

**Alternative drivstoffer:
Evaluering av forsøk innen
transportsektoren
Rapport RF-96/172**

Vår referanse: 713.3-741 /834705	Forfattere: Rudolf Meissner, Gottfried Heinzerling og Espen Movik	Versjonsnr. / dato: Vers. 1 / 26.06.96
Ant. sider: 94	Faglig kvalitetssikrer: Thor Martin Svartaas	Gradering: Åpen
ISBN:	Oppdragsgiver: Vegdirektoratet	Åpen fra (dato): 26. 06. 96
	Prosjekttittel: Evaluering av forsøk med alternative drivstoffer innen transportsektoren.	

Emne: Evaluering av Samferdselsdepartementet/Vegdirektoratets forsøksordning med alternative drivstoffer i transportsektoren 1991-1995. Prosjekter som er viet særlig oppmerksomhet er bl.a. forsøk med naturgassbuss i Trondheim, tilsvarende forsøk i Haugesund samt forsøk med el-buss i Stavanger.
Emne-ord: Alternative drivstoffer, kollektivtransport

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

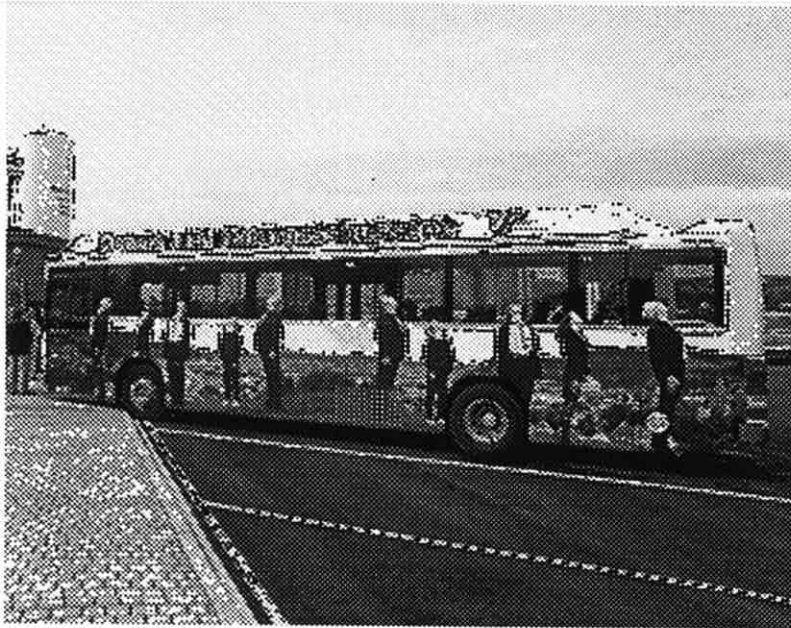


Prosjektleder
Rudolf Meissner



for RF - Miljø og næringsutvikling
Martin Gjelsvik





Illustrasjon: Trondheim Trafikkselskap A/S.

