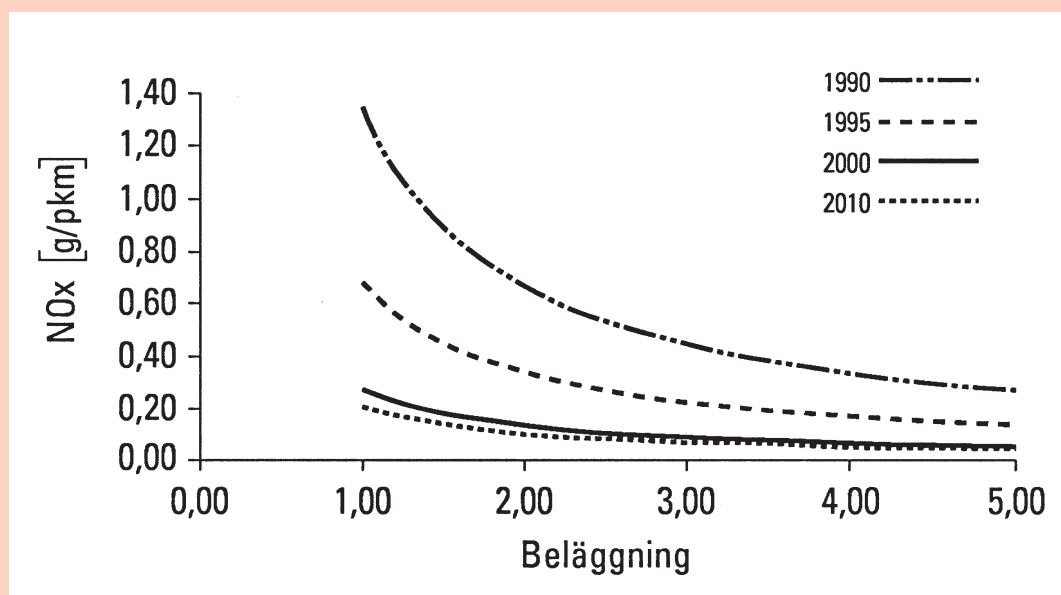


# Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper

Magnus Lenner





VTI meddelande 718 • 1993

# Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper

*Magnus Lenner*

Andra tryckningen 1999

<p><b>Utgivare:</b></p>  <p><b>Väg- och transport-</b> <b>forskningsinstitutet</b> 581 95 Linköping</p>	<p><b>Publikation:</b> <b>VTI meddelande 718</b></p>	
<p><b>Författare:</b> Magnus Lenner</p>	<p><b>Utgivningsår:</b> 1993</p> <p><b>Projektnummer:</b> 753 44-2</p>	
<p><b>Titel:</b> Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper</p>	<p><b>Projektamn:</b> Energi/avgasekvivalenter -92</p>	
<p><b>Referat</b></p> <p>Energiförbrukning och emissioner av luftföroreningar per personkilometer eller lasttonkilometer, s.k ekvivalentvärden, beräknades för den svenska transportsektorn. Redovisningen, som omfattar transporter på väg, järnväg, till sjöss och med flyg, avser dels nutid (1993) dels några framtida årtal.</p> <p>Bil framstår som det mest energikrävande färdmedlet vid persontransporter, speciellt kortväga sådana. Spårburna korta persontransporter uppvisar lägre ekvivalentvärden än buss, i fråga om såväl energiförbrukning som avgasemission, medan energiåtgången vid långväga resor väger tämligen jämnt mellan buss och järnväg.</p> <p>På godstransportsidan uppnår sjöfarten den lägsta lasttonspecifika energiåtgången medan spårburna godstransporter ger de lägsta avgasekvivalenterna.</p>		
<p><b>ISSN:</b> 0347-6049</p>	<p><b>Språk:</b> Svenska</p>	<p><b>Antal sidor:</b> 31</p>

<b>Utgivare:</b>   <b>Väg- och transport-</b> <b>forskningsinstitutet</b> 581 95 Linköping	<b>Publikation:</b> <b>VTI meddelande 718</b>	
	<b>Utgivningsår:</b> 1993	<b>Projektnummer:</b> 753 44-2
	<b>Projektnamn:</b> Energy/exhaust equivalents -92	
<b>Författare:</b> Magnus Lenner		<b>Uppdragsgivare:</b> Swedish Society for Nature Conservation
<b>Titel:</b> Energy consumption and exhaust emissions regarding different means and modes of transportation		
<b>Referat</b>  <p>Energy consumption and pollutant emissions per passenger kilometer or load ton kilometer, so-called equivalent values, were calculated for the Swedish transport sector. The study, which includes transport by road, railway, at sea and by air, concerns both the present (1993) and some future years.</p> <p>Car stands out as the most energy consuming transport means for passenger transport, particularly in the short-distance case. Railbound short-distance passenger transport exhibits lower equivalent values than bus, regarding energy consumption as well as pollutant emissions, while bus and railway energy equivalents in the long-distance case are essentially equal.</p> <p>As to goods transport the lowest load specific energy consumption is attained at sea, while goods transport by rail has the lowest equivalent pollutant emissions.</p>		
<b>ISSN:</b> 0347-6049	<b>Språk:</b> Swedish	<b>Antal sidor:</b> 31

## FÖRORD

Föreliggande arbete utgör en uppdatering och omarbetning av VTI meddelande 567. Projektet har beställts och bekostats av Naturskyddsföreningen. Under arbetet med fastläggande av beräkningsförutsättningar och insamling av aktuella data, har bl a miljöansvariga vid de olika trafikverken lämnat vänlig assistans:

- Sven Ernedal, Luftfartsverket. Emissions- och bränsleparametrar för flygtrafik samt information om flygplanstyper, teknikutveckling och beläggningsgrader.
- Stefan Lemieszewski och Tomas Åhsberg, Sjöfartsverket. Information om sjöfartens miljöarbete samt emissionsegenskaper och teknikutveckling för fartyg.
- Lars Johansson, SJ. Miljö- och energirelaterade data angående elektrifierade och dieseldrivna person- och godstransporter på järnväg.
- Peter Huledal, Vägverket. Beläggningsstal och reselängder för vägtrafik.

Bland åtskilliga andra personer, som delat med sig av sitt kunnande om transportsektorns emissioner och energiförbrukning, kan nämnas Tomas Kåberger vid Ecotraffic i Göteborg och Jan-Ove Ragnarsson vid FFV i Linköping.

Magnus Lenner har varit projektledare och författat rapporten. Av kollegorna vid VTI har Ulf Hammarström, Henrik Jönsson och Lennart Folkesson lämnat värdefulla synpunkter vid diskussioner under arbetets gång.

# INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sid

	SAMMANFATTNING	I
	SUMMARY	III
1	UPPDRAGET	1
2	METOD	2
3	BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR	4
3.1	Vägtrafik	4
3.1.1	Persontransporter	5
3.1.2	Godstransporter	6
3.2	Spårburen trafik	6
3.2.1	Persontransporter	7
3.2.2	Godstransporter	7
3.3	Flygtrafik	8
3.3.1	Persontransporter	8
3.3.2	Godstransporter	9
3.4	Sjöfart	9
3.4.1	Godstransporter	10
3.4.2	Passagerarfärjor	10
3.5	Elproduktion/-förbrukning	11
4	RESULTAT	13
4.1	Aktuella ekvivalentvärden	13
4.1.1	Persontransporter	13
4.1.2	Godstransporter	14
4.2	Framtida utveckling	15
4.2.1	Persontransporter	15
4.2.2	Godstransporter	18
4.3	Transportavståndets trafikmedelsberoende	20
5	REFERENSER	22

## Energiförbrukning och avgasemission för olika transporttyper

av Magnus Lenner  
Statens väg- och trafikinstitut (VTI)  
581 95 LINKÖPING

### SAMMANFATTNING

VTI har, på uppdrag av Naturskyddsföreningen, beräknat aktuell och framtida energiförbrukning och avgasemission för skilda trafikslag och transporttyper. Sammanställningen redovisar ekvivalentvärden, dvs energi- och avgasfaktorer som funktion av utfört transportarbete. Beräkningarna omfattar väg- och järnvägstrafik samt flygfart och sjöfart. De inbegriper energiförbrukning och emissioner av de reglerade föroreningarna kolväten (HC), kolmonoxid (CO) och kväveoxider (NO<sub>x</sub>) samt drivhusgasen koldioxid (CO<sub>2</sub>). Resultaten har dimensionen kWh (energiförbrukning) eller gram (avgasemission) per personkilometer och lasttonkilometer för person- respektive godstransporter.

Differentiering har gjorts i långväga och kortväga transporter. För resor med personbil ges dels data som representerar medelvärden för hela den svenska bilparken vid olika årtal från 1990 till 2010, dels data för nutid (1993) avseende såväl katalysatorbilar som A10-bilar. Verkningsgrader och föroreningsemissioner hänförliga till produktion och förbrukning av elektrisk energi för spårburen trafik ges en särskild analys, som belyser dagens situation och förväntade framtida scenarier.

Ekvivalentvärden av den typ som här presenteras möjliggör jämförelser, beträffande energiåtgång och miljöpåverkan, mellan skilda transportalternativ. Dock är varje framräknad faktor en funktion av ett antal underliggande variabler, som var för sig antar värde i enlighet med ett val beträffande någon beräkningsförutsättning. Resultaten av jämförelser mellan de energi- eller avgasekvivalenter, för olika transporttyper, som presenteras är således avhängiga antaganden som gjorts avseende bl a:

- \* Beläggningsgrad/lastfaktor
- \* Fördelning på typ och ålder samt användning för befintlig och framtida fordonspark
- \* Transportlängd

- \* Tekniskläge för nutid och framtid
- \* Verkningsgrad och produktionssätt för elektrisk energi
- \* Nuvarande, och tänkbara nya, konkurrensytor mellan olika transportslag

Några elementära slutsatser rörande energiåtgång och avgasemission för olika transportalternativ sammanfattas nedan. I övrigt får resultaten i kapitel 4, beräknade enligt de förutsättningar som ges i kapitel 3, tala för sig själva.

I fråga om persontransporter framstår bil som den mest energikrävande transporttypen, speciellt för kortväga resor. Spårburna korta persontransporter har lägre ekvivalentvärden för såväl energi som avgaser än buss, medan energiåtgången vid långväga resor väger tämligen jämnt mellan buss och järnväg. De för eldriven järnvägstrafik framräknade avgasekvivalenterna, är genomgående lägre än för vägtrafik.

På godstransportsidan uppnår sjöfarten den lägsta lasttonspecifika energiåtgången, medan spårburna godstransporter ger de lägsta ekvivalenta avgasemissionerna. De praktiska konkurrensytorna mellan godstransporter till sjöss, på väg eller med järnväg är oklara och i de flesta fall begränsade.



## Energy consumption and exhaust emissions regarding different means and modes of transportation

by Magnus Lenner  
Swedish Road and Traffic Research Institute (VTI)  
S-581 95 LINKÖPING Sweden

### SUMMARY

The Swedish Road and Traffic Research Institute was commissioned by the Swedish Society for Nature Conservation to calculate current and future energy consumption and emissions of pollutants, from Swedish goods and passenger transport, with respect to different transport means and transport modes. Equivalent values, that is, energy and emission factors per passenger kilometers or goods-tonne kilometers performed, are reported. The calculations comprise transport by road, rail, air and sea. Energy consumption and emissions of regulated pollutants, i.e. hydrocarbons (HC), carbon monoxide (CO) and nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>) as well as the climate gas carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) are included. The resulting factors are given in the dimensions kWh (energy consumption) or grams (exhaust emissions) per passenger km and load ton km, for passenger and goods transport, respectively.

Long- and short-distance transports are treated separately. Passenger car travel is described by average factors, representing the whole Swedish car fleet at different years from 1990 to 2010, and also by current (1993) values for vehicles both with and without catalytic converter. Efficiency factors and pollutant emissions related to production and consumption of electric power for railbound traffic, are analyzed in detail, with respect to the present situation as well as for future scenarios.

Equivalent factors of the kind presented in this work facilitate comparisons, concerning energy efficiency and environmental impact, between different transport alternatives. Every single factor value, however, depends on a score of underlying variables, each in its turn assuming its magnitude according to a choice made concerning some or other basis of calculation. The relevance of inferences drawn from such comparisons, thus, is dependent on assumptions made concerning e.g.:

\* Capacity/load factor

- \* Age/vehicle type distribution and utilization for present and future vehicle fleets
- \* Transport distance
- \* Pending and future technological advances
- \* Electric power production method and efficiency
- \* Present and possible future competitive cross-sections for different transport alternatives

Some elementary conclusions relevant to energy consumption and pollutant emissions for different means of transportation are summarized below. As for the rest, the results cited in Section 4, and calculated according to the conditions stated in Section 3, may speak for themselves.

Passenger transport by car stands out as the transport means with the highest specific energy consumption, particularly in the case of short-distance travel. Short-distance passenger transport by rail has lower equivalent values for energy as well as pollutant emissions, than has bus transport, whereas the energy consumption values for long-distance transport by bus and by railway are essentially equal. Equivalent pollutant emissions calculated for railbound transport are lower throughout than for road traffic.

