

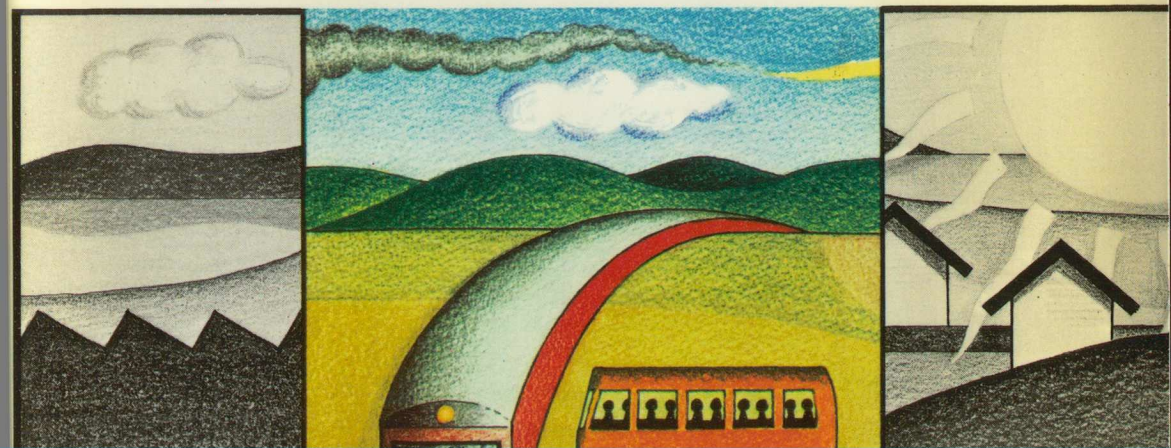
Programplaner m.m. utarbetade på uppdrag av
delegationen för energiforskning

SOU 1977:58

Ref

Energi-program för forskning, utveckling, demonstration

Transporter

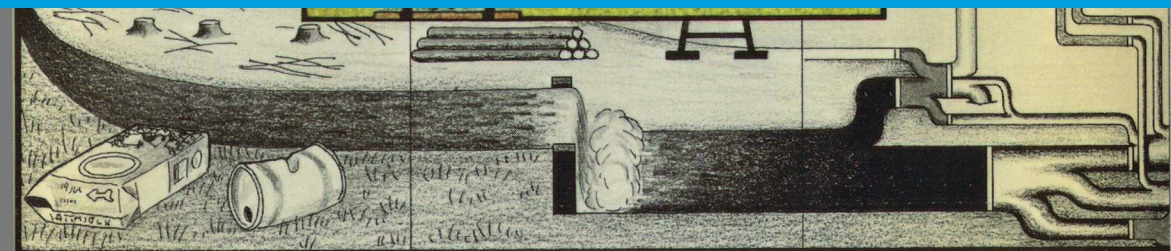


Ur KB:s samlingar

Digitaliserad år 2013



National Library
of Sweden

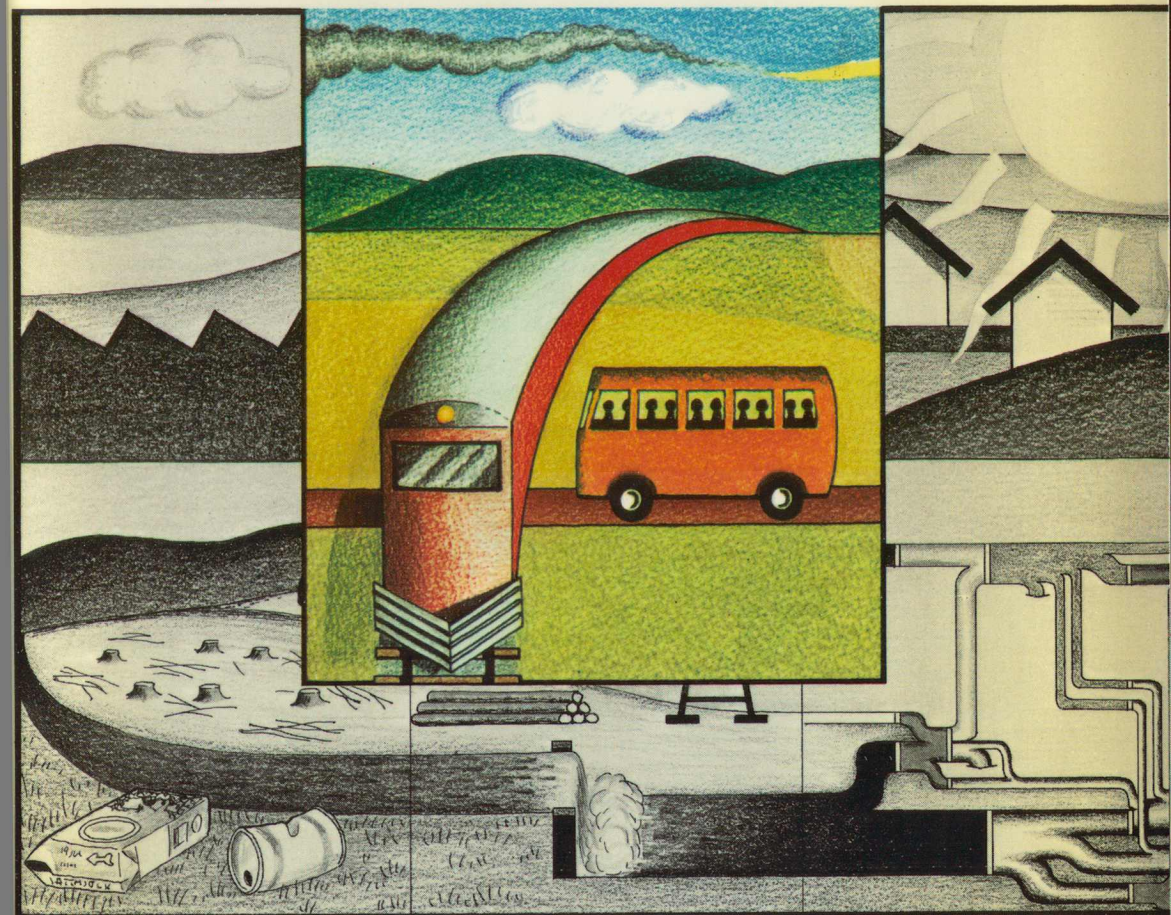


EFUD 78
Bilaga B

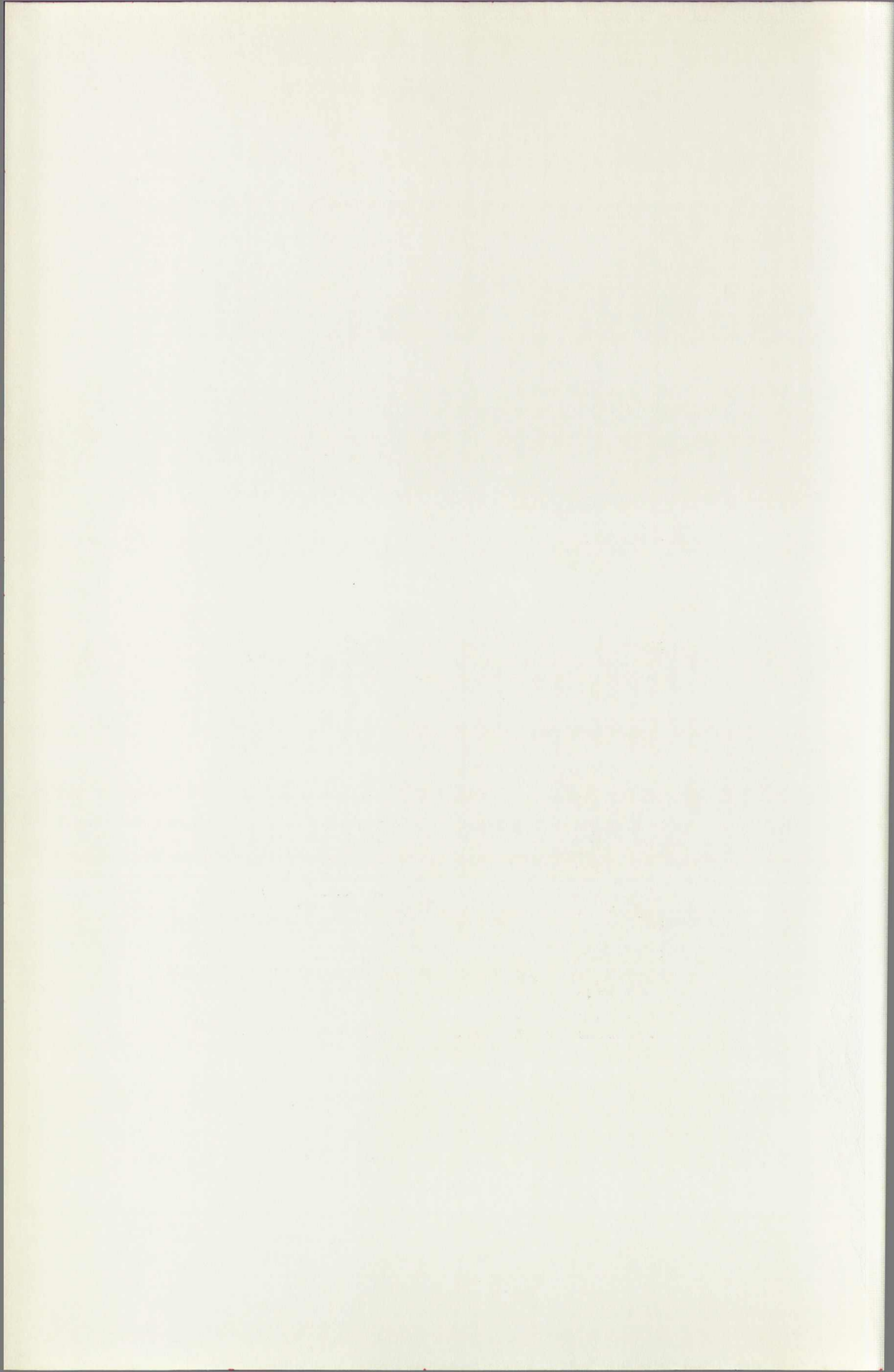
Ref

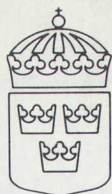
Energi-program för forskning, utveckling, demonstration

Transporter



EFUD 78
Bilaga B





Statens offentliga utredningar
SOU 1977: 58
Industridepartementet

Energi—program för forskning, utveckling, demonstration

EFUD 78

Bilaga B

Programplaner för Energianvändning för
transporter och samfärdsel
utarbetade av transportforskningsdelegationen (TFD)
på uppdrag av delegationen för energiforskning
Stockholm 1977

Omslag Hans Sandqvist
Jernströms Offsettryck AB

ISBN 91-38-03691-6

ISSN 0375-250X

Norstedts Tryckeri, Stockholm 1977

Förord

Med stöd av regeringens bemyndigande den 12 juni 1975 tillsatte dåvarande chefen för industridepartementet en delegation för energiforskning (DFE). I regeringens direktiv anges att DFE bör ta fram underlag för planering av FoU inom energiområdet i ett långsiktigt perspektiv sedan det nuvarande treåriga programmet genomförts 30 juni 1978. Tre alternativa förslag till program i olika ambitionsnivåer bör redovisas. Ett alternativ bör svara mot en oförändrad ambitionsnivå i förhållande till insatserna under budgetåret 1977/78 och de två övriga alternativen mot högre ambitionsnivåer. Därvid bör främst belysas möjligheterna att öka insatserna vad gäller utvecklingen av förnyelsebara energikällor innefattande även den forskning och utveckling som behövs för att anpassa olika konsumtionsstrukturer till ett ökat utnyttjande av sådana energikällor.

DFE har slutfört denna arbetsuppgift under september 1977 och redovisar sina förslag i betänkandet "Energi – program för forskning, utveckling, demonstration, EFUD 78" (SOU 1977: 56). DFE:s överväganden bygger i allt väsentligt på det underlag i form av programplaner som har utarbetats av styrelsen för teknisk utveckling, statens råd för byggnadsforskning, transportforskningsdelegationen och nämnden för energiproduktionsforskning samt beträffande programmet Allmänna energisystemstudier av DFE själv. Detta underlag är samlat i bilagorna A–F, som redovisas i var sin volym (SOU 1977: 57–62). Bilagorna är indelade efter den programstruktur som gäller för energiforskningsprogrammet 1975/78, enligt följande:

- A. Energianvändning i industriella processer m. m.
- B. Energianvändning för transporter och samfärdsl
- C. Energianvändning för bebyggelse
- D. Återvinning av energi i varor m. m.
- E. Energiproduktion
- F. Allmänna energisystemstudier

Stockholm i september 1977

Thomas Josefsson
delegationssekreterare

INNEHÅLL

1	TFD UPPGIFTER	9
	PROGRAMOMRÅDESÖVERSIKTER	11
2	DELPROGRAM TRANSPORTSYSTEMETS UTVECKLING	11
2.1	Transportsektorn i Sverige - En nulägesöversikt	11
	PERSONTRANSPORTER	11
	Persontransporter med bil	
	Övriga färdmedel	
	GODSTRANSPORTER	16
2.2	Energiförbrukning för inrikes transporter	21
	PERSONTRANSPORTER	23
	Personbilar	
	Bussar	
	Sjöfart	
	Flyg	
	Mopeder och motorcyklar	
	Järnväg samt övrig spårbunden trafik	
	SAMMANFATTNING	27
	GODSTRANSPORTER	28
	Lastbilar	
	Sjöfart	
	Järnväg	
	SAMMANFATTNING	29
2.3	Transportsektorns förväntade utveckling	30
	PERSONTRANSPORTER	31
	KOMMENTAR	32
	GODSTRANSPORTER	33
	KOMMENTAR	36
2.4	Energiförbrukningens förväntade utveckling	36
	KOMMENTAR	38
3	DELPROGRAM ENERGIANVÄNDNING I DRIVSYSTEM	41
3.1	Befintliga drivsystem	41
	NULÄGE OCH TEKNISK AVGRÄNSNING	41
	UTVECKLINGSHINDER P G A LÅG OMSÄTTNINGSHASTIGHET OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN	44

3.2 Teknisk utveckling och möjligheter till besparingar	45
<i>UTVECKLINGSTENDENSER OCH UTVECKLINGSHINDER MED BEFINT- LIGA DRIVSYSTEM</i>	45
<i>BESPARINGSPOTENTIAL</i>	46
<i>UTVECKLINGSHINDER P G A TEKNISKA MOTSATSFÖRHÅLLANDEN</i>	47
<i>EMISSIONER</i>	47
3.3 Teknisk utveckling i syfte att minska oljeberoendet och skapa ökad energibärflexibilitet	49
<i>ALTERNATIVA STRATEGIER M H T OLIKA PROFILER</i>	50
<i>ALTERNATIVA ENERGIFÖRSÖRJNINGSPROFILER</i>	51
<i>BRUTTOENERGI - NETTOENERGI</i>	53
3.4 Alternativa värmemotorer	54
<i>JÄMFÖRANDE VÄRDERING AV NUVARANDE OCH ALTERNATIVA VÄRMEMOTORER</i>	55
3.5 Utvecklingstendenser mot bränsleceller som tänkbart slut- mål	57
INSATSPLANER	61
4 DELPROGRAM TRANSPORTSYSTEMETS UTVECKLING	61
4.1 Inledning	61
<i>GENERELLA FOU-OMRÅDEN</i>	61
<i>SPECIFIKA FOU-OMRÅDEN</i>	63
4.2 FoU-område I Kortväga personresor	65
<i>BAKGRUND</i>	65
<i>UTVECKLINGSTENDENSER</i>	66
<i>FORSKNINGSFÄLT</i>	68
<i>Demonstrationsprojekt</i>	
<i>RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER</i>	70
4.3 FoU-område II Långväga personresor	71
<i>BAKGRUND</i>	71
<i>UTVECKLINGSTENDENSER</i>	72
<i>FORSKNINGSFÄLT</i>	74
<i>RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER</i>	75
4.4 FoU-område III Kortväga godstransporter	76
<i>BAKGRUND</i>	76
<i>UTVECKLINGSTENDENSER</i>	77
<i>FORSKNINGSFÄLT</i>	79
<i>Demonstrationsprojekt</i>	
<i>RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER</i>	80

4.5 FoU-område IV Långväga godstransporter	80
<i>BAKGRUND</i>	80
<i>UTVECKLINGSTENDENSER</i>	81
<i>FORSKNINGSFÄLT</i>	83
<i>Demonstrationsprojekt</i>	
<i>RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER</i>	84
4.6 Forskningsmål	84
4.7 Medelsbehov	86
<i>ALTERNATIV I</i>	87
<i>ALTERNATIV II</i>	88
<i>ALTERNATIV III</i>	88
<i>RESURSSITUATION</i>	89
5 DELPROGRAM ENERGIANVÄNDNING I DRIVSYSTEM	91
5.1 Inledning	91
5.2 FoU-område I Utveckling av alternativa drivmedel	91
<i>VERKSAMHET HOS SVENSK METANOLUTVECKLING AB</i>	92
<i>VÄTELAGRING</i>	95
<i>NETTOENERGIANALYS</i>	95
5.3 FoU-område II Utveckling av befintliga drivsystem	96
<i>MINSKNING AV RULL- OCH LUFTMOTSTÅND</i>	97
<i>KERAMIKBELAGDA MOTORKOMPONENTER</i>	98
<i>TURBULENS - PRESTANDA</i>	98
5.4 FoU-område III Utveckling av alternativa drivsystem	99
<i>ALTERNATIVA MOTORER</i>	100
5.5 FoU-område IV Utveckling av energiackumulatorer	101
<i>JÄRN-NICKELBATTERI</i>	102
<i>MEKANISK ENERGIACKUMULATOR</i>	103
5.6 FoU-område V Utveckling av energiomvandlare	104
<i>JÄRN - LUFT BRÄNSLECELL</i>	105
<i>METANOL - LUFT BRÄNSLECELL</i>	106
5.7 Behov av prototyper	106
<i>HYBRIDSYSTEM PERSONBIL</i>	107
<i>KERAMISK BRAYTONMOTOR</i>	107
<i>KERAMISK STIRLINGMOTOR</i>	107
<i>ELEKTRISKA DRIVSYSTEM</i>	108
<i>VÄTE- ALTERNATIVT METANOLDRIVEN BRÄNSLECELL I ELBIL</i>	108

5.8 Forskningsmål	108
5.9 Medelsbehov	112
ALTERNATIV I	113
ALTERNATIV II	113
ALTERNATIV III	113
RESURSSITUATION	115
6 TOTALT MEDELSBEHOV FÖR PROGRAM 2	117
7 REFERENSER I URVAL	119
BILAGA: Projektförteckning	121

1 TDF UPPGIFTER

Enligt Kungl. Maj:ts instruktion för transportforskningsdelegationen (TFD) åligger det delegationen att ifråga om transporter, trafik och trafiksäkerhet bl a

följa utvecklingen och därvid samverka med berörda myndigheter, institutioner, forskare och företag

upprätta ett långsiktigt program för forskning och utveckling och fortlöpande förnya detta

främja samverkan mellan berörda myndigheter och institutioner ifråga om planläggning och genomförande av forskning och utveckling

planlägga och genomföra eller låta genomföra utrednings-, forsknings- och utvecklingsprojekt

planera och fördela statligt stöd till forskning och utveckling

främja internationellt samarbete ifråga om forskning och utveckling

främja ändamålsenlig informations- och dokumentationsverksamhet

Förutom dessa ordinarie arbetsuppgifter har TFD ålagts programansvar för program 2 i det budgetåret 1975/76 inledda energiforskningsprogrammet (prop 1975:30). Till förfogande för detta program, Energianvändning för transporter och samfärdsl, ställdes för perioden 1975/76 - 1977/78 28 milj kr, varav 6 milj kr avser delprogrammet Transportsystemets utveckling och 22 milj kr delprogrammet Energianvändning i drivsystem. I det sistnämnda beloppet ingår kostnader avseende utredningar och utvecklingsarbeten inom metanolområdet (Svensk Metanolutveckling AB).

Ansvar för olika delprogram har så långt möjligt delats upp på befintliga organ. Detta innebär bl a att den översiktliga planeringen av hela program 2, liksom den mer konkreta planeringen av FoU-verksamheten i vad avser delprogram Transportsystemets utveckling ankommer på TFD. Vad gäller delprogram Energianvändning i drivsystem har ansvaret för den konkreta planeringen och för beställningen av FoU-arbete ålagts styrelsen för teknisk utveckling (STU). Den kompetens och de administrativa resurser som STU har, bör enligt propositionen så långt möjligt utnyttjas av TFD.

Programansvaret innebär enligt propositionen att TFD har att, med avseende på program 2, genomföra en översiktlig planering av den verksamhet som bör genomföras inom de av statsmakterna givna allmänna ramarna. Denna planering bör avse storleken av insatserna på olika delprogram och i förekommande fall programelement. Ansvaret kan vidare avse utarbetande av konkreta planer för den verksamhet som avses genomföras. Sådan planering skall kunna ligga till grund för beställning av FoU-arbete.

I föreliggande programplan, som utarbetats gemensamt av TFD och STU, presenteras underlag för planering av den fortsatta forskningen och utvecklingen inom TFD programområde under perioden 1978-07-01 - 1981-06-30.

I programarbetet har TFD biträttats av docent Mats-G Engström och STU av tekn dr Ture Valdsoo.

PROGRAMOMRÅDESÖVERSIKTER

2 DELPROGRAM TRANSPORTSYSTEMETS UTVECKLING

2.1 Transportsektorn i Sverige - En nulägesöversikt

Inledningsvis ges i detta avsnitt en komprimerad beskrivning av det persontransportarbete resp godstransportarbete som sker inom landet med skilda trafikslag.

Transportuppgifterna indelas schematiskt i kortväga och långväga transporter. För persontransporternas vidkommande görs sedan en indelning i tre grupper efter ärendekategori. Vad gäller godstransporterna återges vissa uppgifter om transportarbetets fördelning på skilda gods- och varuslag.

I andra delen av detta avsnitt översättes det tidigare beskrivna transportarbetet till energitermer. Förutom totaluppgifter beräknas så långt möjligt även specifika energiförbrukningstal per producerad personkm och tonkm.

PERSONTRANSPORTER

Det totala transportarbetet för samtliga färdmedel uttryckt i personkm har för 1975 beräknats till drygt 82 miljarder.

Den helt övervägande delen av transportarbetet eller ca 70 % utgörs av kortväga resor (här definierat såsom resor understigande 10 mil). Resterande 30 % avser således resor över 10 mil.

Sättes gränsen mellan kortväga och långväga resor vid 5 mil, torde i storleksordningen 60 % av transportarbetet vara av kortväga karaktär.

En fördelning av transportarbetet på tre typer av ärenden visar att ungefär 39 % är arbetsresor, 17 % serviceresor samt 44 % olika typer av fritids- och rekreationsresor. Ett försök till fördelning av transportarbetet och ärendena på kort- och långväga resor ger följande tabell.

Tabell 1. Det totala persontransportarbetet i personkm fördelat på ärendetyp samt kort- och långväga resor. Källa: Ref. [2], [3], [12].

Ärendetyp	Kort- väga resor < 10 mil	Lång- väga resor > 10 mil	Totalt
	%	%	%
Arbetsresor ^x	33	6	39
Serviceresor	15	2	17
Fritidsresor	21	23	44
Totalt	69	31	100

^xInkl. tjänsteresor, militärresor, utbildningsresor o dyl.

En uppdelning av det totala transportarbetet på färdmedel ger följande ungefärliga relativa fördelning.

Tabell 2. Persontransportarbetets fördelning 1975 på skilda trafikslag. Källa: Ref. [4].

Trafikslag	%
Personbil	81.8
Buss	8.5
Järnväg	7.0
Övrig spår- bunden trafik	1.5
Luftfart	1.1
Sjöfart	0.1
Totalt	100.0

Personbilen svarar således för mer än 80 % av det totala persontransportarbetet i landet.

Persontransporter med bil

Ungefär 70 % av transportarbetet med bil, uttryckt i person-km, sker på kortväga sträckor (<10 mil). Omräknat i fordons-km är värdet betydligt högre, eller närmare 80 %.

Differensen beror på skillnader i belägningsgrad vid kortväga och långväga resor. Vid den förra typen av resor kan belägningsgraden skattas till ca 1.5 personer. Vid långväga resor torde den ligga kring 2.4. Skillnaderna i belägningsgrader vid kortväga resp långväga resor avspeglar strukturella olikheter ifråga om resornas ärendesammansättning (jfr tabell 3).

Tabell 3. Persontransportarbetet i personkm med bil fördelat på ärendetyp samt kort- och långväga resor. Källa: Ref. [3], [12].

Ärendetyp	Kortväga resor <10 mil %	Långväga resor >10 mil %	Totalt %
Arbetsresor ^x	31	4	35
Serviceresor	15	2	17
Fritidsresor	23	25	48
Totalt	69	31	100

^x

Inkl. tjänsteresor, militärresor, utbildningsresor o dyl.

Det är således kortväga arbetsresor som svarar för den största andelen av transportarbetet. Uttryckt i fordonskm är andelen ännu större beroende på skillnader i beläggningsgrad.