Rudolf Meissner, Gottfried Heinzerling og Espen Movik

**Alternative drivstoffer - Evaluering av forsøk innen
transportsektoren**



Innhold

SAMMENDRAG

1. INNLEDNING	1
1.1 Bakgrunn for evalueringen	1
1.2 Evalueringens mål og avgrensning	1
1.3 Problemstillinger og evalueringsopplegg	2
1.4 Metode og datainnsamling	4
1.5 Oppbygging av rapporten	5
2. FORSØKSPROGRAMMETS ORGANISERING	7
2.1 Historisk utvikling og programmets stilling i forhold til andre programmer	7
2.2 Forsøksordningens ressursbruk 1991-1995	9
2.3 Målformuleringer og utvelgelseskriterier for prosjekter	11
2.4 Innvilgede og avslåtte søknader	12
2.5 Praktiske aspekter ved myndighetenes programorganisering	15
3. FORSØKSPROSJEKTENE: MÅL, GJENNOMFØRING OG RESULTATER	17
3.1 Demonstrasjonsprosjekt for naturgassdrevne busser i Trondheim	17
3.1.1 Formål med forsøket	18
3.1.2 Formell og uformell organisering	19
3.1.3 Forsøkesteknologien: innhold, forløp, resultater	19
3.1.4 Miljømessige resultater	23
3.1.5 Andre driftserfaringer	24
3.1.6 Prosjektkostnader og finansiering	25
3.1.7 Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget	26
3.1.8 Formidlingstiltak og ekstern respons på prosjektet	26
3.1.9 Videreføring i stor skala?	27
3.1.10 Oppsummering	27
3.2 Gassbussforsøket i Nord-Rogaland (Haugesund)	28
3.2.1 Formål med forsøket	30
3.2.2 Formell og uformell organisering	30
3.2.3 Forsøkesteknologien: innhold, forløp, resultater	31
3.2.4 Miljømessige resultater	33
3.2.5 Andre driftserfaringer	33
3.2.6 Prosjektkostnader og -finansiering	33
3.2.7 Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget	34
3.2.8 Formidlingstiltak og ekstern respons på prosjektet	34
3.2.9 Videreføring	35
3.2.10 Oppsummering	35

3.3	El-buss-forsøket i Stavanger	36
3.3.1	Formål med forsøket	37
3.3.2	Formell og uformell organisering (intern og samarbeid med andre).....	38
3.3.3	Forsøkssteknologien: innhold, forløp, resultater.....	38
3.3.4	Miljømessige resultater.....	39
3.3.5	Andre driftserfaringer	40
3.3.6	Prosjektkostnader og -finansiering	41
3.3.7	Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget	41
3.3.8	Formidlingstiltak og eksternt respons på prosjektet	41
3.3.9	Eventuell videreføring.....	42
3.3.10	Oppsummering	42
3.4	Mindre forsøk.....	43
3.4.1	Test av ombygget Kewet Eljet.....	43
3.4.2	Test av Vitalizer III	44
3.4.3	Test av smøreolje på hurtigbåt M/S Solundir, Sogn og Fjordane.....	44
3.4.4	Test av lensepumpe for Kragerø Fjordbåtselskap.....	45
3.4.5	Oppsummering.....	45
4.	FORSØKENES LÆRINGSVERDI OG NYTTE.....	47
4.1	Forsøkenes potensiale for miljøforbedringer.....	48
4.1.1	Uslipp til luft	48
4.1.2	Støy.....	50
4.2	Økonomiske erfaringer (potensiale) mht. eventuell fullskala-drift.....	50
4.2.1	Stordrift naturgassbusser	51
4.2.2	Stordrift el-busser.....	62
4.3	Norsk teknologiutvikling og produktkommersialisering.....	64
4.4	Lærdommer mht. forsøksprosjekters organisering.....	65
5.	PROGRAMNIVÅ: FORSØKSORDNINGENS LÆRINGSVERDI OG NYTTE	69
5.1	Nasjonale og internasjonale rammebetingelser.....	69
5.1.1	Verdens ressursituasjon mht. energi/drivstoff	69
5.1.2	Globale og lokale miljøutfordringer	70
5.1.3	Perspektiver for alternative drivstoff-/motor-systemer	72
5.1.4	Programmer for forsøk med alternative drivstoffer i andre land	78
5.2	Diskusjon av den norske programsatsingen.....	80
5.2.1	Forsøksordning som det rette svar på det rette spørsmålet?	80
5.2.2	Har programmet vært organisert på rett måte?.....	82
5.2.3	Hvilken betydning har programmet hatt for utforming av norsk politikk?	84
6.	ANBEFALINGER	87
	LITTERATUR	89
	VEDLEGG.....	91

Sammendrag

Vegdirektoratet har gitt Rogalandforskning i oppdrag å gjennomføre en evaluering av forsøksordningen for anvendelse av alternative drivstoffer i transportsektoren. Med alternative drivstoffer menes andre drivstoffer enn bensin og diesel. Programmet har eksistert siden 1991, og det har i statsbudsjettet vært avsatt ca. 10 mill. kr årlig til formålet. Samferdselsdepartementet er ansvarlig for forsøksordningen, med Vegdirektoratet som saksforberedende og prosjektoppfølgende institusjon. Midlene har i hovedsak gått til prøvedrift med naturgassdrevne busser i hhv. Trondheim og Haugesund, samt bruk av elektrisk buss i Stavanger. I tillegg har noen mindre forsøksprosjekter og utredninger blitt støttet. Forsøksordningen er fortsatt (1996) i virksomhet. Evalueringens resultater vil danne grunnlag for en eventuell videreføring av programmet.