Regarding goods transport the lowest load specific energy consumption is attained at sea, while goods transport by rail has the lowest equivalent pollutant emissions. The competitive cross-sections between transport of goods by sea, road and rail are unclear and, in most practical cases, limited.

## 1 UPPDRAGET

Statens väg- och trafikinstitut uppdrogs av Naturskyddsföreningen enligt beställningsbrev 1992-02-29 att genomföra uppdatering av VTI meddelande 567. Den tidigare studien (1988) utgör en sammanställning av uppgifter rörande ekvivalent energiförbrukning (kWh per personkm eller tonkm) och avgasemission (gram per personkm eller tonkm), för olika transporttyper.

Uppdateringen skall omfatta införande av aktuella bränsle- och emissionsfaktorer vid beräkning av ekvivalent energiförbrukning och avgasemission för person- och godstransporter. Beräkningarna skall avse såväl nutid (1993) som några framtida årtal till 2010. Vidare innefattar uppdraget en mer detaljerad beskrivning avseende bl a trafikslag, trafiktyper, beläggningsgrader, transportlängder och produktionssätt för elenergi. Slutligen skall typexempel, där de vanligaste transporterna beskrivs med avseende på färdmedelsvalets betydelse för avgasutsläpp och energianvändning, redovisas.

## 2 METOD

Föreliggande arbete innebär en aktualisering och vidarebearbetning av referens (1), Hammarström, U: **Ekvivalent Energiförbrukning och Avgasemission** (1988). Olika trafikslags energiförbrukning och avgasemissioner som funktion av transportarbete redovisas, för svenska godstransporter och persontransporter. Emissions- och energifaktorer relaterade till utfört transportarbete brukar benämnas ekvivalentvärden. Ekvivalentvärdet för någon emitterad förorening beräknas enligt: emissionsfaktor uttryckt i gram per fordonskilometer (g/fkm) dividerat med beläggning uttryckt i personer eller lastton per fordon (p/f respektive t/f):

$$\frac{g/fkm}{p/f} = g/pkm \quad (\text{persontransporter})$$

$$\frac{g/fkm}{t/f} = g/tkm \quad (\text{godstransporter})$$

Energiberäkning sker analogt. För fordon med konventionell framdrivning bildas produkten av bränsleförbrukning ( $\text{dm}^3/\text{fkm}$ ) och bränslets energiinnehåll ( $\text{kWh}/\text{dm}^3$ ), varefter division med beläggning/last som ovan ger energiekvivalenten uttryckt i kWh/pkm eller kWh/tkm för person- respektive godstransporter.

Som grund för beräkningarna ligger åtskilliga sifferangivelser varav vissa är av typ konstanter, som t ex  $\text{NO}_x$ -utsläppet (g/km) från en personbil, energiinnehållet (kWh) hos ett kg dieselolja eller den elenergi (kWh) som åtgår för att förflytta ett tåg av viss storlek från Stockholm till Göteborg. Härutöver måste emellertid förutsättningar fastläggas, i fråga om fordonsparkens sammansättning, fordonstyp/ålder, kallstartsemissioner, beläggingsgrad/lastfaktor, hastigheter, produktionssätt för elenergi etc. Variation av dessa underliggande parametrar kan ge högst skilda slutliga beräkningsresultat, och det är följaktligen av stor vikt, t ex vid jämförelser av olika trafikslags för- och nackdelar, att realistiska beräkningsförutsättningar för varje scenario som skall beskrivas, definieras och redovisas på ett entydigt och tydligt sätt.

Beräkningarna avser emissioner av kolväten (HC), kolmonoxid (CO) och kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ) samt energiförbrukning och utsläpp av koldioxid ( $\text{CO}_2$ ), hänförliga till svenska person- och godstransporter med väg-, järnvägs- och flygtrafik samt

sjöfart. Person- och godstransporter på väg har delats upp i kortväga respektive långväga. Emissionsfaktorer för flygfart är differentierade enligt kort/mellan/lång, baserat på emissionsegenskaper för olika flygplanstyper, av SNV i referens (2). I denna sammanställning anses all flygfart höra till kategorin långväga transporter. Likaledes definieras, i överensstämmelse med referens (3), järnvägs- och sjötransporter som långväga. Resultat för nutid och för några framtida årtal, till år 2010, ingår i redovisningen.

Ekvivalentvärden för arbetsredskap/traktorer och fritidsbåtar/mindre fartyg har inte tagits fram. Information om dessa fordonskategoriers emissionsegenskaper kan sökas i referenserna (18) respektive (19).

### 3 BERÄKNINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Vid disponering av och sammanställning av underlag för de aktuella beräkningarna har, förutom den ovannämnda urspungsstudien VTI Meddelande 567, referens (1), andra viktiga källor varit referenserna (4) och (5). En parameterkategori som överlag krävt omräkning till aktuella värden är emissionsfaktorer för samtliga trafikslag. Härvid har främst referenserna (2), (6) och (7) kommit till användning. Emissionsfaktorer för åren 1995, 2000 och 2010, beräknade utifrån förmodad teknisk och annan utveckling samt prognosticerad sammansättning av fordonsparken vid dessa tidpunkter, har fått utgöra bas för framtida energi- och avgasekvivalenter.

#### 3.1 Vägtrafik

Ur emissions- och bränslefaktorer för vägtrafik från referens (6) beräknades medelemissionsfaktorer för personbilar, lastbilar och bussar för årtalen 1990, 1995, 2000 och 2010. Fordonsåldersfördelningar, enligt den beskrivning som ges i referens (8), användes vid sammanviktningarna. Härnedan ges uppställningar över utveckling av fördelning på kravnivåer etc för svenska personbilar och tunga fordon fram till 2010.

