. Daimler-Chrysler har dock lanserat några olika prototyper, t.ex. i november år 2000 då "Necar 5" presenterades. Necar 5 baseras på en Mercedes Benz A-klassbil och har en omformare installerad i fordonet, som omvandlar metanol till vätgas. Toyota presenterade i mars år 2001 en bränslecellsprototyp, "FCHV-4", som drivs med ren komprimerad vätgas. Även Honda har utvecklat en bränslecellmodell, FCX-V4 som har trycksatta vätgastankar under bilgolvet.

Toyota har planerat att producera den första bränslecells bilen under sommaren år 2003. Priset väntas ligga mellan 450 000 och 900 000 kronor. Även General Motors, Ford och Chrysler har tidigare annonserat att de kommer att sälja bränslecellsfordon runt år 2004. Ford har dock deklarerat att deras masstillverkning av bränslecellsfordon kommer att förskjutas till efter år 2010, främst på grund av de höga kostnaderna och avsaknaden av infrastruktur för vätgas.

Bränslecellstekniken är också lovande för tunga fordon, och utvecklingen har till viss del kommit längre än för personbilar. Exempelvis kommer omfattande demonstrationsprojekt inom EU och på Island att lansera vätgasdrivna bränslecellsbusar i stadstrafik under år 2003. EU-programmet heter *Clean Urban Transport for Europe* (CUTE) och på Island betecknas systerprogrammet *Ecological City Transport System* (ECTOS). Programmen inkluderar även demonstration av vätgasinfrastruktur och lagring av vätgas. CUTE kommer

lansera vätgasbussar i nio europeiska storstäder, bl.a. Stockholm, London, Amsterdam och Barcelona.

Alternativa drivmedel

Alternativa drivmedel, det vill säga andra drivmedel än bensin och diesel, står fortfarande för en marginell del av transportsektorns energianvändning i Sverige. På den svenska marknaden finns idag fordon som drivs med etanol, rapsmetylester (RME), naturgas eller biogas. Kommersiell tillverkning av förnybara drivmedelsalkoholer i Sverige (2002) finns i form av etanoltillverkning från jordbruksgrödor. Ingen av de idag aktuella drivmedlen har förutsättning att helt ersätta vare sig bensin eller diesel. Dessutom är kostnaden för produktion fortfarande påtagligt högre.

Etanol och metanol

I princip skulle alla nya bensindrivna personbilar utan tekniska åtgärder kunna tankas med 10–15 procents inblandning av etanol i bensinen. Även för dieseldrivna fordon är det möjligt att använda etanol, men det medför en rad motortekniska justeringar. I Sverige ökar successivt användningen av etanol som drivmedel och det fanns år 1999 cirka 350 etanoldrivna bussar och ytterligare lika många bränsleflexibla personbilar som kan köras både på etanol och på bensin. Dessutom blandas 4–5 procent etanol in i all bensin som säljs i Mälardalsområdet och på vissa orter i södra Sverige. I Göteborg finns också provdrift av taxibilar med 14 procent etanolinblandning i alkylatbensin. Användningen av bränsleflexibla fordon är ett effektivt sätt att underlätta introduktionen av etanol, då man inte omedelbart behöver bygga ut rikstäckande distributionssystem. Brasilien och USA har kommit längre. Brasilien valde redan för 25 år sedan att satsa på etanol och idag används lika mycket etanol som bensin. I USA påverkas etanolens etablering starkt av rådande lagar och regleringar, men trots detta står etanol för hela 40 procent av drivmedelsanvändningen i några få stater. Det finns också uppgifter om att produktionen av bränsleflexibla bilar i USA kommer att uppgå till cirka 1 miljon exemplar per år.

Etanol producerad ur spannmål är i dagsläget kostsamt och inte energieffektivt. Dessutom är råvarutillgången begränsad. Etanol från cellulosa skulle kunna produceras i större mängder, men först på längre sikt. För att utveckla kostnadseffektiv produktion krävs fortsatt forskning. Mot bakgrund av det har Energimyndigheten beslutat att stödja uppförandet av en pilotanläggning för etanolproduktion i Örnsköldsvik.

Metanol kan på samma sätt som etanol användas både i ren och i blandad form i bensinmotorer. Den kan också blandas in i diesellojja, men då krävs speciella åtgärder för att undvika separation i olika faser. Metanol kan också användas som bränsle i bränsleceller och är det drivmedel som är enklast att omvandla till vätgas

och ger högst verkningsgrad vid omvandling. Nackdelen med metanol är att det är ett korrosivt bränsle.

Både etanol och metanol är flytande bränslen som är relativt enkla att integrera med existerande infrastruktur för bensen och diesel. Idag utnyttjas metanol nästan enbart som industrikemikalie, användningen som drivmedel i världen är mycket begränsad. Metanol producerad ur biomassa är ännu bara i utvecklingsstadiet. Det kan dock vara viktigt att hålla vägen öppen för metanol för flexibilitetens skull i samband med utbyggnad av etanoltankstationer och utveckling av fordon.

Naturgas och biogas

Gasbilar kan ofta köras på både bensen och metangas, och kallas därför ”bifuel”. De har flera fördelar framför bensindrivna bilar. De har bättre startegenskaper och ger låga utsläpp av hälsofarliga ämnen. Gasdrivna bussar är också betydligt tystare än konventionella bussar.

Naturgas är också tillgängligt i många länder och ett relativt billigt bränsle. Potentialen till biogasproduktion är begränsad och gasen kan bara lagras i begränsad omfattning. På sikt kan biogas få en mer storskalig användning om vallgrödor utnyttjas som råvara. En kubikmeter biogas har ungefär samma energiinnehåll, ger samma körsträcka men är något billigare att producera än en liter bensen (blyfri 95).

En nackdel är att fordonen är dyra. De gasdrivna personbilar som finns på den svenska marknaden idag är mellan 30 000 och 80 000 kr dyrare än en konventionell modell¹⁹. Fordonen har också begränsad räckvidd och tar lång tid att tanka. Ytterligare en nackdel är att gasformiga ämnen är kostsamma att distribuera. Det gör att gasdrivna bilar kommer att få det svårt att etablera sig i glest bebyggda områden, exempelvis i norra Sverige. I Sverige finns det nordligaste tankstället i Uppsala. Totalt finns 12 biogas- och 12 naturgastankställen, fördelade i södra Sverige. I Europa finns betydligt fler, cirka 600 tankställen, varav de flesta i Tyskland och Italien.

År 2002 fanns totalt cirka 2000 gasdrivna fordon, av dessa var cirka 650 tunga bussar och lastbilar. Om man skulle kunna kombinera biogas- och naturgasanvändningen i Sverige och få en bra sammanlagd geografisk täckning kan det täcka 6–7 procent av drivmedelsbehovet.

På lastbilssidan var Volvo och Scania först i världen med att ta fram varsin lastbil som kan alternera mellan biogas och naturgas, utan att de miljöskadliga utsläppen ökar. Dessa lastbilar, Volvos FL6 och Scantias P114, är mindre än tidigare gasdrivna fordon och smidigare att köra i stadstrafik samt har mindre och bränslesnålare motorer. Några transportföretag i Sverige har redan valt att utnyttja gasdrivna lastbilar.

¹⁹ Marknadsundersökning av fordon drivna med biogas/naturgas, Egeback m.fl., 2002

Gasol/LPG

I Sverige finns 14 tankställen med LPG. I Europa är LPG betydligt vanligare. Cirka 3 200 tankställen fanns i början av år 2001, varav de flesta i Nederländerna, Frankrike, Belgien, Italien och Storbritannien. I USA står LPG för huvuddelen av användningen av alternativa drivmedel, och ofta är LPG bilarna av ”bifueltyp”, det vill säga att de kan köras både på LPG och på bensin.

Rapsmetylester

Rapsmetylester (RME) kan användas som låginblandning i alla dieselmotorer. För drift med ren RME krävs en anpassning av äldre motorer då bränslet är aggressivt mot material. På flera nya modeller, både personbil och lastbilar, ingår RME-anpassning som standardalternativ.

Den största begränsningen för användning av RME i stor skala är begränsad råvarutillgång. En volym i Sverige, baserad på inhemsk rapsproduktion, som överstiger 1–3 procent av dieselanvändningen förefaller inte trolig. Insatser av fossil energi för att producera råvaran motsvarar drygt en femtedel av energiinnehållet i RME. Dessutom används handelsgödsel och bekämpningsmedel vilket gör att RME inte är det mest attraktiva bränslet ur ett livscykelperspektiv. Mot bakgrund av detta anser myndigheternas strategigrupp (Energimyndigheten, Vägverket och Vinnova) att rapsmetylester inte är utvecklingsbart som biodrivmedel.

