

## 5. Programnivå: Forsøksordningens læringsverdi og nytte

Mens vi i de to forutgående kapitlene fokuserte på innholdet i de enkelte prosjektene i forsøksordningen samt deres læringseffekter og nytteverdi, vil vi nå igjen bevege oss opp på programnivået. Her kan vi spørre oss hvilke erfaringer programmet som sådan har gitt. Og enda mer generelt: Har programmet gitt det rette svaret på det rette spørsmålet?

I det følgende vil vi først redegjøre for de rammebetingelser og utviklingstrender programmet må forholde seg til: energiforbruk, miljøutfordringer, teknologisk utvikling og satsinger i andre land. Dernest vil vi diskutere forsøksordningens vinkling og organisering i lys av disse rammebetingelsene og til slutt prøve å oppsummere programmets mulige bidrag for utforming av norsk samferdsels- og miljøpolitikk.

### 5.1 Nasjonale og internasjonale rammebetingelser

#### 5.1.1 Verdens ressursituasjon mht. energi/drivstoff

Dagens transportsystemer i meget stor grad basert på drivstoffer fra fossile ressurser, herunder i hovedsak olje. En mulig grunn for satsing på alternative drivstoffer ville derfor være at en kan forutse en knapphet på verdens energireserver som ville føre til økte priser og redusert forsyningsikkerhet for de importerende landene. Vi vil kort skissere verdens ressursituasjon mht. energi for de kommende 15-25 år.<sup>32</sup>

I 1992 var det globale primærenergiforbruket på 338 EJ (exajoule), derav 55% i OECD-land. Ifølge scenarier laget av Verdens energikonferanse WEC vil energiforbruket stige til mellom 475 EJ (i det såkalte miljøscenariet) og 724 EJ (vekstscenariet) i år 2020. Prognosene er atskillig lavere enn tilsvarende prognoser utført i 1979 som forutså et energiforbruk på 840 EJ i år 2020 i sin laveste variant og 1000 EJ i midt-varianten.

Det internasjonale energiagenturet IEA regner med et energiforbruk på 456-490 EJ i år 2010, dvs. en global økning på 35-45% i forhold til 1992. De europeiske OECD-landene vil da øke sitt forbruk med mellom 13 og 21 %, mens u-landenes forbruk omtrent vil fordobles i samme periode. 80-90% av energibehovet vil fortsatt dekkes gjennom forbrenning av fossilt brensel som kull, olje og gass.

Samtidig viser det seg at energireservene langt ifra er så knappe som man ennå trodde i 1970-årene. De sikre reservene av kull, olje, gass og natururan tilsvarer tilsammen

---

<sup>32</sup> De følgende tallene er hentet fra en spesialutredning fra Prognos AG som Rogalandsforskning har benyttet som underleverandør i det foreliggende evalueringsprosjektet. Se Dischinger 1996.

28.000 EJ. Hvis vi legger IEA-prognosene for energiforbruk til grunn, rekker de sikre reservene for hhv. 125, 34, 47 og 45 år. Dette høres ikke så mye ut. Tar en imidlertid med anslagene på de reservene som ennå vil oppdages og som er teknisk utvinnbare, kan forrådene strekkes til følgende tidshorisonter:

Kull: 795 år  
Olje: 53 år  
Gass: 114 år  
Uran: ikke mulig å beregne

På kort sikt er det således ikke noen flaskehals å forvente på energisektoren, selv om oljetidsalderens slutt allerede kan skimtes. De store globale lagrene av kull gir imidlertid snarere horrorvisjoner enn et beroligende bilde dersom en skulle forestille seg at jordens befolkning skulle brenne kull i 800 år til, med alle de følgene dette måtte ha for klima og miljø.

Vedvarende energikilder som solenergi, vannkraft, bølgekraft, geotermi (jordvarme), biomasse etc. vil i overskuelig framtid bare kunne dekke en brøkdel av det globale energibehovet. WEC har i sin studie "Energy for Tomorrow's World" i sin mest optimistiske prognose ("ved sterk politisk støtte") anslått et maksimalt bidrag fra vedvarende energikilder på 132 EJ i år 2020, tilsvarende 28% av det forutsagte energibehovet samme år.

*På bakgrunn av de nevnte prognosene for energiforbruk og energireserver kan det for de neste 10-20 år ikke forventes noen dramatisk prisutvikling som vil kunne forrykke strukturene i dagens energiprissystem, som i stor grad er bygd opp i forhold til oljeprisen. Siden diesel er det dominerende drivstoffet innen kollektiv- og tungtrafikk og vil forbli det i mange år framover, vil prisdannelsen for alternative drivstoffer som naturgass eller strøm måtte orientere seg etter den til enhver tid aktuelle diesel-prisen (regionalt/nasjonalt). Tilsvarende gjelder for bensin innen personbil-sektoren. Ulike geografiske forhold mht. de enkelte energibærernes tilgjengelighet, men ikke minst nasjonale skatte- og avgiftssystemer, kan imidlertid ha betydelig innflytelse på konkurranseforholdene de enkelte drivstoffene imellom.*

At en rekke land i verden til tross for de refererte prognosene satser på alternative energikilder/drivstoffer som en nasjonal strategi, selv om dette er mer kostbart enn olje og kull, har delvis med politiske vurderinger mht. nasjonal selvforsyning å gjøre. Ønsket om å bli mer uavhengig av andre lands energiforsyninger har blitt spesielt framtrædende etter oljekrisene på 1970-tallet. Norge som et energirikt land med store olje-, gass- og vannkraft-ressurser trenger trolig i mindre grad enn andre industrinasjoner å frykte noen mangel på energi eller noen kostnadsekspløsjon. Endringer i den globale energiprisstrukturen vil likevel også slå gjennom i Norge, all den tid den norske økonomien er innbundet i verdenshandelen.

### **5.1.2 Globale og lokale miljøutfordringer**

Som vi nettopp har sett, tilsier energiprognosene ikke noen dramatiske forskyvninger på mange år og dermed heller ikke noe press i retning av utvikling av alternative drivstoffer.

Et argument som derimot har blitt sterkere og sterkere framhevet, er miljøspørsmålet på både globalt og lokalt nivå. Ifølge Hansen et al. 1994 er Norges motiv for å bruke alternative drivstoffer kun knyttet til miljøhensyn.

Selv om de nevnte IEA-prognosene legger betydelige energieffektiviseringsgevinster til grunn (årlig 1,6-2,0 % pr. verdiskapnings-enhet)<sup>33</sup>, stiger energiforbruket stadig pga. global befolkningsvekst, produksjonsvekst, flere kjøretøy/anlegg/boliger osv. IEA regner tilsvarende med en økning av CO<sub>2</sub>-utslipp med 30-40% innen år 2010, sammenlignet med 1990. Selv for OECD-regionen regnes det med en økning på 11-24%. En stabilisering av CO<sub>2</sub>-utslipp, som etterlyst på internasjonale klimakonferanser, er ikke i sikte. Prognosene er således å oppfatte som en advarsel med sikte på en uønsket utvikling, med mindre det iverksettes enda mer drastiske tiltak enn de som allerede var lagt inn i prognosene for energieffektivisering.

Økende konsentrasjon av CO<sub>2</sub> sammen med andre gasser som metan, lystgass og klorfluorkarboner fører som kjent til økt global oppvarming. I Norge står transportsektoren for 40% av innenlands utslipp av karbondioksid, og vegtrafikken står igjen for over halvparten av dette.

Utslipp av SO<sub>2</sub> og NO<sub>x</sub> bidrar til regional forurensning ved forsuring av jord og vann og overgjødning. NO<sub>x</sub> kan dessuten i samspill med flyktige organiske forbindelser (NMVOC, uten metan) forårsake dannelsen av bakkenært ozon, som ved høye konsentrasjoner kan gi helseproblemer, avlings- og materialskader. Transportsektoren sto i 1993 for 80% av NO<sub>x</sub>-utslippene, nesten 25% av SO<sub>2</sub>-utslipp og en tredel av NMVOC-utslipp (St.meld. nr. 32 (1995-96)). Utslipp av partikler og CO, som ved økte lokale konsentrasjoner er direkte helsefarlige, kommer i Norge til hhv. 79 og 38 % fra samferdselssektoren.

Den norske regjeringen har i de siste årene hatt et ønske om å innta en pådriverrolle mht. internasjonalt forpliktende miljøsamarbeid. Norge har undertegnet en rekke internasjonale avtaler som omhandler globale og regionale miljøproblemer og i tillegg fastsatt enkelte nasjonale målsettinger. I sammenheng med transportsektoren kan vi nevne følgende viktige avtaler (jfr. Naturgass i transportsektoren 1995):

- "Klimakonvensjonen" fra 1992, som gir en ramme for utvikling av et sterkt globalt samarbeid om klimaspørsmål. Dessuten har Norge satt opp en målsetting om å stabilisere utslippet av CO<sub>2</sub> på 1989-nivå innen år 2000 - et mål som forøvrig ikke ser ut til å oppnås.
- NO<sub>x</sub>-protokollen fra Sofia 1988 om stabilisering av utslipp på 1987-nivå innen 1994. Norge har i denne sammenheng også avgitt en intensjonserklæring om å redusere utslippene av NO<sub>x</sub> med 30% innen 1998, sammenlignet med 1986-nivået. Det pågår ifølge St.meld. nr. 32 (1995-96) også forhandlinger om en ny NO<sub>x</sub>-protokoll.