Övriga färdmedel

Övriga färdmedel svarar, som framgått tidigare, för knappt 20 % av persontransportarbetet (personkm).

Järnvägens persontransportarbete domineras av långväga resor. Ungefär 70 % kan hänföras till den kategorin. Huvudsakligen utgörs de långväga resorna av olika former av sk fritidsresor samt arbetsresor. De kortväga resornas dominerande ärendetyp utgör arbetsresor.

Övrig spårbunden trafik, tunnelbana och spårväg, beräknas utföra drygt 1 % av det inrikes transportarbetet. Trafiken är starkt lokalt inriktad och domineras av arbetsresor.

För busstrafikens vidkommande är uppgifterna om utfört transportarbete något osäkra. Enligt gjorda beräkningar torde persontransportarbetet kunna uppgå till 7 - 8 miljoner personkm, eller närmare 10 % av totala persontransportarbetet för 1975.

Det helt övervägande transportarbetet eller 90 % är av kortväga karaktär. Den restyp som här dominerar (över 50 %) är arbetsresor. Serviceresor och fritidsresor torde vara av ungefär lika stor omfattning.

När det gäller enbart långväga resor bedöms olika typer av fritidsresor svara för mer än 50 %.

Den inrikes reguljära flygtrafiken (inkl. taxiflyg) svarade 1975 för drygt 1 % av transportarbetet eller ca 900 miljoner personkm. Fördelningen mellan olika resandekategorier är 75-80 % tjänsteresor och 20-25 % privatresor.

I den inrikes sjöfarten beräknas persontransportarbetet uppgå till endast ca 100 miljoner personkm eller ungefär 0.1 % av det totala persontrafikarbetet. Mer än hälften faller på Gotlandstrafiken. Resterande utgörs av kortväga skärgårdstrafik. Helt övervägande ärendekategori är typen fritidsresor.

I detta sammanhang kan nämnas att persontransportarbetet med fritidsbåtar är av mångfalt större omfattning än den reguljära inrikessjöfarten. Beräkningar som gjorts pekar mot

värden kring 500 miljoner personkm. Merparten utgörs av kortväga resor.

Till sist skall nämnas att det transportarbete som mopeder och motorcyklar presterar torde ligga i storleksordningen 1.5-2.0 miljarder personkm. Mopederna, som dominerar detta transportarbete, används nästan uteslutande för kortväga resor.

GODSTRANSPORTER

Den vägburna trafiken svarade 1973 för 86 % av allt inrikes transporterat gods uttryckt i ton. Järnvägens motsvarande andel var 11 %.

När det gäller godstransportarbetet (tonkm) är relationerna väsentligt annorlunda. På väg utfördes 47 % och på järnväg 34 % av transportarbetet 1975. Sjöfarten svarade för 16 % (se tabell 4). Denna förändrade relation beror på att järnvägens transporter i huvudsak sker över längre sträckor och lastbilens på kortare.

Tabell 4. Inrikes godstransporter 1973 och 1975 fördelade på trafikslag. Källa: SCB, Ref. [3], [4], [14].

Trafikslag	1973 Miljoner ton	%	1975 Miljarder tonkm	%
Väg	560	86	22.2	47
Järnväg	72	11	16.1	34
Sjöfart	13	2	7.3	16
Övrigt (flottning m.m)	8	1	1.6	3
Totalt	653	100	47.2	100

För järnväg är det genomsnittliga transportavståndet per transporterat ton ungefär 250 km (inkl malmtransporter), medan motsvarande för väg är drygt 40 km och för sjöfarten 460 km.

På avstånd under 10 mil dominerar lastbilen med närmare 95 % av totala transportarbetet. Mellan 10 och 30 mil svarar järnvägen för nära hälften av transportarbetet. Detta inkluderar järnmalmstransporterna i Norrbotten.

På långväga avstånd, 70-90 mil, utför järnvägen drygt hälften av transportarbetet. Över 90 mil svarar sjöfarten för cirka 50 % av transportarbetet. Det bör dock framhållas att landtransportavstånden mellan två orter ibland kan vara väsentligt kortare än motsvarande sjöväg.

De inrikes transporterna fördelade på varugrupper framgår av tabell 5.

Tabell 5. Inrikes godstransporter fördelade på varugrupper 1973. Källa: SCB, Ref.[3].

Varugrupper	Ton %	Tonkm %
Livsmedel	4.3	7.5
Spannmål	0.5	0.9
Gödselmedel	0.6	0.9
Mineraliska råvaror och byggnadsmaterial	58.9	29.4
Olja och oljeprodukter	7.4	13.6
Kemiska produkter	1.2	3.6
Rundvirke	7.8	8.6
Skogsindustriprodukter	5.6	12.9
Metaller	1.8	5.4
Verkstadsprodukter	1.7	3.4
Övrigt	10.2	14.0
Totalt	100.0	100.0

När det gäller transporterade ton dominerar varugruppen mineraliska råvaror och byggnadsmaterial med närmare 60 % av totala transportererna. Därefter följer grupperna övrigt (10 %), rundvirke (8 %) och olja och oljeprodukter (7 %).

Av transportarbetet uttryckt i tonkm svarar mineraliska råvaror och byggnadsmaterial dock endast för ca 30 %.

Gruppen övrigt samt olja och oljeprodukter har ungefär 14 % vardera, medan skogsindustriprodukter registreras för 13 %.

En fördelning av transportarbetet på avståndszoner visar att av transportmängden (ton) sker transportererna till ungefär 80 % på avstånd under 10 mil. Uttryckt i tonkm sker transportarbetet däremot till drygt 80 % över 10 mil (jfr tabell 6).

Tabell 6. Det inrikes godstransportarbetet 1973 fördelat på avståndszoner. Källa: SCB, Ref.[3].

Transportavstånd	Miljarder tonkm %
- 99	18
100-299	37
300-499	14
500-699	12
700-899	4
900-	15
Totalt	100

Lastbilen är det dominerande transportmedlet för samtliga varugrupper ifråga om transporterade mängder. I grupperna övrigt samt livsmedel svarar lastbilen för över 90 %.

Järnvägen har sina största fraktmängder inom grupperna metaller, kemiska produkter och skogsindustriprodukter. Olja och oljeprodukter utgör den största varugruppen inom sjöfarten.

Av transportarbetet mätt i tonkm svarar lastbilen för mellan 70 och 80 % av rundvirkestransportererna samt livsmedels- och övrigtransporterna. Järnvägen registreras för mellan 60 och 70 % av transportarbetet av skogsindustriprodukter och metaller. Sjöfartens andel av olja och oljeprodukttransporterna utgör drygt 60 %. Se vidare tabell 7.

Tabell 7. Inrikes godstransporter 1973, procentuellt fördelade på varugrupper och transportmedel. Källa: SCB, Ref.[3].

Varugrupp	ton, %			tonkm, %		
	Lastbil	Järnväg	Sjöfart	Totalt	Lastbil	Järnväg
						Sjöfart
				Totalt		Totalt
Livsmedel	92.1	6.7	1.2	100	72.7	24.2
Spannmål	85.7	3.6	10.7	100	50.0	25.0
Gödselmedel	88.6	8.6	2.8	100	50.0	25.0
Mineraliska råvaror och byggnadsmaterial	88.1	10.7	1.2	100	33.8	50.0
Olja och oljeprodukter	77.1	5.5	17.4	100	30.0	8.3
Kemiska produkter	70.8	25.0	4.2	100	31.3	50.0
Rundvirke	89.5	10.3	0.2	100	71.1	28.9
Skogsindustriprodukter	75.9	24.1	0.0	100	35.1	64.9
Metaller	59.8	39.3	0.9	100	29.2	66.7
Verkstadsprodukter	86.1	12.9	1.0	100	60.0	40.0
Övrigt	93.6	6.4	0.0	100	77.4	22.6

2.2 Energiförbrukning för inrikes transporter

Av landets totala energiförbrukning svarar samfärdsel-sektorn årligen för drygt 19 %. Frånräknas konsumtionen inom försvaret och för motorredskap samt den bunkring för utrikes sjöfart och flyg som sker i landet, förbrukas för inrikes transporter cirka 13 %. I absoluta tal motsvarar dessa 13 % ungefär 55 terrawattimmar (TWh).

Uppgifterna ovan avser endast själva driften av transport-apparaten. Till dessa värden kommer dels den förbrukning av energi som åtgår för att producera fordon och övriga transportmedel, dels förbrukningen av energi för byggnation och underhåll av vägar och andra anläggningar i anslutning till transportsystemet. Totalt beräknas samfärdselsektorns andel av energiförbrukningen i Sverige uppgå till i storleksordningen 30 % av hela energibalansen.

Samfärdselsektorns utveckling under den senaste femtonårs-perioden tyder på att sektorns relativa förbrukningsandel minskade något under 1960-talet. Den absoluta ökningen var dock drygt 50 %.

Den största relativa tillväxten redovisas för den s k övrigsektorn, inom vilken den starkt förbättrade bostads-standard under perioden till stor del förklarar ökningen. Industrisektorn låg kvar på ungefär samma nivå 1970 som 1960.

Under 1970-talets första hälft har samfärdselsektorn åter ökat sin relativa förbrukningsandel med ungefär 1 procent-enhet och svarar därmed för drygt 19 % av totala energiförbrukningen i landet 1975.

Fortsättningsvis koncentreras frågeställningarna och diskussionen till energikonsumtionen för drift av den inrikes transportapparaten, dvs de dryga 13 %. En viss försiktighet måste iakttas vid tolkningen av detaljuppgifter. Vissa problem uppstår p g a statistikbrist och definitions-svårigheter vid jämförelser av exempelvis energiåtgången per personkm eller tonkm mellan olika trafikslag.

Energiförbrukningen inom transportsektorn utgörs till helt övervägande del av petroleumprodukter. Endast några få procent utgörs av elenergi, varför den lämnas åt sidan tills vidare. Elenergin är i sin tur till en del baserad på olja som råvara.

Den procentuella fördelningen av drivmedelsförbrukningen för inrikes transporter på de skilda trafikslagen vid 1970-talets mitt framgår av tabell 8.

Tabell 8. Relativ fördelning av drivmedelsförbrukningen på skilda trafikslag 1975 (inrikes transporter).
Källa: Ref.[1], [13].

Trafikslag	%
Personbilar	68.0
Lastbilar	22.2
Bussar	3.3
Sjöfart	3.5
Flyg	2.2
Övrigt	0.8
Totalt	100.0

PERSONTRANSPORTER

Personbilar

Persontrafiken dominerar i hög grad energiförbrukningen, vilket också indirekt framgår av tabell 8. Den svarar för ungefär 75 %, medan godstrafiken således tar 25 % i anspråk av den totala energikonsumtionen inom sektorn.

Av persontrafikens energiförbrukning faller i dagsläget över 90 % på personbilen.

I storleksordningen 80 % av denna förbrukning avser kortväga bilresor (mindre än 10 mil), medan 20 % således används för längre transporter.

En indelning av resorna efter ärendekategori visar att typen kortväga arbetsresor dominerar. Andelen uppgår till ca 43 %. Kortväga serviceresor och fritidsresor är av ungefär samma storlek eller 18 resp 19 %. Något mindre andel utgör de längre fritidsresorna (14 %). Se tabell 9.

Tabell 9. Energiåtgången för personbilar procentuellt fördelad på ärendetyp samt kortväga och långväga resor. Källa: SCB, Ref. [3].

Ärendetyp	Kortväga resor %	Långväga resor %	Summa %
Arbetsresor ^x	43	4	47
Serviceresor	18	2	20
Fritidsresor	19	14	33
Totalt	80	20	100

^xInkl. tjänsteresor, militärresor, utbildningsresor o dyl.

En jämförelse av energieffektiviteten vid olika typer av resor visar att denna är lägst för kortväga arbetsresor och störst för långväga fritidsresor. Detta beror dels på skillnader i belägningsgrad, dels på skilda förhållanden avseende körsätt och trafikmiljö.

Belägningsgraden vid kortväga arbetsresor är låg samtidigt som körningen är ojämn. Drivmedelsåtgången för denna typ av resor har beräknats till omkring 0.08 liter eller 0.7 kWh/personkm. Vid långväga fritidsresor torde förbrukningen vara i storleksordningen hälften av detta värde, dvs 0.04 liter/personkm eller 0.35 kWh/personkm [3].

Sammanfattningsvis gäller att de långväga bilresorna svarar för ca 30 % av transportarbetet men tar ungefär 20 % av personbilkens energikonsumtion på drygt 36 TWh eller 4.1 miljoner m³ petroleumprodukter.

Bussar

Busstrafiken förbrukar totalt ca 190 000 m³ drivmedel eller ungefär 2 TWh. Den kortväga trafiken svarar för den helt dominerande delen av bussparkens energiåtgång. Den övervägande typen av resor är arbetsresor. Av tabell 10 framgår fördelningen av resor efter ärende och avståndszoner.

Ärendetyp	Antal resor	Andelen av totala resor (%)
Arbetsresor	120 000	63
Semiresor	40 000	21
Fritidsresor	30 000	16
Totalt	190 000	100

* Inkl. tjänstresor, militärresor, flygförskottade resor.

Tabell 10. Busstrafikens energikonsumtion fördelad på ärendetyp och avståndszoner. Källa: Ref. [3].

Ärendetyp	Kortväga resor %	Långväga resor %	Summa %
Arbetsresor ^x	57	1	58
Serviceresor	19	1	20
Fritidsresor	18	4	22
Totalt	94	6	100

^xInkl tjänsteresor, militärresor, utbildningsresor o dyl.

Energieffektiviteten har för kortväga bussresor beräknats till 0.23 kWh/personkm.¹ För långväga bussresor uppgår motsvarande värde till 0.10 kWh.²

Sjöfart

För persontrafiken i den inrikes sjöfarten beräknas åtgå ungefär 1 TWh. Den större delen av konsumtionen faller på fritidsbåtarna. Det rör sig således om kortväga resor.

Energieffektiviteten är i föreliggande fall svår att ange. Med utgångspunkt från totalförbrukning och presterat

¹ Beläggning i genomsnitt 15 passagerare, förbrukning 3.5 liter/mil.

² Beläggning i genomsnitt 30 passagerare, förbrukning 3.2 liter/mil.

trafikarbete torde åtgången kunna beräknas till 1.5 kWh per personkm.

Flyg

Totalt förbrukar inrikesflyget ca 1.2 TWh eller närmare 3 % av drivmedlen för landets persontransporter. Hela förbrukningen kan hänföras till långväga resor. Tjänsteresor dominerar till 75-80 %. Energieffektiviteten kan beräknas till ca 1.3 kWh/personkm.

Mopeder och motorcyklar

Mopeder och motorcyklar tar tillsammans knappt 0.3 TWh i anspråk av drivmedlen.

Energieffektiviteten för moped är 0.17 och för motorcykel 0.44 kWh/personkm.

Järnväg samt övrig spårbunden trafik

Persontrafiken på järnväg samt övrig spårbunden trafik förbrukar i huvudsak elenergi motsvarande drygt 1 TWh. Energikonsumtionen på järnväg för olika ärendetyper och avståndsklasser torde i stort följa den fördelning som gäller för transportarbetet enligt ovan. Den genomsnittliga energieffektiviteten per personkm för såväl det bidragsberättigade nätet som affärsbanenätet uppgår till i storleksordningen 0.15 kWh vid i medeltal 35 % beläggningsgrad. På enbart affärsbanenätet är beläggningen

betydligt högre, varför den specifika energiförbrukningen här kan beräknas till ungefär 0.10 kWh.

SAMMANFATTNING

Energiåtgången för inrikes persontransporter sammanfattas i tabellerna 11 och 12. I stora drag svarar de kortväga arbetsresorna för 2/5 av energiförbrukningen, medan motsvarande service- och fritidsresor tar ungefär 1/5 vardera i anspråk. Resterande 1/5 av energin faller på långväga resor och då främst fritidsresor.

Den specifika energiåtgången per producerad personkm varierar med färdmedel, reslängd samt ärende. I genomsnitt ligger järnvägen, bussen och mopeden lägst (se tabell 12).

Tabell 11. Persontransporternas energiförbrukning efter ärendetyp och avståndszon. Källa: Ref. [3].

Ärendetyp	Kortväga resor %	Långväga resor %	Summa %
Arbetsresor ^x	41	6	47
Serviceresor	17	1	18
Fritidsresor	20	15	35
Totalt	78	22	100

^xInkl. tjänsteresor, militärresor, utbildningsresor o dyl.

Tabell 12. Färdmedlens genomsnittliga energieffektivitet uttryckt i kWh per producerad personkm samt teoretiskt vid 100 % beläggingsgrad (oljeprofil).

Färdmedel	kWh/personkm	Teoretiskt vid 100 % beläggingsgrad
Personbil	0.35-0.70	0.21-0.23
Buss	0.10-0.23	0.05-0.06
Flyg	1.3	0.7
Sjöfart (inkl fritidsbåtar)	1.5	0.75
Mopeder	0.17	0.17
Motorcyklar	0.44	0.22
Järnväg (som el)	0.15(0.10)	0.05

GODSTRANSPORTER

Den totala energiförbrukningen för inrikes godstransporter kan beräknas till ca 14 TWh.

Lastbilar

Den helt dominerande delen av sektorns energiförbrukning - 12 TWh - faller på lastbil och utgörs således av drivmedel.

Överslagsmässiga beräkningar visar att den specifika energiförbrukningen vid långväga transporter (>10 mil) är hälften jämfört med kortväga körningar (0.38 resp 0.75 kWh/tonkm). Totalt sett åtgår hälften av lastbilarnas energikonsumtion för långväga transporter.

Den genomsnittliga energieffektiviteten per tonkm (inkl tomtransporter) utgör i dag 0.50 kWh. Vid 100 % lastfaktor och inga tomtransporter erhålles en teoretisk effektivitet av 0.17 kWh/tonkm.

Sjöfart

För inrikes sjöfart åtgår i storleksordningen 0.9 TWh. Per tonkm räknat blir energiförbrukningen 0.2 kWh, vilket är mindre än hälften av lastbilarnas specifika förbrukning.¹ Uppgifter om lastfaktor och tomtransporter saknas, varför ett teoretiskt värde är svårt att ange.

Järnväg

Godstransporterna på järnväg beräknas ta ungefär 1 TWh i anspråk per år. Den specifika energiförbrukningen blir därvid knappt 0.06 kWh eller ca 7-8 gånger² lägre än lastbilens motsvarande värde. Det teoretiska värdet för järnväg vid 100 % lastfaktor ligger på 0.026 kWh.

SAMMANFATTNING

En sammanfattning av energiförbrukningen vid inrikes godstransporter återfinnes i tabell 13. Även den specifika energiförbrukningen vid maximalt utnyttjande (teoretiskt) av lastkapaciteten anges. De inrikes transporterna

¹ I värdet 0.2 kWh ingår förbrukning för bogsering, isbrytning mm. För enbart transportarbetet åtgår endast ca 0.1 kWh/tonkm.

² Andra förutsättningar vid beräkningarna kan ge betydligt lägre värden.

av varor och gods med flyg är i sammanhanget helt obetydliga, varför de utelämnats.

Tabell 13. Total förbrukning (TWh) 1975 samt specifik energiförbrukning (kWh/tonkm) för olika transportmedel.

Transportmedel	Total energiförbrukning TWh	Specifik energiförbrukning	
		nuläge	teoretiskt vid 100 % lastfaktor
Lastbil ^x	11.9	0.38-0.75	0.19-0.30
Sjöfart ^{xx}	0.9	0.2	0.1
Järnväg (som el)	1.0	0.059	0.026

^xDe lägre värdena gäller för långväga transporter (>10 mil), de högre värdena för kortväga transporter.

^{xx}Sjövägen kan i vissa fall vara väsentligt längre än landvägen.

2.3 Transportsektorns förväntade utveckling

I detta sammanhang redovisas nedan de prognoser över det framtida persontransportarbetet och godstransportarbetet som återges i skilda offentliga utredningar [4],[11],[14]. Tidshorisonten sträcker sig fram till 1990. Prognosvärdena kommenteras kort.

De värden som anges utgörs av årliga relativa förändringstal samt totalvärden avseende 1990 för de olika transportmedlen. Nedbrytningar av prognostalen på t ex ärendetyp eller avståndsklasser saknas.

PERSONTRANSPORTER

Mellan 1960 och 1975 ökade det totala inrikes persontransportarbetet (personkm) årligen med i medeltal ca 4.5 %.

Nästan hela tillväxten faller på personbilen.

För perioden 1975-1980 förutses för hela persontransportarbetet en årlig genomsnittlig ökning av endast 1.5-2 %.

Ännu lägre tillväxttakt, eller i medeltal 1.0-1.5 % per år, har bedömts som sannolik under perioden 1980-1990.

Den förväntade utvecklingen totalt och för de olika trafikmedlen sammanfattas i tabell 14.

Tabell 14. Inrikes persontransportarbete 1975 samt prognos för 1990 med fördelning på trafikmedel. Källa: Ref. [4] med kompletteringar.

Trafikmedel	1975		1990	
	Miljarder personkm	%	Miljarder personkm	%
Personbil	67.4	81.8	74-83	78-81
Buss	7.0	8.5	10-12	9.5-12.5
Tunnelbana, spårväg	1.2	1.5	1.6	1.5
Järnväg	5.8	7.0	5.0-6.5	5.0-6.5
Luftfart	0.9	1.1	1.9-2.5	2.0-2.5
Sjöfart	0.1	0.1	0.1	0.1
Totalt	82.4	100.0	95-103	100.0
Andel kollektivt	15.0	18.2	20-22	19-22

Med utgångspunkt från de högre tillväxttalen för transportarbetet väntas personbilarna bibehålla samma andel under prognosperioden som i dagsläget. Om tillväxten följde de lägre värdena förutses de kollektiva färdmedlens andel av transportarbetet komma att öka på personbilens bekostnad. Kollektivtrafikens andel som i dagsläget är 18 %, skulle i de lägre tillväxtalternativen därvid stiga till ungefär 22 % år 1990. Detta motsvarar en årlig tillväxt av kollektivtrafiken på i genomsnitt ca 1.5 % för hela perioden.

KOMMENTAR

Beräkningarna avseende det framtida transportarbetet med personbil har grundats på befintliga prognoser över bilbeståndets utveckling, antagna förändringar i årlig körsträcka samt belägningsgrad.

I prognoserna från 1974 över bilantalet anges värdena för 1980 till 3.1 miljoner och för 1990 till 3.3 miljoner.

Bilbeståndet i slutet av 1976 var ca 2.9 miljoner, varför det inte är uteslutet att prognosvärdet 3.1 miljoner för 1980 kan innebära en underskattning.

Den genomsnittliga årliga körsträckan som vid mätningar 1972/73 uppgick till ca 1425 mil per bil förväntas enligt Dsk 1975:4 [14] minska till 1 350 mil 1990. Aktuella uppgifter tyder på att en körsträckeminskning av sådan storlek fram till 1980 sannolikt inte är trolig. Mätningar avseende 1975 ger en högre genomsnittlig körsträcka för den tidpunkten än 1972/73. Körsträckan för 1975 har beräknats till ca 1 480 mil mot 1 425 mil 1972/73. Enligt preliminära uppgifter från statens vägverk ligger värdet för 1975 mellan 1 465 och 1 495 mil beroende på hur beräkningarna görs.

Beläggingsgraden vid bilresor som i dagsläget beräknas till i genomsnitt 1.7 personer/bil förutses sjunka något under prognosperioden. Enligt uppgift från statens vägverk kan värdet istället vara 1.8. Persontrafikarbetet med bil skulle i så fall redan i dagsläget vara ca 6 % högre än vad som brukar anges.

För 1980 antas i Dsk 1975:4 [14] värdet 1.65 och för 1990 1.60 personer/bil. Ovanstående nämnda förändringar i utgångsläget kan således innebära att prognosticerade värden för personbilens transportarbete ligger i underkant.

För järnvägstrafikens vidkommande kan konstateras att värdet för 1975 uppgår till 5.8 miljarder personkm. Värdet för 1990 förutses ligga mellan 5.0-6.5 miljarder personkm. Statens järnvägar förutser dock betydligt högre värden.

Busstrafikens prognosticerade transportarbete är p g a bristande kontinuerlig, heltäckande statistik något svårbedömbart. Ett värde som ligger mellan de i tabell 14 angivna intervallen för 1990 verkar dock inte vara orimligt.

Vad gäller övriga transportmedel synes angivna prognosvärden i stort vara förenliga med hittillsvarande utveckling.

GODSTRANSPORTER

Transporter av varor och gods ökade mycket kraftigt under 1960-talet. I första hand gäller detta för lastbilstransporter.

Tillväxttakten i medeltal under 1960-1975 för samtliga transportmedel uppgick till något mer än 5 % per år. För lastbil och järnväg var motsvarande värden drygt 9.0

resp 4.0 %. Järnvägen förlorade således under den aktuella perioden en viss andel av utfört transportarbete.