Dimetyleter

Dimetyleter (DME) är ett lovande bränsle för tunga fordon, eftersom det ger låga utsläpp och har hög effektivitet i ett systemperspektiv. En annan fördel är att distributionen är enklare än för andra gasformiga bränslen. Dimetyleter kräver dock specialanpassade fordon, eftersom bränslet måste trycksättas för att överföras till vätskeform. Det finns heller ingen produktion av dimetyleter idag i Sverige, även om utveckling och forskning om t.ex. biomassaförgasning pågår. Dimetyleter är därför aktuellt som drivmedel först på längre sikt.

Syntetiska och skräddarsydda bränslen

Det finns också möjlighet att tillverka bränslen vars egenskaper liknar bensin eller diesel. Genom att välja lämpliga, gärna förnybara insatsvaror samt att se till att de skadliga beståndsdelar som finns i bensin och diesel elimineras, eller åtminstone reduceras kraftigt, kan sådana bränslen leda till kraftigt minskade utsläpp. Skräddarsydd bensin för bränsleceller är ett av huvudalternativen för bränslecellfordon. Det förenar möjligheten att använda befintlig infrastruktur med god energitäthet vid lagring av bränslet i fordonet.

Exempel på syntetiska bränslen är paraffin och alkylat vilka är utmärkta drivmedel för bensen och dieselmotorer. De innehåller extremt lite svavel och låga halter aromater. Försök med paraffin har visat på lägre utsläppsnivåer än miljöklass 1 dieselolja. Dessa bränslen kan användas för inblandning och passar in i befintlig infrastruktur.

Vätgas

Vätgas anses av många (forskare, politiker, fordonstekniker) som det mest lovande bränslet (energibärare) på lång sikt, det vill säga om 20–30 år. Bränsleceller som drivs med vätgas har hög verkningsgrad och dessutom låga utsläpp. Det största hindret är att en övergång till vätgas kräver ett helt nytt system för produktion och distribution samt nya fordon. Ännu återstår mycket utvecklingsarbete, speciellt när det gäller effektiv lagring.

Vätgas kan också användas som bränsle i andra motorer. Ford har beslutat att utveckla en kolvmotor som drivs med vätgas. Motorn är i princip en vanlig bensinmotor som anpassats för väte. Anledningen till att Ford satsar på denna teknik är att det kan vara en länk mellan dagens bensinmotor och framtidens bränsleceller. Fördelen med den gasdrivna kolvmotorn är att den är relativt billig och enkel att producera och att den liknar bensinmotorn, vilket innebär att den kan repareras och genomgå service av dagens bilreparatörer. Det innebär goda förutsättningar för att snabbt komma igång med en massproduktion och därmed öka underlaget för en utbyggnad av infrastrukturen för vätgas.

Syntesgasproduktion ger stor flexibilitet

Ett intressant sätt att framställa olika biobränslen är syntesgasmotoden. Syntesgas (kolmonoxid och vätgas) kan framställas genom förgasning av biomassa. Ur syntesgas kan sedan flera olika drivmedel framställas; dimetyleter, metanol, vätgas, syntetiska kolväten. Syntesgas produceras redan idag, men från fossil naturgas. Eftersom gasen både kan produceras från fossila och förnybara råvaror kan gasen tillverkas överallt i världen. Processens stora flexibilitet både vad gäller råvara och produktion gör att syntesgasproduktion bedöms vara intressant. Myndigheternas strategigrupp har därför framfört att det bör inrättas ett program för syntesgasproduktion. Genom att utveckla en syntesgasproduktion skulle en övergång från fossila råvaror till ett uthålligt vätgasbaserat system kunna ske i relativt små steg.

Kostnader för alternativa bränslen

Det största hindret för alternativa drivmedel är som tidigare nämnts de höga kostnaderna. I tabellen nedan redovisas kostnadsbedömningar av framställnings- och distributionskostnader för alternativa bränslen. I dessa bedömningar har inte hänsyn tagits till att verkningsgraden vid flera fall ökar vid användning av alternativa drivmedel jämfört med konventionella drivmedel, till exempel

alkoholer istället för bensin i ottomotorer. Det är viktigt att konstatera att bedömningarna innehåller större eller mindre osäkerheter beroende på vilket underlag som finns tillgängligt, vilket noteras i kolumnen med anmärkningar.

Kostnader för drivmedel (inkl. distribution exkl. skatt)	Tidsram	Produktionspris kr/l	Pris, distribuerad produkt ¹⁾ kr/l bensinekvivalent	Pris distribuerad produkt ¹⁾ kr/l per diesel-ekvivalent	Anmärkningar
Bensin	2001	2	2,85		Medelpris 2001
Dieselolja	2001	2		2,84 ²⁾	Medelpris 2001
Etanol, spannmål	2000	6	10,0		Faktisk kostnad
Etanol, cellulosa	2010	4,6	7,9		Ingenjörberäkning
	2020	3,8	6,7		Ingenjörberäkning
Metanol, naturgas	2000	1,1	3,4		Faktisk kostnad
Metanol, biosyntesgas	2010	2,5	6,2		Ingenjörberäkning
		2	5,2		Ingenjörberäkning
F-T-diesel, biosyntesgas	2020			7,6	Grov skattning
				6,3	Grov skattning
DME, naturgas	2000			4,2	Ingenjörberäkning
DME, biosyntesgas	2010			6,9	Ingenjörberäkning
	2020			5,8	Ingenjörberäkning
RME	2000	6,5		7,4	Faktisk kostnad
Vätgas		-			Svår att uppskatta

¹⁾Prisjämförelse görs i två fall, jämfört med bensin respektive diesel. Eftersom energiinnehållet per liter är olika för bensin och diesel kan inte de två kolumnerna jämföras direkt.

²⁾Priset för dieselolja har beräknats för en tänkt distribution till privatkund i stor skala, vilket dock inte är fallet idag där den största andelen dieselolja distribueras till storkunder.

Tabell 6 Kostnadsuppskattningar för alternativa bränslen.

Källa: Med hållbarhet i tankarna, Vägverket 2002.

Tabellen visar att biodrivmedel verkar bli avsevärt dyrare än konventionella drivmedel. Kostnaderna är mellan 2–4 gånger högre jämfört med bensin och diesel. Det alternativ till bensin som har lägst kostnader är metanol som produceras av naturgas, därefter biobaserad metanol eller metanol producerad ur syntesgas. Som ersättning till diesel har naturgasbaserad dimetyleter de lägsta kostnaderna, följt av biobaserad eller syntesgasbaserad dimetyleter. En slutsats av detta är enligt rapporten att en storskalig introduktion av biodrivmedel förutsätter att bilarna blir bränslesnålare, för att merkostnaden inte ska bli avskräckande för trafikanterna. Å andra sidan, med tanke på att konsumentpriset inklusive skatter och moms ligger på ca 9 kr/l för bensin finns det uppenbarligen utrymme för att ”subventionera fram” alternativen. Detta givet att staten är villig att till en viss del minska fiskala intäkter från drivmedelssektorn och givet att sådana subventioner kan tillåtas enligt EU:s konkurrensregler.

Fordonsindustrins satsningar på ny teknik.

Företagen inom fordonsindustrin arbetar med att utveckla morgondagens fordon. Några företag satsar på att utveckla den befintliga tekniken och andra fokuserar på

framtida tekniker som bränsleceller. Nedan följer ett urval av de satsningar som görs av olika bilproducenter.

Toyota och Honda utvecklar bränsleceller och hybridfordon

Toyota och Honda är världsledande när det gäller bränslecellsfordon. Båda företagen planerar att leverera fordon under år 2003. Även Ford satsar på utveckling av bränsleceller. Ford har valt att satsa på metanolomvandling för bränslecellsfordon medan General Motors (GM) och Toyota tillsammans valt att satsa på bensenomvandling. De koreanska företagen Hyundai och Daewoo experimenterar också med omvandling av bensen. Ford har under år 2002 sagt sig vara tveksam till utvecklingen på grund av avsaknad av infrastruktur och höga kostnader.

Toyota och Honda är även världsledande när det gäller hybridtekniken. Toyota planerar att tillverka över en halv miljon fordon till år 2008. Ford, som uttalar stöd för nollemissionsförslaget i Kalifornien, har en utvecklingsplan för hybridfordon som innebär att deras Escape-modell kommer att tillverkas från och med 2003. Man beräknar att tillverka cirka 6,7 miljoner fordon till 2008. Till skillnad från Ford stödjer GM inte nollemissionskravet, utan har valt att gå till domstol för att försöka stoppa kravet.