---

<sup>33</sup> Til sammenligning: I 1991/92 var effektiviseringsgevinsten på 0,8% (Dischinger 1996).

- Geneve-protokollen fra 1991, der landene forplikter seg til å redusere flyktige organiske forbindelser (uten metan) med 30% innen 1999, med 1989 som basisår.
- Svovelprotokollen fra Oslo, juni 1994. Norge forplikter seg til maksimalt å slippe ut 34.000 tonn SO<sub>2</sub> årlig fra og med år 2000.

I tillegg til disse (inter-)nasjonale målene utarbeides det nå luftkvalitetsnormer for *lokal* forurensning (NO<sub>2</sub>, CO og partikler) samt støy i Norge. Gjennom forskrift i forurensningsloven skal det fastsettes grenseverdier for immisjoner. Dette kan føre til krav om spesielle miljøtiltak i større byer og industriområder, avhengig av hvor strenge grenseverdiene til syvende og sist blir. Samtidig som statlige myndigheter formulerer målsettinger for miljø på lokalplanet, skjer det imidlertid også tilsvarende målformuleringer i kommunene selv. Mange kommuner har utarbeidet egne miljøplaner, og enkelte har utover dette gått igang med arbeidet om å skape lokale "agendaer 21", slik Rio-konferansen hadde intendert. En slik lokal agenda 21 skal inneholde lokale løsningsforslag for globale miljøproblemer. I utlandet har denne typen miljøarbeid bl.a. ført til kommunale krav om lave utslipp fra trafikken i bysentrumsområder og til satsinger på alternative drivstoffer (f.eks. i Saarbrücken i Tyskland).

Oppsummeringsvis kan vi si at miljøutfordringene rettet mot transportsektoren ligger på to plan: for det første (på det globale plan) i CO<sub>2</sub>-problematikken, noe som - hvis vi kun betrakter det tekniske området - framfor alt krever mer effektive motorer. Den tyske bilindustriens uttalte selvforpliktelse til å bygge den såkalte "tre-liters-bilen" (forbruk på maks. 3 liter bensin pr. 100 km) innen få år vil nok gi viktige impulser her. Andre muligheter er bruk av alternative drivstoffer med mindre karboninnhold og/eller fra fornybare energiressurser.

For det andre tilstreber man (på det lokale plan) en minimering av spesielle utslippskomponenter med lokal/regional virkning. På personbil-siden har det allerede blitt initiert viktige tiltak (stikkord katalysator og blyfri bensin), slik at en kan forvente større reduksjoner av NO<sub>x</sub>, CO og NMVOC i årene framover. Det samme gjelder for SO<sub>2</sub> gjennom reduksjon av drivstoffenes svovelinnhold. Derimot er det på områdene NO<sub>x</sub>, partikler og også SO<sub>2</sub> fra tunge kjøretøy (lastebiler, busser) og skipsfart fortsatt mye å hente. Også støy-problematikken kan få økt oppmerksomhet i nærmeste framtid pga. en generell sensibilisering i befolkningen og som utslag av den nevnte grenseverdi-fastsettelsen.

### **5.1.3 Perspektiver for alternative drivstoff-/motor-systemer**

Norge er et land som bortsett fra skip ikke produserer egne kjøretøy/motorer av nevneverdig omfang. Dessuten er det norske markedet forholdsvis lite i internasjonal målestokk. Med dette som utgangspunkt må en innse at Norge i sammenheng med introduksjon av alternative drivstoffer og framdriftssystemer i stor grad er avhengig av utendlandsk utvikling. Dette gjelder både utenlandske kjøretøyprodusenter, den internasjonale drivstoffproduserende industrien og de store landenes og EU's

samferdselspolitiske vedtak. Sett i forhold til de ressursene forsøksordningen for alternative drivstoffer rår over, må en nok "svømme med strømmen" og satse på de teknologier som har/vil få en viss utbredelse internasjonalt - med mindre det finnes særskilte norske forhold som tilsier en egen løsningsvei.

I dette avsnittet vil vi gi en kortfattet vurdering av ulike løsninger i forbindelse med alternative drivstoffer. Med "alternativ" mener vi andre drivstoffer enn bensin og diesel (og deres reformulerte varianter). Følgende drivstoffer er i prinsippet aktuelle:

- Bio-diesel (rapsolje og rapsoljedimetyleter)
- Metanol
- Etanol
- Naturgass (CNG/LNG)
- LPG (i hovedsak propan)
- Bio-gass (fra deponi eller gjæringsanlegg)
- Hydrogen
- Elektrisitet

De nevnte drivstoffene kan stort sett brukes i modifiserte otto- eller dieselmotorer. I tillegg kommer el-motoren som kan få sin strøm enten gjennom batteri, ledning (trolleybuss, DUO-buss), fra en innebygd diesel- eller etanoldrevet generator (hybrid-systemer) eller fra en brenselcelle (på hydrogen, metanol eller naturgass).

Det er imidlertid ikke bare motorteknologien som skiller alternativt drivstoff-systemene fra de tradisjonelle løsningene. Produksjon av drivstoffet, distribusjon, lagring i kjøretøyet samt avgassrensning gir til dels svært ulike muligheter og begrensninger vis à vis de enkelte drivstoff-typene, med tilsvarende implikasjoner for både økonomi og økologi. Dessuten er de alternative løsningene unge i forhold til diesel- og ottomotor, og det står som regel mye forsknings- og utviklingsarbeid igjen før en virkelig kan foreta en avsluttende vurdering. Likevel vil vi, basert på tre nyere utredninger<sup>34</sup>, gi en grov framtidsvurdering av systemene.

Når det gjelder såkalt **bio-diesel** produsert av raps (rapsolje, rapsoljedimetyleter), er det i praksis kun rapsoljedimetyleter (ROME) som er et alternativ til vanlig diesel. Rapsolje har vist seg å føre til start- og driftsproblemer, spesielt ved lavere temperaturer. ROME har nok bedre driftsegenskaper, men viser i sum ikke bedre utslippsverdier enn diesel. Spesielt på NO<sub>x</sub>- og partikkelsiden er det snarere ulemper å registrere. CO<sub>2</sub>-utslippene viser - ved en betraktning av hele energikjeden - visse fordeler for ROME, men dagens dyrkingsmetoder for raps kan til gjengjeld føre til andre former for miljøbelastninger. En norsk ROME-produksjon ville dessuten ikke kunne dekke mer enn 1-2 % av det nasjonale drivstoff-forbruket.

**Metanol** kan lagres like enkelt på tank som bensin eller diesel, men har lavere spesifikt energiinnhold. Tanken må derfor være ca. dobbelt så stor for å romme samme energimengde. Metanol kan blandes med bensin i hvilket som helst blandingsforhold.

---

<sup>34</sup> Dischinger 1996, Hansen et al. 1994 samt et internt notat fra Vegdirektoratet 1993 ("Vurdering av miljøaspektet ved forskjellige typer drivstoff").

Fordelen med metanol som drivstoff er lave partikkelutslipp, sammenlignet med diesel. Dessuten er NO<sub>x</sub>-utslippene litt lavere. Den påståtte positive effekten av metanol mht. dannelsen av bakkenært ozon har i nyere litteratur blitt relativert (gjelder kun under bestemte lokale forurensningsforhold). Som regel brukes naturgass som råvare for produksjon av metanol, noe som innebærer et energitap på 40%, samtidig som produksjonskostnadene er 20% høyere enn for bensin fra råolje. I forhold til diesel fra råolje er det totale CO<sub>2</sub>-utslipp for metanol 20-30% høyere. Dermed anses metanol verken økonomisk eller miljømessig som tilfredsstillende alternativ.

For *etanol* (vanlig sprit) gjelder i prinsippet de samme motoregenskapene som for metanol, men drivstoffet har den fordel at drivstoffet kan masseproduseres av fornybare ressurser, f.eks. tremasse (Sverige) eller sukkerrør (Brasil). Utslipp fra etanolbusser i Sverige ligger langt under Euro II-normen, unntatt NO<sub>x</sub>, der "kun" 60% av normen oppnås. Motorteknologien ser ut til å være moden. Etanol er noe dyrere enn diesel. Sverige ser ut til å satse på etanol i årene framover først og fremst pga. drivhusproblematikken. Bruk av etanol kan redusere drivhuseffekten med 50-75% i forhold til diesel/bensin. I Norge er produksjonspotensialet for etanol anslått til å kunne dekke 10% av landets drivstoff-forbruk. Produksjonskostnaden ville være opp mot 5 kr pr. liter. Energiinnholdet pr. liter utgjør imidlertid kun 55% av tilsvarende i diesel.