Under perioden 1975-1990 förutses, för det totala transportarbetet, en genomsnittlig årlig ökning på 4.0-5.0 %. Det innebär i absoluta tal för 1990 ett transportarbete av 88-97 miljarder tonkm vid slutet av perioden (se tabell 15). Transporterade gods- och varumängder uttryckt i ton sammanfattas i tabell 16.

Lastbilarnas tidigare kraftiga ökningstakt har successivt mattats något under senare år beroende bl a på vissa strukturella förändringar inom några för lastbilssektorn vitala samhällssektorer.

För 5-årsperioden fram till 1980 förutses därför en tillväxt i lastbilarnas transportarbete på 4 á 5 % per år. Ökningstakten förväntas vara högre än genomsnittsvärdet på sträckor överstigande 30 mil.

En ytterligare dämpning i tillväxttakten väntas ske under perioden 1980-1990, eller en genomsnittlig ökning med ca 3 % per år. Det innebär att det presterade transportarbetet 1990 för lastbilens del uppgår till 40-44 miljarder tonkm.

Tabell 15. Inrikes godstransportarbete 1975 samt prognos för 1990 (miljarder tonkm). Källa: Ref.[4].

Transport- medel	1975		1990	
	Miljarder tonkm	%	Miljarder tonkm	%
Lastbil	22.2	47.0	40-44	45
Järnväg	16.1	34.1	31-34	35
Fartyg	7.3	15.5	16-18	18
Flottning	1.6	3.4	1	1
Totalt	47.2	100.0	88-97	100

Tabell 16. Inrikes godstransporter 1973 (miljoner ton).

Källa: Ref.[14].

Transport- medel	1973 Miljoner ton	1990 Miljoner ton
Lastbil	560.0	780-860
Järnväg	72.2	105-115
Fartyg	12.9	25-30
Älvflottning	3.1	0
Havsflottning	4.4	3
Totalt	652.6	913-1008

Järnvägen beräknas 1990 prestera ett transportarbete av 31-34 miljarder tonkm, motsvarande en genomsnittlig årlig ökning av 3-4 %.

Det inrikes transportarbetet med fartyg registrerade en betydande tillväxttakt under 1960-talet fram till 1975. Den årliga ökningen var i medeltal ca 8 %.

För perioden fram till 1990 förväntas en fortsatt stark expansion av sjöfarten med ytterligare stegring i ökningstakten jämfört med föregående period.

Det utförda transportarbetet omräknat i absoluta tal beräknas 1990 komma att uppgå till mellan 16-18 miljarder tonkm.

Både älv- och havsflottning räknar man med kommer att minska i betydelse och omfattning fram till 1990. 1975 utfördes i dessa former ett transportarbete som uppgick till 1.6 miljarder tonkm eller drygt 3 % av det totala inrikes transportarbetet. För 1990 anges storleksordningen 1 miljard tonkm som riktvärde, vilket motsvarar ungefär 1 % av det totala presterade transportarbetet vid denna tidpunkt.

Varutransporter med flyg som f n är av mycket ringa omfattning finns inte med i återgivna prognoser och förväntas således även 1990 vara av i sammanhanget blygsam storleksordning.

KOMMENTAR

Det kan konstateras att järnvägens transportarbete har minskat kraftigt från dryga 18 miljarder tonkm 1973/74 till knappt 15 miljarder tonkm 1975/76. Nedgången kan vara tillfälligt till följd av den kraftiga dämpningen av konjunkturen under aktuell period. Strukturella förändringar kan dock inte uteslutas.

Lastbilens transportarbete fortsatte att tillväxa under 1974, sjönk något tillbaka under 1975 och början av 1976 men visar på en uppgång därefter.

2.4 Energiförbrukningens förväntade utveckling

Med utgångspunkt från rapporten Sveriges energikonsumtion till 1995 - Referensprognos sammanställd av statens industriverk [13] samt vissa kompletteringar redovisas energikonsumtionen för inrikes transporter 1975 samt prognoser för 1990.

Energiförbrukningen totalt för inrikes transporter (både gods- och persontransporter) beräknas 1980 uppgå till i storleksordningen 60 TWh. Jämfört med förbrukningen 1975 innebär det en ökning med 4-5 TWh. För 1990 slutar kalkylen på drygt 72 TWh, en i förhållande till 1980 20-procentig ökning.

Fördelningen av energikonsumtionen mellan persontransportarbetet och godstransportarbetet för de här aktuella tidpunkterna framgår av tabell 17.

Tabell 17. Person- resp godstransporternas andelar av energikonsumtionen 1975 samt prognosvärden för 1990. Källa: Ref. [13] med kompletteringar.

Trafikslag	1975		1990	
	TWh	%	TWh	%
Persontrafik	41.8	75	51.7	71
Godstrafik	13.8	25	20.8	29
Summa	55.6	100	72.5	100

Inom persontransporterna faller de största ökningarna på personbilen. De beräknade värdena sammanfattas i tabell 18.

Tabell 18. Energiförbrukningen 1975 för inrikes persontransportarbete samt prognos för 1990. Källa: Ref. [13] med kompletteringar.

Trafikslag	1975		1990	
	TWh	%	TWh	%
Personbil ^x	36.4	87.1	42.4	82.0
Buss	1.8	12.9	2.7	18.0
Järnväg mm	1.0		1.2	
Flyg	1.2		3.4	
Sjöfart	1.0		1.7	
Övrigt	0.4		0.3	
Summa	41.8	100.0	51.7	100.0

^xEnligt beräkningar av statens vägverk väntas personbilens energiförbrukning uppgå till 42 TWh 1980 och 46 TWh 1990.

Även på gods- och varusidan tar bilen de största delarna av förbrukningsökningen i anspråk. Se sammanställningen i tabell 19.

Tabell 19. Energiförbrukningen 1975 för inrikes godstransporter samt prognos för 1990. Källa: Ref. [13] med kompletteringar.

Trafikslag	1975		1990	
	TWh	%	TWh	%
Lastbil	11.9	86.2	17.6	85
Järnväg	1.0	7.2	1.5	7
Sjöfart	0.9	6.5	1.5	7
Summa	13.8	100.0	20.6	100

KOMMENTAR

Av tabell 18 framgår att det råder en icke obetydlig skillnad mellan prognosticerade energiförbrukningstal 1990 för personbilen. Den huvudsakliga orsaken till den bristande överensstämmelsen torde vara att statens vägverks kalkyler har kunnat beakta data från senare tidsperiod. Den avmattning i bl a bilparkens tillväxt och minskning i fordonens utnyttjande som kunde skönjas under de första åren av 1970-talet har under 1975 och 1976 förbytts i en påtaglig tillväxt. Till detta kommer vissa statistiska justeringar som först nu har varit möjligt att ta hänsyn till.

Statens vägverks preliminära kalkyler tyder på att det tidigare framräknade transportarbetet för personbilen och därpå grundade energiförbrukning för 1990 uppnås redan 1980.

Om inte alltför starkt förändrade utvecklingstendenser avseende bilparkens tillväxt och fordonsutnyttjande gör sig gällande synes vägverkets angivna värden falla inom ett sannolikt intervall.

Den specifika energiförbrukningen förväntas 1990 vara lägre än i dagsläget, även om det finns vissa faktorer som motverkar en minskning, exempelvis strängare krav på avgasrening.

Vidare är det rimligt att utgå från att en viss, växande del av fordonsparken drivs med andra produkter än bensin och diesel, t ex metanol.

3 DELPROGRAM ENERGIANVÄNDNING I DRIVSYSTEM

3.1 Befintliga drivsystem

NULÄGE OCH TEKNISK AVGRÄNSNING

Mot bakgrund av redovisningen i delprogrammet Transportsystemets utveckling framgår att FoU-åtgärder i första hand bör sättas in där förbrukningen är störst och där insatserna har rimlig sannolikhet till utdelning. Detta innebär att insatserna bör koncentreras till

- persontransporter med bil
- godstransporter med lastbil.

För personbilar är årsförbrukningen tämligen konstant och ungefär $1.5 \text{ } \ddot{a} \text{ } 1.6 \text{ m}^3$ per år. Visserligen är förbrukningstalet liter/år en produkt av specifika bränsleförbrukningen liter/mil samt körsträcka mil/år. Men denna produkt tycks dock medelvärdesmässigt vara konstant om hänsyn tages till bilantal i resp bränsleförbrukningsklass och körsträckeklass.

Lastbilars uppgift är att uträtta transportarbete, varför specifika bränsleförbrukningen ofta anges som liter/tonkm. Men eftersom begreppet tonkm uttrycker en varierande arbetskvantitet, kommer ett sådant kvalitetstal att vara beroende både av rent tekniska förändringar och av organisatoriska förändringar. Exempelvis medför en sänkning av tjänstevikten att större nyttolast kan medföras eventuellt i kombination med sänkt bruttovikt, vilket förbättrar bränsleförbrukningen per tonkm. Organisatoriska förändringar av typen högre belägningsgrad samt högre tillåten totalvikt förbättrar även ovanstående förbrukningstal.

Ej heller kommer alla tekniska förändringar att ge utslag om specifika bränsleförbrukningen uttrycks i liter/km.

Om t ex tjänstevikten minskas kan lasten ökas; bränsleförbrukningen räknat i liter/km är oförändrad men förbättras räknat i liter/tonkm.

Variationen när det gäller lastbilars årsförbrukning av bränsle är högst avsevärd; en lastvagn i fjärrtrafik konsumerar upp till 75 m³ per år under det att en mindre lastvagn i distributionstrafik förbrukar 2 å 3 m³ per år.

De av dagens transportmedel som svarar för den dominerande delen av oljeförbrukningen har således som drivkälla ottomotorer (bensinmotorer). För att identifiera möjliga tekniska insatsområden finns i tabell 20 en medelvärdesmässig översikt av ottomotorns förlustbehäftade energiomvandlingsprocesser.

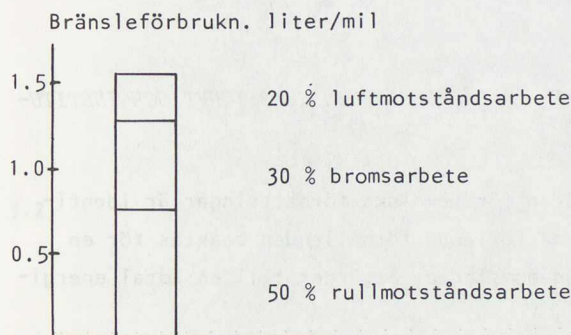
Tabell 20. Energiomvandlingar i en personbil^x under stadskörning enligt Environment Protection Agency, Urban Driving Cykel efter Kummer (1974).

	Process- verkn.grad	Kvar %	Bränsleförbrukning liter/mil
Bränslets värmevärde	1.00	100	0.12
Ideal Otto- cykel	0.57	57	0.20
Faktisk Otto-cykel	0.58	33	0.35
Friktionsför- luster, del- lastfaktor osv	0.47	15.5	0.78
Transmissions- förluster	0.77	12	1.02
Tillbehörs- förluster	0.71	8.5	1.43
Således kvar till drivhjul		8.5 ^{xx}	1.43

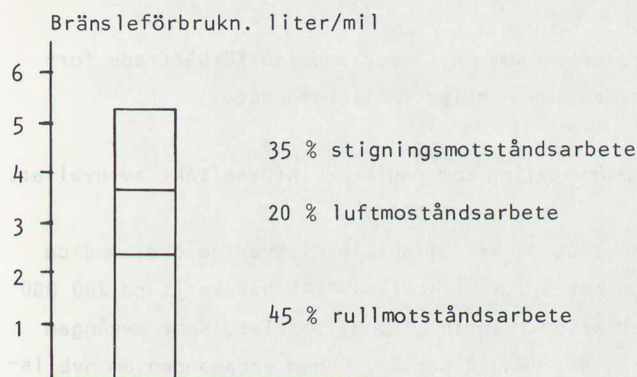
^xTyp "Pinto" 1971. 4 cyl. motor 2000 cc med automattransmission. Vikt 1 100 kg.

^{xx}Översatt till svenska förhållanden kan som slutsiffra approx. sättas 12 ± 3 % i stället för 8.5 %.

Den återstående andelen inmatad bränsleenergi som kvarstår efter drivmotorns förlustbehäftade delprocesser och som lämnas till fordonets drivhjul används sedan till accelerationsarbete, rörelsemotståndsbete samt höjning av potentiell energi. Energin förbrukas i bromsar, hjulens rullmotstånd samt fordonets luftmotstånd, vilket kan illustreras med följande approximativa diagram (figur 1).



Figur 1. Illustrationsexempel: Personbil i stadskörning.



Figur 2. Illustrationsexempel: Fjärrtrafiklastbil på en "normalväg".

Metoder att reducera dessa sistnämnda förlustposter är uppenbarligen av generellt intresse då resultaten kan tillämpas på fordon relativt oberoende av aktuell drivmotortyp.

I ett extremfall kan detta förhållande illustreras av en

tänkt "superbil" som drivs av en ideal bränslecell och elmotor. Framdrivningsdelen har termodynamiskt sett verkningsgraden = 1 (då bränslets tillgängliga energi med sammanlagd entropiändring = 0 går till drivhjulens i form av arbete). Men under färd förslösas denna högvärdiga energiform och sprides i form av värme till omgivningen; för fordonstypen ifråga gäller det då att minska denna återstående förlustpost.

UTVECKLINGSHINDER P G A LÅG OMSÄTTNINGSHASTIGHET OCH INSTITUTIONELLA FÖRHÅLLANDEN

Även om olika områden för tekniska förbättringar är identifierbara måste också följande förhållanden beaktas för en helhetsbild d v s genomslag av åtgärder till en total energibesparing.

- Tidsförlopp för framtagande av det energimässigt förbättrade fordonet och dess introduktionsstart.
- Köparpreferenser som bestämmer andelen förbättrade fordon i inflödet av nybilar i bilbeståndet.
- Skrotningsutveckling som reglerar införseltakt av nybilar.

Under perioden 1965-74 har bilantalet i Sverige ökat med ca 100 000 fordon per år. Nybilstillskottet har varit ca 200 000 per år, vilket är omkring 10 % av bilantalet, samt avgången genom skrotning ca 100 000 per år. Genom antaganden om nybilstillskott, andel härav med förbättrad bränsleekonomi eller på annat sätt modifierade samt totalt bilantal kan sammanlagda bränsleåtgången bestämmas som funktion av tiden. Uppskattningsvis tar det åtminstone 15 år efter introduktionsstart av en teknisk åtgärd innan man kan börja diskutera full genomslagskraft. Osäkerheten i uppskattningen av genomslaget är betingat av bl a följande skäl.

- Kundattityderna är växlande och svåra att förutse. Förutom prestandafaktorer inverkar också den samhälls-ekonomiska situationen på köpkraft och köpvänor.
- Teknologiska förändringar som för närvarande inte är uppenbara kan förändra utvecklingslinjer.
- Ny eller förändrad lagstiftning inom områdena emissioner, bränsleekonomi, säkerhet och energiflexibilitet är ytterligare bidragande faktorer till osäkerheten i uppskattningen.

3.2 Teknisk utveckling och möjligheter till besparingar

En teknisk förbättring kan kräva omfattande avvikelser från befintliga fordonstyper och upplevas olika belastande för skilda biltillverkare. En liten, lätt bil med låg bränsleförbrukning kanske ligger nära den praktiska miniförbrukningen med ett motsatt förhållande för en stor bränsleslukande bil. Om det är möjligt att förskjuta produktions- och marknadsfördelningen mot mindre bilar ger redan detta energibesparingar.

UTVECKLINGSTENDENSER OCH UTVECKLINGSHINDER MED BEFINTLIGA DRIVSYSTEM

Följande tekniska utvecklingslinjer kan bidra till den eftersträfvade energiekonomiska förbättringen.

- En övergång till mindre (och därmed mer belastad) motor ger bättre specifik bränsleförbrukning men också försämrad acceleration. Den sistnämnda prestandaförsämringen kan inverka negativt på kundattityderna.
- Introduktion av nya vikts-, form-, korrosions- och återvinningsmedvetna fordonsstrukturer kännetecknade

av aerodynamiskt utformade lättkonstruktioner med inslag av aluminiumlegeringar och fiberförstärkta polymerer. Denna fas kräver stora avvikelser från befintlig teknologi i branschindustrin.

- Utveckling av en förbättrad (och bättre motoranpassad) transmission.
- Eventuell introduktion av lätt dieselmotor. Med ett gradvis införande kan erfarenhet samlas vad gäller nya och avvikande emissionsförhållanden jämfört med ottomotorparken.

BESPARINGSPOTENTIAL

Tidsförloppet från FoU-insatser till introduktionsstart uppskattas vara 8-24 år. Med hänsyn till det ovan anförda beträffande introduktionsstart, nybilsinflöde och andel förbättrade bilar kan uppskattas att en kombination av ovanstående insatser, som resulterar i en minskning av den specifika bränsleförbrukningen med 30 %, bidrar med ca 15 % reduktion av drivmedelsförbrukningen i hela personbilsparken inemot år 2000¹.

Följande åtgärder som hos lastbilar bidrar till minskad bränsleförbrukning ansluter i viss mån till tidigare anförda utvecklingslinjer för personbilar.

- Förutom förbättringar på traditionella dieselmotorer kan gasturbiner med keramikkomponenter bli konkurrenskraftiga gentemot dieselmotorer om komponenterna kan anpassas till massproduktion.
- Introduktion av nya fordonsstrukturer med minskat luftmotstånd och rullmotstånd.

¹Enligt beräkningar genomförda i studien EFA 2000.

- Utveckling av förbättrad transmission som bl a minskar inverkan av olämpligt körförfarande.

På liknande grundval, som angivits i samband med personbilar, uppskattas att tekniska åtgärder kan bidra med ca 15 % reduktion av drivmedelsförbrukningen i hela lastbilsparken inemot år 2000.

UTVECKLINGSHINDER P G A TEKNISKA MOTSATSFÖRHÅLLANDEN

Eftersom ett allmänt intresse föreligger att förbättra omgivningshygien, reducera energibehov, öka energibärflexibilitet och öka trafiksäkerhet kan detta resultera i lagföreskrifter. Från transportsektorns synpunkt måste då beaktas att ovanstående begrepp ej är sinsemellan oberoende. Exempelvis är krav på låg bränsleförbrukning och låga emissioner för de nuvarande kolvmotorerna ofta motriktade varför, vid eventuell fixering av normer, åtminstone en koordination bör beaktas.

EMISSIONER

Att utvärdera transportsektorns framtida emissionssituation från dagens förhållanden är förenat med betydande osäkerhet; den tekniska utvecklingen kan medföra nya gränsvärden och komponenter samt synergistiska vikt faktorer. Betydelsefullt i samband med fastläggande av normer är i vilken omfattning transportsektorn (och andra tekniska aktiviteter) genererar "omgivningsfrämmande" element samt inducerar obalans i emissionskomponenternas naturliga kretslopp.

I detta sammanhang kan betydelsen av partikelaerosoler förmodas tilldraga sig ökande uppmärksamhet. Uppkomstmekanismerna för dessa innefattar en mångfald skilda fysikaliska och kemiska processer. Även mekaniska förlopp av typen

däckslitage och bromsbandsslitage ger upphov till gummi- resp mineralpartiklar.

De nuvarande emissionsförhållandena med för dagen aktuella komponenter koloxid CO, kolväten C_xH_y samt kväveoxider NO_x , beskrives i tabell 21.

Tabell 21. Emissioner samfärdselsektorn 1975 (Mton).

	CO	C_xH_y	NO_x
Hela sektorn	1.35	0.25	0.20
Personbilar	0.98	0.13	0.08

De medelvärdesmässiga specifika emissionerna, baserade på en blandad stads- och landsvägkörscykel, anges nedan. I tabell 22 har vidare noterats amerikanska 1973 års föreskrifter vilka blivit förebilder för 1976 (modell) års normer i Sverige. Vidare är upptagna de ursprungliga amerikanska föreskrifterna för 1978.

Tabell 22. Specifika emissioner 1975 (gram/km) samt amerikanska och svenska normer.

	CO	C_xH_y	NO_x
Personbil	42.0	3.8	1.8
Lätt lastbil	7.9	2.0	13.2
Tung lastbil	13.2	3.4	22.0
USA 1973/Sverige 1976	24.0	2.1	1.9
USA 1978	2.1	0.25	0.25

Eftersom emissionsförbättrade fordon införes via nybiltillskottet gäller även här att emissionsreduktioner i helhetsbilden blir påtagliga först efter 10-15 år.

I samband med diskussioner om emissionsnormer bör observeras att det är de integrerade omgivningshygieniska förhållandena som är utslagsgivande snarare än specifika emissioner från fordon (ev med undantag för lokala fordonskoncentrationer i befolkningscentra). Kostnadseffektiva lösningar på emissionsbegränsningar måste därför dessutom ta hänsyn både till stationära emissionskällor och naturliga sådana.

Vidare bör noteras, att fastställda emissionsnormer erfordrar ett kontroll- och underhållssystem. De första erfarenheterna från avgasrening i Sverige tyder på ökad bränsleförbrukning, högre kostnader, sämre tillförlitlighet och krångligare service. Om dessa förhållanden ej åtgärdas föreligger dels risk för att bilister sätter avgasreningen ur spel och därmed får både lägre bränsleförbrukning och bättre tillförlitlighet, och dels att kundpreferenser ändras i en för emissioner ogynnsam riktning.

Den nominella emissionsminskningen kan i praktiken dessutom motverkas av exempelvis längre erforderlig chokning och nya följdemissioner av typen metallaerosoler från katalytiska avgasrenare.

3.3 Teknisk utveckling i syfte att minska oljeberoendet och skapa ökad energibärflexibilitet

Transportsektorns flexibilitet vad gäller energibärflex diskuteras utgående från alternativa energiproduktionsprofiler, vilka kvalitativt kan illustreras på följande sätt enligt alternativen i EFA 2000.

OLJA		KÄRN	ÖVRIGT	OLJEPROFIL
OLJA	KOL		KÄRN	KOLPROFIL
OLJA	KÄRN			KÄRNPROFIL
OLJA	VIND SOL, MM	KÄRN	ÖVRIGT	"FÖRNYELSEBAR" PROFIL

Figur 3. Alternativa energiproduktionsprofiler.

ALTERNATIVA STRATEGIER M H T OLIKA PROFILER

Såsom framgår finns en oljeandel med i samtliga fall. Denna del skulle i och för sig täcka transportsektorns behov. Emellertid är det inte uteslutet att oljan i framtiden alltmer får karaktären av baskemikalie för industrin, varför andra energibärare ev måste utnyttjas till framdrivningsändamål.

En direkt användning genom fördelning på varje enskilt fordon av resp energiprofils baskomponent (kol, uran, trä osv) låter sig knappast göras. Men baskomponenterna i resp energiprofil lämpar sig däremot till storskaliga energiomvandlingar, dvs alstring av värme och elektricitet i stora anläggningar. Med denna utgångspunkt ligger det därför nära till hands att tänka sig användning av elektrisk energi inom transportsystemet, varvid dessutom fordons-emissioner utgår. Emellertid saknas f n de tekniska förutsättningarna vad gäller batteriprestanda och batterihantering för en generell tillämpning. Hur snabbt tekniska förbättringar och positiva kundattityder kan åstadkomma ett genomslag i fordonsledet är en öppen fråga. Men batteridrivna fordon baserade på dagens teknik kan redan bli intressanta i begränsade antal och under speciella, lokala förhållanden.

Batterielektriska drivsystem kan kombineras med värmemotorer. Exempelvis kan ett sådant system bestå av en liten dieselmotor kopplad till en generator/elmotor. Dieselmotorn arbetar stationärt och med en sådan belastning att verkningsgraden blir optimal. På grund av det stationära arbetssättet är motorernas emissioner relativt lätta att kontrollera; motoreffekten är avpassad att nått och jämt driva fordonet vid landsvägskörning. Vid mindre belastning och stillastående över natten t.ex. laddar generatorn ett befintligt batterisystem som sedan vid behov driver elmotorn.

Detta drivsystem skulle dessutom kunna utgöra en flyttbar "el- och värmemodul" för mindre förbrukningsenheter såsom hus o dyl.

Förutsättes minsta möjliga ändringar i kundattityder samt i så stor utsträckning som möjligt bibehållen struktur i bilindustri och transportsystem måste, utgående från baskomponenterna i de alternativa energiprofilerna, genereras en intermediär energibärare i form av en lagringsbar kemikalie. Exempel på dylika energibärare är syntetiska bensiner och dieselbränslen, metanol och andra alkoholer samt vätgas.

ALTERNATIVA ENERGIFÖRSÖRJNINGSPROFILER

Med denna bakgrund finns ur transportsektorns synpunkt följande överlappningsmöjligheter av energibärarbehovet i de alternativa energiprofilerna.

- Oljeandelen i resp. profil disponeras. Den enda skillnaden mellan de fyra profilerna blir bunkrings- och distributionsdelar.
- Syntetisk bensin och dieselbränsle framställs, vilket kan ske i profilerna "kol" och "förnyelsebara". Energebärarbehovet uppvisar ingen skillnad jämfört med momentet ovan.

Tillverkningsförfaranden för framställning av syntetiska bränslen ur kol har varit kända sedan länge. De olika framställningsprocesserna är dock relativt ineffektiva och omfattningen på tillverkningen är i dagens läge liten.