Årtal	Kategori	Personbilar Medelålder (år)	Andel (%) av bilparken
1990	A10 m m (ej kat.)	8	69,8
	A12 (kat.)	1,5	30,2
1995	A10	11	29,6
	A12	4	70,4
2000	A10	15	6,1
	A12	8	55,6
	Miljöklass I	2	38,3
2010	A10	>20	0,9
	A12	15	3,0
	Miljöklass I	6	96,1

Årtal	Kategori	Tunga fordon	
		Medelålder (år)	Andel (%) av bilparken
1990	Oregl.	7	100
	A30	-	-
	M1	-	-
1995	Oregl.	8	65
	A30	1,5	30
	M1	1,5	5
2000	Oregl.	12	47
	A30	4	23
	M1	4	30
2010	A30	9	35
	M1	9	65

### 3.1.1 Persontransporter

Vid sammanviktning av bränsle- och emissionsfaktorer för bensindrivna personbilar inberäknades de kallstartstillägg som framgår ur referens (6). För fördelning av kallstartsemissioner förutsattes färdsträckorna 10 km och 250 km vid kortväga respektive långväga personbilsresor. Beräkning av dessa medelreselängder gjordes med underlag från referenserna (9) och (17). Vid beräkning av energiförbrukning och CO<sub>2</sub>-utsläpp, för vägtrafik och andra trafikslag, togs följande data avseende energiinnehåll m m för olika energibärare ur bl a referenserna (7) och (14).

Bränsle- typ	Energiinnehåll		Densitet (kg/dm <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> (kg/dm <sup>3</sup> ) vid förbränning
	(kWh/kg)	(kWh/l)		
bensin	12,1	8,8	0,73	2,36
diesel	11,9	9,9	0,83	2,61
flygfotogen	12,0	9,5	0,79	2,51
CNG	13,3	13,3	1,00	3,57

Belägningsgrader för vägtrafik valdes enligt referenserna (1) och (10). För persontransporter på väg förutsattes följande medelbeläggningar.

## Kortväga:

* personbil, tätort	1,2	personer/fordon
* stadsbuss	21	personer/fordon

## Långväga:

* personbil, landsväg	2,0	personer/fordon
* landsvägsbuss	22	personer/fordon

3.1.2 Godstransporter

Beläggningsgrader för godstransporter på väg togs ur referens (5). För kortväga transporter, avseende ett medelvärde av 7-tons och 14-tons distributionsbilar har genomgående antagits medellastfaktorn 48 %. Medelbeläggning för långväga transporter på väg (lastbil med släp, totalvikt ca 50 ton) förutsattes vara 60 %.

3.2 **Spårburen trafik**

Uppgifter om bl a energiförbrukning och medelbeläggningar erhöles från SJ, referens (11). Andel fossilbaserad el i dagsläget framgår ur referens (14). I övrigt gjordes följande antaganden om produktionsätt för elenergi vid framtida årtal.

1990	Dagens svenska elproduktionsmix, dvs ca 4,5 % fossilbaserad el, resten vatten- och kärnkraft.
2000	50 % av kärnkraftproducerad el har ersatts av fossilbaserad el.
2010	All kärnkraftproducerad el har ersatts av fossilbaserad el.

Det bör noteras att ovanstående innebär ett så kallat "worst case" scenario. Så t ex kan man, oavsett hur stor del av elenergin som produceras ur fossila bränslen vid en viss tidpunkt, räkna med att en viss del biobränslen ingår. Detta innebär då ett minskat nettobidrag (av koldioxid) till växthuseffekten. Vidare kan det tänkas att energipriserna vid ett svenskt medlemskap i EG når nivåer, vilka gör att införlivande av miljövänligare alternativa energikällor, som t ex vindkraft, i den svenska energimixen blir en realitet. Man kan också tänka sig ett utnyttjande av potentiell kraftvärmeproduktion vilket teoretiskt kan innebära inemot 80 % energieffektivitet vid produktion av kondenskraft. I avsnitt 3.5 ges en utförligare



diskussion om effektivitet och föroreningsemissioner vid elproduktion/-förbrukning.

### 3.2.1 Persontransporter

Snabbtåget X2000 antas ha medelbeläggningen 50 %, grundat på resandefrekvensen på linjen Stockholm - Göteborg. Ett tåg med 198 sittplatser förbrukar (enligt datasimuleringar) 14,4 kWh per km. Denna elförbrukning liksom de siffror som redovisas i det följande avser Banverkets omformarstation. InterCity-tåg med restaurangvagn, på större transportrelationer, har genomsnittsbeläggningen 150 personer och förbrukar 12 kWh/km. Vanliga persontåg, utan restaurangvagn, antas ha en medelbeläggning om 75 passagerare och förbrukar 9 kWh/km.

Ca 5 % av det spårburna trafikarbetet sker med dieseldrivna fordon. För motorvagn Y1 gäller i original- samt i ombyggd, miljöförbättrad, version bränsleförbrukningen 0,7 l/km respektive 0,6 l/km och i båda fallen med en medelbeläggning på 15 passagerare.

För pendeltåg har uppdelning på högtrafik med 90 % beläggning och lågtrafik med 25 % beläggning skett. Baserat på uppgifter för SL är energiförbrukningen 25 kWh/km respektive 21 kWh/km.

Göteborgs Trafikkontor, referens (12), redovisar ett årligt transportarbete om 0,29 miljarder personkilometer för spårvägstrafik. Energiåtgången anges vara 40 GWh/år sekundärenergi, alternativt 58 GWh/år räknat som primärenergi och baserat på ett genomsnitt av Göteborgs energiproduktion.

### 3.2.2 Godstransporter

Energiförbrukning för eldrivna godstransporter på järnväg enligt referens (5) har använts för att belysa olika fordons- och beläggningssituationer. Energispecifik avgasemission beräknades enligt avsnitt 3.2. Åtskilliga källor, t ex referenserna (1) och (5), uppger 40 % medellastfaktor för spårburen godstrafik. Enligt SJ, referens (11), har medelbeläggningen vid senare års effektivisering av verksamheten stigit kraftigt, till över 80 %. Sammanställning av ekvivalentvärden har gjorts med antagande av såväl 40 % som 80 % beläggning för den minsta (10 vagnar) och den största (52 vagnar) av de tågekombinationer som behandlas referens (5) för vagns-

lastfallet. För kombitransporter gjordes motsvarande beräkningar med antagande av en 10 % transportandel av lastbil med släp.

### 3.3 Flygtrafik

Energi- och emissionsdata för flygfart har i huvudsak referens (2) som underlag. De emissionsfaktorer för kolmonoxid (CO) som ingått är dock resultatet av egna beräkningar, baserade på uppgifter ur referens (16).