Nissan gjorde stora satsningar på hybridtekniken, som dock avbröts bland annat på grund av risk för stora förluster. Avbrottet ledde till att de flesta av Nissans underleverantörer hamnade i svårigheter och kommer troligen leda till att Nissan kommer att få svårt att återuppta utvecklingen av hybrider. Även deras utveckling av bränsleceller har drabbats negativt av avbrottet. Nissan har dock tagit fram den "ultrarena" bensenbilen Sentra. Även Mitsubishi och Subaru har utvecklat hybrider.

När det gäller batteribilar har intresset ökat något i takt med att Kaliforniens krav på nollemissionsfordon närmar sig. Ford har investerat omkring en miljard i batteribilstillverkaren Think Nordic. Ingen av de japanska biltillverkarna verkar ha några planer på att starta serietillverkning av batterifordon.

Naturgasbilar utvecklas av Honda och Fiat

Honda har tagit fram naturgasbilar som redan 1997 erkändes av den amerikanska miljöbyrån som världens renaste förbränningsfordon. Mitsubishi förväntas sälja naturgasdrivna fordon i Kalifornien från och med år 2003. Även Fiat arbetar på initiativ av den italienska regeringen med att främja användandet av naturgas som drivmedel. En rad olika naturgasdrivna fordon har tagits fram, den mest populära är en "bifuel" Multipla som sålts i 12 000 exemplar under år 2000²⁰. Daihatsu har bedrivit forskning och utveckling om fordon som drivs med komprimerad

²⁰ Alternativa bränslen för vägtransporter, åtgärder för att främja biobränslen, EU-kommissionen 2001/025(COD)

naturgas (CNG) sedan år 1993. Flera olika typer av CNG-drivna fordon har tagits fram och man har byggt en tankstation för CNG-fordon i Japan.

Ford och Peugeot utvecklar dieseltekniken

När det gäller konventionell teknik satsar Ford på teknikutveckling i terränggående personbilar och lätta lastbilar. Från och med år 1998 uppfyller de terränggående personbilarna och de mindre lätta lastbilarna lågemissionsstandarderna, enligt Ford. Från och med år 1999 klarar även pickup-lastbilar kraven. Standarderna träder i kraft först år 2005.

Franska PSA Peugeot Citroën arbetar främst för att förbättra dieseltekniken. Man har utvecklat ett system (Hdi-system) med högtryck direktinsprutning som minskar bränsleförbrukningen med 20 procent jämfört med konventionella dieselmotorer och 40 procent jämfört med bensinmotorer. Dessutom innebär tekniken lägre utsläpp av kolväten, partiklar och koloxid. Peugeot har också tagit fram ett partikelfilter som reducerar partikelhalten till lägsta mätbara halt. Även ISUZU Motors satsar främst på utveckling av dieseltekniken.

Energimyndighetens satsningar på forskning och utveckling inom transportsektorn

Energimyndigheten har verksamhet både för att utveckla och effektivisera befintliga förbränningsmotorsystem, och för utveckling av framtida fordonstekniker, t.ex. el- och hybridmotorsystem samt produktion av alternativa drivmedel. Även NUTEK, Vägverket och Vinnova bedriver verksamhet inom delar av dessa områden. Dessutom samverkar staten med näringslivet i form av fordonsforskningsprogrammet och samverkansprogrammet för utveckling av mer miljöanpassade fordon, vilka båda leds av Programrådet för fordonsforskning (PFF).

Satsningar på biodrivmedel

Energimyndigheten har tillsammans med Vägverket, Vinnova och Naturvårdsverket lagt fram ett gemensamt första strategidokument för introduktion av biodrivmedel på marknaden. En del i arbetet är att studera vilka styrmedel som är centrala för att öka andelen biodrivmedel. En framkomlig väg som myndigheterna förespråkar är att introduktion av biobränslen bör ske i form av inblandning för merparten av volymen. Inblandning är ett medel att relativt enkelt få avsättning för stora volymer till en måttlig kostnad. Så länge inblandningen sker till en relativt låg procentsats krävs inga nya fordon, anpassning av gamla fordon eller utbyggnad av distributionsnätet. Parallellt med detta behövs utveckling av fordon som uteslutande drivs med biodrivmedel. Teknikutvecklingen bör inte hindras av en ensidig satsning på låginblandning.

Etanol och etrar finns idag som låginblandning i bensin. Större delen av mellersta Sverige och vissa orter i Södra Sverige förses med bensin med 5 procent etanolinblandning. Även andra alkoholer, t.ex. metanol går att blanda med bensin. Syntetdiesel är blandbar med konventionell diesel, liksom rapsmetylester (RME). Från myndigheternas perspektiv bedöms inte RME som utvecklingsbar, framför allt för att de potentiella volymerna är för små, priset för högt, den biologiska mångfalden kan hotas vid odling av ensidiga grödor och den ger inga speciella fördelar som rent bränsle.

Framställning av syntesgas genom förgasning av biomassa, eller CO₂-neutral råvara samt naturgas, har fördelen att flera olika bränslen kan framställas ur gasen. Med relativt små ändringar i slutstegen på processen kan metanol eller DME framställas. Även syntetdiesel kan framställas ur syntesgas men då måste processen inriktas på detta i ett tidigare stadium. Ur syntesgas kan även vätgas produceras.

Syntesgas, producerad av naturgas, är idag en kommersiell process. Detsamma gäller även framställning av syntetdiesel, metanol och DME från syntesgas. Däremot finns inga kommersiella anläggningar för framställning av syntesgas från biomassa idag. Endast demonstrationsanläggningar finns. Det finns inte heller några kommersiella anläggningar att tillverka etanol från cellulosabaserad biomassa, men Energimyndigheten har delfinansierat en demonstrationsanläggning för etanol för biobränsle som uppförs i Örnsköldsvik.

Det viktiga ur Energimyndighetens perspektiv är att demonstrera etanolframställning från cellulosaråvara i pilotskala och att utveckla förgasningstekniken, påtagligt sänka produktionskostnaderna för biogas främst genom ökat utbyte samt att vidareutveckla produktionsteknik för användning av biobaserade drivmedelskomponenter i dieselmotorbränsle. På längre sikt, ca tio år, bör biodrivmedel utgöra ett väsentligt bidrag till den svenska drivmedelsförsörjningen.

Inom tjugo år bör konkurrensförutsättningarna för alkoholer och andra vätskeformiga drivmedel ha förbättrats påtagligt, förutsatt att priset för fossila drivmedel fortsätter att öka och kostnaderna för produktion av vätskeformiga biodrivmedel minskar. Detta gäller inte bara för inblandning utan på lång sikt även för drift med rena biodrivmedel. Alkoholer och då främst metanol kan vid sidan av vätgas vara ett lämpligt drivmedel för bränsleceller. I takt med att användningen av bränsleceller ökar bedöms även marknaden för metanol kunna komma att öka.

Biogas kan i första hand tillfredställa behovet av att ersätta bensin med ett biobaserat drivmedel. Kostnadsmässigt kan biogas konkurrera med övriga biodrivmedel. Biogas framställd av avfallsprodukter har redan i dag en viss möjlighet att konkurrera med bensin. Det finns idag ca 200 produktionsanläggningar för biogas i Sverige. Oftast har dessa anläggningar en direkt fokusering mot drivmedelsområdet. Det finns i dag en ökande efterfrågan av biogas för användning främst i olika nischområden där det finns ett tryck på att minska utsläppen av hälsovådliga ämnen. I framtiden torde även biologiskt producerad vätgas samt syntetisk biobaserad motorgas, som i huvudsak består av propan, kunna vara realistiska alternativ.

Med dagens teknik för produktion och distribution är förutsättningarna att i större omfattning introducera biogas och vätgas som fordonsbränsle begränsade. Distributionskostnaderna för gaser är med rimliga krav på leveranssäkerhet och bekvämlighet höga. Forskning kring ny teknik för distribution och lagring är nödvändig för att skapa förutsättningar för dessa alternativ att på egna meriter komma in på marknaden. Främst gäller detta vätgas. För DME och motorgas är förutsättningarna något bättre i och med att de vid endast mindre tryckhöjning övergår i vätskefas.

Kunskapen om hur man framställer etanol av socker- eller stärkelsehaltiga råvaror är en sedan länge känd teknik. Det finns kommersiell produktion av etanol från

såväl spannmål som sockerråvara i Brasilien och från majs i USA. I Sverige invigdes 2001 Agroetanol AB:s spannmålsbaserade anläggning i Norrköping, med en årlig produktionskapacitet på 50 000 m³. Denna produktionskapacitet räcker inte för en större andel etanolinblandning i bensin i Sverige, utan produktionskapaciteten måste utökas.