Enligt amerikanska uppgifter [16] ligger priset hos syntetolja på mellan \$17 och \$23 per barrel (1976)¹, under det att priset på importerad olja är \$12.50 per barrel (fr o m 77-01-01 \$14 per barrel). Nästan 2/3 av syntetoljepriset är att hänföra till anläggningarnas kapitalkostnad; kostnaden för en anläggning som producerar 50 000 barrels per dag uppskattas till en miljard dollar.

- Metanol användes som drivmedel. Framställningen kan ske i profilerna "kol", "kärn" och "förnyelsebara". Jämfört med ovanstående fall är energiåtgången för drivmedelsdistribution högre. Då befintliga ottomotorer ändrats till metanoldrift har i vissa fall konstaterats en "spontan" förbättring i den specifika bränsleförbrukningen (baserat på inmatade bränslets energiinnehåll). Vidare har noterats minskade avgasemissioner (inkl eliminering av blytillsatser i bränslet). En föreligger nackdelar av typen försämrad körbarhet och handhavande, vilket kan tänkas påverka kundpreferenser. I helhetsbilden, vad gäller tekniska förbättringar och energiflexibilitet, kan konstateras att de resultat som härrör från metanolteknologi kan appliceras på befintlig bilpark, dvs genomslaget sker avsevärt snabbare än om förändringar införes via nybilsinflödet.

Kostnaden för konvertering av en bensinmotor till metanoldrift anges i [17] till ca 500 kr i 1973 års kostnads-läge.

Metanol kan framställas på många olika sätt. Metanolpriset blir bl a beroende på vilken primärenergikälla

¹ 1 barrel = 0.159 m³

som används. Kostnaden baserad på energiinnehållet anges till \$2 - \$6 per 10^6 kJ år 1976, dvs i samma storleksordning som för syntetolja [16],[18]. Ett intressant utgångsalternativ för metanoltillverkning kan vara sk snabbskogar. Dylik träproduktion har en kostnad av ca 12 öre per kg trä [19], vilket baserat på energiinnehåll motsvaras av ungefär 5 kr per 10^6 kJ.

- Vätgas kan bli attraktivt såsom motordrivmedel om förvarings- och tankningsproblem på fordon kan lösas. Praktiska lösningar på detta problemkomplex kan även påskynda utveckling av bränsleceller. Vätgasdrift kan appliceras på befintliga ottomotorer, vilket medför snabbt genomslag av eftersträvarde resultat. En konverterad bensinmotor som körs på vätgas uppvisar högre verkningsgrad speciellt på dellast och avsevärt gynnsammare emissions-situation jämfört med ordinär bensindrift [20].

Vätgas kan framställas i profilerna "kol", "kärn" och "förnyelsebara". Man har här möjligheten att få ett ekologiskt anpassat bränsle med kort omloppstid: vatten
→ vätgas → vatten.

Framställningskostnaden vid elektrolys har uppskattats till mellan 10 och 30 kr per 10^6 kJ under förutsättning att elenergi kan erhållas till en kostnad av 2.5-3 öre per kWh [17].

BRUTTOENERGI - NETTOENERGI

Ovan har angivits kostnader för olika energibärare. Men det verkliga värdet som en energibärare har för samhället utgöres av den nettoenergi som återstår sedan all energi, vilken åtgår för att exploatera en energikälla och generera en användbar energibärare, räknats bort.

Om det erfordras en energienhet för att generera en

energienhet i lämplig form, har man inte vunnit någon nettoenergi. Ekonomiska kalkyler som resulterar i en prissättning av energibärare kan ofta dölja dylika förhållanden och ger därmed ingen information om hur mycket nettoenergi som kommer samhället tillgodo. Orsakerna är t ex statliga stöd- och beskattningsåtgärder samt svårigheten att kostnadskvantifiera omgivningsförhållanden och sociala värden.

Många "alternativa" energikällor är både utspädda och svårtillgängliga. För att från dessa koncentrera och generera lämpliga energibärare för transportsektorn kan erfordras insatser av energi (kanske via en lättillgänglig olja) så att den nettoenergi som slutligen erhålles endast är en fraktion av beräknat energiinnehåll (bruttoenergi) i energikällan. Värdering av alternativa drivmedel bör därför också utföras med energianalys.

3.4 Alternativa värmemotorer

Alternativa framdrivningssystem (stirling-, rankine och braytoncykler i motorenheten) kännetecknas av förbränning under konstant tryck. Förbränningsprocessen är därmed betydligt lättare att kontrollera (jämfört med otto- samt dieselmotorer) och det finns möjligheter för ett integrerat hänsynstagande till energiförbrukning, emissioner och energiflexibilitet. Jämfört med ottomotorer är avgasemissionerna avsevärt lägre; med värmemagasin kan dessutom temporärt helt avgasfri drift åstadkommas, varför, analogt med batterielektrisk drift, dessa framdrivningssystem blir särskilt lämpliga under speciella omgivningsförhållanden.

Fordonsmotorers nominella effekt väljes ofta att svara mot måleståndet för prestanda vad gäller acceleration, toppfart, backtagning, förbränsling osv. Men vid ordinära driftsbetingelser utnyttjas endast en bråkdel av tillgänglig effekt. Bränsleekonomin blir därför bestämd av drivmotorns verkningsgrad vid låg last, vilket

måste bli en viktig prestandastorhet vid jämförelse mellan olika (alternativa) drivsystem.

JÄMFÖRANDE VÄRDERING AV NUVARANDE OCH ALTERNATIVA VÄRMEMOTORER

I följande tablå jämförs motortyperna otto, diesel, rankine, stirling, brayton med avseende på åtta egenskaper. Samtliga motorer utom rankine har förutsatts ha automatväxellåda. Värderingen är gjord för 1980- och 1990-talen och avser potentiella möjligheter som dock bör ställas i relation till utvecklingskostnader. System motsvarande den tekniska nivån för 1980- och 1990-talen antas kunna realiseras först efter omfattande FoU-insatser och genombrott av ny teknik, såsom tillämpning av keramikkomponenter samt utveckling av internationell komponentindustri.

Den kvalitativa värderingen är gjord relativt en grundnivå, som för resp egenskap kan anses som acceptabel. Plusvärde anger att nivån är bättre än acceptabel och minusvärde att den ej är acceptabel.

Otto- och dieselmotorer har betraktats som relativt statiska med undantag för avgasemissioner, där troliga förbättringar intecknats. Liksom alla jämförelser av detta slag har av naturliga skäl bedömningen påverkats av möjligheten att få information om kommande utvecklingar av konkurrerande motortyper. Följande kommentarer kan göras till tablå.

- Bränsleförbrukningen i stadstrafik är relaterad till ottomotorns nuvarande nivå. Med nya material och därmed högre arbetstemperatur kan ytterligare förbättring ske under 1990-talet på rankine, stirling och brayton. Med nu kända braytonsystem kommer dock denna motortyp att vara till viss grad missgynnad i stadstrafik.
- Bränsleförbrukningen vid landsvägskörning är också relaterad till ottomotorer. Nuvarande ångmotorer har där ett

VÄRDERING AV OLIKA DRIVSYSTEM FÖR PERSONBIL	80-TALET					90-TALET				
	O	D	R	S	B	O	D	R	S	B
E 1. BRÄNSLEFÖRBRUKN. I STADSTRAFIK			+	+	+			+	+	+
E 2. BRÄNSLEFÖRBRUKN. VID LANDS- VÄGSKÖRNING		+						+	+	+
E 3. BRÄNSLEFLEXIBILITET				+	+				+	+
E 4. AVGASEMISSIONER				+	+				+	+
E 5. UTVECKLINGS- OCH PRODUKTIONS- KOSTNAD	+	+				+	+			
E 6. KÖRBARHET (STADSTRAFIK)				+					+	
E 7. BULLER OCH VIBRATIONER				+	+				+	+
E 8. SERVICE OCH UNDERHÅLL				-	-				-	-

O = OTTO

D = DIESEL

R = RANKINE

S = STIRLING

B = BRAYTON

- minus som först genom nya material och högre arbetstemperaturer (på 1990-talet) kan kompenseras. Stirlingmotor och gasturbin drar fördel av samma förhållande.
- Bedömning av avgasemissioner kan, när väl normerna för CO och C_xH_y uppfyllts, bestämmas av förmågan att minska NO_x -halten. Därvid har ångmotorns nuvarande potentiella överlägsenhet markerats. På 1990-talet blir det på grund av de högre arbetstemperaturerna knappast någon markant skillnad mellan ångmotor, stirlingmotor eller gasturbin. För gasturbin kan dock speciella typer av bränslekammare behöva utvecklas.
 - I bedömningen av produktionskostnad har intecknats möjligheten till relativt billigt keramiskt material på 1990-talet samt existens av en internationell komponent-industri, vilket dock i dagens läge får betraktas som en osäker förhoppning.
 - Körbarhet hänger i stor utsträckning ihop med reglersystemets funktion. För ångmotorns del är plusvärden att hänföra till disponibiliteten av energi i form av genererad ånga. Även momentkaraktistiken hos ångmotorn medverkar till dessa plusvärden. För gasturbiner gäller som förut att bedömningen avser nu kända typer.
 - Bedömningen av buller har återigen måst begränsas till nu kända gasturbiner. Reservation för möjliga förbättringar.

3.5 Utvecklingstendenser mot bränsleceller som tänkbart slutmål

I ett långsiktigt perspektiv (efter oljeeran) med krav på nya energibärare, låg energiförbrukning och låga emissioner kan de grundläggande begränsningar som ligger i värmemotorers energiomvandlingar kringgås genom tillämpning av elektrokemiska energiomvandlingar. En utveckling av bränsle-

celler kan löpa parallellt med uppbyggnad av ett energiförsörjningssystem baserat på syntetiska energibärare såsom vätgas och metanol.

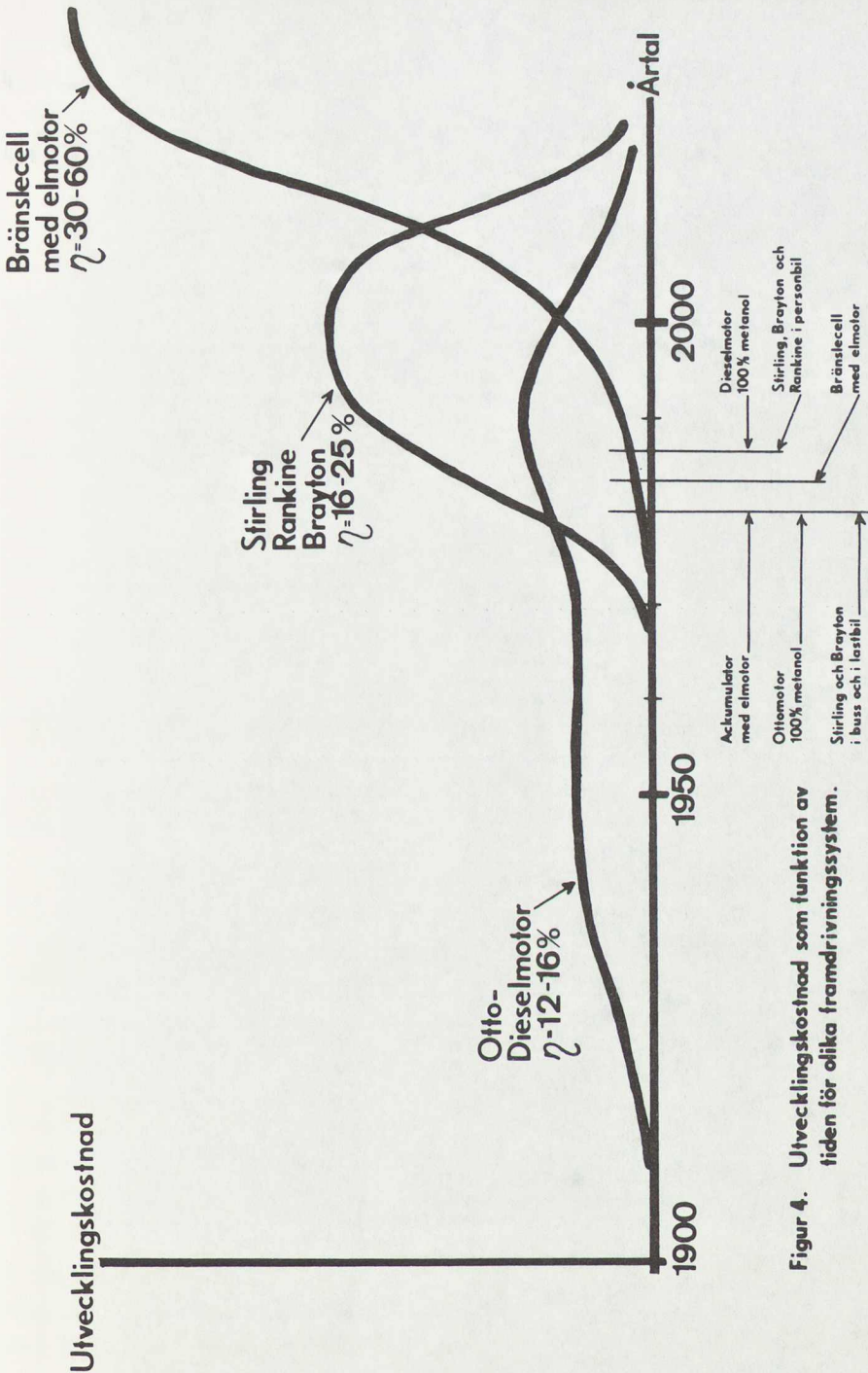
Förutom synnerligen gynnsamma emissionsegenskaper uppvisar vätgasdrivna bränsleceller verkningsgrader som är överlägsna värmemotorers. Dessutom minskar en värmemotors verkningsgrad på dellast under det att en bränslecells verkningsgrad ökar, ett förhållande som gör bränsleceller tilltalande i stadskörningsförhållanden.

Nackdelar hos bränsleceller är främst hög kostnad, hög vikt och stor volym. Den höga kostnadsnivån på hittills tillverkade bränsleceller beror bl.a. på "skräddarsydd" användningsområden såsom i rymdsammanhang. Avsevärda kostnadsreduktioner kan erås om ädelmetallkatalysatorer kan elimineras och tillverkningen anpassas till massproduktion.

I figur 4 har skisserats en kvalitativ uppskattning av utvecklingskostnad som funktion av tiden för olika framdrivningsprinciper.

Utvecklingskostnaderna för en viss drivkälla avser FoU, produktionsförberedelser samt uppbyggnad av infrastruktur avseende service och underhåll, drivmedel samt drivmedelsdistribution. Vidare har markerats en uppskattad introduktionsstart i bilparken för de olika drivkällorna.

Eftersom de nuvarande kolvmotorerna på sikt gradvis ersättes med nya alternativa framdrivningssystem bör en avvägning göras mellan den närliggande "provisoriska" lösningen i form av alternativa värmemotorer samt den "slutliga" i form av elektrokemiska motorer eller bränslecellmotorer.



Figur 4. Utvecklingskostnad som funktion av tiden för olika framdrivningssystem.

1000
1000
1000

1000
1000
1000

1000
1000
1000

INSATSPLANER

4 DELPROGRAM TRANSPORTSYSTEMETS UTVECKLING

4.1 Inledning

De problemområden som diskuteras i det följande har sin giltighet och aktualitet också utifrån andra utgångspunkter än rent energipolitiska, varför angelägenheten av insatser oftast är betydligt större än vad som kan motiveras från enbart energimässiga utgångspunkter. Härvid åsyftas bl a trafiksäkerhetsmässiga effekter, olika miljöeffekter samt andra effekter som erhålles inom samhällsekonomin.

I sammanhanget bör starkt framhållas det väsentliga i att forskningsinsatser inom berörda område utgår från ett systemanalytiskt betraktelsesätt. Det är således viktigt att belysa effekter som kan uppträda inom andra sektorer genom energibesparande åtgärder inom transportsektorn. Ingrepp på transportsidan kan i vissa fall sannolikt förorsaka negativa effekter på energiförbrukningen från total systemsynpunkt. Det kan också förhålla sig så att en ökning av transportarbetet (och därmed ökad energiförbrukning) kan leda till en minskad energiåtgång inom andra sektorer, varvid sluteffekten blir en besparing eller andra positiva följdverkningar.

GENERELLA FOU-OMRÅDEN

I den följande diskussionen om kommande forskningsaktiviteter indelas området i ett antal FoU-områden. Vissa problem och frågeställningar är dock giltiga för stora delar av transportsektorn. Vidare har, som nämnts ovan, de förslag till forskningsinsatser som framförs relevans inte bara i samband med energi och transporter, utan har ofta giltighet för sektorn som helhet.

Några för energi/transportområdet generella problemområden skall inledningsvis tas upp.

Till den kategorin där insatser behövs hör att "allmänt höja kunskapsnivån" på området. Därvid avses exempelvis

- mera och mer detaljerade data
- höjning av kvaliteten på statistikmaterialet
- ökad samordning av statistikproduktionen
- förbättrat informationssystem om tillgången på statistik, spridning av information om energibesparande åtgärder som användaren kan nyttiggöra sig av etc.

Av grundläggande betydelse är att sk energianalyser kommer till stånd. Sådana analyser bör genomföras för olika typer av resor och transporter, för skilda färdmedel och mot bakgrund av vilka energikällor och energibärare som utnyttjas. Analyserna bör omfatta inte bara energiåtgången för drift av transportmedel utan även energiåtgången för produktion och underhåll av skilda transportmedel, för olika typer av "kringutrustning" i vid bemärkelse som krävs och utnyttjas för de olika transportmedlen (t ex garage, motorvärmare, terminaler, uppställningshallar). Hela kedjan av komponenter som ingår i olika transportsystem bör således så långt det är möjligt och motiverat ingå i sådana kartläggningsarbeten.

Av likartad mer övergripande karaktär är behovet av systemstudier, dvs studier som belyser ringverkningar av olika övervägda eller vidtagna åtgärder inom transport/energisektorn.

Som exempel på sådana studier kan nämnas avvägningen mellan kontinuerliga transporter av mindre kvantiteter eller färre transporter av större mängder med dess skilda effekter på lager, hantering, energiåtgång för lokaler, sysselsättning, ekonomi etc. Ett annat likartat exempel utgör

distributionen av färskvaror, t ex mjölk. En glesare distribution (färre transporter) ger upphov till reaktioner bakåt i hanteringskedjan, som ökade krav på lagerutrymmen och större kylförvaringsenheter där lokalerna kräver energi, kylapparaturen kräver energi, produktionen av apparaturen kräver energi etc.

Ett annat övergripande forskningsområde berör möjliga och motiverade restriktioner och styrmedel av skilda slag för olika typer av transporter, färdmedel, relationer och geografiska områden. Det kan gälla regleringar via priser (avgifter, skatter etc), direkta förbud mot trafik eller kvoterings av t ex drivmedel.

Inom transportsektorns alla delområden finns även ett stort behov av tillförlitliga prognoser, inte minst för att beräkna framtida efterfrågan på energi av olika slag. Av vikt i sammanhanget är att få en relevant anknytning mellan metodutveckling å ena sidan och statistik- samt övrig informationsproduktion av betydelse å den andra.

SPECIFIKA FOU-OMRÅDEN

Det kan konstateras att bortsett från rent tekniska åtgärder (t ex utvecklandet av energieffektivare motorer, vilket behandlas i delprogrammet Energianvändning i drivsystem) gäller allmänt att energiförbrukningen för transporter kan reduceras på i princip tre sätt:

- begränsa behovet av transporter
- omfördela transporterna från energikrävande till energieffektivare transportmedel
- öka transportmedlens kapacitetsutnyttjande (belägningsgraden)

Generellt kan också sägas att det på kort sikt gäller att med en given bebyggelse och verksamhetsstruktur förändra

transportstrukturen så att ett energisnålare transportförsörjningsarbete utföres. På lång sikt finns i princip möjligheten att ändra även bebyggelse- och verksamhetsstruktur så att ett energisnålare transportförsörjningssystem kan skapas.

Av framställningen i programområdesöversikten framgår att personbilstrafiken och lastbilstrafiken svarar för den helt dominerande delen av energiförbrukningen i transportsektorn.

Åtgärder i energibesparande syfte inom transportsektorn torde således ge det största utbytet vid en effektivisering och/eller inskränkning av privatbilismens trafikarbete (minskat antal fordonskm). Detta förutsätter dock en ökning av de energisnåla kollektivtrafikmedlens andel av persontransportarbetet.

Självfallet bör utgångspunkten vara att alla typer av besparingar som kan göras tas till vara. Även de besparingsmöjligheter som finns beträffande fordonsförarens körsätt och skötsel av fordon etc bör noga uppmärksammas. Detta gäller även för de kollektiva trafikslagen. Besparingspotentialen här är dock starkt begränsad jämfört med privatbilismen.

Vid gods- och varutransporter är besparingsutrymmet betydligt mindre än vid persontransporter. Omfördelningar mellan transportmedlen, främst mellan lastbil och järnväg, samt en effektivare organisation av lastbilstransporter torde dock kunna ge en del energibesparingar.

Även studier som belyser energibesparingseffekter av åtgärder avseende den tekniskt-organisatoriska styrningen av vägtrafiken är angelägna. Hit hör exempelvis "gröna vågen-system".

Det bör till sist nämnas att ett genomförande av många av de åtgärdsförslag som kan bli aktuella som ett

resultat av FoU-insatser inom trafiksystemsidan förutsätter ett tekniskt utvecklingsarbete av ofta betydande omfattning.

Förslagen till forskningsinsatser inom delprogrammet Transportsystemets utveckling har i den fortsatta framställningen strukturerats i fyra huvudområden. Problemen kan dock i vissa fall vara gemensamma för två eller flera områden. Man bör även ha i minnet att en icke obetydlig del varutransporter sker med framförallt personbilen, t ex vid serviceresor och fritidsresor. Jfr diskussionen under FoU-område III.

De fyra FoU-områdena utgörs av:

- I Kortväga personresor
- II Långväga personresor
- III Kortväga godstransporter
- IV Långväga godstransporter

4.2 FoU-område I Kortväga personresor

BAKGRUND

Från programområdesöversikten kan sammanfattas.

- 70 % av persontransportarbetet (personkm) utgörs av kortväga resor. Av detta transportarbete svarar bilismen för närmare 85 %.
- Energiåtgången för kortväga resor belastar till 90 %, eller med cirka 29 TWh, personbilarna.
- Övriga färdmedel tar således knappt 3 TWh i anspråk.
- Cirka 45 % av det kortväga persontransportarbetet med bil utgörs av arbetsresor, en tredjedel består av fritidsresor, resterande kan betecknas som serviceresor.
- De kollektiva färdmedlen är i dagsläget, med rådande

kapacitetsutbud och beläggningsgrader, i storleksordningen 3-5 gånger mera energieffektiva än personbilen per producerad personkm (järnväg som el).

Av ovanstående framgår klart att åtgärder som primärt syftar till en ökad energihushållning med avseende på kortväga resor bör inriktas på att reducera antalet transporter med bil.

UTVECKLINGSTENDENSER

Rådande utvecklingstendenser indikerar att bilens andel av transportarbetet fortsätter att öka. För personbilar-
nas vidkommande har konstaterats att körsträckan per bil legat på ungefär samma nivå under senare år. Möjligen finns en tendens till ökning till skillnad från den minskning som räknades med i bl a DsK 1975:4[14]. Även den förväntade nedgången i tillväxten av bilparken som förutsågs och kom till uttryck i olika prognoser synes behöva skjutas på framtiden ytterligare en tid.

Två bilar per hushåll förefaller bli allt vanligare och torde förklara en stor del av den senaste utvecklingen. Bakom detta ligger bl a stigande ekonomisk standard, förskjutningar i bebyggelsestrukturella förhållanden samt förändringar i de familjesociala förhållandena. Till detta kommer att kollektivtrafiksystemet inte upplevs så tillfredsställande av trafikanterna att man är beredd att avstå från bilen.

Existerande bebyggelsestruktur ifråga om bostäder, arbetsplatser, service etc bygger på och förutsätter en betydande biltäthet hos landets befolkning. De utvecklingstendenser rörande bebyggelsestrukturen som kan iakttas underlättar inte heller möjligheterna att föra över mera av transportarbetet till den kollektiva trafiken. Samtidigt leder den pågående spridningen av bebyggelsen till att reslängden och därmed transportarbetet ökar.

På den familjesociala sidan har tendensen till ökat arbete utanför hemmet bland kvinnorna sannolikt också förstärkt behovet och beroendet av bilen. En fortsatt sådan utveckling av förvärvsarbetandet hos kvinnorna kan väntas.

En mer spridd bebyggelsestruktur i kombination med allt fler kvinnor i förvärvsarbete underbygger ofta behovet av två bilar per hushåll. I riktning mot ökat bilbehov torde också förskjutningarna i hushållsstrukturen mot allt fler hushåll, bestående av en och två personer, verka.

Ovan nämnda förhållanden påverkar främst arbets- och service-resorna som står för ungefär 70 % av det kortväga persontransportarbetet. I det sammanhanget bör framhållas att behovet av arbetsresor är styrt "utifrån", medan man vid serviceresor och särskilt fritidsresor i stor utsträckning själv kan påverka resandets omfattning och inriktning.