#### 3.3.1 Persontransporter

För varje flygdistans och startvikt kan man optimera flygprofilen så att minimal mängd bränsle förbrukas, vilket även minimerar utsläppen av luftföroreningar. I Sverige har man valt en schablonsträcka på 380 km, f d Linjeflygs medelflygsträcka, för svenska inrikesflygningar. Luftfartsverket ansvarar för en databank med luftföroreningsutsläpp från i Sverige vanligt förekommande flygplan under denna standardflygning. På dessa utsläppsvärden baseras den svenska skatten på flygplansutsläpp. I SNVs sammanställning av emissionsfaktorer för bl a svensk flygtrafik, referens (2), har en uppdelning i kort (200 km), medel (300 km) och lång (500 km) distans skett, varvid emissionsfaktorer för varje kategori beräknats utifrån sammanvägningar av emissionsegenskaper för olika flygplanstyper. För att åstadkomma emissionsfaktorer för olika distanser har cruisefasen under standardflygsträckan (380 km) förlängts eller förkortats. Följaktligen beskriver emissionsfaktorerna endast utsläppen korrekt för flygsträckan 380 km. Beräkningarna omfattar de årtal för vilka underlag finnes i referens (2), 1993 och 2000. Respektive flygplanstyper, vilkas egenskaper utgör underlag för emissionsfaktorerna samt uppgifter om kapacitet och medelbeläggning, referens (16), ges nedan. De beläggningar som redovisas motsvarar i samtliga fall 65 % s k kabinfaktor.

<b>Distans</b>	<b>Flyplanstyp</b>	<b>Kapacitet</b>	<b>Beläggning</b>
Kort (200 km)	Fokker 50 SAAB 340	40	26
Mellan (300 km)	Fokker F28 Boeing 737-5 DC-9 MD-82	125	81
Lång (500 km)	DC-10 Boeing 767	250	162
Affärsjet (200 km)	Cessna 500	7	5

En speciell och föga kartlagd sektor beträffande emissioner från flygplan utgöres av militärt flyg. Emissionsfaktorer och information om trafikarbete för militärflyg har inte funnits tillgängliga vid arbetet med denna sammanställning. Följande uppställning över de andelar, referens (15), beträffande totala årliga utsläpp av olika föroreningar från luftfart, som kan hänföras till militär flygverksamhet ger dock en uppfattning om det militära flygets miljömässiga betydelse, i nationellt perspektiv.

<b>Ämne</b>	<b>HC</b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>
Andel utsläpp från militär flygv. (%)	11	42	25	26

### 3.3.2 Godstransporter

Flygfrakter representerar en mycket liten del av det totala inhemska godstransportarbetet, 1990 omkring 0,2 promille. Emellertid är det endast, vikts- och/eller volymsspecifikt värdefullt gods, som transporteras med flyg. Som exempel kan nämnas att år 1990, flygtransporterat gods i utrikeshandeln utgjorde 8 % av det totala värdet av export och import. Dessa uppgifter har tagits ur referens (3).

## 3.4 **Sjöfart**

Sjöfartens internationella karaktär innebär att dess miljöarbete bedrivs inom organisationer som HELCOM (Helsingforskommissionen) och IMO (International Maritime Organisation). Det är inte möjligt att, på samma sätt som för t ex väg-

trafik, certifiera hela serier av fordon. Ingen lagstiftning, som reglerar sjöfartens utsläpp till luft, finnes i dagsläget. Arbetet pågår dock för att under 1994 till den sk MARPOL-konventionen föga ett Annex rörande luftföroreningar från fartyg, att tillämpas från och med 1995. Vidare kommer enskilda fartygs miljöegenskaper i framtiden att speglas genom åsättande av individuella miljöindex, som kan ligga till grund t ex för utformning av ekonomiska incitament.

#### 3.4.1 Godstransporter

De energi- och avgasvärden som varit utgångspunkt vid beräkningar av ekvivalentvärden för sjöfart är de som anges i referens (2). Dessa i sin tur är härledda från en studie utförd av MariTerm, referens (13), över sjöfartens avgasemissioner. Lastfaktorn 60 % har genomgående använts. Vid bedömning av framtida utveckling för sjöfartens emissioner, har införande av bästa tillgängliga emissionsbegränsande teknik förutsatts.

#### 3.4.2 Passagerarfärjor

Ur samma källor som anges i föregående avsnitt om godstransporter med fartyg hämtades värden avseende avgasemissioner och energiförbrukning för passagerarfärjor. En färja med kapacitet för 2000 passagerare skulle, förutsatt 50 % beläggingsgrad, få ekvivalenta avgas- och energivärden relaterade till passagerartransport enligt följande.

	<b>HC</b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Energi</b>
Gram resp. kWh per personkm	0,05	0,33	4,4	200	0,74

Huruvida det persontransportarbete som utföres av passagerarfärjor skall inberäknas fullt ut är minst sagt tveksamt då färjefarten till betydande del betingas av tax-free handel, hotellverksamhet etc. Det kan nämnas att med selektiv katalytisk NO<sub>x</sub>-rening (SCR, i dag implementerad på en färja), kan kväveoxidutsläppen reduceras med ca 95 %.

### 3.5 Elproduktion/-förbrukning

I svenska energiöversikter redovisas såväl vattenkraft som kärnkraft såsom producerade med effektivitetsfaktorn 1. Nedan ges verkningsgrader, enligt denna modell, för några vanliga kraftverkstyper.

Typ av kraftverk	Verkningsgrad (%)
Vattenkraft	100
Kärnkraft	100
Oljekondens	38
Naturgaskombi	50

FNs energistatistik anger för vattenkraft, med hänsyn tagen till den andel av vattenmagasinets potentiella energi som omvandlas till elenergi, verkningsgrader om 90 % och för kärnkraft, med inberäkning av spillvärmeförluster, 33 % effektivitet. I OECD-statistik förutsätts ca 40 % effektivitet vid produktion av såväl vattenkraft som kärnkraft. I föreliggande arbete har effektivitetsvärden enligt den svenska metoden valts, med synsättet att vare sig vattenkraft eller kärnkraft ger upphov till emissioner av konventionella luftföroreningar.

Vid överföring och förbrukning av elkraft går ytterligare primäreenergi till spillo genom t ex förluster i nät, motorer och batterier. Vid beräkningarna antages genomgående att dessa förluster uppgår till 10 %. Följande emissioner förutsättes för olika årtal, vid fossilbaserad elkraftproduktion. För koldioxid anges gram och för övriga milligram, i båda fallen per megajoule tillförd energi. En megajoule (MJ) motsvarar 0,28 kWh. Uppgifterna har hämtats ur referenserna (11) och (14).

Ämne	1990	1995	2000-
HC (mg/MJ)	<0,3	<0,3	<0,3
CO (mg/MJ)	35	14	7
NO <sub>x</sub> (mg/MJ)	250	100	50
CO <sub>2</sub> (g/MJ)	74	74	74

I ett Europa där enbart tillgång och efterfrågan bestämmer priset på en elenergi som kan exporteras och importeras fritt mellan länderna, kommer marginell elkraft att vara fossilbaserad. Den primäreenergi och de emissioner, som därvid kan förknippas med förbrukningen av en kilowatt-timme på marginalen, sammanfattas

härnedan. Verkningsgrader vid produktion och överföring förutsättes vara 38 % respektive 90 %.