När det gäller framställning av etanol från cellulosa-haltiga råvaror krävs en annan teknik för att bryta ned cellulosan och andra kolhydratiska komponenter till socker och ett genombrott för denna teknik torde ligga minst ett par år fram i tiden. Svensk cellulosa-baserad etanoltillverkning kan bli aktuell om ca fem år. Etanolpilotanläggningen i Örnsköldsvik beräknas vara färdigbyggd mot slutet av år 2003, varefter pilotförsök genomförs under några år. Om resultaten från pilotstudierna är positiva kan det bli aktuellt att bygga en första etanol-producerande fullskaleanläggning (ca 50 000 m³ per år) runt år 2007–2008.

Svensk biobaserad metanol – alternativt DME-tillverkning – kan bli aktuell om fem till tio år. Det har givetvis en stor betydelse för bedömningen huruvida förgasningsanläggningen i Värnamo kommer att finnas tillgänglig för denna utveckling. En fortsatt utbyggnad mot ett mer storskaligt perspektiv torde vid ett positivt utfall dröja ytterligare ca fem år.

Kunskaperna om såväl förgasning som rötning av bioråvara utvecklades i stor utsträckning under 1970-talet. Därefter har tämligen lite gjorts med inriktning mot fordonsdrivmedel, men de högskolor och konsultföretag som tidigare varit involverade har kvar mycket av sin kompetens på området. År 2002 startades emellertid ett fyraårigt forsknings- och utvecklingsprogram för alternativa drivmedel, inom vilket stöd ges till utvecklingen av bränslen framställda med hjälp av förgasning liksom tekniker för framställning av vätgas. Viss verksamhet har funnits i bl.a. Finland, Tyskland, USA och Japan. I avsaknad av ekonomiska drivkrafter har dock verksamheten på de flesta håll lagts ned.

Internationellt pågår viss aktivitet i bl.a. Nederländerna, Schweiz och USA. Sverige torde dock vara ett av de absolut aktivaste länderna och bedöms därmed ligga långt fram inom såväl forskning som utveckling och byggnation/drift.

Det största hindret för en introduktion i större skala av biodrivmedel idag torde, förutom produktionskostnaden, vara bristen på industriella intressenter och i vissa fall brist på eller konkurrens om råvara. Vid en annan prisbild kan det industriella intresset för uppförande av pilot- och demonstrationsanläggningar öka.

En faktor som kan komma att underlätta utvecklingen och introduktionen av biodrivmedel är det drivmedelsdirektiv som EU-kommissionen presenterade hösten 2001. Direktivet behandlar dels tillförsel av biodrivmedel på nationell nivå dels skattereduktioner för dem.

Vidareutveckling av förbränningsmotorer

Förbränningsmotorer delas upp i två huvudgrupper, motorer med intern respektive extern förbränning. Till den första gruppen hör bl. a: Ottomotorn (den vanliga bensinmotorn), dieselmotorn och gasturbinen. Motorer med extern förbränning är Stirlingmotorn och ångmotorn. De helt dominerande motortyperna på marknaden är dock ottomotorn och dieselmotorn, men även de andra typerna kan vara aktuella, särskilt i hybridfordon tillsammans med en eller flera elektriska motorer.

Under perioden 1970 – 1990 satsades en hel del statliga forskningspengar på att vidareutveckla gasturbiner, Stirlingmotorer och ångmotorer. Framstegen var måttliga varför dessa typer idag inte anses lika intressanta som tidigare, åtminstone inte för vägfordon.

Det som däremot hela tiden är intressant är att förbättra förbränningsmotorernas effektivitet, så att energiomsättningen minskar och utsläppen av t.ex. CO₂ blir så små som möjligt.

Energimyndighetens vision i ett tioårigt perspektiv är att tillsammans med såväl nationella som internationella aktörer nå fram till teknik som gör det möjligt att reducera den genomsnittliga bränsleförbrukningen i nya personbilar med 50 procent och för nya tyngre fordon med 20 procent. Visionen gäller när förbränningsmotorer kombineras med elmotorer till olika typer av hybrider. För ett fordon med endast en förbränningsmotor ligger visionen på drygt 30 procent reduktion av bränsleförbrukningen för personbilar²¹ och ca 15 procents reduktion för tyngre fordon.

Idag är kostnaden för fordon med något bränslesnålare teknik inte speciellt mycket högre än för fordon med konventionell teknik. Intresset bland privatpersoner är dock fortfarande måttligt. Många faktorer väger fortfarande tyngre än fordonets bränsleekonomi, t.ex. inköpspris, motoreffekt samt utrustningsnivå. Marknadsmässigt kommer troligtvis avsättningen för bränslesnåla fordon att öka tack vare generellt hårdare miljökrav. Utredningar och förslag om nya koldioxidskatter för fordon har presenterats både nationellt och från EU. Sannolikt är en energieffektivisering i konventionella fordon kortsiktigt mer kostnadseffektiv avseende koldioxidminskning än en övergång till fordon drivna med alternativa bränslen.

Minskningar av koldioxidutsläppen internationellt kan dock på kort sikt inte förväntas bli mer än måttliga. I Sverige kan en minskning ske något snabbare om de bränslesnålare dieselfordonen här får en lika stor marknadsandel som i övriga Europa. Dieselfordon har varit hårdare beskattade i Sverige för att minimera andra emissioner än koldioxid, men idag finns teknik som gör dieselfordon likvärdiga bensindrivna fordon när det gäller emissioner.

²¹ KFB-Meddelande 1999:22

Förbränningsmotorn har utvecklats under en mycket lång tid och den svenska kompetensen inom fordonsindustrin och den akademiska världen är mycket god. SAAB Automobile besitter GM-koncernens bästa kompetens vad gäller överladdade motorer (turbo, vepsilon) och Volvo har möjlighet att bli Fordkoncernens specialist inom dieselområdet.

Viktiga forsknings- och utvecklingsområden i Sverige och internationellt är minskning av partikel- och kväveoxidutsläppen från dieselmotorn; att med hjälp av olika tekniker som variabel kompression; varierande ventiltider; att med direktinsprutning (GDI) öka ottomotorns verkningsgrad; samt forskning kring icke konventionella förbränningsmotorer. Bedömningen är att världens fordonstillverkare kommer att satsa allt mer på att utveckla mer bränslesnåla konventionella förbränningsmotorer. På medellång sikt kommer forskningen att inriktas mot skilda typer av hybridfordon. Dessa innehåller också oftast någon typ av förbränningsmotor.

Fordonsindustrin är den i särklass största finansiären och utföraren av forskning och utveckling inom förbränningsmotorer, både vad gäller mer kortsiktiga marknadsnära utvecklingsinsatser och mer långsiktiga insatser.

Energimyndigheten stöder tillsammans med Programrådet för fordonsforskning (PFF) projektet Vepsilon, som är ett större motorprojekt inom SAAB Automobile. Projektets mål är att ta fram en mer energieffektiv motor genom att möjliggöra variation av kompressionen i motorn under körning.

”Gröna Bilen” är ett samverkansprogram mellan svenska fordonstillverkare och staten. Programmet har en total budget på 1,8 miljarder kronor och kommer att stödja utvecklingen av mer miljöanpassade bilar. En stor del av dessa medel går till forskning och utveckling av mer energieffektiva förbränningsmotorer.

Förutom fordonsindustrin är viktiga finansiärer Programrådet för fordonsforskning (PFF) som också hanterar ”Gröna bilen”, Energimyndigheten som stöder både forskning och mer industrinära projekt, Teknikvetenskapliga respektive Naturvetenskapliga forskningsrådet samt Stiftelsen för strategisk forskning (SSF) som stödjer grundläggande forskning inom området. EU:s femte och sjätte ramprogram inrymmer en stor del satsningar inom transportområdet. Exempel på områden är bränsleceller och energieffektivisering.

Sverige är vidare medlem i International Energy Agency (IEA). Inom området medverkar Energimyndigheten i IEA-programmen Advanced Fuel Cells, Advanced Motor Fuels, Energy Conservation and Emissions Reduction in Combustion, Advanced Materials for Transportation och Hybrid and Electric Vehicles.

Industri och högskolor bedriver forskning tillsammans, inom av Energimyndigheten delfinansierade kompetenscentrum. Dessa kompetenscentra är verksamma inom förbränningsmotorteknik vid Chalmers tekniska högskola,

förbränningsprocesser vid Lunds Universitet och katalys vid Chalmers tekniska högskola. Utöver detta bedrivs av Energimyndigheten delfinansierad forskning på ett flertal andra högskolor och universitet inom området, t.ex. Centre for Combustion Science and Technology (*CECOST*).