*Naturgass*, det være seg som CNG eller LNG, ser for tiden ut til å være det mest modne alternativet, når en ser teknologi, økonomi og miljøaspekt under ett. Naturgassmotorer i busser og lastebiler viser meget lave utslippsverdier spesielt for de to komponenter som vil få økt oppmerksomhet i miljøsammenheng, nemlig NO<sub>x</sub> og partikler. De er dessuten mer støysvake enn dieselmotorer. LNG som en mulig lagringsmetode i kjøretøy (1-3 bar, -162°C) ser ut til å dropes til fordel for CNG (200 bar). Derimot er det ennå ikke avgjort om det vil være magermotor-konseptet med oksydaskatalysator (Skandinavia) eller lambda-1-motoren med treveiskatalysator (som favoriseres i Mellomeuropa) som vil få gjennomslag. Spørsmålet om utbredelse av naturgass som drivstoff spesielt for tyngre kjøretøy er i første rekke avhengig av tilgjengeligheten (distribusjon) av gass og prisen for denne.

*LPG* (i Norge i hovedsak propan, i Mellomeuropa gjerne 50:50-blanding av propan og butan) er et bifallsprodukt fra raffinerivirksomhet. Pga. sine fysikalske egenskaper er LPG mer håndterings- og lagringsvennlig enn naturgass (kan lagres flytende ved 6 bar), samtidig som gassen har lignende miljøegenskaper som denne når en bruker naturgass-optimerte motorer. Dessuten inneholder utslippene nesten ikke noe metan. Ombygde personbiler (med bensinmotor), som det i en rekke land finnes mange (hundre-)tusen av, har imidlertid mindre miljøfordeler. Problemet med LPG er de sterkt svingende prisene for drivstoffet som til tider gjør LPG økonomisk uattraktiv, samt variasjoner i drivstoffets kvalitet. I enkelte land er det forbud å ha LPG-biler stående inne i bl.a. parkeringshus pga. eksplosjonsfare (ved utslipp samler gassen seg ved golvet). Også LPG-kjøretøyenes økte eksplosjonsfare i forbindelse med trafikkulykker er for tiden et internasjonalt diskusjonstema.

*Bio-gass*, dvs. gass fra avfallsdeponi eller gjæringsanlegg, består til ca. 60% av metan og ellers av CO<sub>2</sub>, vanddamp og en del andre komponenter (bl.a. H<sub>2</sub>S) i små konsentrasjoner. Bruk av biogass er i seg selv miljøriktig (mht. drivhus-effekten) hvis

alternativet ellers hadde vært direkte utslipp eller avbrenning av gassen. Utfordringen er å få biogassen rensed for uønskede stoffer og oppnå en metangass-konsentrasjon på godt over 90%. Den rensede gassen vil da ha tilnærmet samme egenskaper som naturgass og kan brukes i naturgass-motorer med tilsvarende utslippsverdier. Problemet er selve rensesprosessen av den råe biogassen, som både er teknologisk krevende og relativt dyr. Økonomien vil derfor være avgjørende for en punktuell utnyttning av biogass til transportformål.

**Hydrogen** er sannsynligvis den typen alternativt drivstoff som det ennå ligger mest forskningspreg på. De første hydrogenrevne personbiler og busser er allerede i drift, men da som rene teknologiske forsøk. Tanken om at man kan forbrenne  $H_2$  og  $O_2$  til ren vanddamp, er besnærende, men teknologien er på ingen måte ferdigutviklet. Produksjon av hydrogen kan skje ved elektrolyse av vann eller, noe som for tiden er mest energieffektivt, fra naturgass (total virkningsgrad: 32%). Norge har naturlige fordeler knyttet til produksjon av hydrogen pga. sin vannkraftbaserte elektrisitet og ville kunne produsere gassen uten nevneverdig drivhus-effekt.

Lagring av hydrogen i bilen er et annet vesentlig problem. Lagring av nedkjølt flytende hydrogen ( $-253^\circ C$ ) er for tiden vektmessig mest lovende, men et slikt system krever avanserte fylleanlegg og fører til stadig fordampning av  $H_2$  fra tanken, slik at en biltank ville være tom dersom bilen hadde stått i 2-3 uker. En vanlig ottomotor ombygd til hydrogendrift (dvs. med forbrenning av luft) vil dessuten avgi høyere  $NO_x$ -utslipp enn en bensinmotor - uten at disse kan nedbrytes i en treveiskatalysator. "Forbrenning" i en brenselcelle med tilkoblet elektrisk motordrift vil da kanskje på sikt være et bedre alternativ, men her gjenstår det enda mer forskning. Vi vil anta at hydrogen-kjøretøy først fra ca. år 2010 vil ha mulighet for serieproduksjon. Det miljøforbedrende potensiale for hydrogen-teknologien er stort spesielt når en kan produsere den nødvendige elektrolysestrømmen v.h.a. fornybare energikilder. Norge bør derfor ha et genuint interesse i videreutvikling av denne teknologien.

**Elektrisitet** som "drivstoff" har en lang tradisjon også på bil-siden<sup>35</sup>, men har først i de senere år fått fornyet oppmerksomhet. Fordelen er at el-kjøretøy forårsaker praktisk talt ingen utslipp lokalt<sup>36</sup>, samt gode driftsegenskaper for elmotorer generelt. Den store utfordringen ligger derimot i miljøvennlig produksjon og ikke minst lagring av strømmen. Det finnes flere ulike varianter for el-drift. Tradisjonen med trolley-busser, som får strømmen via ledning, har blitt videreutviklet i form av *duo-buss*-konseptet der en i én og samme buss kan kombinere eldrift ved hjelp av kjøreledninger (f.eks. i sentrale bystrøk) med diesel-drift i utkant-områder. Et forsøk i København har imidlertid synliggjort en rekke praktiske problemer.

Størst fokus ligger idag på *batteridrevne elbiler*. Selv om man allerede har gjort store framskritt, er problemet fremdeles at oppladbare batteriene er for tunge i forhold til energiinnholdet, noe som begrenser både kjøretøyets rekkevidde (40-100 km) og

---

<sup>35</sup> I 1914 var 22% av alle lastebiler elektrisk drevet! Kilde: Dischinger 1996.

<sup>36</sup> Det totale utslipps- og energiregnskapet kan derimot variere kraftig fra land til land, bl.a. avhengig av et lands system for strømproduksjon (stikkord: kullkraft).

plass/nyttelast. Enkle, men driftssikre batterier som blybatterier er spesielt tunge; andre batterityper har høyere ladekapasitet, men er særdeles dyre og har delvis ennå for kort levetid totalt, samtidig som de krever spesielt vedlikehold. Dessuten er påkrevd ladetid som regel nokså lang (opptil 24 timer). Selve ladingen forårsaker dessuten betydelig tap av energi. Dette betyr at man ved hyppig lading (noe en vanligvis gjør med en elbil med kort rekkevidde) har en dårlig total energiutnyttelse.

Av de nevnte grunnene finnes det forsøk på å utvikle såkalte *hybrid-systemer* der elmotoren(e) forsynes med strøm fra en innebygd diesel- eller etanoldrevet generator. Strømmen mellomagres enten i et mindre batteri for å takle elmotorenes toppbelastninger, eller det anvendes et såkalt "elektrodynamisk energilager" som buffer. Hybrid-systemene, som i hovedsak anvendes i bybusser, er langt ifra ferdig utviklet og ennå nokså kostbare. Den miljømessige fordelingen ligger i at forbrenningsmotoren til drift av generatorer kan kjøres jevnt, og at motoren derfor kan innstilles mye bedre mht. utslippsminimering.

Enda en variant for strømproduksjon i selve kjøretøyet er *brenselcelle*-teknologien. Brenselceller produserer strøm ved en direkte omdanning av kjemisk energi fra f.eks. hydrogen, metanol eller naturgass til elektrisk energi. I tillegg produseres gjenvinnbar varme. Den totale virkningsgraden (el pluss varme) av brenselcellen er høy (>80%), mens den elektriske virkningsgraden på dagens "kommersielle" brenselcelle ikke er større enn 40%. I framtidens celler vil det være mulig å øke den elektriske virkningsgraden til i overkant av 60%. Brenselceller er fremdeles et eksempel på morgendagens teknologi. De er dyre, har kort levetid og bærer ennå mange praktiske problemer med seg.

For å kunne gi en vurdering av ulike alternative drivstoffers framtidsutsikter, er det - i tillegg til utviklingen på drivstoff- og motorteknologi-området - også viktig å skissere internasjonale perspektiver for *distribusjonssystemene*.<sup>37</sup> Alternative drivstoffer har kun en sjanse på markedet hvis de store aktørene på energisektoren er med på å forbedre tilgjengeligheten.