En viktig faktor som berör speciellt fritidsresornas omfattning i framtiden gäller kommande förkortningar av arbetstiden, särskilt om den resulterar i 4-dagars arbetsvecka. En 4-dagars arbetsvecka torde dock möjligtvis medföra att andelen arbetsresor minskas.

Förutom släkt- och vänresor utgör resor till varierande utflyktsmål samt fritidshusresor stora poster i sammanhanget. Även antalet fritidshus förväntas stiga kraftigt i framtiden, liksom förutsättningarna för mer organiserat rörligt friluftsliv (jfr avsnittet om långväga persontransporter). Sannolikt kommer därför dessa restyper att öka påtagligt med ökad fritid.

Även trafikarbetet vid pendlingsresorna kan successivt öka med förkortad arbetstid genom att antalet sysselsatta stiger och bosättning längre ifrån arbetsplatserna möjliggörs.

Totalt torde alla de faktorer som framhållits ovan medföra

en icke obetydlig tillväxt av det kortväga persontransportarbetet. En viss reducerande verkan på tillväxttakten av hushållens bilinnehav och utnyttjandet härav borde bli de starkt stigande kostnaderna för bilismen få.

Förbättring av kollektivtrafiken kan också bidra till att ökningstakten avtar. Dit hör bl a ett eventuellt införande av länskort. Effekternas storlek är dock beroende av i vilken mån standarden på kollektivtrafiken samtidigt kan förbättras. Andra insatser för kollektivtrafiken avser t ex ökat bruk av särskilda kollektivfiler. För att åstadkomma mer än marginella förändringar i strukturen på färdmedlens trafikarbete fordras dock mycket radikala insatser.

Svårigheterna att utveckla kollektiva trafiksystem som även kan fungera i mer utspridd bebyggelse är dock påtagliga. Samtidigt måste standarden på trafiksystemet som helhet höjas för att konkurrera med personbilen. Mycket stora ekonomiska resurser behöver tas i anspråk för att utveckla ett med bilen konkurrenskraftigt kollektivtrafiksystem. Först då kan påtagliga förändringar i transportarbetets sammansättning på färdmedel komma till stånd.

Kraftiga styråtgärder riktade mot bilen är en annan möjlighet. Förutsättningarna för sådana, i icke krislägen, är dock tveksamma. Lämpliga åtgärder och dess effekter är inte heller tillräckligt belysta.

Mot bakgrund av den allmänna samhällsutvecklingen inom den närmaste framtiden torde tills vidare en fortsatt ökning för bilens del av transportsektorns energiförbrukning kunna förväntas.

FORSKNINGSFÄLT

De mest angelägna områdena för forskningsinsatser gällande

kortväga personresor berör främst arbets- och serviceresorna. Dessa områden avser bl a följande.

- Studier för att klarlägga förutsättningar och åtgärdsalternativ som kan stimulera till en ökad samåkning vid bilresor. (Beläggingsgraden vid arbetsresor uppgår i nuläget inte till mer än 1.2-1.3).
- Studier som belyser möjligheten att reducera antalet transporter med bil genom att i högre grad samordna ärenden, exempelvis kombinera arbetsresor med serviceärenden.
- Forskningsinsatser som kan leda till en ökning av kollektivsystemens beläggingsgrad.
- Studier av hur kollektivtrafiksystemen successivt skall byggas ut och utformas så att de kan svara för en allt större del av persontransportarbetet.
- Studier som belyser möjligheterna att reducera behovet av fysiska transporter genom att i högre utsträckning bygga ut och utnyttja telekommunikationssystem (bildtele etc).

Exempel på frågeställningar att studera inom ovan nämnda områden är följande.

- Orsaker bakom färdmedelsval (taxesättning, organisation, restriktioner etc).
- Energipriset som styrmedel att påverka färdmedelsvalet.
- Andra styrmedel och deras effekter (t ex betydande skatter eller avgifter - progressiva - på stora energislösande bilar; homogenisering av bilparken mot mindre bilar).
- Studier av åtgärdsarsenal vid eventuella energikriser.
- Möjligheter till förändrad arbetstidsorganisation (förskjutning av arbetstider) i syfte att få ett bättre och bekvämare utnyttjande av kollektivtrafiken.
- Lämplig vagnparksstruktur för olika ändamål (arbetsresor, färdtjänst, skolskjutsar etc) för att få en hög utnyttjandegrad.
- Förutsättningar att införa ett system med trådbussar i medelstora svenska kommuner.
- Förbättringar för att i större omfattning skapa cykeltrafiksystem i tätorterna.

Exempel på forskningsinsatser med mera långsiktig inriktning är.

- Jämförande studier av skillnader i bebyggelsens strukturella utformning och deras relation till energiåtgång för skilda transportlösningar.
- Studier av hur olika framtida kollektivtrafiksystém med olika trafikuppgifter skall utformas (scenarios).

Demonstrationsprojekt

Erfarenheter från ett pågående projekt rörande samåkning vid arbetsresor tyder på att ett stort behov finns att i relativt stor skala genomföra demonstrationsförsök. Detta är en naturlig fortsättning på detta projekt samtidigt som en mycket klarare bild skapas av samåkningens problem och förutsättningar i praktiken.

RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER

Några räkneexempel skall här redovisas med utgångspunkt från antaganden om ändrade beteenden. Exempelen anknyter till angivna forskningsfält. Det bör observeras att antagandena är starkt förenklade och avser enbart energiåtgång för drift (undervägstransporter).¹

En ökad samåkning av bilresenärer vid arbetsresor från 15 % till 25 % av antalet bilar ger en energibesparing på i storleksordningen 1.5 TWh eller närmare 3 % av energiåtgången för inrikes transporter.

Om 10 % av antalet bilresor vid arbetsresor kan föras över till kollektiva färdmedel resulterar detta också i en besparing på ca 1.5 TWh.

Om 10 % av antalet övriga kortväga bilresor kan överföras

¹ Reservationerna gäller även räkneexemplen senare i framställningen.

till kollektiva färdmedel erhålles en besparing på ungefär 1.0 TWh.

Tillsammans ger dessa förändringar en besparing i dagsläget på ca 4 TWh. Från detta skall dras ökningar av energiförbrukningen inom kollektivtrafiken på knappt 1 TWh som en följd av överföringarna. Nettoeffekten blir således ca 3 TWh. Kan en beläggningsökning i kollektivtrafiksystemen med t ex 100 % uppnås, stiger energibesparingen från ca 3 TWh till drygt 3.5 TWh.

4.3 FoU-område II Långväga personresor

BAKGRUND

Från programområdesöversikten kan sammanfattas.

- Ca 30 % av persontransportarbetet (personkm) utgörs av långväga resor. Av detta transportarbete svarar bilismen för nära 3/4.
- Energiåtgången för långväga resor belastar till 75-80% eller drygt 7 TWh personbilarna.
- Övriga färdmedel tar ungefär 2 TWh i anspråk. Flyget drar ca 1 TWh och järnvägens långväga resor ca 0.7 TWh
- Ca 85-90 % av persontransportarbetet med bil är av karaktären fritidsresor. 75-80 % av flygresorna utgörs av tjänsteresor.
- Tågets energieffektivitet är ca 3 ggr högre än bilens och 10-12 ggr högre än flygets.
- Beläggningsgraden vid långväga fritidsresor med personbil uppgår till ca 2.6.

Dominerande energiförbrukare totalt sett inom detta område är således fritidsresande bilister. Men avgjort högsta energiförbrukning per producerad personkm står flyget för.

UTVECKLINGSTENDENSER

Under FoU-område I anges bl a att rådande utvecklingstendenser pekar mot att bilen tar den största andelen av det växande transportarbetet. Däri ingår en fortgående ökning också av de långväga personbilsresorna.

Även järnvägsresor och flygresor förutses tillväxa i förhållandevis betydande omfattning. Det totala långväga resandet kommer således att fortsätta att öka.

Exempel på faktorer av resalstrande karaktär som stöder sådana utvecklingslinjer utgör förändringar inom näringslivets och förvaltningens organisation. Här avses utvecklingen mot allt färre och större företagsenheter bestående av flera verksamhetsställen belägna på skilda håll i landet. Hit hör även bl a omlokaliseringen av statlig verksamhet.

Till den bilden hör dessutom ett allmänt ökat behov av kontakter mellan verksamheter på olika platser i landet, bl a beroende på ökande specialisering och ändrade organisationsformer.

En annan viktig faktor som tidigare nämnts och som påverkar resornas omfattning är arbetstidens förkortning i framtiden. Kring år 2000 räknar man i olika utredningar med att vi i Sverige har 30 timmars arbetsvecka samt 7 veckors semester. Vid 4-dagarsvecka kommer detta att ge utrymme för ungefär 200 fridagar per år. En sådan utveckling förbättrar högst väsentligt möjligheten till ökat fritidsresande.

Betydelsefullt i det sammanhanget är den mycket starka ökningen av antalet fritidsbostäder som förväntas i framtiden. Fritidsbostäder anskaffas också på allt längre avstånd från de permanenta bostäderna.

En betydande del av det s k fritidsresandet utgörs redan nu av fritidshusresor. Den ökade fritiden i relation till

Ökad fritidsbebyggelse skapar således stora förutsättningar för ett mera utbreddt och regelbundet dubbelboende.

Inom kategorin fritidsresor utgör släkt- och vänresor en betydande grupp. Bakom alstringen av dessa resor ligger, som en väsentlig faktor, migrationen, dess omfattning och mönster. En viss tendens till minskning i de långväga flyttningarna har registrerats under 1970-talet. Denna tendens väntas bestå även framgent. På sikt skulle det kunna medföra en minskning av långväga släkt- och vänresor, men osäkerheten om andra faktorerers betydelse i sammanhanget är stor.

I takt med minskande arbetstid är det inte osannolikt att arbetspendlingen (särskilt den veckovisa) kan komma att omfatta större grupper av förvärvsarbetande och också ske över längre avstånd än för närvarande.

I stora drag kan sägas att de exempel på förändringar som nämnts ovan och som gäller näringslivet berör företrädesvis järnvägs- och flygresor. Ökad fritid och fritidsbebyggelse slår däremot ut i främst ett ökat personbilsresande.

Försöken att skapa en koncentrerad regional utveckling kring ett begränsat antal större stadsregioner i landet torde dock underlätta en utbyggnad av den kollektiva långväga trafiken.

I planeringen av större fritids- och rekreationsanläggningar strävar man efter en viss koncentration till några få områden i landet. En sådan utveckling borde underlätta charterresor från större befolkningscentra till aktuella områden.

Sammanfattningsvis kan sägas att det långväga resandet kommer att fortsätta att öka. Den största delen av tillväxten i transportarbetet faller på personbilen.

FORSKNINGSFÅLT

Mot bakgrund av energiförbrukningsstrukturen vid långväga personresor - kraftig dominans av personbil vid fritidsresande av olika karaktär - synes förutsättningarna för energibesparande åtgärder något speciella inom detta område. Beläggningsgraden vid långväga fritidsresor med bil är redan nu hög och torde knappast gå att höja särskilt mycket.

En stor del av resorna kan karaktäriseras som umbärliga. De är samtidigt förknippade med människors standard och frihet när det gäller bl a tid, pengar och aktivitet. Direkta inskränkningar mot den typen av resor i icke-kris-situationer torde därför vara svåra att vinna gehör för och att genomföra. På grund av att resorna är till karaktären umbärliga torde de dock sannolikt vara känsliga för stora prishöjningar på drivmedel.

Substitutionsmöjligheterna, d v s att byta bilen mot tåg eller buss, upplevs som små eller obefintliga vid en betydande del av dessa resor (fritidshusresor). En större andel av typen släkt- och vänresor torde dock kunna ske med kollektiva färdmedel.

Större delen av en ressträcka skulle i många fall kunna genomföras med kollektiva trafikmedel. I praktiken torde en sådan uppläggning av resor f n ske vid mycket få tillfällen på grund av flera olika skäl, bl a brist på integrering i trafiksystemet, bekvämlighetsfaktorer och prissättningspolitik.

Angelägna områden för forskningsinsatser är följande.

- Studier för att klarlägga vilka åtgärder som kan och behöver genomföras för att fritidsresor i högre grad skall kunna ske med kollektiva trafikslag (tåg, buss) även för delar av en ressträcka.

- Studier av vilka möjligheter det finns att utveckla chartertrafik inom landet mellan större befolkningscentra och stora rekreatiomsområden.
- Studier av åtgärder för att allmänt höja belägningsgraden på kollektiva färdmedel.
- Studier som belyser i vilken mån det är önskvärt och i så fall vilka åtgärder som kan vara lämpliga för att överföra flygresor, särskilt över kortare avstånd, till järnväg.
- Studier som belyser vilka möjligheter det finns att effektivisera flygtrafiken.
- Studier som belyser möjligheterna att reducera behovet av fysiska transporter genom att i högre utsträckning utnyttja telekommunikationssystem (bildtele etc).

Följande frågor utgör exempel på problemområden att studera.

- Vilka faktorer hindrar ett större utnyttjande av kollektivtrafik på bekostnad av bilen - bekvämlighetsfaktorer vid bagagehantering, parkeringsproblem vid terminaler etc?
- Hur skall ett trafiksystem utvecklas så att tåg eller buss utnyttjas för en huvuddel av sträckan mellan större orter under det att hyrbilar, småbussar eller taxi används för kortväga, icke linjebundna anslutningsresor? Vilken organisationsform på trafikapparatens kräver ett sådant integrerat system?
- Vilken policy skall tillämpas avseende prisstrukturen för olika trafikslag med hänsyn tagen till positiva och negativa effekter på andra samhällssektorer?
- Hur skapas ett informationssystem med stor spridningseffekt som ger en allsidig och korrekt uppfattning om totala kostnader vid olika resor med skilda trafikslag?

RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER

Belägningsgraden vid långväga fritidsresor är relativt hög, vilket innebär en förhållandevis låg energiförbrukning per personkm (ca 0.35 kWh/personkm).

I de fall hälften av alla långväga fritidsresor med bil överförs till järnväg eller buss med minst samma beläggningsgrad som i dagsläget (dvs hälften av bilens transportarbete bortfaller), skulle en besparing av i storleksordningen 2 TWh, eller ungefär 4 % av nuvarande energikonsumtion för det totala inrikes transportarbetet uppnås.

Om hälften av allt transportarbete med flyg överfördes till järnväg (i stort samma beläggningsgrader som i nuläget) torde en besparing av i runda tal 0.4 TWh vara möjlig.

4.4 FoU-område III Kortväga godstransporter

BAKGRUND

Från programområdesöversikten kan sammanfattas.

- Knappt 20 % av det totala transportarbetet i tonkm sker på avstånd under 10 mil. Men ca 80 % av transportmängden (ton) faller på kortväga transporter.
- Ungefär 95 % av det kortväga transportarbetet utförs med lastbil.
- Energiåtgången för kortväga transporter belastar nästan helt lastbilarna. Ca 50 % (eller 6 TWh) av lastbilarnas totala energiförbrukning tas i anspråk för kortväga transporter.
- Lastfaktorn vid kortväga lastbilstransporter är förhållandevis låg. Energiförbrukningen har beräknats till 0.75 kWh/tonkm mot ca hälften vid långväga lastbilstransporter.
- Uppskattningsvis ca 70 % av transportmängden (ton) över kortare avstånd utgörs av jord, sand och grus (byggnads- och anläggningsverksamhet) med ett medeltransportavstånd på 15 km.
- Ca 50 % av lastbilarna har en totalvikt understigande 3.5 ton. Endast drygt 2 % av dessa drivs i yrkesmässig trafik.

- Ca 17 % av lastbilarna har en totalvikt mellan 3.5 och 10.0 ton. Drygt 10 % av dessa drivs i yrkesmässig trafik.

UTVECKLINGSTENDENSER

Redan i dag svarar lastbilen således för ungefär 95 % av allt kortväga transportarbete av gods och varor. En ytterligare ökning torde icke vara utesluten.

För närvarande finns inget alternativ till lastbilen för flertalet kortväga transportuppgifter. Inte heller sett på litet längre sikt torde något lämpligt alternativ kunna skönjas. Särskilt gäller det för typen distributionstransporter samt de omfattande transporter av grus- och schaktmassor m m i anslutning till olika anläggnings- och byggnadsprojekt. Dock kan elfordon eller hybridfordon för distribution och uppsamling bli aktuella i större omfattning om 15-25 år. I de fall det förekommer betydande transporter mellan två punkter under en längre tid, skulle mer energisnåla transportlösningar kunna komma ifråga.

Utvecklingsbilden av de faktorer som alstrar transporter är inte helt entydig. Vissa faktorer och tendenser pekar mot fortsatt koncentration av verksamheter och verksamhetsenheter, vilket skulle möjliggöra transport och distribution av varor och gods i större enheter och med högre lastfaktor. Samtidigt med en sådan utvecklingslinje ökar därigenom ofta specialiseringen av transporter (med åtföljande krav på specialfordon) vilket kan medföra att t ex tomkörningarna blir av större omfattning.

Andra faktorer kan motverka en alltför stark koncentrationsprocess (satsning på närbutiker, restriktioner för nya stormarknader etc). Ett radikalt annorlunda, mer decentraliserat mönster än dagens torde inte vara realistiskt att förvänta med den tidshorisont som här är aktuell.

Transporter av grus- och schaktmassor till olika anläggnings- och byggnadsprojekt synes också fortsättningsvis komma att vara av betydande omfattning. Inriktningen mot ett ökat byggande av småhus leder till en mer spridd bebyggelsestruktur. Huruvida detta medför ett ökat transportarbete är svårt att bestämt avgöra, men troligtvis förhåller det sig så. Ett större hänsynstagande nu och i framtiden till naturvårds- och miljöintressena när det gäller bl a grus- och sandtagstäckter leder eventuellt till längre sådana transporter men också till mer koncentrerade transportrelationer.

Distribution av varor direkt till hushållen är från transportarbetessynpunkt i dag av obetydlig omfattning. Den framtida utvecklingen på området är svår att förutse. Det finns faktorer som talar såväl för som emot en kraftig (spontan) utveckling av sådan distribution. För närvarande synes de faktorer som motverkar en i sammanhanget påtaglig utbyggnad vara starkare, varför tillväxten på medellång sikt torde vara måttlig. Det behövs sannolikt starka krafter för att den typen av distribution skall få någon mera påtaglig omfattning. Dessutom måste dagens system för varuinköp och varuhantering förändras genomgripande med en sådan distributionsapparat. Nuvarande utvecklingstendenser och förväntningar pekar f n mot att en allt större del av hushållens varor transporteras hem i privat bil i stället för att bäras eller forslas via kollektiva transportmedel.

Av allt transportarbete utgör uppsamling av avfall en allt större del. Med stigande intresse för återvinning torde uppsamlingsfunktionen och därmed förenade transporter kräva allt större uppmärksamhet. Dessa transporter berör både kortväga och långväga relationer. En kombination av distribution av gods och varor med uppsamling av avfall, tidingar etc kan bli en tänkbar lösning i framtiden.

Sammantaget torde de utvecklingstendenser som nu gör sig gällande i samhället leda till ett ökat kortväga gods- och varutransportarbete.

FORSKNINGSFÄLT

Ungefär hälften av den energiförbrukning som lastbilarna förklarar i anspråk avser kortväga transporter.

Angelägna områden för forskningsinsatser är bl a följande.

- Studier av möjliga samordningsåtgärder i form av t ex poolsystem (samordning av firmabilar etc) för kortväga transporter och distribution av varor och gods i syfte att höja lastfaktorn och energieffektiviteten per ton-km och att undvika tomtransporter.
- Studier av möjliga samordningslösningar mellan olika anläggnings- och byggnadsprojekt (företag) för transporter av grus- och schaktmassor.
- Studier av hur specialfordon kan utformas för att kunna transportera olika typer av varor och gods i syfte att undvika tomtransporter.
- Studier av enhetslastsystem (containers etc) för distributionstransporter.
- Studier av sambandet mellan å ena sidan transportarbete och å den andra få stora enheter kontra flera mindre.
I en sådan studie måste transporter i flera led tas med i analysen.

Demonstrationsprojekt

Ett demonstrationsprojekt gällande t ex samordning av firmabilers transporter kan mer konkret åskådliggöra svårigheter med och förutsättningar för en sådan organisationsform.

RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER

Kunskapen om lastbilars utnyttjandegrad för kortväga transporter är bristfällig. Andelen transporter där kapaciteten är dåligt utnyttjad torde vara stor. Även rena tomtransporter torde förekomma i icke obetydlig omfattning. Med utgångspunkt från totalvärden tyder överslagsmässiga beräkningar på att belägningsgraden i dagsläget ligger på i runda tal 30 %. Variationerna torde dock vara betydande mellan skilda transportuppgifter.

I det fall en ökning av belägningsgraden till 40 % (i princip en 33-procentig höjning) vore möjlig genom organisatoriska åtgärder, skulle en energibesparing på i storleksordningen 1.5-2.0 TWh uppnås för enbart driften av dessa transporter.

4.5 FoU-område IV Långväga godstransporter

BAKGRUND

Från bl a programområdesöversikten kan sammanfattas.

- Drygt 80 % av godstransportarbetet (tonkm) utförs på transportavstånd över 10 mil, medan endast ca 20 % av transportmängden (ton) faller på de långväga transporterna.
- Lastbilens, järnvägens och sjöfartens andelar av det långväga transportarbetet (tonkm) är 37, 44 resp 19 %.
- Bortses från malmfrakterna med järnväg svarar den lastbilen för det dominerande transportarbetet upp till 50 mil. Mellan 50 och 70 mil har lastbilen och järnvägen samma andel. På avstånd däröver utför järnväg och sjöfart var för sig större transportarbete. Järnvägens transportarbete (exkl malmtransporterna) utförs till 75 % på avstånd över 30 mil.
- Energiåtgången för långväga lastbilstransporter uppgår till ungefär 6 TWh, medan järnvägens och sjöfartens förbrukning kan beräknas till ca 1 TWh vardera.

- Lastfaktorn vid långväga lastbilstransporter är förhållandevis hög eller närmare 50 %. Energiförbrukningen har beräknats till 0.38 kWh/tonkm, vilket är ungefär hälften jämfört med kortväga lastbilstransporter.
- Cirka 1/3 av totala antalet lastbilar har en totalvikt överstigande 10 ton. Knappt hälften av dessa går i yrkesmässig trafik

UTVECKLINGSTENDENSER

För de långväga godstransporterna kan sägas att de transportalstrande faktorerna i samhället i huvudsak utvecklas i koncentrerande riktning. Det gäller verksamheter inom näringslivet och det gäller befolkning och bebyggelse.

Inom näringslivet går utvecklingen mot en mer specialiserad arbetsfördelning, koncentrerad till ett begränsat antal arbetsställen och orter. Exempel på förändrad verksamhetsinriktning utgör prefabriceringen av byggelement eller hela hus, vilket har lett till att långväga transporter ökat på bekostnad av de kortare i samband med byggnadsprojekt. Detta bör rimligen ha medfört en påtaglig tillväxt av transportarbetet jämfört med tidigare.

Den fortgående specialiseringen i kombination med kravet på rationell transporthantering leder ofta till att specialfordon tillskapas. En sådan utveckling kan medföra att antalet tomtransporter ökar. Insatser för att kunna utnyttja fordonen för flera olika ändamål torde här komma att bli allt nödvändigare.

Förändringar enligt ovan leder sannolikt till ett ökat transportarbete. Samtidigt bör denna utveckling dock innebära att huvuddelen av transporterna koncentreras till ett färre antal relationer. Mot bakgrund av detta torde förutsättningarna öka för transportsystem som bygger på stora transportströmmar i bestämda relationer.

Ett transportområde som förväntas öka i betydelse avser transporter av energi. Dessa utgör redan i dagsläget en betydande del av det totala inrikes godstransportarbetet. Omkring 15 % av godstransporterna, både kort- och långväga, faller på varugruppen olja och oljeprodukter. Frakterna sker i specialfordon.

Om och när utnyttjandet av andra energikällor, typ "energiskogar" och torv, blir aktuella i stor skala, torde transportarbetet bli ännu mer omfattande och stora krav ställas på ett rationellt transportsystem. Relationerna mellan bruttoenergi och nettoenergi bör dock i detta sammanhang uppmärksammas. Transporterna kommer att ske över såväl korta som långa avstånd.

Några frågeställningar som berör långväga transporter och som kommit fram i den trafikpolitiska debatten skall slutligen uppmärksammas.

I den trafikpolitiska utredningen [10] har förslag förts fram om att maximera lastbilsekipagen till 18 m längd. Vidare betonas i utredningen behovet av insatser för att bygga ut systemet med kombinerade transporter.

Förslag har i annat sammanhang framförts om att tillgripa en mer eller mindre tvångsmässig överföring av långväga godstransporter från bil till järnväg. Om så sker blir självfallet också olika kombinationslösningar av transportproblem helt nödvändiga och fordrar ett väl fungerande, integrerat transportsystem.