Samordnade styrmedel både nationellt och internationellt för att minska koldioxidutsläppen från trafiken saknas idag. Bränslecellen anses ha en större energieffektiviseringspotential än de nuvarande förbränningsmotortyperna, något som ibland anges som motiv för att inte satsa på utvecklingen av förbränningsmotorn. Å andra sidan kan tiden vara väldigt lång fram till att ett bränslecellsfordon kan komma ner till ett konkurrenskraftigt pris. Fordonstillverkarna, såväl i Sverige som internationellt, efterfrågar en klarare policy om vilka fordonsbränslen som kan bli aktuella för framtiden. Man riskerar annars att behöva satsa på alltför många områden samtidigt.

En svårighet med att få ner bränsleförbrukningen är att framtagningen av effektivare motorer oftast inte tas ut i lägre bränsleförbrukning utan istället läggs på större bilar med bättre prestanda eller på energikrävande kringssystem som till exempel klimatanläggningar.

Satsningar på elektriska drivsystem

Alla typer av fordon som till någon del framdrivs elektriskt omfattas av begreppet elektriska drivsystem. Det kan med andra ord handla om helt batteridrivna elfordon, hybridfordon samt bränslecellsfordon. Med hybridfordon avses fordon vars drivsystem är en kombination av förbränningsmotor och elmotor. Det finns numera en rad olika system. Några som kan nämnas är stark hybrid och svag hybrid (som båda är parallellhybrider), ISG- (integrerad startmotor och generator) och plug-in-hybrider (seriehybrider). Av dessa är det endast plug-in-hybriderna som möjliggör helt avgasfri körning. Körsträckan för denna typ av hybrid är jämförbara med elbilens.

Plug-in-hybriderna laddas från elnätet, därav namnet och den kräver samma typ av batterier som elbilen, d.v.s. högt energiinnehåll per kilo. Övriga hybrider har effektbatterier och kan därför inte köras avgasfritt mer än mycket korta sträckor.

Den största energieffektiviteten har elfordon tankat med sol-, vind- och vattenkraft (57 %) eller biomassa (25 %) följt av bränsleceller med vätgas framställt från sol-, vind- och vattenkraft (28 %) eller biomassa (21 %) hybrider biomassa (19 %) ²². Av hybriderna har stark- följt av svag- och ISG-hybriden störst effektivitet. Plug-in-hybriden har samma effektivitet som elbilen.

Energimyndigheten eftersträvar att verkningsgraden hos fordon med elektriska drivsystem ska öka. Energimyndigheten arbetar också med att demonstrera och

²² Teknik för energieffektiva personbilar KFB- meddelande 1999:22

introducera nya energieffektivare drivlinor i fordon, bl.a. genom teknikupphandlingar och olika former av systemdemonstrationer av el- och hybridfordon.

Toyota introducerade år 2000 hybridfordonet Prius som kan klassificeras som en stark hybrid. Kostnaden är 25 procent högre men den är samtidigt 30 procent mer energieffektiv än motsvarande konventionella bil. Lätta och tyngre hybridfordon för stadstransporter efterfrågas av marknaden. Fortfarande är dock dessa fordon alltför dyra för att kunna nå någon större spridning.

Priset på elbilar har sjunkit under de senare åren, bl.a. tack vare att det idag finns system för leasing av batterier. Under 2001 har skattereglerna förändrats för miljöfordon. Det har ytterligare ökat intresset för hybridfordonen. Idag (2002) finns det 600 elfordon inregistrerade i Sverige och cirka 400 hybridfordon (Toyota Prius). Inga bränslecellfordon har registrerats ännu.

Fordonsindustrin investerar mycket i utvecklingen av bränslecellhybrider. Kunskapsutvecklingen inom elektrisk transmissionsteknik sker framförallt utanför Sverige. Japan har tagit en ledande roll och anses ha ett försprång på två till tre år gentemot övriga länder. Tidigare har man gjort stora satsningar på elbilen men har nu i allt större utsträckning omdisponerat forsknings- och utvecklingsresurserna mot hybrid- och bränslecellstekniker. Inom Europa har framför allt Daimler Chrysler varit drivande inom bränslecellsutvecklingen. Inom batteri-elbilstekniken i Europa har de franska och norska fordonstillverkarna gjort betydande insatser genom att demonstrera och till viss del kommersialisera elbilstekniken.

Nationellt och internationellt pågår ett omfattande forsknings- och utvecklingsarbete på området elektrisk transmissionsteknik både inom högskolevärlden och inom industrin. På flera av landets högskolor och universitet (Kungl Tekniska Högskolan, Lunds Tekniska Högskola, Chalmers Tekniska Högskola, Stockholms universitet m.m.) pågår arbete med olika typer av komponenter och system. Den kunskap som finns utnyttjas dock i tämligen liten utsträckning i kommersiellt syfte. Svensk kunskap på området har till en del utnyttjats i olika prototyp- och demonstrationsfordon inom svensk fordonsindustri. Dessa projekt har skapat marknadsföringsvinster och goodwill för de deltagande företagen genom att visa på framtidens teknik.

Energimyndigheten har genom det avslutade programmet El- och hybridfordonsteknik och det pågående programmet Energisystem i Vägfordon främst verkat för en kunskapsuppbyggnad i Sverige. I programmet Energisystem i Vägfordon ingår områden som el-, hybrid- och bränslecellteknik samt hjälpsystem i fordon.

Flera av de stora fordonstillverkarna har deklarerat att de kommer att ha kommersiellt tillgängliga bränslecellsfordon på marknaden år 2003–2004. Toyota

kommer att leasa ut 20 bränslecellspersonbilar till USA (Kalifornien) och Japan i slutet av år 2002 och ytterligare 60 stycken under 2003. Toyota använder sig av egenutvecklad bränslecellsstack. Honda, som samarbetar med den kanadensiska bränslecellstillverkaren Ballard, kommer att leasa ut 30 fordon. Daimler Chrysler och Ford samarbetar också med Ballard och kommer att börja leverera fordon under slutet av år 2002 och under år 2003. Japanska Nissan samarbetar med den amerikanska bränslecellstillverkaren UTC Fuel Cells. De planerar också att starta leveranser under år 2003. Det finns inga planer på att leverera personbilar till Europa, dock kommer Daimler Chrysler att leverera bränslecellsbussar inom ramen för EU-projektet CUTE (Clean Urban Transport for Europe) där Stockholm deltar.

För att klara den mycket kostsamma utvecklingen har fordonsindustrin bildat allianser, GM, Toyota och EXXON samarbetar inom olika områden, Ballard/Daimler Chrysler/Ford/Mazda/Shell har bildat en allians för gemensam utveckling. Omfattande statliga medel har också satsats i utvecklingen. Mest aktuella är bränsleceller av PEM-typ (eng. *proton exchange membrane*). Svenska OPCON är i dag marknadsledande på luftkompressorer till bränsleceller, de levererar till de flesta pågående projekt inom fordonsindustrin.

Samverkan mellan stat, fordonsindustrin och högskolorna på forskningsområdet sker inom Energimyndighetens program Energisystem i Vägfordon.

I USA satsades statliga medel på ”Partnership for a New Generation of Vehicles” (PNGV) som ett samarbetsorgan mellan de tre större biltillverkarna, universitet, staten och ett stort antal underleverantörer. PNGV hade som mål att bygga nästa generation bilar med en bensinförbrukning på 0,29 liter per mil. År 2002 lades projektet ned. Kvarvarande medel satsades i ett nytt program ”Freedom CAR Research Partnership”. Programmet har som mål att ta fram bilar och lätta lastbilar som är helt emissionsfria och helt oberoende av olja. På det viset är programmet mer ett högriskprogram än tidigare program. Satsningar sker inom bränslecells- och vätgasområdet. Syftet är att minska USA:s beroende av importerad olja.

”California Fuel Cell Partnership” (CaFCP) är en stor demonstrationssatsning i USA (Kalifornien). Inom CaFCP samarbetar biltillverkarna, energibolag, bränslecellstillverkarna och olika myndigheter. Syftet är att genom demonstration av en långsiktigt hållbar transportlösning förbereda den kaliforniska marknaden för en bredare introduktion av bränslecellsfordon. Man demonstrerar olika typer av bränslecellsfordon drivna med olika typer av drivmedel och dess tankinfrastruktur. Vid utgången av år 2003 ska man ha demonstrerat över 60 stycken bränslecellfordon.

I Japan har MITI (japanska industri- och teknikministeriet) länge verkat med målet att ta fram en elbil som är marknadsduglig, bl.a. genom att ge statligt stöd till inköp av batteri- och hybridfordon. Bland utvecklingsländerna är det främst Kina

och Indien som har program för forskning och utveckling och demonstration av elektrisk transmissionsteknik.