For de vanlige drivstoffene (diesel og bensin) finnes det en dekkende infrastruktur for distribusjon i alle utviklede land. I Tyskland og Sveits har man etterhvert også oppnådd nærmest landsdekkende distribusjonssystemer for biodiesel (ROME), men en ytterligere fortetting av systemet er trolig ikke i sikte. Etterspørselen etter bio-diesel, som er noe dyrere enn vanlig diesel, har vært svakere enn forventet. Frankrike vil fra år 2000 følge USA's eksempel og innføre et påbud om innblanding av alkoholiske stoffer fra landbruket (etanol, diester, metylester) i petrokjemisk produserte drivstoffer. Tyskland og Frankrike vil fra 1996/97 årlig produsere rundt 300.000 tonn rent "bio-drivstoff" hver. Satsingen i EU (inkl. Sverige og Danmark) på biodrivstoff har forøvrig i stor grad med EU's landbrukspolitikk å gjøre, som støtter dyrking av "non-food"-grøder finansielt for derved å redusere overproduksjon av matvarer.

Et noenlunde dekkende distribusjonsnett for CNG til kjøretøy eksisterer pr. idag bare i Italia (ca. 240 stasjoner). Imidlertid er disse stasjonene ofte foreldet og lite

---

<sup>37</sup> Jfr. Dischinger 1996.



brukervennlige. I Tyskland er mer enn 30 CNG-stasjoner offentlig tilgjengelige, mens ytterligere 90 finnes internt i en rekke bedrifter. Tyskland har et meget godt utbygd gassledningsnett som ville gjøre distribusjon av CNG både rimelig og miljøvennlig, men oljekonsernene (som eier bensinstasjonene) er åpenbart lite interessert i å bygge opp konkurranse for sine produkter. I Storbritannia har British Gas etablert i alt fem tankanlegg for CNG i sammenheng med modellforsøk i Southampton og Reading.

LPG-distribusjonsnettverket er generelt atskillig bedre utbygd i Europa. Tyskland har ca. 100, Storbritannia 300 LPG-fyllstasjoner. I Italia, Nederland og Frankrike finnes det landsdekkende systemer, mens man i Spania kun selger LPG til transportnæringen (12.000 drosjer på LPG).

Tankanlegg for flytende hydrogen (LH<sub>2</sub>) og LNG har ennå ikke blitt utviklet godt nok til å være et konkurransedyktig kommersielt produkt. I enkelte tettbefolkede industriregioner som i Ruhrområdet finnes det imidlertid allerede industrielle distribusjonsledninger for flytende hydrogen, slik at fyllstasjoner vil kunne kobles til.

Elektrisk strøm er i prinsippet tilgjengelig overalt. I de tyske byene Freiburg og Erlangen finnes det til og med "solar-fyllstasjoner" der strømmen produseres via solcellepaneler og selges til el-bilistene til en subsidiert pris.

Når det gjelder prisen for oppbygging av et landsdekkende distribusjonsnett for CNG til kjøretøy, kan vi vise til beregninger i Tyskland der en antar at oppbygging av 1000 CNG-anlegg med "quick fill system" (tankfylling av en buss-tank: tre til fem minutter) og en kapasitet på 300 kjøretøy pr. dag ville koste rundt 2 mrd. DM (8,75 mrd kr). Et tilsvarende nett med 1000 LPG-tankanlegg ville ikke koste mer enn 60 mill. DM.<sup>38</sup> Selv for et tett befolket land som Tyskland med et utbygd nett av naturgass-ledninger anses investeringsvolumet for et CNG-distribusjonssystem som såpass stort at en landsdekkende løsning vil være usannsynlig i overskuelig framtid. Også her vil det måtte bli lokale/regionale løsninger og løsninger for utvalgte transportsegmenter som f.eks. regional kollektivtrafikk.

I Norge vil den bebudete byggingen av et mikro-LNG-anlegg (7500 tonn årlig) av Statoil på Tjeldbergodden kunne bli starten på en gassbuss- eller ferge-satsing på noen få utvalgte steder. 7500 tonn rekker for drift av ca. 100 busser eller 8 ferger. Produksjonen vil etter behov kunne to- til femdobles.

Med utgangspunkt i norske forhold er konklusjonen av denne gjennomgangen at naturgass og LPG framstår som de mest aktuelle alternative drivstoffer. Biogass-utnyttelse krever samme type motorteknologi og har samme miljøeffekt, men det er tvilsomt at det finnes lønnsomme infrastruktur-løsninger her. Hydrogen og elektrisk strøm er nok meget interessante i et videre perspektiv, all den tid Norge har komparative fordeler ved produksjon av strøm og hydrogen, både miljø- og kostnadmessig. Biodrivstoffene ROME, metanol og etanol er mindre interessante ut fra en norsk

---

<sup>38</sup> I rapporten "Naturgass i transportsektoren" (1995) anslås kostnadene til et LPG-fyllanlegg i Norge til å ligge på rundt 350.000 kr.

ressurssituasjon, men en bør holde seg orientert om satsingene i hhv. Sverige og Danmark (jfr. neste avsnitt).

Ellers er det viktig å minne om at diesel- og bensindrevne motorer også i nærmere framtid (fram til år 2010) vil bibeholde sin dominerende stilling.

#### **5.1.4 Programmer for forsøk med alternative drivstoffer i andre land**

Norge er et av mange land der myndigheter gir støtte til utvikling av alternative drivstoffer. Spesielt land med betydelig egen bilindustri kan forventes å bruke offentlige midler på ulike forsøk. I det følgende vil vi referere fra programsatsinger i tre land: Sverige, Danmark og Tyskland. Oversikten er på ingen måte fullstendig, men er basert på noen få telefonintervju med relevante institusjoner i de nevnte landene. Når det gjelder enkelte forsøksprosjekter i Danmark, Sverige og Finland, gir Hansen et al. 1994 en god oversikt for perioden 1988-93/94.

**Sverige:** Sverige har en mangeårig tradisjon med å satse på alternative drivstoffer, noe som delvis har sin bakgrunn i de to oljekrisene på 1970-tallet. Spesiell vekt legges der på utvikling av fornybare ressurser, og da spesielt på alkoholer som drivstoff. Det er tre ulike statlige institusjoner som fremmer utvikling av alternative drivstoffer og teknologier rundt disse:

- NUTEK (Nærings- og Utveklingsverket), som ligger under Næringsdepartementet, støtter først og fremst prosjekter knyttet til *produksjon* av alternative drivstoffer og til motorutvikling. For tiden har man et 45 mill. kroners program vedr. produksjon av etanol på gang.
- KFB (Kommunikasjonsforskningsberedningen), som ligger under Kommunikationsdepartementet, gir støtte til introduksjon av nye teknologier/ drivstoffer. Her kjøres det bl.a. to fireårsprogrammer for hhv. elbiler og alkohol som drivstoff på 120 mill. kr. hver.
- Naturvårdsverket (under Miljødepartementet) gir støtte til utredninger rundt alternative drivstoffer.

For tiden arbeider den såkalte Kommunikationskomitéen med en innstilling som skal skissere hovedtrekk i den svenske samferdselspolitikken i årene framover. Trolig vil innstillingen inneholde en ambisjon om å oppnå en andel på 15% av fornybare råvarer i drivstoff-forbruket, noe som skal realiseres ved å differensiere avgiftene (øke avgiftsnivået på bensin/diesel).

Et annet trekk ved den svenske satsingen er det bevisste lokale engasjementet mht. samferdselsrelaterte miljøproblemer. Enkelte byer har innført klare politiske målsettinger mht. å redusere forurensning fra transport i kommunen eller deler av den og bærer også noen av kostnadene for å innfri disse. I Gøteborg har man f.eks. tatt den politiske beslutningen at det kommunalt eide busselskapet skal innføre naturgassbusser i stor skala

og at merkostnadene for innkjøp av bussene dekkes av kommunen. Delvis blir nok naturgass-satsingen også støttet ved at Gøteborg Energi (også kommunalt eid) har stått for investeringen i gass-fyllstasjonen og er forpliktet til å levere naturgassen til samme pris som diesel (til og med korrigert for spesifikt merforbruk av naturgass). Beslutningen om å innføre såkalte "miljøsoner" i de tre byene Stockholm, Gøteborg og Malmø, der busser og lastebiler fra 1.4.1996 skulle være forpliktet til å oppfylle gitte krav til utslipp (først Euro I, om noen år II og så III), ble imidlertid stoppet under henvisning til EU's forbud mot konkurransevridende bestemmelser. Likevel regner en med at arbeidet med å innføre spesielle lokale miljøkrav vil fortsette, om enn med andre virkemidler.