Evalueringen konsentrerer seg om den forsøksrettede delen av ordningen, dvs. rene utrednings- og laboratorie-prosjekter er holdt utenfor. Oppdragsgiveren ønsker grundige analyser av forsøksprosjektenes virksomhet og effekter, delt opp i:

- samfunnsøkonomiske effekter, herunder miljøeffekter
- bedriftsøkonomiske forhold, inkl. tekniske aspekter
- intern prosjektorganisering og organisering av forsøksprogrammet som helhet

De omtalte gassbuss-prosjektene i Trondheim og Haugesund fikk tilsammen bevilget ca. 31,6 mill. kr fra 1991-95 (av 35,4 mill. bevilget til forsøksprosjekter). Forsøksprosjektenes andel av innvilget totalbeløp gjennom hele perioden (40 mill. kr) er forøvrig 89%.

Gassbussforsøket i Trondheim

Innenfor forsøksordningen med alternative drivstoffer har det siden 1991 blitt gjennomført et demonstrasjonsprosjekt med gassdrevne busser i Trondheim. I prosjektet inngår kjøp og drift av fem gassbusser (4 CNG-busser og 1 LNG-buss) og etablering av to fyllingsanlegg for hhv. CNG (compressed natural gas) og LNG (liquefied natural gas).

Hensikten med prosjektet er å demonstrere anvendeligheten av et motorkonsept (magermotor) for gassbusser i en reell driftssituasjon. Målsetningen er å etablere en permanent drift av gassbusser ved Trondheim Trafikkselskap (TT) etter prøveperioden. Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt A/S (MARINTEK) i Trondheim har vært hoveddrivkraften i prosjektet.

Hovedelementet i prosjektet er implementeringen av avansert elektronisk motorstyringsteknologi. I prosjektperioden måtte en erkjenne at denne motorteknologien ikke var tilstrekkelig moden for bruk i bybusser, slik det har vært forutsatt i starten av forsøksperioden. Gassmotorene tilbakeføres nå til en mer robust teknologi (mekanisk motorstyring). Fra MARINTEKs side forventes på denne måten å oppnå en stabil

driftssituasjon som vil gjøre det mulig å etablere gassbussdrift på permanent basis hos TT.

I prosjektet inngikk i tillegg uttesting av CNG og LNG som gasslagringsteknologier for bybusser. Etter en periodes drift konkluderte MARINTEK med at LNG-teknologien ikke er egnet som lagringsmedium på grunn av den nødvendige kompliserte håndteringen i den daglige driften.

Prosjektets bidrag i forhold til en oppbygging av teknologisk kompetanse i Norge vurderes som positivt. Et samarbeid av nettverkskarakter mellom MARINTEK, Raufoss (avtale om utvikling av lettvektstanksystemer som kan forbedre bussenes aksjonsradius) og flere mindre produsenter er utviklet.

Gassbussforsøket i Haugesund

Siden 1991 gjennomføres et forsøksprosjekt med gassdrevne busser i Nord-Rogaland (Haugesund). I 1994 ble prosjektet definert til å omfatte hele Rogaland.

I prosjektet inngår kjøp av en CNG-gassbuss og etablering av et CNG-fylleanlegg. Sistnevnte er siden april 1996 etablert i Vormedal, ca. 7 km sør for Haugesund sentrum. Ytterligere to busser skal anskaffes i løpet av året.