En liten del i den internationella samarbetsfären utgör verksamheten inom International Energy Agency, IEA. Idag representerar exempelvis Energimyndigheten Sverige på området el- och hybridfordon. En rad andra länder medverkar och i nuläget utgör verksamheten i första hand ett forum för utbyte av erfarenheter och kunskap.

Den nya tekniken skapar möjligheter för nya underleverantörer till fordonsindustrin men är också en fara för befintliga leverantörer. Idag finns en del företag som har sett affärsmöjligheter inom området elektriska transmissionssystem, t.ex. OPCON, NIRA, Morpic, Catator, SKF och VOLVO TU. Dessa företag arbetar nära forskarvärlden med att tillämpa resultaten av forsknings- och utvecklingsverksamheten i bland annat demonstrationsprojekt, ofta med statlig finansiering.

När det gäller bedömningar av kostnadsutveckling och marknadsintroduktion av elektriska transmissionssystem i fordon skiljer det mellan typer av fordon. De skilda användningsområdenas utveckling har också liksom drivmedelspriset stor betydelse.

Redan idag har eller planerar flera fordonstillverkare att kommersialisera hybridfordonstekniken. Toyota, som anses som marknadsledande på området, har sålt över 100 000 hybridpersonbilar främst i Japan och USA. Toyota diversifierar nu sitt sortiment av hybrider och man har i Japan nu två olika typer av hybridssystem i tre olika fordon. Toyota satsar på att öka sitt sortiment av hybridfordon till sex olika fordon. Det närmaste året väntas Honda, Renault, Ford och Volvo lansera elhybrider, varför bedömningen är att hybridfordonstekniken kommer att vara väl etablerad på marknaden 2010.

Fordonsindustrin i Sverige har cirka 185 000 anställda. Bilar och bildelar exporteras till ett värde av 85 miljarder kronor per år, vilket utgör 14 procent av den totala svenska exporten. Sverige har med tanke på handelsbalans och sysselsättning ett förhållandevis stort beroende av fordonsindustrin och dess underleverantörer. Utvecklingen de senaste åren med internationella koncerner som ägare till de tidigare nationella bilföretagen har medfört en ökad internationell konkurrens. Detta har inneburit att även underleverantörerna internationaliserats.

Det är inte bara fordonstillverkarna som påverkas av införandet av elektriska drivsystem i fordonen utan i minst lika stor utsträckning leverantörerna till dessa. Ett fordon som tankar vätgas, använder bränsleceller och batterier för att producera el, vilken används för att driva fordonets elmotor, innehåller en rad nya komponenter och system. Alla aktörer i kedjan från oljebolag till bildemontering kommer att påverkas av en sådan förändring.

En viktig fråga är den globala utvecklingens tempo. Det tar lång tid att bli leverantör till biljättarna och deras systemleverantörer. Har dessa redan valt leverantörer för den nya tekniken? Ur svenskt perspektiv är det osäkert om vi håller tempot jämfört med konkurrerande länder.

På komfortsidan ökar antalet hjälpsystem i fordonen hela tiden vilket kräver alltmer elektrisk energi. Därför behövs kraftfullare elsystem i fordonen. Kraftfullare elsystem är dessutom nära kopplade till olika hybridlösningar. Denna förändring av innehållet i fordonet kräver tillverkare av nya komponenter och system.

Kartläggningen inom Energimyndighetens projekt ”Fordonsindustrin i Förändring” visar på att det finns en omfattande kompetens i Sverige och möjligheterna är goda att utveckla denna vidare. Intresset för satsningar på området är stort, men i flera fall efterlyses initiativ och stöd från statligt håll.

Det finns flera svenska företag som har en internationellt sett mycket hög kompetens inom tillverkningsteknik och materialkunskap. Detta är av stor betydelse vid utveckling och tillverkning av bränslecellssystem och elektriska drivsystem. För merparten av dessa företag utgör fordonsindustrin inte någon nämnvärd kund i nuläget. Således kan det finnas goda möjligheter för denna industri att finna nya avsättningsmöjligheter, både inom landet och utomlands.

De största hindren i utvecklingsfasen är för de flesta teknikerna system- och komponentkostnaderna. För att driva ner dessa kostnader behövs flera demonstrationsprojekt. Det största hindret i kommersialiseringsfasen är kostnaden för köparen, avsaknad av laddinfrastruktur (för elfordon), tankinfrastruktur (för bränslecellsfordon) och att de prestandakrav som ställs på fordonet inte är i paritet med det verkliga behovet. Det allra största hindret torde vara bristen på tillräckligt starka incitament för köparen. De flesta företag anser t.ex. att elfordonen fortfarande är för dyra och har för kort räckvidd. Här krävs en betydande informationsinsats då kunskapen både hos köparen och hos säljaren är på en mycket låg nivå. Elbilen bör i dag i första hand betraktas som ett nischfordon. För att nå en vidgad nisch krävs därför satsningar på snabbladdning.

För hybridpersonbilarna bör marknadsintroduktionen kunna skötas på rent kommersiella villkor, även om det begränsade utbudet i Sverige kan kräva speciella insatser. För tyngre fordon, lastbilar och bussar, är däremot fortfarande kostnaderna ett hinder. Kunskapsbristen hos serviceverkstädernas personal är ett hinder i dag men med en allt större flotta torde detta problem kunna överbryggas.

För bränslecellsfordon är det främst tillgången, på grund av det tidiga utvecklingsläget, och kostnaderna som är det största hindret. Tekniken är inte heller på den nivå att en marknadsintroduktion på kommersiella villkor är möjlig. Avsaknad av erfarenhet av tekniken saknas i stor utsträckning. Acceptans hos allmänheten kan också bli ett problem.

Det har genomförts en rad demonstrationsprojekt på fordonssidan i Sverige. Vid intervjuerna inom projektet ”Fordonsindustrin i förändring” har flera industriaktörer lyft fram betydelsen av demonstrationsprojekt och realistiska attrapper. Även i den enkätundersökningen som genomfördes i samma projekt efterfrågades demonstrationssatsningar på området. Möjligheterna att initiera ett eller flera demonstrationsprojekt där utvecklingskompetens och systemkunskap ställs på prov bör därför utvärderas.

Sveriges möjligheter att påverka marknadsintroduktionen med forsknings- och utvecklingsinsatser är mycket begränsade. Därför bör resurserna läggas på forskning och utveckling inom området kostnadsminskning, både när det gäller direkta och indirekta kostnader. En satsning på ny innovativ teknik inom området, speciellt inom tunga hybridfordon, bör också göras för att öka svenska fordonsrelaterade företags möjligheter att skapa sig en nisch inom området. Sverige bör också av näringspolitiska skäl bedriva forskning och utveckling inom området, då Sverige av tradition i mycket stor utsträckning är beroende av fordonsindustrin. Resurser bör läggas på att skapa ett systemkunnande, vilket kan göras genom praktisk tillämpning av forskningsresultat i olika demonstrationsprojekt.

Forskning om vätgasproduktion, särskilt artificiell fotosyntes

De svenska satsningarna på forskning kring artificiell fotosyntes ger Sverige en möjlighet att i framtiden bli världsledande på en teknik som kan få stor betydelse för den framtida energiförsörjningen. Som jämförelse kan sägas att Sveriges årliga energianvändning uppgår till ca 400 TWh per år, medan solinstrålningen enbart över Sverige uppgår till ca 400 000 TWh. Genom att producera vätgas från artificiell fotosyntes öppnas möjligheter att lagra ”solenergi” på ett effektivt sätt.

Artificiell fotosyntes går ut på att efterlikna växternas fotosyntes, men utan att gå omvägen över att skapa en hel växt och istället få den inblandade molekylerna att producera vätgas direkt. Vinsten är att det kan ge en betydligt högre totalverkningsgrad från solljus till vätgas än att genom traditionella solceller, som producerar el, därefter spjälkar vatten i elektrolys, vilket är förknippat med stora förluster.

Forskningen inom artificiell fotosyntes befinner sig dock fortfarande på grundforskningsstadiet och beräknas inte nå ett mer tillämpat stadium förrän om fem till tio år. De första demonstrationsanläggningarna bedöms kunna stå färdiga om 15 – 20 år. Den svenska forskningen kring artificiell fotosyntes har hög kvalitet och originalitet ur ett internationellt perspektiv. Internationellt sker forskning kring artificiell fotosyntes i relativt liten skala i USA, Japan, Frankrike, Tyskland och på Irland. Den svenska forskningen är jämförelsevis mer resultatorienterad mot att åstadkomma vätgasproduktion för energisystemet.