<b>År</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000-</b>
Primärenergi (kWh)	2,92	2,92	2,92
CO (g)	0,37	0,15	0,07
NO <sub>x</sub> (g)	2,63	1,05	0,53
CO <sub>2</sub> (g)	780	780	780

## 4 RESULTAT

Beräkningsresultat, framräknade enligt de förutsättningar som summerats i kapitel 3, för olika trafikslag och årtal redovisas i detta kapitel. Tabeller och diagram är disponerade för att möjliggöra jämförelser. De slutsatser som drages av sådana jämförelser är, som påpekats i det föregående, i förlängningen knutna till de valda beräkningsförutsättningarna.

### 4.1 Aktuella ekvivalentvärden

#### 4.1.1 Persontransporter

I Tabell 1 ges avgas- och energiekvivalenter för kortväga persontransporter med bil, buss, pendeltåg och spårvagn. Tabell 2 summerar värden för långväga persontransporter med bil, buss, järnväg och flyg. Båda översikterna avser nutid, 1993. Medelbeläggning och medelfordon förutsättes. Emissionsfaktorer för eldrift är beräknade enligt de förutsättningar som redovisats i avsnitt 3.2.

Tabell 1 Kortväga persontransporter. Avgasekvivalenter (gram/personkilometer) och energiekvivalenter (kWh/personkilometer).

Fordonsslag	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
Personbil:					
Bilpark -93	1,83	21,3	0,93	238	0,887
Ej kat (A10)	3,63	43,5	1,70	243	0,906
Kat. (A12)	0,34	2,8	0,29	234	0,872
Buss:					
Högtrafik (80 %)	0,03	0,04	0,29	19	0,07
Medelbeläggn.	0,09	0,13	0,88	58	0,22
Lågtrafik (10 %)	0,19	0,27	1,85	122	0,46
Pendeltåg:					
Högtrafik	-	0,3 · 10 <sup>-3</sup>	0,002	1,5	0,046
Lågtrafik	-	0,9 · 10 <sup>-3</sup>	0,006	4,5	0,139
Spårvagn:					
	-	1,2 · 10 <sup>-3</sup>	0,008	6,1	0,189

Tabell 2 Långväga persontransporter. Avgasekvivalenter (gram/personkilometer) och energiekvivalenter (kWh/personkilometer).

Fordonslag	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
Personbil:					
Bilpark -93	0,25	2,67	0,48	87	0,32
Ej kat. (A10)	0,52	5,64	0,96	89	0,33
Kat. (A12)	0,02	0,24	0,08	86	0,32
Långväga buss:					
Högtrafik (80 %)	0,05	0,07	0,37	22	0,08
Medelbelägg.	0,08	0,11	0,57	34	0,13
Lågtrafik (25 %)	0,16	0,22	1,14	68	0,26
Järnväg:					
X2000	-	0,002	0,02	6,8	0,19
InterCity	-	0,001	0,01	3,4	0,10
Persontåg	-	0,002	0,02	5,1	0,14
Järnväg, diesel:					
Motorvagn Y1	0,54	1,40	3,13	122	0,46
Mv. Y1 (ombyggd)	0,10	0,20	1,67	104	0,40
Flyg:					
Kort (200 km)	0,06	0,56	0,60	196	0,74
Mellan (300 km)	0,13	0,59	0,91	209	0,79
Lång (500 km)	0,22	0,70	1,63	243	0,92
Affärsjet (200 km)	4,9	8,6	2,0	1017	3,85

#### 4.1.2 Godstransporter

I Tabell 3 redovisas avgas- och energiekvivalenter för godstransporter under förutsättande av medellast. Värdena beskriver nutid, 1993. Emissionsfaktorer för eldrift är beräknade enligt förutsättningar som redovisats i avsnitt 3.2. De exempel på ekvivalentvärden för energiförbrukning avseende flygfrakt, som inkluderats, förutsätter lastfaktorn 1 (100 %).



**Tabell 3** Godstransporter. Avgasekvivalenter (gram/tonkilometer) och energi-  
ekvivalenter (kWh/tonkilometer).

<b>Fordonslag</b>	<b>HC</b>	<b>CO</b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>CO<sub>2</sub></b>	<b>Energi</b>
Lastbil med släp, fjälltrafik:	0,06	0,24	0,70	53	0,20
Lastbil, distribution:	0,25	0,84	1,87	169	0,64
Järnväg eldrift, vagnslast:					
10 vagnar, 40 % bel. -	-	0,7 · 10 <sup>-3</sup>	0,005	3,6	0,11
10 vagnar, 80 % bel. -	-	0,5 · 10 <sup>-3</sup>	0,003	2,4	0,08
52 vagnar, 40 % bel. -	-	0,5 · 10 <sup>-3</sup>	0,004	2,6	0,08
52 vagnar, 80 % bel. -	-	0,4 · 10 <sup>-3</sup>	0,003	2,0	0,06
Kombitrafik: (10 % lastbil +)					
Järnväg, 40 % bel.	0,01	0,025	0,07	7,2	0,11
Järnväg, 80 % bel.	0,01	0,024	0,07	6,4	0,08
Sjöfart:	0,01	0,04	0,45	13	0,05
Flyg: (Lastfaktor = 1)					
B747(600 mil)	0,2	0,7	1,5	396	1,5
F28 (30 mil)	11,4	13,7	9,1	2114	8,0

## 4.2 Framtida utveckling

Förväntad utveckling beträffande avgas- och energi-ekvivalenter fram till år 2010, i tabellform och för samtliga trafikslag, presenteras i detta avsnitt. Utvecklingen för person- och lastbilar har beräknats utifrån beslutade framtida kravnivåer, och fordonsflottans förväntade sammansättning vid olika tidpunkter. För luftfart och sjöfart har utvecklingen uppskattats med hjälp av referenserna (2) respektive (5) och för spårburen trafik enligt avsnitt 3.2.

### 4.2.1 Persontransporter

I tabellerna 4 och 5 ges ekvivalentvärden för energiförbrukning och avgasemissioner för kortväga persontransporter med bil respektive buss. Utvecklingen, i enlighet med fattade beslut, från nutid och fram till år 2010 speglas.