De energimässiga effekterna av förslaget om längdmaximering av lastbilar borde i sig resultera i en ökad energiförbrukning för transporter, såvida inte överföringar i stor skala till järnväg blir följden. Åtgärder i syfte att stimulera kombinationsfrakter såväl som ett eventuellt förbud mot långväga lastbilstransporter bör leda till minskad energiåtgång för transporter.

FORSKNINGSFÄLT

De mest angelägna forskningsinsatserna inom detta område berör möjligheterna att över långa avstånd i ökad utsträckning transportera gods och varor på järnväg i stället för med lastbil. Därvid ställs krav på integrerade system av dragfordon eller bilar i varierande utformningar i kombination med järnväg. Dessutom fordras sannolikt speciellt utvecklade terminalhanteringssystem för att rationellt klara växlingar mellan terminaltransporter och undervägstransporter.

Angelägna forskningsuppgifter utgör bl a följande.

- Vilka typer av integrerade transportsystem måste utvecklas för att klara uppgifter enligt ovan? I vilka relationer är sådana system aktuella? Vilka gods- och varugrupper kan komma ifråga?
- Vilka samordningsåtgärder är möjliga för speciellt den icke yrkesmässiga trafiken (poolsystem) avseende långväga lastbilstransporter? Även inom den yrkesmässiga trafiken torde icke oväsentliga effekter kunna uppnås via samordningsåtgärder.
- I vilka relationer och för vilka transportuppgifter är sjöfarten energieffektivare än lastbilen?
- Vilka möjligheter till energieffektivisering finns inom sjöfarten?
- Vilka effektivitetshöjande åtgärder kan vidtas avseende långväga godstransporter med järnväg? En icke otydlig överkapacitet torde finnas. Så t ex är omloppshastigheten för godsvagnarna relativt sett låg (de tjänar ofta som korttidslager), vilket inte hindrar att godstransporterna fungerar ekonomiskt tillfredsställande för SJ. Samhällsekonomiskt - energiekonomiskt - kan förhållandet vara annorlunda. Detta är emellertid inte klarlagt.

Demonstrationsprojekt

Även i fråga om de långväga lastbilstransporterna synes ett demonstrationsprojekt motiverat av samma skäl som

tidigare. Organisationen och genomförandet av ett sådant projekt torde dock kräva mycket omfattande insatser.

RÄKNEEXEMPEL PÅ BESPARINGSEFFEKTER

Vid långväga lastbilstransporter är utnyttjandegraden förhållandevis hög. Om ytterligare höjning av beläggningen med ungefär 25 % (från ca 48 % till 60 %) vore möjlig att uppnå genom organisatoriska åtgärder, torde besparingen på driftsidan kunna bli närmare 1.5 TWh.

I det fall samtliga transporter med lastbil på avstånd överstigande 30 mil tänkes överförda till järnväg, erhålles en reduktion i energiförbrukningen på närmare 2 TWh. Om en överföring av 50 % av transportarbetet med fartyg till järnväg genomförs blir besparingseffekten ungefär 0.5 TWh.

4.6 Forskningsmål

En övergripande energipolitisk målsättning är att minska oljekonsumtionen och därmed oljeberoendet.

Transportsektorns energibehov är till helt övervägande del baserad på olja som energikälla. Att nedbrinka oljekonsumtionen även inom transportsektorn ligger således i linje med den övergripande målsättningen.

Generellt torde gälla för hela delprogrammet att målen för forskningsinsatser oftast inte är möjliga att ange i absoluta eller procentuella energibesparingar på samma sätt som när det gäller insatser för att t ex minska en motors energiförbrukning.

De åtgärder som f n kan bli aktuella som ett resultat

av forskningsinsatser inom området är som regel inte av tvingande art utan beroende av om och i hur hög grad trafikanterna och transportörerna ändrar sitt beteende.

Om åtgärder av förbudskaraktär genomförs, kan det vara lättare att något mera exakt ange en energibesparings-effekt, åtminstone på driftsidan. Som ett exempel på en sådan åtgärd kan tas förbud för godstransporter med lastbilar på avstånd över 30 mil. Ett annat exempel kan vara att förbjuda alla flygresor på avstånd under 40 mil.

Omkring 1980 beräknas forskningen kunna ge säkrare besked om samåkningens möjliga utvidgning samt anvisningar om nödvändiga förutsättningar därför.

Även kunskaperna om sambanden mellan å ena sidan bebyggelse- och verksamhetsstrukturen samt å den andra transportarbetet kan omkring 1980 väntas vara avsevärt större. Storleken på realistiska besparingspotentialer för olika typområden torde då också vara möjliga att ange med betydligt större precision. Erfarenheterna från dessa studier bör därvid kunna beaktas i en framtida bebyggelse- och trafikplanering i tätortsområden.

När det gäller långväga persontransporter samt gods- och varutransporter pågår ett projekt som belyser transportarbetet och energiåtgången mera i detalj för olika typer av transporter. Arbetet kommer att vara slutfört till 1978. I studien redovisas närmare bl a omfattningen och strukturen på tomtransporter, korstransporter samt parallelltransporter. Det återstår dock betydande arbetsinsatser innan en närmare diskussion om möjliga överföringar av godstransporter från ett transportmedel till ett annat kan bli meningsfulla.

För övrigt kan nämnas att i TFD ordinarie verksamhet

är forskningsinsatserna inom kollektivtrafikområdet och vägtrafiken dominerande. Avslutade och pågående projekt redovisas regelmässigt i TFD anslagsframställningar.

Inom denna verksamhet drivs bl a ett projekt som har anknytning till diskussionerna om möjligheter till högre grad av samtransporter av varor och gods i tätorter. Problemområdet kan väntas få ytterligare någon belysning genom denna studie över distributionstransporterna i Stockholms län. Projektet beräknas vara avslutat 1978. Fortfarande kommer det dock att krävas ytterligare arbetsinsatser inom området ifråga innan mera konkreta åtgärder kan bli aktuella.

Generellt för alla FoU-områden kan sägas om avnämarsidan att de som primärt gynnas från besparingssynpunkt av minskade och/eller effektivare personbils- eller lastbils-transporter är de enskilda användarna av fordonen. Oftast är dessa privatpersoner (hushållen) när det gäller personbilsresor och företag när det gäller lastbilstransporter. I andra hand gynnas samhället som helhet. Förutom de rena energibesparingseffekterna resulterar en högre grad av t ex samåkning eller samtransporter i en rad andra positiva effekter, t ex minskat slitage på bilar och vägar, minskat behov av bilar, mindre trafik, mindre behov av parkeringsplatser samt lägre olycksfallsfrekvens. Som negativa effekter kan framhållas minskad flexibilitet och ofta ökad tidsåtgång.

4.7 Medelsbehov

Forskningsaktiviteter med speciell inriktning på energiförbrukningen i transportsystemen har hittills pågått en förhållandevis kort period. Förutsedda initialsvårigheter avseende bl a forskningsinriktning och disponibla forskarresurser kan dock i stort bedömas vara övervunna. Verksam-

heten börjar finna sin form och fungera efter planmässiga riktlinjer.

För innevarande treårsperiod disponeras för delprogrammet Transportsystemets utveckling totalt 6.0 milj. kronor.

ALTERNATIV I

Under den följande treårsperioden 1978/79-1980/81 bedömer TFD att det behövs 8 milj i 1977 års penningvärde. I stort innebär det en resursinsats som i reala termer motsvarar disponibla medel under innevarande period.

De största resursinsatserna avser åtgärder för att reducera den andel av persontrafikarbetet som sker med bil särskilt de kortväga personbilsresorna samt den del av trafikarbetet som sker med lastbil.

Inriktningen på forskningsuppgifterna bör också fortsättningsvis i stor utsträckning avse kunskapshöjande studier, där energianalyser för skilda transportuppgifter är av grundläggande betydelse.

Betydande medel behöver även avsättas för skilda åtgärds-effektstudier som särskilt berör personbils- och lastbils-trafiken.

Den tredje kategorin av forskningsuppgifter med hög prioritet innefattar mer långsiktiga studier av samhälleliga förändringar i bebyggelse- och verksamhetsstruktur, vilka kan leda till förändrade effekter på energiförbrukningen.

Insatser på övriga områden bör vara av mindre omfattning och anpassas efter personella resurser och de medel som kommer att vara tillgängliga.

ALTERNATIV II

En reduktion av medelsnivån för kommande treårsperiod till 50 % av innevarande periods anslagsnivå torde i princip innebära att en avvecklingsplan måste upprättas för den pågående energiforskningen. En medelstilldelning av denna omfattning torde inte vara förenlig med statmakernas långsiktiga intentioner och målsättningar ifråga om energibesparing inom transportsektorn.

ALTERNATIV III

Mot bakgrund av transportsektorns fundamentala roll i det svenska samhället samt de stora forskningsbehov som föreligger inom programområdet, kan en högre medelsram än alternativ I väl motiveras. En bedömning av tillgängliga forskarresurser ger vid handen att en medelsram på 14.0 milj kr (1977 års penningvärde) kan beräknas vara en lämplig nivå.

De utökade resurserna bör i första hand reserveras dels för ytterligare systemstudier och dels för större insatser av långsiktig karaktär.

De alternativa medelsramarna för respektive FoU-område sammanfattas i tabell 23. I de anslagsbehov som beräknats i de tre alternativen har erforderliga medel för eventuella demonstrationsprojekt avseende t ex samåkning eller poolsystem för kortväga transporter inte inkluderats. Utan mera genomarbetade planer för dylika projekt är det inte möjligt att ange några preciserade anslagsbehov.

Tabell 23. Medelsbehov för delprogram Transportsystemets utveckling 1978-81 (milj kr).

FoU-områden	Alternativ I	Alternativ II	Alternativ III
I Kortväga personresor	2.8	1.4	5.3
II Långväga personresor	1.5	0.7	2.5
III Kortväga godstransporter	1.3	0.7	2.2
IV Långväga godstransporter	1.6	0.8	2.5
V Övriga projekt, administration, information, utlandsbevakning	0.8	0.4	1.5
Totalt	8.0	4.0	14.0

RESURSSITUATION

Erfarenheter från energiforskningsverksamheten under innevarande period har visat på en viss knapphet i tillgången på personella forskarresurser i inledningsskedet. Efter hand har situationen emellertid förbättrats. TFD bedömer att tillgången på forskare kommer att öka allt eftersom informationen om aktuella forskningsaktiviteter och forskningsmöjligheter sprids. Dock torde den förväntade tillgången på forskare de närmaste åren utgöra en restriktion mot en alltför kraftig direkt ökning av forskningsmedel.

Medelsbehovet för perioden efter budgetåret 1980/81 är svårt att i dag förutse. En nivå som motsvaras av det sista budgetåret under kommande treårsperiod (78/79-80/81) förefaller vara en undre gräns. I dagens penningvärde skulle det innebära ca 18 milj kr för en treårsperiod efter 1981.

Tabell 23. Medelshörsens förskoleklasser 1972-73. Utvärdering 1975-76.

Förskoleklasser		Medelshörsen	
I. Förskoleklasser	1.0		
II. Förskoleklasser	1.2		
III. Förskoleklasser	1.3		
IV. Förskoleklasser	1.5		
V. Förskoleklasser	1.6		
VI. Förskoleklasser	1.7		
VII. Förskoleklasser	1.8		
VIII. Förskoleklasser	1.9		
IX. Förskoleklasser	2.0		
X. Förskoleklasser	2.1		
XI. Förskoleklasser	2.2		
XII. Förskoleklasser	2.3		
XIII. Förskoleklasser	2.4		
XIV. Förskoleklasser	2.5		
XV. Förskoleklasser	2.6		
XVI. Förskoleklasser	2.7		
XVII. Förskoleklasser	2.8		
XVIII. Förskoleklasser	2.9		
XIX. Förskoleklasser	3.0		
XX. Förskoleklasser	3.1		
XXI. Förskoleklasser	3.2		
XXII. Förskoleklasser	3.3		
XXIII. Förskoleklasser	3.4		
XXIV. Förskoleklasser	3.5		
XXV. Förskoleklasser	3.6		
XXVI. Förskoleklasser	3.7		
XXVII. Förskoleklasser	3.8		
XXVIII. Förskoleklasser	3.9		
XXIX. Förskoleklasser	4.0		
XXX. Förskoleklasser	4.1		
XXXI. Förskoleklasser	4.2		
XXXII. Förskoleklasser	4.3		
XXXIII. Förskoleklasser	4.4		
XXXIV. Förskoleklasser	4.5		
XXXV. Förskoleklasser	4.6		
XXXVI. Förskoleklasser	4.7		
XXXVII. Förskoleklasser	4.8		
XXXVIII. Förskoleklasser	4.9		
XXXIX. Förskoleklasser	5.0		
XXXX. Förskoleklasser	5.1		
XXXXI. Förskoleklasser	5.2		
XXXXII. Förskoleklasser	5.3		
XXXXIII. Förskoleklasser	5.4		
XXXXIV. Förskoleklasser	5.5		
XXXXV. Förskoleklasser	5.6		
XXXXVI. Förskoleklasser	5.7		
XXXXVII. Förskoleklasser	5.8		
XXXXVIII. Förskoleklasser	5.9		
XXXXIX. Förskoleklasser	6.0		
XXXXX. Förskoleklasser	6.1		
XXXXXI. Förskoleklasser	6.2		
XXXXXII. Förskoleklasser	6.3		
XXXXXIII. Förskoleklasser	6.4		
XXXXXIV. Förskoleklasser	6.5		
XXXXXV. Förskoleklasser	6.6		
XXXXXVI. Förskoleklasser	6.7		
XXXXXVII. Förskoleklasser	6.8		
XXXXXVIII. Förskoleklasser	6.9		
XXXXXIX. Förskoleklasser	7.0		
XXXXXX. Förskoleklasser	7.1		
XXXXXXI. Förskoleklasser	7.2		
XXXXXXII. Förskoleklasser	7.3		
XXXXXXIII. Förskoleklasser	7.4		
XXXXXXIV. Förskoleklasser	7.5		
XXXXXXV. Förskoleklasser	7.6		
XXXXXXVI. Förskoleklasser	7.7		
XXXXXXVII. Förskoleklasser	7.8		
XXXXXXVIII. Förskoleklasser	7.9		
XXXXXXIX. Förskoleklasser	8.0		
XXXXXXX. Förskoleklasser	8.1		
XXXXXXXI. Förskoleklasser	8.2		
XXXXXXXII. Förskoleklasser	8.3		
XXXXXXXIII. Förskoleklasser	8.4		
XXXXXXXIV. Förskoleklasser	8.5		
XXXXXXXV. Förskoleklasser	8.6		
XXXXXXXVI. Förskoleklasser	8.7		
XXXXXXXVII. Förskoleklasser	8.8		
XXXXXXXVIII. Förskoleklasser	8.9		
XXXXXXXIX. Förskoleklasser	9.0		
XXXXXXXI. Förskoleklasser	9.1		
XXXXXXXII. Förskoleklasser	9.2		
XXXXXXXIII. Förskoleklasser	9.3		
XXXXXXXIV. Förskoleklasser	9.4		
XXXXXXXV. Förskoleklasser	9.5		
XXXXXXXVI. Förskoleklasser	9.6		
XXXXXXXVII. Förskoleklasser	9.7		
XXXXXXXVIII. Förskoleklasser	9.8		
XXXXXXXIX. Förskoleklasser	9.9		
XXXXXXXI. Förskoleklasser	10.0		

Medelshörsens förskoleklasser 1972-73. Utvärdering 1975-76. Detta dokument innehåller en detaljerad beskrivning av förskoleklassernas verksamhet under denna period. Texten är uppbyggd som en serie av avsnitt som behandlar olika aspekter av förskoleklassernas arbete, från pedagogiska metoder till administrativa frågor. I varje avsnitt presenteras information om de olika förskoleklasserna och deras respektive utvärderingsresultat. Detta inkluderar beskrivningar av de olika typerna av aktiviteter som bedrivs i klasserna, samt en analys av de utmaningar som möter förskoleklasserna och de åtgärder som vidtas för att lösa dessa. Dokumentet avslutas med en sammanfattning av de viktigaste slutsatserna från utvärderingen och rekommendationer för framtida arbete. Detta dokument är av stor betydelse för att förstå förskoleklassernas roll i den svenska utbildningssektorn och för att utvärdera deras effektivitet och kvalitet.

5 DELPROGRAM ENERGIANVÄNDNING I DRIVSYSTEM

5.1 Inledning

Programarbetet har lett till att följande forskningsområden för FoU-verksamheten inom delprogrammet identifierats.

- I Utveckling av alternativa drivmedel
- II Utveckling av befintliga drivsystem
- III Utveckling av alternativa drivsystem
- IV Utveckling av energiackumulatorer
- V Utveckling av energiomvandlare

5.2 FoU-område I Utveckling av alternativa drivmedel

Arbetet inom detta FoU-område syftar till att minska beroendet av oljeprodukter och därmed öka handlingsfriheten för statsmakterna. Ur transportsektorns synvinkel är metanol en användbar syntetisk energibärare vilken dessutom utgör en 'gemensam nämnare' för flera energiproduktionsprofiler. Traditionella drivsystem med kolvmotorer kan anpassas till metanoldrift men erfordrar mer eller mindre omfattande modifieringar. Alternativa värmemotorer kan utan större svårigheter förberedas till metanoldrift. Bränsleceller kan fördelaktigt köras med metanol.

Även väte kan betraktas såsom en energibärare, användbar i drivsystem och gemensam för flera alternativa energiproduktionsprofiler. Tidsperspektivet är dock längre jämfört med metanol, varför planerade insatser är av långsiktig karaktär.

Insatsområden.

- Verksamhet hos Svensk Metanolutveckling AB
- Vätelagring
- Nettoenergianalys

VERKSAMHET HOS SVENSK METANOLUTVECKLING AB

Den svenska energiförsörjningen, som i hög grad baseras på importerad olja, är speciellt känslig då inhemska olje- och kolfyndigheter saknas. Om sårbarheten på bränsleförsörjningssidan skall minskas måste en produktion av syntetiskt bränsle byggas upp, vilken kan baseras på inhemska råvaror såsom trä, torv och organiskt material.

Svenska staten och AB Volvo beslöt 1974 att gå samman i ett tekniskt utvecklingsbolag med avsikt att undersöka försättningsarna för användning av metanol som bränsle och drivmedel samt möjligheterna till metanolförsörjning under normala förhållanden och krisförhållanden. För bolagets verksamhet tillskjuter staten 70 % och AB Volvo 30 % av erforderliga medel.

Hittills utförda undersökningar visar, att det är tekniskt möjligt att driva dagens ottomotorer med metanol eller metanol-bensinblandningar efter mindre modifieringar. Även dieselmotorer kan köras på metanol, vilket dock kräver mer omfattande modifieringsåtgärder såsom antändningsförstärkande tillsatser i metanol eller dubbelt bränslesystem.

Den svenska beredskapen vad gäller drivmedel är idag tänkt att baseras på gengas. Ur teknisk synpunkt är detta mindre tillfredsställande då gengas utgör ett dåligt bränsle för turbo-dieselmotorer. Trots de tekniska fördelarna kan metanol bli ett alternativ till gengasen endast om man redan under normala förhållanden producerar och konsumerar en tillräcklig kvantitet inom landet. En inblandning av 15-20 % metanol i all bensin skulle exempelvis säkerställa en tillräcklig metanolkonsumtion ur beredskapssynpunkt. Men en dylik användning kräver modifiering så att bl a risk för vatteninträngning elimineras samt att icke metanol-resistenta komponenter bytes ut.

I ett närliggande perspektiv torde metanol ej få någon större betydelse internationellt varför en svensk satsning motiveras enbart av beredskapsskäl. Som utgångsläge i ett längre perspektiv kan konstateras att många oljeimporterande länder redan idag har allvarliga betalningsproblem delvis som en följd av ständigt dyrare olja. Även om syntetiska alternativ ställer sig dyrare än olja, kan samhällsekonomiska och handelspolitiska överväganden motivera inhemsk produktion av syntetiska bränslen.

Framtida introduktioner av alternativa värmemotorer och bränslecellmotorer kan även påskynda uppbyggnad av ett metanolförsörjningssystem då metanol med fördel kan användas i dessa motortyper.

Oljebolagen kommer sannolikt att spela en avgörande roll i en eventuellt kommande utveckling av internationell metanolekonomi. Deras inställning är i dag återhållsamt avvaktande.

Det fortsatta arbetet under perioden 1978-1981 kan drivas enligt tre alternativ.

Alternativ 1 fordrar ett relativt snabbt beslut rörande fortsatt arbete. Bidragsgivare bör senast utgången av 1977 ekonomiskt garantera fortsatt verksamhet. Ett till 1978 uppskjutet beslut kan medföra avgång av personal med bristande kontinuitet i projektarbetet som följd.

I målsättningen för en fortsatt verksamhet bör inrymmas fördjupade studier av olika användningsområden för metanol. Perioden 1975-1978 gäller experimentellt främst ottomotorer för blandbränsle och dieselmotorer för drift med tändförstärkt metanol och under senare delen av perioden med dubbelt bränslesystem. Under 1977 påbörjas arbete med modifiering av en motor för drift med ren metanol. Optimeringsarbetet torde ej kunna avslutas inom perioden 1975-1978 utan bör fortsätta under nästa period. Eventuellt kan istället utvecklingen av dubbla

bränslesystem för dieselmotorer intensifieras. Metanol som bränsle i t ex turbiner och bränsleceller bör studeras.

Alternativ 2 innebär beslut om uppskjuten introduktion av metylbränsle. Verksamheten minskas till att enbart omfatta litteraturuppföljning, bevakning av andra metanolprojekt inom och utom Sverige och förvaltning av det material som tagits fram under bolagets tidigare verksamhet. De personella resurserna minskas.

Energipolitiska motiv kan göra det angeläget att senare återuppta arbetet med planering av en introduktion av metylbränslen och projektering av en metanoltillverkning. Vid behov skall således verksamheten snabbt kunna intensifieras.

Alternativ 3 fordrar i enlighet med alternativ 1 ett snabbt beslut om fortsatt verksamhet för att inte personella resurser skall gå förlorade. Detta kan ses som ett forcerat alternativ 1. Arbetet med en dieselmotor med dubbelt bränslesystem som startats under 1977 kan intensifieras. Man uppskattar att en prototyp kan finnas framme 1979. Det dubbla bränslesystemet bygger f n på principen att starta på dieselolja från ett bränslesystem med ökad tillsats av metanol från det andra bränslesystemet när belastningen ökar. Eventuellt kan dieselolja bytas ut mot tändförstärkt metanol d v s tillsats av additiv. Arbeta med cetantalshöjande additiv i bänkmotor bedrivs under perioden 1975-1978.

Vidare arbeten med dubbla bränslesystem avsett som en beredskapsmotor kan utökas till att gälla lastvagnar för användning i gruva, då det dubbla bränslesystemet visat sig kunna ge förbättrade emissionsnivåer. En dylik motor baserad på metanol som bränsle skulle ge en värdefull erfarenhet av metanoldrift under praktiska förhållanden.

VÄTELAGRING

Med vätgas såsom syntetiskt drivmedel har man möjlighet att få ett ekologiskt anpassat idealt bränsle med kort omloppstid: vatten $\rightarrow$ vätgas $\rightarrow$ vatten. Ett vätgasförsörjningssystem kan principiellt även byggas parallellt med ett metanol- resp naturgassystem då vätgas, naturgas (CH_4) och metanol, åtminstone formelmässigt, är relaterade med enkla reaktionssamband.

Kolvmotorer kan utan större tekniska modifieringar anpassas till vätgasdrift. Alternativa värmemotorer samt bränsleceller är väl lämpade att använda vätgas som drivmedel. En vätgastillämpning i kolvmotorer synes åstadkomma verkningsgradsförbättring och i värmemotorer överhuvudtaget resultera i emissionsreduktioner.

Problemen med lagring av väte på fordon utgör för närvarande ett dominerande hinder för vätgasanvändning inom transportsystemet. Huruvida detta insatsområde skall angripas genom utveckling av traditionella metoder (komprimerad gas, flytande gas, kemiskt/fysikaliskt bundet) eller andra förfaranden får indikeras genom förstudier.

NETTOENERGIANALYS

Många alternativa energikällor har låg energitäthet och är svårtillgängliga. För att från dessa koncentrera och generera lämpliga energibärare för transportsektorn kan erfordras insatser av energi (kanske via för närvarande lätt-tillgänglig olja) så att den nettoenergi som slutligen erhålles endast är en fraktion av beräknad bruttoenergi i energikällan. En intressant fråga är hur mycket av projekterade energiökningar som egentligen förbrukas till nettoenergigenerering.

Värdering av alternativa drivmedel (även i samband med bränsleceller och batterier) bör därför också göras med energianalys för att få fram beslutsunderlag speciellt för långsiktiga avgöranden. Ekonomiska kalkyler ger i allmänhet ingen information om hur mycket nettoenergi som kommer samhället tillgodo p g a svårigheten att kostnadskvantifiera omgivningsförhållanden och sociala värden.

Ytterligare en skillnad mellan ekonomiska kalkyler och energianalyser blir uppenbar vid studier av förhållanden på lång sikt. Med antagna räntesatser och inflations-takt blir beräknat framtida värde av en viss energimängd helt avhängigt av gjorda antaganden. Men i ett energi-analytiskt betraktelsesätt är energimängden 1 kilojoule lika stor i dag som år 2000.