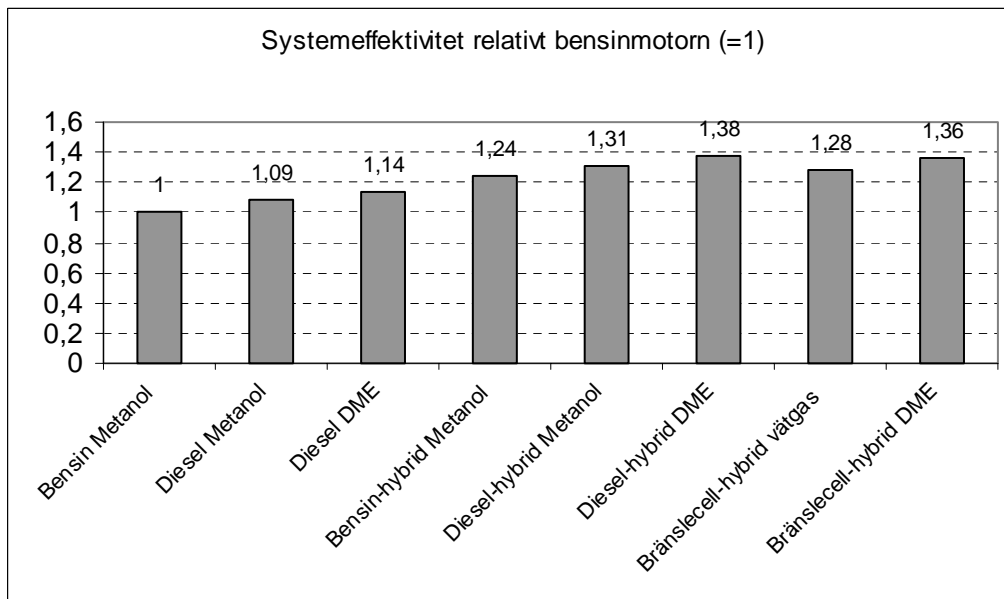
Ett nationellt konsortium för artificiell fotosyntes startade 1994 och har sedan dess nått fundamentala framgångar. I konsortiet ingår forskargrupper från universiteten i Stockholm, Uppsala och Lund. Sedan starten 1994 har verksamheten stötts av Energimyndigheten, Delegationen för Energiförsörjning i Sydsverige Wallenbergsstiftelsen, Vetenskapsrådet och dess föregångare, Nordiska ministerrådet och EU. Forskningen har av finansiärerna utpekats som visionär och angelägen grundforskning med stora tillämpningsmöjligheter i ett långt tidsperspektiv.

En angränsande vätgasforskning sker i Uppsala där man inriktat sig på vätgasproducerande bakterier och alger. Utveckling av rötningsteknik med vätgasproduktion pågår på Universitetet i Linköping. En viktig del av arbetet är utveckling av membraner för att skilja ut vätgasen från den rötade biomassan.

Sammanfattande slutsatser

Omställning till ny teknik och nya bränslen kräver stora investeringar. För att få till stånd en omställning måste därför de stora aktörerna, fordonstillverkarna och drivmedelsbolagen, samarbeta. Det är också viktigt att regeringar och myndigheter fattar konsekventa och långsiktiga beslut om skatter och stimulanser, lagar och dylikt för att stora investeringar ska komma till stånd. Samordningen av standarder för fordon och specifikationer för bränslen är viktig för att trafiken ska kunna gå över gränserna och kunna introduceras i större skala. Storskalig introduktion är nödvändig om koldioxidutsläppen ska reduceras påtagligt. Introduktioner som sker lokalt har ingen global effekt och gör bara nytta om de kan bana vägen för teknikutveckling eller åtgärda lokala utsläppsproblem.

För att bedöma vilka alternativ som är mest lovande är systemeffektivitet en viktig faktor eftersom den även tar hänsyn till kostnadseffektivitet och råvarutillgång. Figur 28 visar en jämförelse mellan olika fordonstekniker där metanol används som bränsle. Systemeffektiviteten, det vill säga energiuutbytet, beräknas från råvara till drivhjul. Bensinmotorn är referens och har satts till 1. Såväl bensinmotorn som dieselmotorn antas ha 2010 års utvecklingsnivå.



Figur 28 Effektivitet för olika drivsystem 2010–2015.

Källa: Ecotraffic.

Moderna dieselmotorer är den effektivaste drivkällan i dagens bilar, men även bensinmotorn kommer att förbättras de närmast 10–15 åren. Hybriddrift med förbränningsmotorer ger ytterligare en kraftig förbättring. Det gäller särskilt i stadstrafik eftersom hybridbilarnas bränsleförbrukning är lägst vid stadskörning. Bränsleceller ger en ännu större förbättring. Produktionen av väte (med

konventionell elektrolys) medför dock stora energiförluster, vilket gör att systemeffektiviteten inte är så mycket högre än för hybrider. Intressant är att en dieselmotor som drivs med dimetyleter i ett hybridfordon har högre systemeffektivitet än bränslecellshybrider.

Vätgas anses som det mest lovande bränslet på lång sikt, det vill säga 20–30 år. Ett systemskifte till vätgas som drivmedel i fordon skulle ha många fördelar; extremt rena fordon, stor tillgång till råvara och därmed en möjlighet till uthållig energiförsörjning i vägtransporterna. Visionärerna ser den vätgasdrivna bränslecellsbilen som ett rullande kraftverk som ägaren kan utnyttja när som helst. Fordonet skulle också kunna stå för elproduktion till hemmen och därmed minska behovet av annan elproduktion (speciellt effektivt, då vätgas utgör en möjlighet att lagra energi, men vätgas är i sig inte en energikälla). Bränslecellstekniken är inte mogen idag, avsaknaden av distributionssystem och höga produktionskostnader utgör ännu stora hinder. Andra bränslen som är intressanta är naturgas, biogas, alkoholer, dimetyleter och syntetiska bränslen. Biogasen kan endast fungera som nischbränsle på grund av begränsad råvarutillgång. Naturgas kan fungera som inkörspport till ett system med förnybara bränslen, eftersom effektiviteten är hög både i dagens motorer och i bränsleceller. Naturgas bedöms bli ett nischbränsle eller råvara för framställning av andra bränslen under en övergångsperiod. Introduktion av biobränslen står inför en rad hinder, till exempel höga produktionskostnader och begränsad råvarutillgång, men rätt utnyttjade kan biodrivmedel utgöra ett komplement till övriga drivmedel. Därför görs satsningar på effektivisering av etanolproduktion.

Elfordon som hybrider och batteribilar har också förutsättningar att utvecklas i vissa nischmarknader som i stadsmiljöer med krav på låga utsläpp. Dimetyleter är av stor vikt eftersom det är svårt att hitta bra alternativ till diesel för tunga fordon. Dimetyldrivna hybridfordon med dieselmotorer har dessutom hög systemeffektivitet.

Slutsatsen av detta blir att framtidens fordonsflotta troligen kommer bestå av en mix av olika drivsystem, dieselmotorer, bensinmotorer i hybrider och bränslecellsbilar. Olika tekniker kommer troligen etableras olika snabbt och omställningsperioden kommer sannolikt att bli lång.

En möjlig utvecklingsväg, som vi redan idag kan skönja, är att många alternativ kommer att samexistera. Genom att utnyttja befintlig infrastruktur för att åstadkomma nya tjänster, att leverera nya bränslen kan kostnaderna för uppbyggnad av nya system minska och den nya infrastrukturen kan existera parallellt med den gamla. Fordonsparken byts ut långsamt, och kanske allt långsammare tack vare förbättrad kvalitet på fordonen. Det går att snabba på processen, men till kostnaden av samhällsekonomiska förluster om konsumenterna tvingas byta väl fungerande och relativt miljövänliga fordon mot avancerade fordon pga. väldigt strikta miljökrav.

Även om många tror att vätgas ska bli framtidens energibärare är det en lång väg att vandra. Många bedömare tror att naturgasen kan komma att fungera som en överbryggande teknik, både för det större energisystemet och inom fordonsbränsleförsörjningen. Möjligheten att producera metanol, eller metangas är lovande och ett mellansteg från bensin/diesel till vätgas. Vätgasen ska också produceras miljövänligt och med så lite förluster som möjligt för att bli riktigt attraktiv som energibärare. Ett alternativ även i bränsleceller, är att använda metanol. Diesel och bensinmotorerna utvecklas till att bli alltmer lika. Även om ursprungsprincipen för en ottocykel och dieselcykel består blir allt fler kringssystem gemensamma för otto- och dieselmotorerna.