**Tabell 4** Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för kortväga resor med personbil. Beläggning 1,2 resande.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	2,53	30,1	1,25	240	0,895
1995	1,37	15,4	0,72	237	0,882
2000	0,59	6,1	0,40	230	0,858
2010	0,22	3,1	0,37	222	0,827

**Tabell 5** Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för kortväga resor med buss. Beläggning 21 resande.

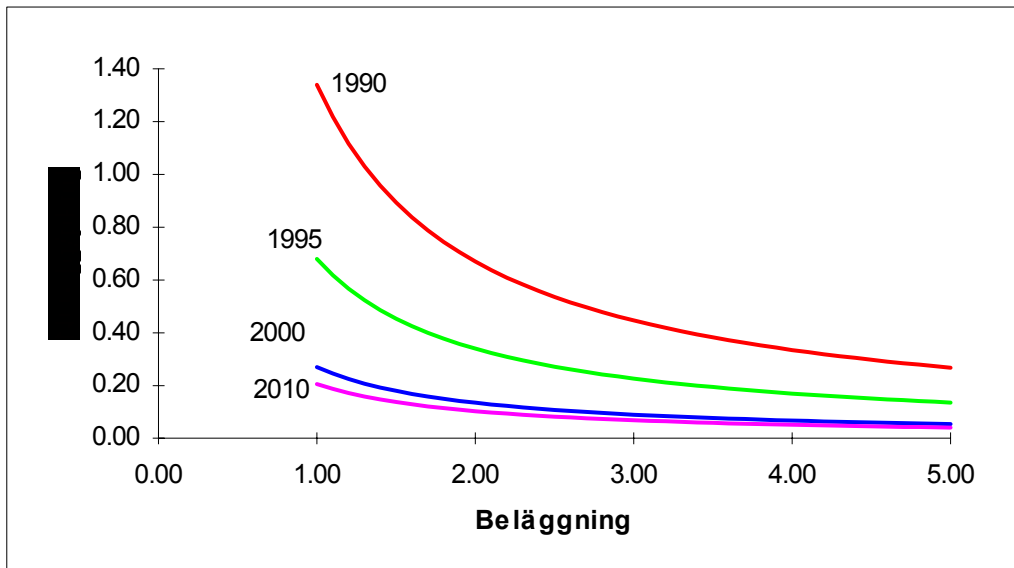
År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,10	0,17	1,15	58	0,220
1995	0,08	0,11	0,70	57	0,216
2000	0,06	0,11	0,55	56	0,213
2010	0,06	0,11	0,55	54	0,206

I tabellerna 6 och 7 visas avgas- och energiekvivalenter för långväga person-transporter med personbil respektive buss för 1990 och framtida årtal, beräknade enligt samma principer som ovan.

**Tabell 6** Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för långväga resor med personbil. Beläggning 2 resande.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,36	3,78	0,68	88	0,328
1995	0,17	1,92	0,35	87	0,323
2000	0,06	0,65	0,14	84	0,313
2010	0,02	0,28	0,10	81	0,303

I Figur 1 visas hur beläggningstalet påverkar NO<sub>x</sub>-ekvivalenten för långväga bilresor. De NO<sub>x</sub>-ekvivalenter som ges i Tabell 6 är alltså de som kan avläsas i diagrammet vid beläggningstalet 2 personer/fordon, för de olika årtalen.



Figur 1. NO<sub>x</sub>-ekvivalenter vid olika årtal som funktion av beläggningstal. Långväga resor med personbil.

Tabell 7 Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för långväga resor med buss. Beläggning 22 resande.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,09	0,12	0,73	34	0,130
1995	0,08	0,10	0,47	33	0,127
2000	0,06	0,10	0,37	33	0,126
2010	0,06	0,10	0,37	32	0,122

Tabell 8 ger nutida och framtida energi- och avgasekvivalentvärden för persontransporter med eldrivna tåg, enligt de förutsättningar som beskrivits i avsnitt 3.2. Medelvärden för de kombinationer (X2000, InterCity, persontåg) som behandlats i Tabell 2 ligger till grund för beräkningarna.

Tabell 8 Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för persontransporter med tåg. Medelvärden för vanliga tågtyper.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	-	2,3 · 10 <sup>-3</sup>	0,017	5,1	0,14
1995	-	0,9 · 10 <sup>-3</sup>	0,007	5,1	0,14
2000	-	2,5 · 10 <sup>-3</sup>	0,018	26	0,19
2010	-	4,5 · 10 <sup>-3</sup>	0,032	48	0,24
2000 → (Marginalel)	-	9 · 10 <sup>-3</sup>	0,064	96	0,35

Tabell 9 beskriver utvecklingen avseende persontransporter med flyg till år 2000. SNV anger, referens (2), att för årtal därefter bör emissionsfaktorerna för år 2000 användas i avvaktan på kunskaper om förändrade emissionsegenskaper hos flygplansflottan till följd av ny teknik.

**Tabell 9** Avgasekvivalenter (g/pkm) och energiekvivalenter (kWh/pkm) för flygresor. Inom parentes ges tillkommande emission/energi per kilometer avvikelse från angiven distans.

	År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
Kort (200 km)	1993	0,06(0,01)	0,56(0,22)	0,60(0,31)	195(87)	0,74(0,33)
	2000	0,06(0,01)	0,56(0,22)	0,60(0,31)	195(87)	0,74(0,33)
Mellan (300 km)	1993	0,13(0,06)	0,59(0,26)	0,91(0,33)	209(124)	0,79(0,47)
	2000	0,09(0,06)	0,44(0,26)	1,03(0,46)	201(124)	0,76(0,47)
Lång (500 km)	1993	0,22(0,02)	0,46(0,17)	1,63(0,70)	243(153)	0,92(0,58)
	2000	0,07(0,01)	0,35(0,17)	1,42(0,57)	214(153)	0,81(0,58)

Att energiförbrukningen, utslagen på passagerantalet, stiger för de större flygplanen beror i huvudsak på den större bränslelast som de senare bär, för att uppnå nödvändig räckvidd. Så t ex har stora flygplan som Boeing 767 värden mellan 1 och 2 när det gäller passagerarantal utslaget på ton total startvikt, medan motsvarande värde för flygplan i den första kategorien närmar sig 4.

#### 4.2.2 Godstransporter

Tabellerna 10 och 11 redovisar avgas- och energiekvivalenter för kortväga (distribution) respektive långväga (långtradare) lastbilstransporter fram till år 2010.