5.3 FoU-område II Utveckling av befintliga drivsystem

Insatser inom detta FoU-område syftar dels till att få fram underlag för beslut och dels att skapa stöd för genomförande av energipolitisk målsättning vad gäller energiekonomi, emissioner samt anpassning till alternativa bränslen. Då dessa tre begrepp sinsemellan är beroende ingår dels studier av optimala kombinationer, och dels studier av grundläggande, specifik natur såsom minskning av rullmotstånd, keramikbelagda komponenter samt påverkan av prestandaparametrar via turbulens-nivå och reaktionskinetik.

Insatsområden.

- Anpassning till alternativa drivmedel (ej metanol)
- Optimering energiekonomi - emissioner
- Optimering motor - transmission
- Minskning av rull- och luftmotstånd

- Keramikbelagda motorkomponenter
- Turbulens - prestanda
- Katalysatorstyrd förbränning

Insatsområdena Anpassning till alternativa drivmedel, Optimering energiekonomi - emissioner, Optimering motor - transmission samt Katalysatorstyrd förbränning är för närvarande sekretessbelagda.

MINSKNING AV RULL- OCH LUFTMOTSTÅND

Av det arbete, som en motor lämnar till drivhjulen omvandlas 30-50 % (beroende på körcykel) i rullmotståndsbete. En minskning av denna förlust resulterar i direkta bränslesparingar. Emellertid är fordonshjulens funktion nära förknippad med säkerhets- och komfortaspekter, vilka då måste utgöra viktiga randvillkor för rullmotståndsminskande åtgärder. I en helhetsbild finner man ofta motriktade krav på hjuldäck. Stor hysteresistförlust i däckmaterialet är nära förbundet med bra väggrepp men orsakar hög materialtemperatur och därmed kortare livslängd samt stort rullmotstånd.

Förutom konstruktions- och materialaspekter vad gäller däck och vägbeläggning kan det finnas anledning att förutsättningslöst studera komplexet däck, hjul och upphängning. Prototypförsök skulle fördelaktigt kunna utföras i samband med elektriska fordon. Åtminstone vad gäller stadskörningscykler kanske okonventionella lösningar av typen skiva med polymerband kan befinnas vara fördelaktiga.

Jämfört med rullmotstånd svarar luftmotståndsbetet för en mindre del av bränsleförbrukningen. Det kvadratiske hastighetsberoendet gör denna förlust påtaglig först vid långväga trafik och indikerar även organisatoriska möjligheter till reduktion, exempelvis genom hastighetsbegränsningar. Underlag för tekniska förbättringar vad gäller teori och

utprovning kan hämtas från flygteknisk erfarenhet inom landet.

KERAMIKBELAGDA MOTORKOMPONENTER

Ca 30 % av bränslets energiinnehåll avgår till motorns kylsystem. I en första approximation kan antagas att omkring 10 % av denna förlust skulle kunna omvandlas till arbete om motorn utföres adiabatisk, dvs värmeutbytet med omgivningen elimineras.

Minskad värmeövergång kan ernås genom lokal påläggning av keramiskikt. En förstudie får utvisa huruvida det är lämpligt att använda kända applikationsmetoder (flam- och plasmasprutning) och beprövade keramer (zirkonium- och aluminiumoxid) eller att tillverka hela motorkomponenter av nyare keramer.

En dylik adiabatisk kolvmotor kan även förväntas uppvisa annorlunda emissionsegenskaper p g a högre temperaturnivå och frånvaro av kalla gränskikt.

TURBULENS - PRESTANDA

Både ur prestanda- och emissionssynpunkt bör brännkammarturbulens bli föremål för ökande intresse. Trots att alla praktiska brännkammare har turbulent strömning är turbulens idag ett tämligen outforskat problem. I emissionssammanhang är man intresserad av relationer mellan turbulens och blandningsparametrar. I prestandasammanhang (bränsleförbrukning) önskar man hålla tryckförlusten i brännkammaren så låg som möjligt. Exempelvis medför ett extra tryckfall på en procent i en gasturbinbrännkammare att motorns specifika bränsleförbrukning försämras med en procentenhet. Det är dock ofrånkomligt med ett visst

tryckfall då genereringen av en viss turbulensintensitet svarar mot en tryckförlust. Men det är angeläget att tryckfallet så effektivt som möjligt omvandlas i turbulens och att den erhållna turbulensen utnyttjas ändamålsenligt.

Turbulent flamutbredning i kolvmotorer är genom koppling till förbränningshastighet av grundläggande betydelse för motorprestanda och motorfunktion. Den statistiska variationen av flamhastighet över ett antal motorcykler begränsar dessutom motorns arbetsområde vad gäller magra blandningsförhållanden. En eliminering av de cykliska variationerna skulle förbättra motorns bränsleförbrukning, men om dessa funktioner i grunden är förbundna med turbulensens statistiska natur blir förbättringsåtgärder inte uppenbara.

Den stationära förbränningsprocessen i alternativa framdrivningstyper är väl lämpad att tillvarataga och anpassas till framsteg och utveckling inom turbulent förbränning men även vad gäller katalytisk förbränning, förbränning i fluidiserad bädd samt elektromagnetisk intensifierad förbränning.

5.4 FoU-område III Utveckling av alternativa drivsystem

En taktik att optimera energiekonomi, emissioner samt bränsleflexibilitet är utveckling av alternativa värmemotorer.

En inledande satsning på alternativa värmemotorer utföres rimligen i avsikt att så småningom resultera i en introduktion och ett genomslag i fordonsledet och kommer därmed att dra med sig stora utvecklingskostnader för bilindustrin. I kostnaderna får inräknas avvecklingar och nyetableringar av FoU-verksamhet, produktionsförberedelser och uppbyggnad av infrastruktur för service, underhåll

samt drivmedelsdistribution.

Detta FoU-område syftar därför dels till att få fram underlag för både närliggande och långsiktiga beslut (vad gäller stirling-, brayton- och rankinesystem) och dels till att stödja genomförandet av tidigare påbörjade åtgärder (keramikkomponenter).

Hybridsystem och elektriska drivsystem är andra förfaranden baserade på konventionell teknik som syftar till att optimera energiekonomi, emissioner samt bränsleflexibilitet. Förväntade resultat från en prototyputveckling, där prestanda, tillförlitlighet, servicebehov, driftkostnader osv kan demonstreras, utgör en kontinuerlig fortsättning av tidigare påbörjad verksamhet och syftar även till att få fram underlag för beslut.

Insatsområden.

- Keramisk stirlingmotor
- Keramisk braytonmotor (gasturbin)
- Rankinemotor (ångmotor)
- Hybridsystem personbil
- Hybridsystem buss
- Elektriska drivsystem

Flertalet insatsområden utgörs helt eller delvis av prototyputvecklingar, vilka behandlas under avsnitt 5.7. Emellertid är även FoU-insatser aktuella.

ALTERNATIVA MOTORER

En granskning av de alternativa värmemotorernas karakteristik visar att utmärkande drag hos stirlingmotorn gör den speciellt attraktiv för medeltung drift (<100 kW) i stadstrafik såsom bussar.

Gasturbiner är speciellt lämpade för höga stationära effekter (>100 kW), varför det typiska användningsområdet är lastbilar.

Ångmotorer har potentiellt gynnsamma egenskaper vid låg last men även möjlighet till momentana höga effektuttag, varför en personbilstillämpning är närliggande.

Redan grundläggande samband för värmemotorers verkningsgrad och bränsleförbrukning påvisar betydelsen av hög temperaturnivå i motorprocessen. Därför har också motortekniska landvinningar ofta gått hand i hand med utveckling av värmeållfasta material. Den internationella utvecklingen av högtemperaturmaterial har resulterat i framställning av keramer, som har sådana egenskaper att en motorapplikation är inom räckhåll. Förutom goda högtemperatüregenskaper är priset per viktenhet endast någon procent av motsvarande pris för en metallisk högtemperaturlegering. Vid eventuell massproduktion av keramiska motorkomponenter baserade på kisel undvikes också ett resursproblem framförallt kanske vad gäller nickel för högtemperaturlegeringar.

Massproduktion av motorindustri har snäva marginaler på komponentkostnaderna. Ett genombrott i användning av keramkomponenter och därmed sammankopplade nya motortyper kan därför bli beroende av huruvida produktionstekniken för keramdetaljer kan utvecklas och anpassas till massproduktion.

En stor del av förberedd FoU-verksamhet vad gäller stirlingmotorn och gasturbinen har anknytning till keramiska motorkomponenter. Beträffande ångmotorn är en fördjupad studie planerad vilken skall bilda underlag till beslut vad gäller en eventuell utveckling av ångmotorsystem där även keramiska komponenter är aktuella.

5.5 FoU-område IV Utveckling av energiackumulatorer

FoU-insatser inom detta område syftar till att dels minska

det direkta oljeberoendet (om elektricitet för elackumulatorer genereras på annat sätt än via olja) och dels skapa stöd för en annorlunda taktik för genomförandet av energipolitisk målsättning vad gäller energiekonomi, emissioner samt alternativbränslen. I detta FoU-område ingår elektriska och mekaniska energiackumulatorer.

För att en batteridrivna bil skall ha prestanda som är likvärdiga med dagens konventionella bilar erfordras hos batteriet energitätheter på mellan 200 och 250 Wh/kg samt effekt-tätheter mellan 100 och 200 W/kg.

Nuvarande blybatterier har en maximal energitäthet av ca 30 Wh/kg. Avancerade batterier kan ernå omkring 200 Wh/kg. Sofistikerade svänghjul kan magasinera uppemot 200 Wh/kg. I praktiska tillämpningar kan dock maximala, laboratiemässiga energitätheter knappast utnyttjas.

Elkraftsindustrin och batteriindustrin visar särskilt intresse för utveckling av batteridrivna bilar under det att oljebolagen visar särskilt intresse för utveckling av bränslecell-drivna elbilar.

Insatsområden.

- Järn- nickelbatteri
- Mekanisk energiackumulator
- Okonventionella elbatterier

Området Okonventionella elbatterier är f n i sin helhet sekretessbelagt.

JÄRN- NICKELBATTERI

För att elfordon skall få ökad användning krävs bättre batteriprestanda vad gäller energitäthet, livslängd samt kostnader. Det nuvarande blybatteriet har alltför låg energitäthet för

att göra eldrivsystem konkurrenskraftiga i en personbils-applikation.

I samband med arbeten på s k järn- luftbatterisystem framkom en mycket bra järnelektrod med kapacitet 2-3 gånger högre än vad som fanns tillgängligt. Genom att kombinera denna komponent med en konventionell nickelelektrod erhålles ett s k FeNi-batteri med en energitäthet som är ca 2 gånger större än blybatteriets.

Fortsatta arbeten syftar till att utveckla traktionsnära järn-nickelbatterier samt att prova detta koncept i andra applikationer. Samarbete med ett amerikanskt företag är också planerat. Denna samverkan avser att optimera elektroderna mot varandra samt att få fram en prototyp för test i fordon.

MEKANISK ENERGIACKUMULATOR

Fordonstrafik i tätorter kännetecknas av upprepade accelerationer, retardationer samt stillastående. Effektbehovet blir därför mycket varierande med låg medeleffekt men med tillfälliga stora effektbehov.

Ett drivsystem bestående av motor och mekanisk energiackumulator kan förväntas ge lägre bränsleförbrukning, lägre emissioner och eventuellt bättre acceleration.

Utveckling på materialområdet vad gäller fiberförstärkta polymerer, keramer osv medför potentiella möjligheter att ta fram mekaniska energiackumulatorer i form av svänghjul, som kännetecknas av höga energi- och effekttätheter.

En förstudie av mekaniska energiackumulatorer är avsedd att ge beslutsunderlag för eventuell fortsatt verksamhet.

5.6 FoU-område V Utveckling av energiomvandlare

Arbetet inom FoU-område V är av långsiktig karaktär och syftar till att minska beroendet av oljeprodukter och att ange ytterligare en alternativ väg för optimering av energiekonomi och emissioner samt anpassning till framtida bränslen av typ metanol och vätgas. En introduktion i fordonsledet av drivsystem baserade på energiomvandlare av typ bränsleceller kommer dock att dra med sig stora kostnader för bilindustrin. Förutom att förväntade resultat från detta FoU-område på sikt bidrager till statsmakternas handlingsfrihet och stöder genomförandet av den energipolitiska målsättningen erhålles även underlag för mera närliggande beslut vad gäller t ex avvägning mellan alternativa värmemotorer och elektrokemiska motorer. Beslutsunderlaget förstärks av resultat från prototyputveckling där prestanda, tillförlitlighet, driftskostnader mm kan demonstreras.

Motsvarigheten till ackumulator är på bränslecellsidan drivmedelstanken. Energitätheten kan därför relateras till bränslets energiinnehåll. För att dylikt prestandatal skall bli jämförbart mellan olika drivsystem måste hänsyn även tagas till omvandlingsverkningsgrader. Exempelvis blir bensinets energitäthet hos en ottomotor ca 2 kWh/kg med antagen verkningsgrad på omkring 15 % hos drivsystemet. Bränslen, som är lämpliga i bränsleceller, har en energitäthet i området 1 - 15 kWh/kg. Effekttätheten hos bränsleceller har angivits till 100 - 400 W/kg. Förekomst av en drivmedelstank medger här snabb energipåfyllning (till skillnad från ren batteridrift).

Med hänsyn till personbilars körmönster, där medeleffekten är låg men tillfälliga stora effektbehov förekommer, kan det vara ändamålsenligt att i ett hybriddrivsystem kombinera bränslecellbatterier och ackumulatorer. De sistnämnda används vid maximala effektuttag, medan bränslecelldelen

utnyttjas under stationär körning samt för uppladdning av ackumulatorerna vid lågt effektuttag. En mellanstor personbil skulle sålunda kunna köras på en 10 kW bränslecell i kombination med ackumulatorer. Alternativt kan givetvis, om så befinnes lämpligt, all effekt tagas från en ca 50 kW bränslecell med endast en mindre ackumulator för start av bränslecellprocessen.

Forskningsläget pekar på att man under 1990-talet bör kunna köra en bil med bränslecell ca 15000 mil om drivmedlet är metanol och ca 100:000 mil om drivmedlet är väte innan bränslecellen är utsliten.

Serieproduktionskostnader skulle enligt nuvarande bedömningar bli ca 40 kr per kW för en vätebränslecell och ca 400 kr per kW för en metanolbränslecell vid en serie om 10000 bilar per år med 30 kW bränslecell i varje bil.

Vidare framsteg på bränslecellområdet är förbundna med utveckling av billiga katalysatorer för aktuella bränsletyper. Med bränslet vätgas erfordras dessutom utveckling av lämpliga vätelagringsmetoder på fordon.

Insatsområden.

- Järn - luft bränslecell
- Väte - alternativt metanoldriven bränslecell i elbil
- Metanol - luft bränslecell
- Katalysatorutveckling

Väte - alternativt metanoldriven bränslecell i elbil behandlas under 5.7.

Området Katalysatorutveckling är f n i sin helhet sekretessbelagt.

JÄRN - LUFT BRÄNSLECELL

Systemet bygger på en viss typ av syre/luft-elektrod och kan förväntas bli intressant som laddningsaggregat för blybatter-

rier eller, om tillräckliga effekttätheter och livslängdsdata kan ernås, såsom huvudframdrivningsbatteri. Omfattningen av tänkbara användningsområden kommer dock att bli beroende av den driftsekonomi som kan ernås.

Delar av projektet är f n sekretessbelagda med hänsyn till patentarbete.

METANOL - LUFT BRÄNSLECELL

Avsikten är att utveckla ett 12 volts metanol - luft bränslecellbatteri med effekten 50 W och en cellverkningsgrad omkring 35 %. I en tänkt tillämpning kan batteriet fungera såsom ett laddningsaggregat åt en blyackumulator avsedd att utgöra en kraftkälla i ett litet elfordon, exempelvis eldriven rullstol. Om resultaten utfaller positivt kan arbetena utsträckas och bli inriktas mot prototypverksamhet.

5.7 Behov av prototyper

Prototyputveckling får anses som en naturlig del i föreliggande programområde. Avsikten med prototyper är bl a att praktiskt demonstrera bränsleförbrukning, emissionsförhållanden, driftmöjligheter med alternativa bränslen, underhålls- och serviceegenskaper, körbarhet och tillförlitlighet samt säkerhets- och medicinska aspekter. Härvid erhålles bl a underlag för bedömning av kundpreferenser samt erforderlig infrastruktur, faktorer som är väsentliga för introduktionsstart och genomslag av energipolitiska målsättningar.

Insatsområden.

- Hybridsystem personbil
- Hybridsystem buss
- Keramisk braytonmotor
- Elektriska drivsystem
- Väte- alternativt metanoldriven bränslecell i elbil

Prototyputveckling avser insatser som ej kan finansieras från annat håll och utgör således inte en totalkostnad för prototypen i fråga.

Området Hybridsystem buss är f n i sin helhet sekretessbelagt.

HYBRIDSYSTEM PERSONBIL

Målet är att ta fram en ny typ av hybriddrivsystem för fordon med hög energiverkningsgrad inkluderande förbränningsmotor, kinetisk energiackumulering, hydrostatisk transmission samt integrering med komponenter från andra insatsområden avseende emissioner och energiflexibilitet. Installerad effekt hos förbränningsmotorn är mindre än 1/3 av konventionellt system. Förväntad sänkning av bränsleförbrukningen har uppskattats till inemot 50 %.

KERAMISK BRAYTONMOTOR

Målet är att ta fram och demonstrera keramiska bränslekomponenter, keramisk turbinstatör samt keramiskt turbinhjul hos en gasturbin. Genom introduktion av keramikkomponenter kan högre arbetstemperatur utnyttjas, ett förhållande som resulterar i minskad bränsleförbrukning - i föreliggande fall uppskattad till ca 25 %. På sikt kan även en prototyp bestående av gasturbin i fordon bli aktuell.

KERAMISK STIRLINGMOTOR

Målet är att ta fram och pröva en stirlingmotorprototyp med keramiska värmareheter. Genom introduktion av kera-

mikkomponenter förväntas en bränsleförbrukningsreduktion på ca 20 %.

ELEKTRISKA DRIVSYSTEM

Hittills utförda prototypprojekt har bl a resulterat i två fordon utrustade med olika elektriska motorsystem. Prototyparbetet har koncentrerats till elbilar utom vad avser själva strömkällan. Avsikten är att använda befintliga fordon som "testbädd" för nya komponenter i elektriska drivsystem, såsom bränsleceller, regenerativa bromsar samt kombinationer med mekaniska energiackumulatorer.

VÄTE- ALTERNATIVT METANOLDRIVEN BRÄNSLECELL I ELBIL

Målet är att framtida en bränslecelldriven elbil samt att därefter demonstrera olika körprogram i stads- och landsvägskörning. Härvid erhålles underlag för bedömning av bl a driftegenskaper och driftkostnader. Bränslecelldrivna elbilar har ej provats praktiskt i Sverige och erfarenheter saknas bl a vad gäller reglerteknik under olika körmönster samt livslängd på själva bränslecellen. Dessutom erfordras praktiska prov med förvaring av väte, som utgör ett alternativ till metanol för bränslecelldrift.

Projektet genomföres så att anskaffning och installation av bränslecellen i en försöksvagn drives i statlig regi och provningsutförande sker i samråd med branschindustrin.

5.8 Forskningsmål

Den övergripande målsättningen för delprogrammet Energianvändning i drivsystem är att FoU-verksamheten bör inriktas så att en optimal helhetsbild efter-

strävas för de interfererande begreppen energiekonomiska besparingar, energibärflexibilitet samt emissionsreduktioner.

Denna inriktning avviker från proposition 1975:30 där man behandlar energiekonomiska förbättringar och energiflexibilitet såsom tämligen separata begrepp och icke nämner emissionsproblematikens anknytning till övrig målsättning.

En jämförande utvärdering av emissionsförhållanden hos drivsystem är fortfarande osäker. Exempelvis saknas entydiga vikt-faktorer för koloxid, kolväten och kväveoxider, som är de förbränningsprodukter, vilka först blivit aktuella för emissionsnormer. Dessutom kan i framtiden nya emissionskomponenter bli uppmärksammade, exempelvis kommer sannolikt partikelaerosoler att tillmätas ökande betydelse.

Att ersätta befintliga motortyper kan väntas bli en mycket kostsam process för samhället och industrin. Det är ej heller meningsfullt förrän något drivsystem med överlägsna egenskaper vad gäller energiekonomi, energibärflexibilitet och emissioner blivit tillgängligt. Någon dylik situation föreligger icke för närvarande. Prioritering av något speciellt alternativt framdrivningssystem bör ännu ej ske.

De omfattande utvecklingskostnaderna i samband med en eventuell introduktion av alternativa framdrivningssystem innefattar FoU, produktionsförberedelser samt uppbyggnad av infrastruktur avseende service och underhåll, drivmedel samt drivmedelsdistribution. Därför är det angeläget att erhålla beslutsunderlag och så tidigt som möjligt avgöra inriktningen mot antingen värmemotorer eller elektrokemiska motorer. För dagen synes potentiella prestandahöjningar hos värmemotorer vara knutna till utvecklings- och introduktionsmöjligheter av keramkomponenter i motorns högtemperaturzoner. För elektrokemiska (bränslecell-) motorer synes utvecklingen vara beroende av framsteg vad gäller elektrodmaterial, katalytiska

ytreaktioner samt vätgaslagring.

Med den tidshorisont som gäller för ifrågavarande insatsplaner är det därför motiverat att en del av FoU-arbetena fortfarande inriktas på befintliga drivsystem.

Även om FoU-verksamhet avger specifika tekniska förbättringar i linje med den energipolitiska målsättningen måste ytterligare förhållanden beaktas för att erhålla totala energibesparings- och emissionsbegränsningseffekter. Dit hör bl a:

- Tidsförloppet vad gäller förberedelser fram till introduktionsstart av modifierade drivsystem.
- Köparpreferenser som bestämmer andelen modifierade fordon i bilbeståndet. Produktionskostnad, tillförlitlighet samt service- och tillbehörssystem är härvid väsentliga faktorer.

I långsiktsbedömningen har uppskattats att det tar åtminstone 15 år innan nya modifierade system kan få full genomslagskraft. Uppenbarligen kan inom en sådan tidsrymd förändringar uppstå vad gäller kundattityder och teknisk utveckling, varvid förutsättningarna för den avsedda introduktionen kan rubbas. Då flera förhållanden i det energipolitiska målsättningskomplexet är interfererande skulle ett systemanalytiskt förfarande, t ex i samband med formulering av lagstadgade normer, vara värdefullt.

Av speciellt intresse är modifikationer som kan appliceras på befintlig fordonspark. Genomslaget av sådana skulle uppenbarligen ske snabbare än via ett nybilstillskott. Detta gäller vissa alternativa drivmedel samt reduktion av rull- och luftmotstånd.

Statens roll i dessa sammanhang avser båda långsiktiga, riskfyllda samt grundläggande och nyskapande projekt.

I biltillverkarnas produktplanering är de viktigaste faktorerna kundpreferenser och lagstiftning. När staten förordar utveckling mot vissa energipolitiska mål som skiljer sig från aktuella kundpreferenser och lagstiftning kan detta innebära stora avvikelser från normal produktutveckling. I vilken form ett eventuellt statligt stöd då skall gestaltas är dock inte självklart utan beror på bl a nivån hos tänkta normer vad gäller t ex emissioner och bränsleförbrukning, industrins potential att uppfylla dessa samt kundernas förväntade attityder till produkten. Stöd kan exempelvis ha formen av lättnader i eller tidsmässig förskjutning av normföreskrifter, ekonomiska FoU-bidrag till industrin, påverkan av köparpreferenser samt skapande av begränsad marknad.

Tiden från projektering av ett nytt fordon till skrotning i konsumentledet kan omfatta tiotalet år. Därför måste redan i projekteringsstadiet stora tidsrymder överblickas. Branschindustriernas incitament att själva utveckla fordon med vissa karakteristika ökar om den energipolitiska målsättningen framstår som tydlig och konsistent.

5.9 Medelsbehov

En projektanknuten fixering av alternativa ambitionsnivåer är på detta stadium knappast meningsfull. Orsaken är att många insatsområden föregås av förstudier vars resultat får bilda beslutsunderlag för fortsatta FoU-insatser. Men även påbörjade större projekt kan efter viss tid ge nedslående resultat varför en avveckling av projektet kan vara rimlig. Å andra sidan kan delresultatet vara över förväntan varvid en utökning av insatserna kan bli aktuell. Dessa förhållanden kan givetvis inte bedömas a priori. De alternativa ambitionsnivåer som anges i insatsplanen har därför i viss mån medelvärdesmässig karaktär. Den exakta fördelningen kan således överblickas först efter fördjupade utvärderingar.

Med hänvisning till den tidigare förda diskussionen om fortsatt verksamhet hos Svensk Metanolutveckling AB på tre alternativa ambitionsnivåer anges här även de medel som fordras för metanolbolagets vidkommande.