Ökad rörlighet gäller enbart i vissa regioner och ser olika ut från land till land. I Sverige är rörligheten på bostadsmarknaden sämre än rörligheten på arbetsmarknaden, vilket leder till en större pendling.

Inga trendlinjer kan dras ut i oändlighet. Även om det idag ser ut som om transportbehoven fortsätter att öka och att kopplingen till BNP-tillväxten är stark, bör man vara beredd på att det kan ske en s.k. *decoupling* mellan tillväxt och transporter precis som tidigare skett mellan total energianvändning och tillväxt. I själva verket finns det mycket att göra när det gäller effektiviseringsarbete inom transportsektorn, inte minst när det gäller hur vi socialt nyttjar fordonen. Ensamåkandet är utbrett, tomma lastbilstransporter vanliga, inflexibla spårburna transportsystem med dålig standardisering inom EU har halkat efter lastbilstransporterna på en avreglerad godsmarknad. Informationstekniken har endast börjat sitt intåg på transportområdet.

Referenser

Litteratur

1. Anderson, M. et al, The European Dialogue- Strategic Vision on Long Term Climate Policies for the European Energy Sector
2. Azar, Christian et al, Global energy scenarios meeting stringent CO2 constraints-cost-effective fuel choices in the transportation sector, Department of Physical Resource Theory, Chalmers University of Technology, Göteborg
3. Banverket m.fl., Trafikverkens miljörapport år 2000
4. Bilismen I Sverige 2001, Bil Sweden 2001
5. Commission of the European Communities 2000.12.21 COM (2000) 862 final Transit Goods by Road through Austria
6. Egebäck, K., Rydén, C., 2002, Marknadsundersökning av fordon drivna med bio/naturgas
7. Energimyndigheten EB 4:1999, m.fl. Miljöanpassad energieffektiv lokal transport MILEN-TRANSPORT 1999
8. Energimyndigheten Faktablad: Etanol som drivmedel, Bränsle från skogen, Biodrivmedel, Elbilen i din miljö
9. Energimyndigheten Energiläget 2001
10. Energimyndigheten 2001, Klimatpolitik i EU, ER 6:2001
11. Energimyndigheten 2000, Strategier för att minska koldioxidutsläppen, ER 4:2000
12. Energimyndigheten m.fl., 2002, Introduktion av biodrivmedel på markanden
13. Energimyndigheten 2001, Energimyndighetens klimatrappport 2001, ER 13:2001
14. Energimyndigheten 2000, Effektiv energianvändning ER 22:2000
15. Energimyndigheten 2002, Fordonsindustrin i förändring
16. Energimyndigheten m.fl., 2002, Introduktion av biodrivmedel på marknaden, Myndighetsgruppens rekommendationer
17. Energimyndigheten, 2002, Forskning och utvecklingsprogram för alternativa drivmedel 2003–2006
18. Energimyndigheten, 1998, Energy efficiency in Sweden, Analyses based on ODYSSEE Data Base from the SAVE projekt ”Cross-country comparison on energy efficiency indicators”
19. Energimyndigheten 2001, Miljöeffekter (klimat, miljö och hälsa) av alternativa drivmedel – underlag från Jämförelseprojektet
20. European Environment Agency Technical report No 682001, Road freight transport and the environment in the mountainous areas Molitor, R et al.
21. Europeiska Gemenskapens Kommission 2001 2001/0265(COD), 2001/0266 (CNS), Alternativa Bränslen för vägtransport, åtgärder för att främja användningen av bibränslen.

22. European Commission 2001, Whitepaper – European transport policy for 2010, Time to decide.
23. IEA 2001, Energy balances of OECD countries 1998–1999, OECD
24. IEA 2001, Energy balances of non-OECD countries 1998–1999, OECD
25. IEA 2002, Energy policies of IEA Countries, The United States 2002 Review, OECD
26. IEA 1999, Automotive Fuels for the Future, OECD
27. IEA 1999, Energy policies of IEA Countries, Japan 1999 Review, OECD
28. IEA 2002, Energy prices and taxes, quarterly statistics 2nd quarter 2001, OECD
29. IEA 2001, Saving oil and reducing CO₂ emissions in transport, OECD
30. IEA 2001, Dealing with Climate Change, Policies and Measures in IEA countries, 2001 edition
31. IEA 2000, Dealing with Climate Change, Policies and Measures in IEA countries
32. IVA-Rapport 379 1990 kap 4 och 6, Trafik, Miljö och Hälsa
33. IVL-Rapport 1334–2B
34. KFB-Rapport 1998:1, Rena fordon med biodrivmedel
35. KFB-Rapport 2000:26, Rena fordon med eldrift
36. KFB-Rapport 2000:28 Koldioxidneutrala transportsystem
37. KFB-rapport 2000:42, Batteribilen rullar in
38. KFB-rapport 2000:43, Framtidens bil
39. KFB-rapport 2000:44, El- och hybriddrift av buss och lastbilar
40. KFB-rapport 2000:45, Grönt ljus för elhybrid och bränslecell
41. KFB-Rapport 2000:47, Elfordon på programmet – Rekommendationer på programmet
42. Marsch, G. et al. Consultation on the Need to Reduce the Sulphur Content of Petrol and Diesel Fuels Below 50 ppm: - A Policy Makers Summary, 2000, A report for the European Commission, DG Environment.
43. Monitoring of ACEA's Commitment on CO₂ Emissions Reduction from Passenger Cars, 2000, Joint report of the European Automobile Manufacturers Association and Commission Service
44. MTC 2000; Greenhouse Gas Emissions From Heavy-Duty Vehicles, MTC 2000/12
45. Regeringens proposition 2001/02:20, Infrastruktur för ett långsiktigt hållbart transportsystem
46. SOU 2000:23 Förslag till svensk Klimatstrategi
47. SOU 2000/01:130 sammanfattning av regeringens proposition Svenska miljömål- delmål och åtgärdsstrategier
48. SOU 2000:8, Framtida godstransporter – transportköparnas krav på transportsystem
49. Steen, P. m.fl., 1997, Färder i framtiden – transporter i ett bärkraftigt samhälle, KFB Rapport 1997:7
50. Svensk Energiförsörjning, Energifakta
51. Svensk Energiförsörjning, Miljöfakta
52. TERM 2001, Indicators tracking transport and environment integration in the European Union, EEA 2001

53. UNEP, Industry as a partner for sustainable development, Automotive, International Automobile Manufacturers, ACEA 2002
54. Uppenberg, S. m.fl., 2001, Miljöfaktabok för bränslen Del 2 – Bakgrundsinformation och Teknisk bilaga, IVL-rapport B 1334–2B
55. Vinnova 2001, Transportsektorns koldioxidutsläpp och den svenska miljöpolitiken, VD 2001:3
56. Vinnova 2001, Japan inför nya fordonsbränslen och drivsystem, VR 2001:5
57. Vinnova rapport VR 2001:11 Strategi för bränslen i framtida fordon, seminarium januari 2001, Sören Bucksch red.
58. Vinnova Debatt VD 2001:3 Transportsektors koldioxidutsläpp och den svenska miljöpolitiken – En kritisk granskning (P. Kågesson)
59. Vägverket 2001:109 Strategier för alternativa bränslen i Vägtransportsektorn
60. Vägverket 2002:62 Environmental and Health Impact from Modern Cars A comparison between two petrol and two diesel cars with varying emission control technology, Ecotraffic
61. Vägverket 2001:39, Systemeffektivitet för alternativa drivmedel, Ecotraffic

Intervjuade personer:

Stefan Andersson, Näringsdepartementet
Lars Gullbrand, Näringsdepartementet
Kanehira Maruo, Chalmers tekniska högskola
Ingemar Denbratt, Chalmers tekniska högskola
Johan Trouvé, BTG Schenker
Olle Hådell, Vägverket
Alice Kempe, STEM
Lars Vallander, STEM
Mikael Fjällström, STEM
Bernt Gustavsson, STEM
Tom Hedlund, Naturvårdsverket
Yoshihiko Hamada, Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Japan.
Tomohiko Ikeya, Crieipi Denken, Japan

Urval av aktuella Internetadresser

www.naturvardsverket.se
www.swedfreight.se
www.svebio.se
www.saab.se
www.europa.eu.int/comm/dgs/energy_transport
www.acea.be
www.jama.org
www.kama.or.kr
www.ntm.a.se
aceee.org/transportation



Energimyndigheten

Statens energimyndighet • Box 310 • 631 04 Eskilstuna
Besöksadress Kungsgatan 43
Telefon 016-544 20 00 • Telefax 016-544 20 99
stem@stem.se • www.stem.se