**Danmark:** I Danmark forvalter Trafikministeriet såkalte "puljemidler" som kan brukes til støtte av alle former for miljømessige forbedringer. I 1995 var budsjettet i størrelsesorden 100 mill. kr, men ifølge vår informant ble kun en liten del av beløpet brukt til forsøk med alternativt drivstoff. I årene 1992-94 fantes det to "puljer" for hhv. allmenn bussteknologi (utredninger og forsøk) og miljøforbedring av busser. Sistnevnte ga støtte til investeringer (dekning av merkostnader) og hadde et budsjett på tilsammen 45 mill. kr. Imidlertid ble kun 15-20 mill. kr brukt. Representanten for ministeriet medga forøvrig at programmet hadde vært dårlig koordinert internt, bl.a. med den følge at det fortsatt ikke forelå noen avslutningsrapport.

Videre administrerer Energistyrelsen i Danmark et program kalt "Biobrennstoff i transportsektor" som er finansiert av Energistyrelsen, Miljøstyrelsen og Trafikministeriet. Programmet ble opprettet i 1995 og skal avsluttes i 1998. Budsjettet vil være på ca. 10-15 mill. kr pr. år. Programmet støtter feltforsøk med ulike biodrivstoffer, men inkluderer også produksjon av slike drivstoffer fra raps, korn osv. Grunnen til programsatsingen er EU's fokusering på (og subsidiering av) planteproduksjon til drivstofformål, der Danmarks landbrukssektor kan spille en viktig rolle.

**Tyskland:** I Tyskland har man ikke bare ett, men en rekke program på alternative drivstoffer mm. Programsatsingen er fordelt både på enkelte drivstofftyper/motorteknologier og på ulike instanser: Såvel Forskningsdepartementet som Miljøverndepartementet har egne programmer, dessuten i tillegg departementer i enkelte delstater. Forskningsdepartementet kjører for tiden bl.a. programmer for hydrogen-anvendelse, elbiler og rapsolje. Mht. naturgass- og LPG-anvendelse forvalter Umweltbundesamt (UBA) på vegne av det tyske Miljøverndepartementet to programmer.

Gjennom det ene av de to programmene ("Emissionsarme gasbetriebene Nutzfahrzeuge") har det blitt gitt støtte til såkalte demonstrasjonsprosjekter med CNG- og LPG-drevne busser, laste- og varebiler i såkalte "miljømessig sensible områder" (bysentra, kursteder). Det er ikke motor- eller kjøretøyprodusentene som kan få støtte, men investorene, dvs. trafikkelskap o.l. Det stilles krav om at kjøretøyenes utslipp er minst 50% lavere enn Euro II-normen og oppfyller tyske normer for spesielt støysvake lastebiler. Det gis 30-50% investeringsstøtte til merkostnadene ved innkjøp av gassdrevne biler, differensiert etter grad av utslippsreduksjon og motorprodusentenes form for garanti: jo lavere utslipp og mer forpliktende garantierklæring, desto høyere støtteprosent. For å kunne oppnå støtte til bygging av tankanlegg (maks. 50% tilskudd), må prosjektet omfatte minst 10

kjøretøy. Videre kreves av prosjekteierne deltakelse i en kontinuerlig oppfølgings-/ dokumentasjonsprosess gjennom et eksternt kompetansemiljø (varighet: 2 år). I alt 62 prosjekter med tilsammen 270 kjøretøy - derav 125 busser - har siden 1994 fått støtte gjennom programmet. Programmet avsluttes i løpet av 1997.

Det andre programmet ("Modellhafter Einsatz von Gasfahrzeugen") skal startes opp i løpet av 1996 og stiller enda strengere utslippskrav til søkernes kjøretøy ( $\text{NO}_x: \leq 1,0$  g/kWh, som er en femdel av Euro III-normen). Målet er å initiere et fåtall (maks. 3), men til gjengjeld store prosjekter som skal inspirere andre kommuner og transportselskap til å følge deres eksempel. Programmet må sees i nær sammenheng med en nylig innført avgiftsdifferensiering på drivstoff som gir naturgass og LPG visse kostnadsfordeler (se avsnitt 5.2.3). Merkostnader i forbindelse med investeringer i kjøretøy vil kun unntaksvis dekkes helt i prosjektene, mens fylleanleggene i prosjektene skal være offentlig tilgjengelige og ikke vil få økonomisk støtte. Prosjektlederen betales av programmet. Mer enn 40 søknader har ifølge Umweltbundesamt kommet inn på dette programmet.

Hovedforskjellen i forhold til den norske forsøksordningen er at det gis mindre støtte i de tyske ordningene (vanligvis dekkes kun opptil 50% av merkostnadene til investeringer), samtidig som det på forhånd stilles eksplisitte krav til bl.a. maksimalt utslippsnivå. Utviklingen i Tyskland tyder på at myndighetene anser naturgassmotor-teknologien som såpass utviklet at en kan begynne å stille vanlige forretningsmessige krav til motor- og kjøretøyprodusentene samt til energileverandørene.

## **5.2 Diskusjon av den norske programsatsingen**

I den foreliggende rapporten har vi først beskrevet programmets organisering og virkemåte. Vi har så gått gjennom de enkelte forsøksprosjektene og videre prøvd å løfte de store forsøkernes resultater opp på et mer allmenngyldig utsagnsnivå. Deretter har vi (i avsnitt 5.1) rettet søkelyset mot rammebetingelsene rundt den norske forsøksordningen som sådan. I dette avsnittet vil vi nå forsøke gi en sammenfattende vurdering av programmet ut fra tre sentrale spørsmål:

- *Har forsøksordningen vært det rette svar på det rette spørsmålet?*
- *Har programmet vært organisert på rett måte?*
- *Hvilken betydning har forsøksordningen hatt for utforming av norsk politikk?*

### **5.2.1 Forsøksordning som det rette svar på det rette spørsmålet?**

En nasjonal satsing på anvendelse av alternative drivstoffer vil kunne forsvares ut fra to forskjellige argumentasjoner.

En type argumentasjon tar utgangspunkt i en eventuell usikkerhet rundt den framtidige forsyningen med konvensjonelle drivstoffer, med fare for økende priser og/eller økende politisk avhengighet av oljeproduiserende stater. Som vi har klarlagt, er faren for en vedvarende og markert prisstigning for oljeprodukter heller liten i de nærmeste 10-15 år,

og Norge som oljeproduserende land løper heller ingen risiko for å miste sin selvstendighet pga. energiimport. Dette argumentet er således lite aktuelt i norsk sammenheng.

Derimot er den andre typen argumentasjon, miljøargumentet, mer relevant. Med utgangspunkt i de globale miljøproblemene, som angår spesielt de industrialiserte land i verden, og med utgangspunkt i internasjonale miljøavtaler og selvforpliktelse er også Norge utfordret til å være aktiv på miljøvern-siden. Etersom transportsektoren er en betydelig kilde til forurensning på utvalgte områder, vil innsats av alternative drivstoffer være et potensielt virkemiddel for å redusere skadelige utslipp. I tillegg til de nasjonale målsettingene om å etterkomme sitt internasjonale miljøansvar, er forbedring av den lokale miljøsituasjonen i byene et annet delargument i denne sammenheng. I andre land, ikke minst i andre nordiske land, brukes forøvrig samme begrunnelse.

Programmets intensjon om å utprøve alternative drivstoffer med tanke på å redusere miljøproblemene i transportsektoren, slik den er referert i avsnitt 2.3, er dermed velbegrunnet. Når vi dessuten har sett at ulike alternative drivstoffer virkelig har en betydelig miljøforbedrende effekt, understøttes denne intensjonen også i praksis.

Forsøksordningen har altså en relevant misjon. Erfaringene hittil har imidlertid også vist at de alternative drivstoffenes bidrag til å redusere globale eller regionale miljøproblemer framstår som små i Norge. Det meste av tenkelige anvendelser av alternativt drivstoff er pga. ellers uforholdmessig høye infrastrukturkostnader i Norge begrenset til lokale løsninger, det vil som regel si til noen større byer. I beste fall mht. LPG for biler og eventuelt anvendelse av naturgass i kyst- og fergetrafikken ville man på lang sikt kunne forvente større regionale forsyningsnett, dersom staten legger tilrette for det. Samtidig må det dog bemerkes at myndighetene i Norge heller ikke har lagt særlig vekt på drivhusproblematikken i forsøksordningen, sammenlignet med f.eks. Sverige og Danmark. Lokale forurensningsproblemer knyttet til farlige utslippskomponenter har i størst grad vært fokusert.

Selv om vi kan si at forsøksordningen tar opp en relevant problemstilling av prinsipiell art, betyr ikke det automatisk at man må gjennomføre egne forsøk i Norge. En kan jo også satse på å lære av andre lands erfaringer for så å utforme sin videre samferdsels- og miljø-policy. Det meste av kjøretøy og motorer kommer jo uansett fra utlandet. En egen satsing på forsøksvirksomhet lar seg imidlertid forsvare av ulike grunner: (1) til dels spesielle norske forhold (klima, topografi) som ville gjort det vanskelig bare å overta utenlandske modeller, (2) spesiell tilgang til eller kvalitet på drivstoffer som gjør et norsk forsøk nærliggende, (3) en kjensgjerning om at læring av egne erfaringer er bedre enn gjennom litteraturstudier og ekskursionsjoner, og (4) forsøk som har en spesiell dimensjon for norsk næringsutvikling.