- Verksamheten fortsätter som under perioden 1975-1978.
Medelsbehov: 16 milj kr.
- Verksamheten dras ner till ett minimum. Personal behålles för förvaltning av tidigare framtaget material och för bevakning av utvecklingen på energiområdet inom och utom Sverige. Verksamheten skall vid behov kunna återupptas i större omfattning. Medelsbehov: 8 milj kr.
- Verksamheten utökas. Både utredningsarbete och experimentella projekt forceras. Specifika delområden får intensivt stöd. Prototyper utvecklas och provas.
Medelsbehov: 21 milj kr.

ALTERNATIV I

Principiellt innebär alternativ I en resursinsats som motsvarar disponibla medel under innevarande period. I kostnaderna är inräknat 10 % kostnadsökning under tre år.

ALTERNATIV II

En reducering av medel till 50 % av innevarande periods anslagsnivå medför att en avvecklingsplan måste upprättas för pågående forskning. I många insatsområden blir verksamheten inskränkt till enbart litteraturbevakning. Denna omfattning av FoU-verksamheten är knappast förenlig med statsmakternas långsiktiga intentioner och målsättningar inom energiområdet.

ALTERNATIV III

Detta alternativ innebär en ökning av medlen med ca 70 % jämfört med alternativ I och kan bl a ses som en forcering av det sistnämnda alternativet. Exempelvis intensifieras inom metanolbolaget arbetena på en metanoldiesel så att 1979 finns en prototyp, vilken bedöms som intressant bl a för gruvor. Dessutom finns vissa potentiellt angelägna insatsområden, såsom keramisk braytonmotor. Utveckling av raketmotor och mekanisk energiackumulator finns ej med i alternativ I.

I tabell 24 finns sammanfattande översikt av medelsbehoven för de olika FoU-områdena.

Tabell 24. Medelsbehov för delprogram Energianvändning i drivsystem 1978-1981 (milj kr).

FoU-områden	Alternativ I	Alternativ II	Alternativ III
I Utveckling av alternativa drivmedel	17.3	8.7	23.5
II Utveckling av befintliga drivsystem	3.3	2.0	4.8
III Utveckling av alternativa drivsystem	3.0	1.5	11.9
IV Utveckling av energiackumulatorer	2.0	1.6	4.0
V Utveckling av energiomvandlare	3.4	1.7	6.2
Totalt	29.0	15.5	50.4

I tabellen har kostnader för administration, information och utlandsbevakning beräknats under respektive FoU-område.

Medel och ambitionsnivåer för tiden efter 1981 blir givetvis beroende på hur aktuella FoU-insatser utfallit och huruvida den energipolitiska målsättningen ändrats. I problemkomplexet energiekonomi - energibärflexibilitet - emissionsbegränsningar erfordras sannolikt ökade insatser av bl a systemanalytisk karaktär så att forskningsinriktning samt beslutsunderlag för normer o dyl blir så fullständigt som möjligt.

Vad gäller värmemotorer knytes stora förhoppningar kring introduktion av keramer. Om förhoppningarna infrias är fortsatta insatser aktuella.

FoU-insatserna rörande elektrokemiska motorsystem (inkl katalysatorutveckling) bör bl a ge sådant underlag

att dessa drivsystem kan värderas och deras utvecklingspotential bedömas gentemot värmemotorer. Fortsatta och sannolikt ökade insatser kan bli aktuella.

På energiproduktionshåll studeras alternativa energiförsörjningsprofiler. Den energibärare som utgör en "gemensam nämnare" i dessa profiler är metanol, vilket är ett fördelaktigt bränsle för bränsleceller och är användbart i på lämpligt sätt anpassade motorer.

Fortsatta och sannolikt ökade insatser vad gäller metanol, där energianalyser, anpassning till olika värmemotorer, utvärdering av emissionsförhållandena m m ingår är aktuella.

Tidsperspektivet beträffande väte är längre jämfört med metanol men då väte i framtiden kan bli en generellt använd energibärare bör insatserna på detta område fortsättas.

Mot denna bakgrund uppskattas att medelsbehovet efter 1981 kommer att motsvara alternativ III dvs ca 50 milj kr i aktuellt penningvärde.

RESURSSITUATION

För genomförandet av FoU-verksamheten kan anlitas fordons- och transportmedelsindustri, ackumulatorindustri, annan lämplig industri, enskilda forskare eller uppfinnare samt universitet och högskolor.

Genom industrisamverkan kan en hög grad av medfinansiering av projekten påräknas. Det är också hos industrierna som uppnådda FoU-resultat kan omsättas till praktiska resultat. En prioritering av industriförankrade projekt bedöms sålunda motiverad.

Landets samlade kompetensresurser bedöms vara tillräckliga för genomförande av FoU-verksamheten. Det utesluter dock inte olika former av internationell samverkan, men några konkreta planer härför finns ej f n.

6 TOTALT MEDELSBEHOV FÖR PROGRAM 2

Det totala medelsbehovet för program 2 Energianvändning för transporter och samfärdsel under treårsperioden 1978-1981 sammanfattas i tabell 25.

Tabell 25. Medelsbehov för program 2 Energianvändning för transporter och samfärdsel 1978-1981 (milj kr).

Delprogram	Alternativ I	Alternativ II	Alternativ III
Transportsystemets utveckling	8.0	4.0	14.0
Energianvändning i drivsystem	29.0	15.5	50.4
Totalt	37.0	19.5	64.4

7 REFERENSER I URVAL

- 1 Energikonsumtion vid transporter. Rapport 1. Statistik över energikonsumtionen 1970-1975. Statens Vägverk - Transportnämnden.
- 2 Engström, M.-G., Sahlberg, B.: Interurbana resor med järnväg. 1976. (intern SJ-rapport)
- 3 Engström, M.-G., Sahlberg, B.: Internt material framtaget inom pågående projekt "Transportstruktur och regional organisation". (Avrapportering sker 2:a halvåret 1977).
- 4 Kommunikationsdepartementet. Bilaga 9 till budgetpropositionen 1977 (Prop. 1976/77:100, Bilaga 9).
- 5 Kordi, I.: Drivmedelsförbrukningen i Sverige emot år 1990 - Personbilar. Transportforskningsdelegationen 1976:1.
- 6 Personbilarnas årliga körlängd regionvis under 1972/73. Statens Vägverk. TÖ 122.
- 7 Resmönstrets säsongförändringar. Statens Vägverk DA 106.
- 8 SOU 1974:64,65: Energi 1985. 2000. (bilaga).
- 9 SOU 1974:75 : Energiforskning. Transporter och samfärdsl.
- 10 SOU 1975:66: Trafikpolitik - behov och möjligheter.
- 11 SOU 1975:89: Långtidsutredningen 1975.
- 12 Statistiska meddelanden (SM): serie T.
- 13 Sveriges energikonsumtion till 1995. Referensprognos. SIND PM 1977:5.
- 14 Transporter i Sverige, Kommunikationsdepartementet. Ds:K 1975:4.
- 15 TU 71 Trafikundersökningar i Stockholmsregionen hösten 1971 nr 1 och 2.
- 16 Science vol 193 (1976) .
- 17 I. Walldén: Framtida drivmedel (jan 1975). Utredningsrapport på uppdrag av Sveriges Bilindustri- och Bilgrossistförening och Motorbranschens Riksförbund.

- 18 Methanol as a Fuel. Proceedings of Symposium. Stockholm 1976.
- 19 Ny Teknik 39 (1976).
- 20 Neuen Kraftstoffe auf der Spur. Bundesministerium für Forschung und Technologie (1974).

1977: 58	1977: 58
----------	----------

1977: 58	1977: 58	Bilaga
----------	----------	--------

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

Förteckning över stödda projekt inom programmet
Energianvändning för transporter och samfärdsl

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

1977: 58	1977: 58	
----------	----------	--

PROJEKTFÖRTECKNING 1977-08-10

Delprogram Transportsystemets utveckling	Program 2	Programorgan TFD
---	--------------	---------------------

Projektnr ¹	Projekttitel, projektledare och institution	Beviljat stöd	Startdatum	Slutdatum	Ämneskod ²
33/77-82	Energikostnader-transporter-anläggningskoncentration. G Törnqvist, inst för kulturgeografi och ek geografi, Lund	347	1975-07-01	1978-06-30	
81/76-82	Transportstruktur och regional organisation. M-G Engström, nordiska inst för samhällsplanering, Stockholm	361	1975-07-01	1977-10-31	
57/76-82	Samverkan mellan mindre och medelstora företag. S Bjerninger, inst för transportteknik, Lund	150	1976-07-01	1977-10-31	
67/77-82	Bränslebesparing inom flygtransportsektorn. A Gustavsson, flygtekniska försöksanstalten, Stockholm	240	1976-07-01	1978-06-30	
144/76-82	Ortstruktur, persontransporter och energikonsumtion. L Nordström, kulturgeografiska inst, Göteborg	176	1976-07-01	1978-06-30	
44/76-82	Samåkning med privatbil. Y Vesterlund, inst för stadsbyggnad, Göteborg	272	1976-07-01	1978-06-30	
196/76-82	Effekter av olika system för bensinransonering. P Bohm, nationalekonomiska inst, Stockholm	268	1976-07-01	1978-06-30	
31/77-82	Undersökning genom datorsimulering av samåkning i taxi. A Otteblad, inst för reglerteknik, Göteborg	280	1976-09-01	1978-06-30	

1) Programorganets diarienummer eller dyl

2) Ifylles av DFE

PROJEKTFÖRTECKNING 1977-08-10

Delprogram Transportsystemets utveckling	Program 2	Programorgan TFD
---	--------------	---------------------

Projektnr ¹	Projekttitel, projektledare och institution	Beviljat stöd	Startdatum	Slutdatum	Ämneskod ²
106/77-82	Energieffektiviteten inom det svenska person- och godstransportsystemet. I Kordi, inst för vägbyggnad, Stockholm	185	1977-02-01	1978-01-31	
74/77-82	Tekniska hjälpmedel och operativa rutiner för taxi i ett storstadsområde och i medelstor stad. J Börjesson, Teleplan AB, Solna	120	1977-07-01	1978-09-30	

1) Programorganets diarienummer eller dyl

2) Ifylles av DFE

PROJEKTFÖRTECKNING

DATUM: 1977-06-30

Delprogram		Energiplan för transporter o samfärdsl: Energiplan i drivsystem		Program 2		Programorgan		STU	
Projektnr	Projekttitel	Projektleddare/ Stödmottagande institution	Beviljat stöd	Uppdelning per budgetår	Startdatum	Slutdatum	Änneskod ²		
74-4923b	Reglersystem för konvertering av dieselmotorer för drift med fasta bränslen	J Åbom	15.000	75/76 15.000	750901	760630			
74-6569 hemlig	Förbättring av Wankelmotors driftekonomi genom kylmedelsinsprutning. Provkörning	P Steinwall	2.000	75/76 2.000	760401	760630			
75-3423 hemlig	Järn/luftcell, fortsatt utvecklingsarbete	AB S T Powercell O Siwersson	170.000	75/76 170.000	750701	760630			
75-3463 hemlig	Patentansökningar i utlandet beträffande järn/luftcell	AB S T Powercell O Siwersson	45.000	75/76 45.000	750501	760630			
75-3674	Bränslekvälitetens inverkan på energifrigörelseförlopp i förbränningsmotorer, huvudsakligen dieselmotorer	Inst f förbränningsmotorteknik CTH L Th Collin	130.000	75/76 130.000	760101	761231			
75-3724	Undersökning av kombinationen av gasrecirkulation, ett tyngre bränsle än normalt och speciella start hjälpmotorer för en förgasarmotor	Inst f förbränningsmotorteknik CTH L Th Collin	120.000	75/76 120.000	750701	760630			
75-3726	Reglerfunktionernas inverkan på drifttegenskaper och emissioner	Inst f förbränningsmotorteknik CTH L Th Collin	125.000	75/76 125.000	750701	760630			
75-3750 hemlig	Fasta elektrolyter; egenskaper och tillämpningar	Fysiska Inst CTH A Lundén	100.000	75/76 100.000	751001	760630			

PROJEKTFÖRTECKNING

DATUM:

Delprogram	Energianv för transporter o samfärdsl: Energianv i drivsystem			Program 2	Programorgan STU		
Projektnr ¹	Projekttitel	Projektleddare/ Stödmottagande institution	Beviljat stöd	Uppdelning per budgetår	Startdatum	Slutdatum	Ämneskod ²
75-4374 hemlig	Stirlingmotor med förhöjd verkningsgrad och hög effek- täthet genom utnyttjande av keramiska vändelar, utveck- lings- inkl motorprov	United Stirling T Lia	1.000.000	75/76 400.000 76/77 600.000	760101	770630	
75-4683	Vidareutveckling av prototyp för elbilen ELIS	ELIS AB R Johansson	30.000	75/76 30.000	760101	761231	
75-5105	Förkammare med ultraljudan- ordning	A Nielsen	30.000	75/76 30.000	760101	760630	
75-6087	Testning av det ekonomiska och miljömässiga resultatet vid utförandet av propeller- dysa på ett fiskefartyg	Fiskefartyget GG 575 Tudor V Larsson	82.000	75/76 82.000	760101	761231	
75-6214	Släpvagn för timmertransport- er i lättmetall	A Andersson	54.000	75/76 54.000	760101	760630	
75-6642 hemlig	System 54	AB Volvo Th Brynielsson	1.000.000	75/76 400.000 76/77 600.000	760101	770630	
76-3015	Anordning av förbränningsmo- tor för att alstra chockvåg och turbulens i gasblandning- en i mortorns förbrännings- rum för snabb och intensiv blandning av partiklarna i gasmassan	A Nielsen	30.000	75/76 30.000	760101	761231	

1) Programorganets diariennr, el dyli

PROJEKTFÖRTECKNING

DATUM:

Delprogram	Energiaviv för transporter o samfärdsl: Energiaviv i drivsystem			Program 2	Programorgan	STU	
Projektnr ¹	Projekttitel	Projektleddare/ Stödmottagande institution	Beviljat stöd	Uppdelning per budgetår	Startdatum	Slutdatum	Änneskod ²
76-3214 (74-4923)	Tätningselement för pulverdieslar	J Åbom	225.000	76/77 115.000 77/78 110.000	760701	780630	
76-3261	Ultraljudanordning i förbränningsmotorer	Uppsala universitet S Händel	150.000	75/76 50.000 76/77 100.000	760101	770630	
76-4299	Behovsstyrd vatteninjicering i förbränningsmotorer	UFAB P E Ljung	86.000	75/76 60.000 76/77 26.000	760401	770630	
76-4721	Elektriskt drivsystem med stirlingmotordrivet laddningsaggregat - systemstudie	United Stirling B Hallare	25.000	76/77 25.000	760401	760630	
76-4721b	Samma som ovan	Samma som ovan	10.000	76/77 10.000	760401	760630	
76-4748 hänlig	City-weekendbil-maskineri I och II	Inst f förbränningsmotorteknik CTH L Th Collin	300.000	76/77 300.000	760701	770630	
76-5084 hänlig	Heterogen katalys och förbränning	AB Volvo Th Högberg	800.000	76/77 400.000 77/78 400.000	760701	780630	
76-6427	Utvärdering av Saab-Scania's ångmotor. Förstudie	United Stirling S Carlqvist	65.000	76/77 65.000	761101	770630	
76-6427b	Samma som ovan. Etapp 2	Samma som ovan	175.000	76/77 175.000	770301	770531	
76-6490	50 W metanol-luftbränslecellbatteri	Inst f kemisk teknologi KTH Ch Sylvan	179.000	76/77 71.200 77/78 107.800	761108	780630	
77-3061 hänlig	Utvveckling av ny typ av bilbatteri	Elstatic International AB J O Wallén	55.000	76/77 55.000	770101	770630	

1) Programorganets diarier, el dyi

2) ifylles av DFE

Delprogram		Energiavv för transporter o samfärdsl: Energiavv i drivsystem			Program 2		Programorgan		STU
Projektnr. ¹	Projekttitel	Projektleddare/ Stödmottagande institution	Beviljat stöd	Uppdelning per budgetår	Startdatum	Slutdatum	Änneskod ²		
77-3062 hennlig	Utveckling av vattencell	Elstatic International AB J O Wallén	25.000	76/77 25.000	770101	770630			
77-3436	Utveckling av energitäta nickeljämbatterier	Sv Utvecklings AB B Andersson	500.000	76/77 500.000	760701	770630			
77-3894	Förkamare med ultraljudan- ordning	A Nielsen	30.000	75/76 30.000	760101	760630			

1) Programorganets diariennr. el dyl

2) I fyller av DFE

KUNGL. BIBL.
- 7 OKT 1977
STOCKHOLM

Ingenjör	Skriftens förklarande o. förklarings: Sammanfattning	Lager 3	Lager 2	Lager 1	Lager 0
----------	--	---------	---------	---------	---------

Kronologisk förteckning

1. Totalförsvaret 1977–82. Fö.
2. Bilarbetstid. K.
3. Utbyggd regional näringspolitik. A.
4. Sjukvårdsavfall. Jo.
5. Kvinnlig tronföljd. Ju.
6. Översyn av det skatteadministrativa sanktionssystemet 1.B.
7. Rätten till vapenfri tjänst. Fö.
8. Folkhögskolan 2. U.
9. Betygen i skolan. U.
10. Utrikeshandelsstatistiken. E.
11. Forskning om massmedier. U.
12. Kommunal och enskild våghållning. K.
13. Sveriges samarbete med u-länderna. Ud.
14. Sveriges samarbete med u-länderna. Bilagor. Ud.
15. Handelsstålsindustrin inför 1980-talet. I.
16. Handelsstålsindustrin inför 1980-talet. Bilagor. I.
17. Översyn av jordbrukspolitiken. Jo.
18. Inflationsskyddad skatteskala. B.
19. Radio och tv 1978–1985. U.
20. Kommunernas ekonomi 1975–1985. B.
21. Svensk undervisning i utlandet. U.
22. Arbete med näringshjälp. A.
23. Psykiskt störda lagöverträdare. Ju.
24. Näringsidkares avbetalningsköp m. m. Ju.
25. Båttliv 2. Registerfrågan. Jo.
26. Kvinnan och försvarets yrken. Fö.
27. Revision av vattenlagen. Del 4. Förslag till ny vattenlag. Ju.
28. Kortare väntetider i utlänningsärenden. A.
29. Konkursförvaltning. Ju.
30. Elektronmusik i Sverige. U.
31. Studiestöd. U.
32. Konsumentskydd vid köp av begagnad personbil. Ju.
33. Allmänflygplats–Stockholm. K.
34. Inrikesflygplats–Stockholm. K.
35. Inrikesflygplats–Stockholm. Bilagor. K.
36. Ersättning för brottsskador. Ju.
37. Underhåll till barn och fränkskilda. Ju.
38. Folkbildningen i framtiden. U.
39. Företagsdemokrati i kommuner och landstingskommuner. Kn.
40. Socialtjänst och socialförsäkringstillägg. S.
41. Socialtjänst och socialförsäkringstillägg. Sammanfattning. S.
42. Kronofogdemyndigheterna. Kn.
43. Koncentrationstendenser inom byggnadsmaterialindustrin. I.
44. Skyddad verkstad–halvskyddad verksamhet. A.
45. Information vid kriser. H.
46. Pensionsfrågor m. m. S.
47. Billingen. I.
48. Översyn av de speciella statsbidragen till kommunerna. B.
49. Översyn av rättshjälpssystemet. Ju.
50. Häktning och anhållande. Ju.
51. Fusioner och förvärv i svenskt näringsliv 1969–73. H.
52. Forskningspolitik. U.
53. Sektorsanknuten forskning och utveckling. Expertbilaga 1. U.
54. Information om pågående forskning. Expertbilaga 2. U.
55. Forskning i kontakt med samhället. Expertbilaga 3. U.
56. Energi – program för forskning, utveckling, demonstration. I.
57. Energi – program för forskning, utveckling, demonstration. Bilaga A. I.
58. Energi – program för forskning, utveckling, demonstration. Bilaga B. I.

Statens offentliga utredningar 1977

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

Kvinnlig tronföljd. [5]
Psyiskt störda lagöverträdare. [23]
Näringsidkares avbetalningsköp m. m. [24]
Revision av vattenlagen. Del 4. Förslag till ny vattenlag. [27]
Konkursförvaltning. [29]
Konsumentskydd vid köp av begagnad personbil. [32]
Ersättning för brottsskador. [36]
Underhåll till barn och frånskilda. [37]
Översyn av rättshjälpssystemet. [49]
Häktning och anhållande. [50]

Utrikesdepartementet

Biståndspolitiska utredningen. 1. Sveriges samarbete med u-länderna. [13] 2. Sveriges samarbete med u-länderna. Bilagor. [14]

Försvarsdepartementet

Totalförsvaret 1977–82. [1]
Rätten till vapenfri tjänst. [7]
Kvinnan och försvarets yrken. [26]

Socialdepartementet

Socialutredningen. 1. Socialtjänst och socialförsäkringstillägg. [40] 2. Socialtjänst och socialförsäkringstillägg. Sammanfattning. [41]
Pensionsfrågor m. m. [46]

Kommunikationsdepartementet

Bilarbetstid. [2]
Kommunal och enskild våghållning. [12]
Allmänflygplats—Stockholm. [33]
Brommautredningen. 1. Inrikesflygplats—Stockholm. [34] 2. Inrikesflygplats—Stockholm. Bilagor. [35]

Ekonomidepartementet

Utrikeshandelsstatistiken. [10]

Budgetdepartementet

Översyn av det skatteadministrativa sanktionssystemet 1. [6]
Inflationsskyddad skatteskala. [18]
Kommunernas ekonomi 1975–1985. [20]
Översyn av de speciella statsbidragen till kommunerna. [48]

Utbildningsdepartementet

Folkhögskolan 2. [8]
Betygen i skolan. [9]
Forskning om massmedier. [11]
Radio och tv 1978–1985. [19]
Svensk undervisning i utlandet. [21]
Elektronmusik i Sverige. [30]
Studiestöd. [31]
Folkbildningen i framtiden. [38]
Forskningsrådotsutredningen. 1. Forskningspolitik. (52) 2. Sektorsanknuten forskning och utveckling. Expertbilaga 1. (53) 3. Information om pågående forskning. Expertbilaga 2. (54) 4. Forskning i kontakt med samhället. Expertbilaga 3. (55)

Jordbruksdepartementet

Sjukvårdsavfall. [4]
Översyn av jordbrukspolitiken. [17]
Bätliv 2. Registerfrågan. [25]

Handelsdepartementet

Information vid kriser. [45]
Fusioner och förvärv i svenskt näringsliv 1969–73. [51]

Arbetsmarknadsdepartementet

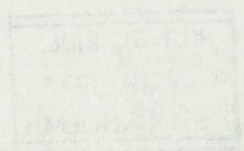
Utbyggd regional näringspolitik. [3]
Arbete med näringshjälp. [22]
Kortare väntetider i utlänningsärenden. [28]
Skyddad verkstad—halvskyddad verksamhet. [44]

Industridepartementet

Handelsstålsutredningen. 1. Handelsstålsindustrin inför 1980-talet. [15] 2. Handelsstålsindustrin inför 1980-talet. Bilagor. [16]
Koncentrationstendenser inom byggnadsmaterialindustrin. [43]
Billingen. [47]
Delegationen för energiforskning. 1. Energi—program för forskning, utveckling, demonstration. [56] 2. Energi—program för forskning, utveckling, demonstration. Bilaga A. [57] 3. Energi—program för forskning, utveckling, demonstration. Bilaga B. [58]

Kommundepartementet

Företagsdemokrati i kommuner och landstingskommuner. [39]
Kronofogdemyndigheterna. [42]



KUNGL. BIBL
- 7 OKT 1977
STOCKHOLM



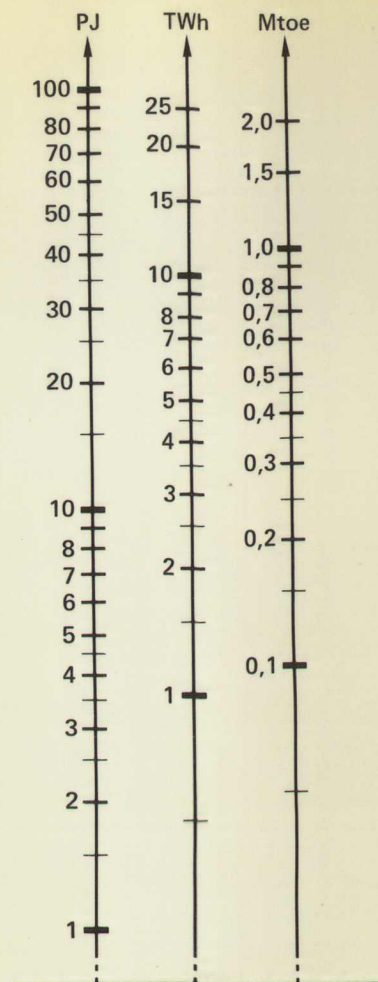


Diagram för omvandling
mellan energienheter.
Logaritmisk skala.



LiberFörlag
Allmänna Förlaget

ISBN 91-38-03691-6
ISSN 0375-250X