**Tabell 10** Avgasekvivalenter (g/tonkm) och energiekvivalenter (kWh/tonkm) för kortväga godstransporter med distributionsbil. Medellastfaktor 48 %.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,25	0,84	1,95	169	0,64
1995	0,24	0,83	1,81	166	0,63
2000	0,21	0,79	1,45	161	0,61
2010	0,21	0,75	1,32	161	0,61

**Tabell 11** Avgasekvivalenter (g/tonkm) och energiekvivalenter (kWh/tonkm) för långväga godstransporter med fjärrlastbil. Medellastfaktor 60 %

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,06	0,24	0,73	53	0,20
1995	0,06	0,24	0,67	50	0,19
2000	0,06	0,24	0,49	50	0,19
2010	0,06	0,24	0,44	47	0,18

Tabell 12 beskriver framtida utveckling av emissioner och energiförbrukning avseende godstransporter på järnväg med de förutsättningar som givits i avsnitt 3.2. Medelvärden för de tågkombinationer som ingår i tabell 3 med 60 % beläggning ligger till grund för beräkningarna

**Tabell 12** Avgasekvivalenter (g/tonkm) och energiekvivalenter (kWh/tonkm) för eldrivna godstransporter med järnväg.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	-	1,2 · 10 <sup>-3</sup>	0,009	2,7	0,084
1995	-	0,5 · 10 <sup>-3</sup>	0,004	2,7	0,084
2000	-	1,4 · 10 <sup>-3</sup>	0,011	14,9	0,111
2010	-	2,6 · 10 <sup>-3</sup>	0,019	27,4	0,140

I Tabell 13 redovisas avgas- och energivärden avseende fartygstransporter för 1990 och enligt förmodad utveckling till 2010.

**Tabell 13** Avgasekvivalenter (g/tonkm) och energiekvivalenter (kWh/tonkm) för svensk sjöfart. Medellastfaktor 60 %.

År	HC	CO	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	Energi
1990	0,01	0,04	0,45	13	0,051
1995	0,01	0,03	0,45	13	0,051
2000	0,01	0,03	0,32	12	0,046
2010	0,01	0,03	0,14	10	0,038

### 4.3 Transportavståndets trafikmedelsberoende

Vid jämförelser mellan transportalternativ bör även beaktas att avståndet mellan samma två orter varierar beroende på trafikmedel. En fullständig studie på detta tema borde omfatta samtliga svenska transportlänkar och all trafik på varje länk. Här har analysen begränsats till transportlängder för bil och landsvägsbuss samt järnväg, delvis beroende på att inga säkra data för flyg och sjöfart har funnits tillgängliga. Avstånden vid väg- och järnvägstransport mellan följande tio orter studerades.

Stockholm	Jönköping	Malmö
Göteborg	Örebro	Västerås
Sundsvall	Umeå	Luleå
Kiruna		

Eftersom start- och målpunkt kan väljas bland tio respektive nio möjligheter blir antalet länkar, som knyter samman ovanstående tio svenska städer,  $(10 \cdot 9)/2 = 45$ . Sträckorna varierar från 10 mil till närmare 200 mil. Tabell 14 sammanfattar jämförelser mellan bil, buss och järnväg på några av de 45 relationerna. Bussavstånden är tagna ur Swebus tidtabell för 1992, medan bil och tågavstånden beräknats med hjälp av programpaketet EMME/2 och vägverkets bilnät samt banverkets tågnät.

Tabell 14 Jämförelse av distans, för olika transportmedel, på några större länkar.

Relation	Avstånd (km)			Skillnad (%)	
	bil	buss	järnväg	järnväg/bil	buss/bil
Stockholm - Göteborg	470	497	461	-2,0	+5,7
Stockholm - Malmö	615	652	614	-0,2	+6,0
Stockholm - Örebro	184	196	219	+19,0	+6,5
Stockholm - Kiruna	1247	-	1378	+10,5	-
Göteborg - Malmö	289	305	317	+9,7	+5,5
Göteborg - Sundsvall	744	810	855	+14,9	+8,9
Göteborg - Kiruna	1579	-	1674	+6,0	-
Malmö - Jönköping	285	284	324	+9,8	+/-0
Malmö - Umeå	1199	1322	1455	+21,4	+10,2

Genomsnittet för de procentuella distansskillnaderna på samtliga 45 relationer, med viktning för sträckornas längd men utan hänsyn tagen till skillnader i

trafikarbete, blir 15,7 % längre järnvägsdistans och 8,4 % längre bussdistans, båda vid jämförelse med bilavstånd.

5       **REFERENSER**

- 1       Hammarström, U: **Ekvivalent energiförbrukning och avgasemission**. Meddelande nr 567. Statens väg- och trafikinstitut, 1988.
- 2       Planeringsunderlag för samordnad investeringsplanering 1994-2003. Statens Naturvårdsverk 1992-04-15.
- 3       Haag, G. och Wajzman, S: **Sveriges godstransporter - en översikt**. NUTEK, 1992.
- 4       Backman, H. och Cordi, I: **Energisnålare persontransporter?** TFB Rapport 1986:6.
- 5       Backman, H. och Cordi, I: **Energieffektivitet i framtidens godstransporter**. Transportforskningsdelegationen 1984:1.
- 6       Hammarström, U: **Bränsle- och emissionsfaktorer för kallstart och varmkörda motorer**. Notat T 119. Statens väg- och trafikinstitut, 1992.
- 7       Hammarström, U: **Trafik och avgasutsläpp - utblick mot 2015. Emissions- och bränslefaktorer för vägtrafik**. Notat T 84. Statens väg- och trafikinstitut, 1990.
- 8       Möller, S: **Beräkning av samband mellan fordonsålder och trafikarbete för några olika fordonstyper**. Notat T 74. Statens väg- och trafikinstitut, 1989.
- 9       Henriksson, P: **Sammanställning av bilresors längd samt fördelning i tid och rum**. VTI, pågående projekt.
- 10      Effektkatalog väg- och gatuinvesteringar, pp. 172-174. Vägverkets publikationer 89:16, 1989.
- 11      SJ Stab, Strategisk Utveckling. Privat kommunikation (1992).
- 12      Göteborg stads trafikkontor. Privat kommunikation (1993).
- 13      Alexandersson, A. m fl: **Sjöfartens utsläpp av avgaser**. TFB Rapport 1991:18.
- 14      Ekelund, M. m fl: **The life of fuels**. Ecotraffic AB, 1992.
- 15      **Flyplatsmiljö**. Fortifikationsförvaltningen, slutrapport 1992-10-16.
- 16      Sven Ernedal, Luftfartsverket. Privat kommunikation.



- 17 **Prognos för person- och godstransporter.** Prognosgruppen VTI. Arbetspapper 1993-01-22.
- 18 **Luftföroreningar från arbetsfordon.** SNV Rapport 3756.
- 19 **Miljöpåverkan från fritidsbåtar, fiske- och arbetsfartyg.** SNV Rapport 3993.