Dette sistnevnte aspektet kommer forøvrig mye mer tydelig fram som "tilleggsintensjon" i andre land med lignende forsøksordninger. Utvikling av nye motorer, kjøretøy, drivstoffer etc. kan gi ringvirkninger i form av nye produkter for landets industri, teknologiske forsprang, økte eksportsjanser, allmenn kompetanseutvikling i FoU-sektoren osv. Denne industripolitiske dimensjonen er lite framtrædende i den norske forsøksordningen og blir til og med nedtonet av myndighetene. Til en viss grad er dette forståelig all den tid Norge har et i internasjonal sammenheng lite industrimiljø knyttet til

(land-)transport. En bør imidlertid ikke neglisjere at også underleveranser av deler og tjenester til inn- og utland kan være økonomisk interessante. Dessuten kan man gjennom norsk forsøksaktivitet vekke internasjonal interesse for typer av alternative drivstoffer som - i tillegg til naturgass - kan bli framtidige norske eksportartikler, som hydrogen og el-kraft.

Vår konklusjon er at forsøksordningen gjennom fokuseringen på miljøspørsmål er relevant som program og vil være det også i årene framover, men at man kanskje burde hatt et noe mer bevisst forhold til industripolitiske aspekter samt globale miljøproblemer (stikkord: drivhuseffekt).

### **5.2.2 Har programmet vært organisert på rett måte?**

Etter å ha redegjort for forsøksordningens relevans som nasjonalt program, vil vi nå gi en sammenfattende vurdering av programmets gjennomføring. Vi vil i denne sammenheng fokusere på tre områder: a) den formelle oppgave- og ansvarsfordelingen, b) den praktiske gjennomføringen og c) den strategiske vinklingen av programmet.

*a) Formell oppgave- og ansvarsfordeling:* Modellen med Samferdselsdepartementet (SD) som hovedansvalig og Vegdirektoratet (VD) som saksforberedende og -oppfølgende instans er etter vårt inntrykk i prinsippet en grei organisatorisk løsning. SD og VD er selv "brukere" av programmet i den forstand at forsøkenes resultater kan tas inn i myndighetenes politikk-utforming. På den annen side kan de påpekte svakhetene mht. mangelfull fokusering på f.eks. drivhus-effekten og på industripolitiske aspekter nettopp ha sammenheng med den organisatoriske forankringen i SD og VD. En sterkere involvering av Nærings- og energidepartementet samt av Miljøverndepartementet ville da kanskje ha gitt visse perspektiv-forskyvninger.

SD og spesielt VD har trolig bygd opp en god del kompetanse på alternative drivstoffer, noe også de bevilgede internmidlene til VD's kompetanseoppbygging har bidratt til. Men samtidig har denne kompetanseoppbyggingen i stor grad vært konsentrert om et fåtall personer, spesielt i SD, men i de første årene også i VD. Faren for eventuelt å miste viktig kompetanse i de to institusjonene dersom personer slutter i jobben, er dermed stor. Faktisk har dette vært tilfellet i både SD og VD, som begge opplevde personalskifte på saksbehandlersiden i 1994/95 - med alle de kontinuitetsbrudd dette medførte. I VD er det imidlertid nå bygd opp en noe bredere personellmessig basis knyttet til forvaltning av forsøksordningen, og dette ser ut til å kunne gi mer stabile forhold.

Et annet aspekt er den sterke vei-fokuseringen som trolig har sitt utspring i den administrative oppgavefordelingen. Riktignok har også Vegdirektoratets fergekontor vært involvert i forsøksprosjekter, og NSB har regelmessig fått oversendt det årlige utlysningbrevet. Men vi har ikke funnet tegn på å at man i forsøksordningen har prøvd å koordinere innsatsen mellom statlige representanter for ulike transportgrener. Luftfart som tema har så langt vi vet aldri dukket opp i sakspapirene.

Når det gjelder *b) den praktiske gjennomføringen av programmet*, har den åpenbart blitt atskillig mer strukturert etter at Vegdirektoratet overtok saksbehandlingen for SPUNG-sekretariatet. Saksbehandlingen kunne imidlertid ennå ta flere måneder fra søknadsfristen til utsendelse av bevilgningsbrev. Praksisen med kun å bevilge støtte for ett år om gangen, er nok budsjetteknisk begrunnet, men har vært uheldig for forsøksprosjekt som gikk over flere kalenderår. Det kunne gå fire måneder og mer uten prosjektmidler før en fikk den nye bevilgningen.

Oppfølgingen av prosjektene når de engang var kommet igang (besøk, skriftlig rapportering, uformell kontakt og støtte underveis), har stort sett vært bra. Den årlige programutlysningsteksten derimot, som gikk til fylkeskommunene og Oslo kommune med oppfordring om å informere aktuelle miljøer, kunne nok ha vært mer konkret i sitt innhold. Det har heller ikke vært noen særlige aktiviteter knyttet til opplysningsvirksomhet, dvs. å gjøre innhold og resultater fra ordningen kjent i inn- og utland.

Forsøksprogrammet har hatt som prinsipp for prosjektfinansieringen å dekke (mer-)kostnadene fullt ut. Dette inkluderer også driftskostnader. Støtte til driftsutgifter vurderer vi prinsipielt som problematisk. Dette krever for det første en mer nøyaktig oppfølging fra myndighetenes side ettersom prosjektet eventuelt også har en inntektsside som egentlig bør trekkes fra bevilgningen (f.eks. billettinntekter, som i SOT's tilfelle). For det andre kan det være vanskelig for myndighetene å trekke seg ut av denne støtten igjen. Driftssubsidier har en tendens til å bli permanente. Støtte til innkjøp av LNG til Trondheimsprosjektet har nok vært nødvendig for i det hele tatt å kunne iverksette forsøket, men dette betyr òg at prosjektet i dagens situasjon ville bryte sammen uten offentlig driftsstøtte. Myndighetene blir dermed utsatt for et uheldig ansvarspress om å opprettholde driftsstøtten til LNG-fabrikken på Tjeldbergodden står klar.

Egeninnsats fra søkerne eller delfinansiering via tredjepart har ikke blitt forlangt som forutsetning for innvilgning av støtte til forsøksprosjekter. Tyske erfaringer har vist at en gjerne kan kreve en eller annen form for egenandel. Dette øker dessuten søkerens troverdighet mht. spørsmålet om hvor seriøst en virkelig er interessert i prosjektet.

*c) Strategisk vinkling av programmet, utvalg av prosjekter:* Programmet har vært preget av tre større prosjekter som har tatt nesten 90% av midlene bevilget til forsøksprosjekter. De resterende midlene er blitt anvendt på en rekke småprosjekter. Denne prioriteringen har selvfølgelig preget forsøksordningen som helhet. Vi kan imidlertid ikke se noe problematisk i en slik fordeling. Konsentrasjon på noen større satsinger har vært riktig for i det hele tatt å få realisert ekte feltforsøk med mulighet for generaliserbare utsagn. Samtidig bør man ikke utelukke små forsøk. Disse kan være opptakten til større satsinger ved senere anledninger. Dessuten er det ofte av essensiell betydning for mindre entreprenører med en god forretningssidé å få realisert et referanseprosjekt for i det hele tatt å kunne konkurrere på markedet.

Ser vi på den totale årlige ressursrammen for forsøksordningen, er det noe forunderlig at en i de siste årene har skjøvet en pengesum ubrukte midler tilsvarende et halvt årsbudsjett (5 mill. kr) foran seg. En ville mao. hatt råd til å kjøre enda et større prosjekt i evalueringsperioden. Samferdselsdepartementet burde kanskje ha vært litt mer offensivt

og risikovillig mht. nye prosjekt, selv om departementet oppgir at søknadene ikke har vært gode nok som grunn for sin tilbakeholdenhet.

Samferdselsdepartementet har i sine utlysninger av programmidler valgt å ikke spesifisere noen satsingsområder eller andre forutsetninger for forsøksprosjekter. Man har altså gått tematisk bredt ut og håpet på en bottom up-prosess, der de gode prosjektidéene ville strømme inn fra regionene. De ubrukte midlene indikerer imidlertid at dette åpenbart ikke har vært tilfelle. En mer målrettet utlysning der en aktivt hadde prøvd å engasjere bestemte grupper (lokalt eller tematisk), ville muligens ha gitt kvalitativt bedre respons. Dette er imidlertid kun en formodning fra vår side uten at vi har empirisk belegg for det.

Den norske forsøksordningen er liten internasjonalt sett og kan nødvendigvis ikke ta for seg alle former for alternative drivstoffer og anvendelser. Det er derfor desto viktigere å få etablert et internasjonalt samarbeid. Riktignok vet man i Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet en god del om pågående/avsluttede prosjekter i Norden, Vest-Europa og Nordamerika. Men det er foreløpig gjort lite systematisk arbeid for å koordinere innsatsen med f.eks. Danmark og Sverige eller EU's programsatsinger.

Konklusjonen vår er at forsøksordningen i sine hovedtrekk har vært fornuftig organisert, men at koordineringen mellom ulike instanser (departementer, diverse samferdselsmyndigheter, utenlandske programmer) kunne ha vært noe bedre og at programmet kunne ha blitt spisset noe mer til - selv med faren for at søkermassen ville ha blitt mindre.

### **5.2.3 Hvilken betydning har programmet hatt for utforming av norsk politikk?**

De umiddelbare erfaringene fra forsøksprosjektene er tilsynelatende lite oppløftende:

- Elbuss-forsøket er i grunnen et avbrutt prosjekt, der produktet (bussen) viste seg å ikke holde mål (mht. teknologisk modenhet).
- Gassbuss-forsøket i Trondheim har på den teknologiske siden (elektronisk styrt innsprøyting) ikke oppnådd det en hadde forventet, og en har nå konvertert bussene "tilbake" til mekanisk styring for å holde dem operative. Samtidig er det ikke helt sikkert om prosjektet vil kunne holdes i live fram til LNG-forsyningen fra Tjeldbergodden er på plass.
- Haugesund-forsøket har til nå gått best av de tre større forsøksprosjektene. CNG-bussen har gått problemfritt, og infrastrukturen er lagt tilrette for en utvidelse av prosjektet. Samtidig er imidlertid Haugesundsområdet ikke særlig plaget av luftforurensning, dvs. en kan stille spørsmål ved den lokale miljøgevinsten.
- Også de mindre forsøkene har blitt gjennomført med varierende resultater, bl.a. med å konstatere at utstyr ikke virket slik det var blitt forespeilet. Forsåvidt var også dette et greit resultat ettersom man på denne måten fikk påvist mangler og feil ved de prinsippene som utstyret baserte seg på.



Vi spurte Samferdselsdepartementet om hvorvidt og hvordan erfaringene fra programmet hittil er blitt brukt i sammenheng med utforming av samferdselspolitikken generelt og miljørelatert samferdselspolitikk spesielt. Svaret var at noe av erfaringsmaterialet er blitt brukt i den løpende diskusjonen om norsk avgiftspolitikkk på energi-siden, og ellers konkret i Stortingsproposisjon nr. 51 (1992/93), som omhandlet ulike sider ved naturgassbruk. Videre ble det oppgitt at programmet generelt har bidratt til å redusere departementets usikkerheter knyttet til beslutninger om anvendelse av ny teknologi i transportsektoren.

Ser vi på den nye St.meld. nr. 32 (1995-96) Om grunnlaget for samferdselspolitikken, finner vi lite igjen som tyder på at forsøksordningen har spilt noen rolle for policy-utformingen. Forsøksordningen er ikke nevnt med et eneste ord i ellers relevante avsnitt som "Transport og miljø", "Riktig prising av transporttjenester", "Kollektivtransport" eller "Trafikk- og miljøutfordringene i byområdene". Kun i meldingens aller siste avsnitt, som omhandler behov for kunnskap og utvikling av analysemetoder, er forsøksordningen med alternative drivstoffer nevnt i forbindelse med Regjeringens ønske om å igangsette et prøveprosjekt med naturgassdrevet ferge.

Vi kan konkludere med at det foreløpig har kommet få synlige impulser for utforming av norsk politikk fra forsøksordningen for alternative drivstoffer. Likevel vil vi avslutningsvis peke på en rekke potensielle områder der erfaringer fra forsøksordningen vil kunne få en viss betydning:

Forsøkene med naturgassdrevne busser vil kunne få implikasjoner for den norske *skatte-/avgiftspolitikken*. Pr. idag er verken naturgass, LPG eller biogass som drivstoffer avgiftsbelagte i Norge. Dette slår imidlertid ikke ut som en prisfordel vis à vis diesel innen busstransport fordi kollektivselskapene ikke betaler dieselavgift.

Heller ikke i Belgia, Danmark, Hellas, Storbritannia, Irland, Italia, Luxemburg eller Spania er naturgass som drivstoff avgiftsbelagt. I Tyskland derimot har man pr. 1.1.1996 satt ned drivstoff-avgiften på naturgass fra 47,60 DM/MWh til 18,70 DM/MWh (til sammenligning: diesel 62,55 DM/MWh) som et tiltak for å fremme innsatsen av naturgass som drivstoff. LPG-avgiften ble redusert fra 612,50 DM til 241,- DM pr. 1000 kg. I Tyskland betaler forøvrig også kollektivtransport-selskapene dieselavgift.

En avgiftsdifferensiering som gjenspeiler de enkelte drivstoffenes miljøeffekt, blir også diskutert i Norge. I denne sammenheng vil forsøksprosjektene kunne levere en del av det grunnlagsmaterialet som er nødvendig for å beregne mer miljøriktige avgifter (dersom det foretas vitenskapelig holdbare utslippsmålinger).

En annen type implikasjon av forsøk med alternative drivstoff er at forsøkene åpner for nye perspektiver innen *lokal miljøvernpolitikk*. Kommuner og regioner har mulighet til å velge mer miljøvennlige alternativer f.eks. innen kollektivtransport. Eventuelle merkostnader vil da imidlertid måtte dekkes lokalt. For en rekke kommuner som jobber med lokale Agenda 21, vil innsats av alternative drivstoffer være et relevant virkemiddel.

*Anbudspolitikken, kombinert med lite stabile lokalpolitiske forhold* kan derimot vise seg å bli en mulig hemske for busselskap som har interesse for alternative drivstoffer. Anbud på kollektivruter er for tiden på full fart inn i regionenes samferdselspolitikk. Et

busselskap som vurderer f.eks. å satse på naturgassdrevne busser, risikerer å bli utkonkurrert på hjemmebane dersom politikerne ved neste anbudsrunde skulle prioritere kostnader framfor miljø og velge en billigere konvensjonell løsning. Samtidig har selskapet små sjanser til å erobre markedsandeler i tilgrensende kommuner når en foretrekker konvensjonell bussdrift der. Anbudsbetingelsene bør derfor være utformet på en slik måte at fylkespolitikerne signaliserer å betale noe ekstra pr. vogn-km ved mer miljøvennlig bussdrift, og at miljøvennlige busselskap får en viss garanti for sine investeringer.

Selv om anvendelse av alternative drivstoffer i nærmeste framtid ikke skulle få særlig utbredelse, kan henvisningen til slik teknolog i seg selv være et argument for å kreve enda strengere *utslippsnormer*. På denne måten kan satsing på alternative drivstoffer også tvinge fram en aksellerert videreutvikling av dieselteknologien. Forsøk med alternative drivstoffer gir således en pekepinn mht. morgendagens utslippskrav.

Forsøksordningen kan ha betydning for norsk *næringsutvikling* også, med både positivt og negativt fortegn. Bedrifter som Raufoss, men også FoU-institutter som MARINTEK, kan utvikle salgbare produkter og tjenester for nye markeder. Raufoss har f.eks. signalisert at firmaet ønsker å bygge et anlegg for serieproduksjon av fiberarmerte gasstanker. For norske energileverandører kan det åpne seg nye/økte avsetningsmuligheter for naturgass, elektrisitet og hydrogen. På den annen side vil andre selskap som norske busskarosseribyggere kunne oppleve sviktende markedsandeler når f.eks. gass- og elektro-busser blir levert ferdig montert fra utlandet. Når bussmarkedet diversifiseres, blir det vanskelig for små karosserifirma å holde tritt med utviklingen av sortimentet.

Alt i alt kan vi slå fast at forsøksordningen for alternative drivstoffer hittil har generert få målbare effekter. Imidlertid er programmets potensiale for direkte og indirekte virkninger ikke ubetydelig.

## 6. Anbefalinger

Avslutningsvis og som en oppsummering av våre vurderinger vil vi gi følgende anbefalinger mht. en eventuell videreføring av forsøksordningen.

- Programmet bør videreføres med omtrent samme ressursinnsats som hittil. Omfanget av ikke-brukte (overførte) midler bør imidlertid reduseres.
- Blandingen av noen få store og et større antall mindre prosjekt opprettholdes.
- Det bør åpnes for langsiktige budsjett ved større forsøksprosjekter. Vi vil antyde en ramme på opptil tre år.
- Programmet bør være noe mer temafokusert enn hittil. Utlysningsteksten bør inneholde flere spesifikasjoner om spesielt ønskelige prosjekter for perioden. Det bør vurderes et mer aktivt "salg" av programmet vis à vis bestemte initiativgrupper.
- Sjøtransport, jernbane og lufttransport bør forsøkes trukket sterkere inn i programmet.
- Tiltak for å bedre den globale miljøsituasjonen bør tematiseres sterkere i målformuleringen og likestilles med målsettingen om å redusere lokale miljøproblemer.
- Ved utvalg av prosjekter bør det tas mer eksplisitt hensyn til industripolitiske overveielser.
- Produksjon av drivstoff (inkl. kvalitetssikring og kravspesifikasjon) bør vurderes tatt inn som støtteverdig område.
- Miljøvern- og Nærings- og energidepartementet bør inviteres til medfinansiering og medbestemmelse. Vegdirektoratet beholder sekretariatsfunksjonen. Også en utvidelse av VD's funksjon til å bli et norsk kompetansesenter for anvendelse av alternative drivstoffer bør vurderes.
- Forsøksordningen bør i større grad koordineres med de andre nordiske lands satsinger. Det bør forøvrig gis spesiell støtte til forsøkprosjekter som ønsker å bli del av et EU-program.
- Mulige satsingsområder for forsøksprosjekter i årene framover:
  - Naturgass i ferger er veldig aktuelt. Forsøk med naturgass- og LPG-anvendelse i busser bør fases ut senest rundt 1998.
  - Elektro-kjøretøy med batteri: Her er personbiler og evt. buss-varianter med høyenergi-batterier aktuelle.
  - Hybrid-buss er mer aktuell enn elektro-buss.
  - Det bør også satses på hydrogen-teknologi, selv om mye forskning og utvikling gjenstår.

- Mindre aktuelle områder:
  - Forsøk med duo-buss og trolleybuss er lite aktuelle (disse er allerede kommet utover forsøksstadiet)
  - Alkohol, ROME og biogass: lite aktuelt i Norge. En bør følge med på satsingene i Sverige og Danmark
  - Brenselcelle-teknologien ligger ennå for langt framme i tid i forhold til forsøksordningens intensjoner.
- Det bør stilles krav om egeninnsats i de fleste forsøk.
- Støtteprosenten (dekning av merkostnader i prosjektet) bør være gradert i forhold til prosjektets forventede miljøeffekt.
- Støtte gis i hovedsak til investeringer. Driftsstøtte gis kun unntaksvis.
- Det bør være et standardkrav at innvilgede prosjekter skal ha en formalisert tilknytning til et eksternt kompetansemiljø som også måler/dokumenterer oppnådde resultat ved f.eks. utslippsreduksjoner.

## Litteratur

Asplan Viak (Stav, O., Hauge, O). Stavanger og Omegn Trafikkselskap - Evaluering av eI-buss, AsplanViak Stavanger rapport, 1996.

Bade, Kr. Gassforskning etter 1993, rapport utarbeidet for NTNF av TerraMar Prosjektledelse AS, Høvik, 1992

Dischinger, N. Zukünftige Antriebe von Omnibussen. Technologie, Umweltverträglichkeit und Marktchancen im Vergleich zum Dieselantrieb. Kurzexpertise der Prognos AG. Basel (Sveits), 1996

ECON Utbygging av infrastruktur for distribusjon av naturgass. Rapport utarbeidet for Samferdselsdepartementet, Econ Energi A/S, 1991

Gjøen H. og Buland, T. Energipolitiske dilemmaer - utvikling av gassbuss og elektrisk bil i Norge, SINTEF IFIM Rapport, Trondheim, 1996.

Hansen, A.M., M.Ekelund, Å.Brandberg og L.Johanson Alternative drivstoff. Driftserfaringer og prognose, Ecotraffic Norge AS, Oslo, 1994

MARINTEK (Stenersen D., Heggem P. Einang P. M., Rosseland A.) Demonstrasjonsprosjekt for naturgassdrevne busser i Trondheim (Prosjektrapport 1. Evaluering av prosjektforløpet 1992 1995), MARINTEK rapport, 1996 (forløpig, ikke offentliggjort).

Naturgass i transportsektoren. Rapport fra et utvalg nedsatt av Samferdselsdepartementet. Oslo 12. juni 1995

Ottersen, Ø. Naturgass som drivstoff i Norges transportsektor, Alternativ Framtid, 1994

Rogaland Fylkeskommune Transportplan for Nord-Rogaland 1998 - 2005, Sluttrapport 1994.

- Rogaland Ressurssenter (Nilsen A.H., Hansen, A.M.) Miljøregnskapsanalyse -  
Naturgassdrevne busser i byer og tettsteder, Rogaland Ressurssenter rapport, 1996
- Rogaland Ressurssenter (Nilsen, A.H.) Konvertering av bensin-/dieseldrevne kjøretøyer  
til CNG, Rogaland Ressurssenter Rapport 1993.
- Rogaland Ressurssenter (Nilsen, A.H., Hansen, A.M.) Forprosjekt - Natyrgassdrevne  
busser i Rogaland, Rogaland Ressurssenter rapport, 1994
- Rogaland Ressurssenter (Nilsen, A.H., Steinstø, N.L.) CNG-fyllestasjoner -  
lønnsomhetskriterier, Rogaland Ressurssenter rapport, 1993.
- Rogaland Ressurssenter (Steinstø N.L., Røkke, S., Nilsen, A.H.) Gassdrevne  
kjøretøyer i Nord Rogaland, Rogaland Ressurssenter rapport, 1992.
- Stenstadvold, M. Mobilisering, utvikling og læring. Evaluering av prosessen rundt  
forsøksordningen for utvikling av kollektivtransport. TØI rapport 200/1993, Oslo,  
1993
- Stortingsmelding nr. 32 (1995-96): Om grunnlaget for samferdselspolitikken.  
Samferdselsdepartementet, Oslo, 1996.
- Sælensminde, K. Miljøkostnader av vegrafikk i byområder Transportøkonomisk Institutt  
1992

## Vedlegg

### *Utslipp - konvertering g pr. kWh til g pr. liter diesel og pr. kubikkmeter CNG*

Nedenfor vises tabellen fra Rogaland Ressurssenter som vi har brukt som grunnlag for beregningen av miljøkostnader i kapittel 4.

**Tab. 7.1 Utslippsfaktorer for dieselbuss og CNG buss, gram pr. liter**

Utslippsfaktor	Diesel i g pr liter		CNG i g pr Sm <sup>3</sup>	
	Euro II	Euro III	mager	lambda--1
NO <sub>x</sub>	16,77	10,1	6,48	6,48
CO	6,71	6,71	3,24	2,82
THC	2	2	3,24	1,68
Partikler	0,34	0,34	0,162	0,162
SO <sub>2</sub> (Diesel Miljøklasse 2)	0,086	0,086	0	0

Kilde: Rogaland Ressurssenter A/S Miljøregnskapsanalyse - Naturgassdrevne busser i byer og tettsteder 1996, s. 15, tabell 3.2

### MARINTEK målinger i Trondheim

På grunnlag av MARINTEK's målte emisjoner for kjøring av diesel- og CNG-buss for 6 ruter i Trondheim, har vi anslått et gjennomsnittlig utslipp pr. vognkm. Forutsetningen er en gjennomsnittlig rutelengde på 9km. Tallene er vist i tabell 7.2 nedenfor.

**Tab. 7.2 Utslipp i gram fra diesel- og CNG-buss i Trondheim, for 6 ruter og pr. vognkm.**

Utslipp	6 ruter=54 km		Pr. vognkm		Reduksjon	
	Diesel	CNG	Diesel	CNG	g pr. km	prosent
NO <sub>x</sub>	895	378	16,57	7,00	9,57	58%
CO	107	2	1,98	0,04	1,94	98%
HC	38	31	0,70	0,57	0,13	18%
Sum	1040	411	19,26	7,61	11,65	60%

Kilde: MARINTEK Demonstrasjonsprosjekt for naturgassdrevne busser i Trondheim: Prosjektrapport 1 - Evaluering av prosjektforløpet 1992-desember 1995, 1996, tabeller s. 65



### **Diskonteringsrater**

Nedenfor viser vi forskjellige diskonteringsraters virkning for investeringene forsvart av miljøkostnadsreduksjoner beregnet i kapittel 4 (der en diskonteringsrate på 7% er brukt).

**Tab. 7.3 Investering rettferdiggjort av miljøkostnads-besparelse  
pr. buss pr.år - utslag av diskonteringsrater**

Sted og busstype	Antall vogndkm.	Årlig besp.	Diskonteringsrater		
			5%	7%	10%
Haugesund - std. CNG buss	50 000	5 565	42 968	39 083	34 192
Haugesund - std. CNG buss	81 000	9 015	69 608	63 314	55 390
Stavanger - std. CNG buss	50 000	7 704	59 485	54 107	47 336
Storby - std. CNG buss	50 000	12 652	97 697	88 864	77 742
Storby - CNG leddbuss	50 000	17 994	138 947	126 384	110 567
Stavanger - el-buss	50 000	35 297	272 555	247 912	216 885