Formålet med prosjektet er å gi svar på om det er grunnlag for lønnsom drift av naturgassdrevne busser i Rogaland fra 1999 av. For å forberede en bred overgang til naturgass som drivstoff gjennomføres det en utprøving i en "før-kommersiell" fase fra 1994 til 1998. Haugaland Billag (HB) med Rogaland Ressurssenter som prosjektsekretariat har vært hoveddrivkraften i prosjektet.

I prosjektsammenheng ble det satset på rimelig ferdigutviklet teknologi uten å prøve de allersiste tekniske nyvinninger. Derfor har det hittil ikke blitt registrert nevneverdige tekniske problemer i forsøksperioden.

Etter vår vurdering har prosjektet på en god systematisk måte klart å presisere de økonomiske rammer og forutsetninger for å kunne gå over til en kommersiell varig gassbussdrift i Nord-Rogaland. Oppgavedelingen mellom lokale og sentrale aktører og myndigheter (bl.a. avgiftspolitikken) er belyst og dokumentert. Dessuten er det forsøkt å tallfeste den samfunnsøkonomiske gevinsten ved en satsing på gassbussdrift (miljøbesparelser). Fortsatt gjenstår utvidelsen av forsøket til å omfatte hele Rogaland, i første omgang den såkalte by-til-by-ruten mellom Haugesund og Stavanger. Her vil en være avhengig av at bussleverandørene klarer å produsere kraftigere motorer for å takle stigningen i de undersjøiske tunnelene.

El-bussforsøket i Stavanger

I perioden 20. oktober 1994 til 20. desember 1995 ble det av Stavanger og Omegn trafikkelskap (SOT) gjennomført et forsøk med en el-buss i drift på en minibussrute mellom Stavanger sentrum og en sentrumsnær bydel (regionsykehuset). Den langsiktige intensjonen ved prosjektstarten var etterhvert å få etablert et minibussrutenett bestående av fire ruter rundt Stavanger sentrum drevet med elektriske minibusser. I prosjektet inngikk leie av en elektrisk dreven minibuss og en ladestasjon.

De første 25.000 driftskilometrene fungerte el-bussen tilfredsstillende. Deretter oppsto en rekke tekniske problemer som medførte at bussen var ute av drift 20% av prosjektperioden og ellers hadde en redusert ytelsesevne. Under forsøksperioden måtte motoren og gearet skiftes ut. SOT hadde ingen kompetanse for å kunne møte såpass tunge vedlikeholdsproblemer. Denne måtte hentes fra Tyskland. Forsøket ble avsluttet i desember 1995. SOT har ingen intensjoner om å ta el-bussteknologien i bruk før den har en større modenhetsgrad.

Mindre forsøk

Noen mindre tekniske forsøk er også omtalt i rapporten. I korthet går forsøkene ut på å klargjøre hvorvidt endringer i tilsetninger til motoren eller modifisering av selve motoren kan føre til lavere utslipp og/eller økt ytelse. På land dreier det seg om el-biler (Kewet) og komponent til dieselmotorer (Vitalizer), mens til sjøs tar vi for oss smøreolje (Fylkesbåtene i Sogn og Fjordane) og oljevannsseparator (Kragerø Fjordbåtsselskap).

Etter vår mening er det vanskelig å trekke generelle slutninger på bakgrunn av disse enkeltforsøkene. Vår gjennomgang av forsøkene har derfor kun vært deskriptiv. I tilfelle Kewet Eljet og Fjordbåtene i Kragerø ser det ut som om alle parter er fornøyde, og at den ønskede forbedring er oppnådd. Smøreoljen på Solundir kan vi ikke si så mye om, da fullstendig rapport ikke foreligger. For Vitalizer foreligger et negativt testresultat, men resultatene blir bestridt av importøren.

Lønnsomhet ved eventuell stordrift

Erfaringene i Trondheim, Haugesund og Stavanger viser at overgangen til alternative busstyper ikke foretas idag for å høste bedriftsøkonomiske gevinster. For at busselskapene skal finne bruken av alternative drivstoffer bedriftsøkonomisk lønnsomt, må disse kunne anskaffes til en konkurransedyktig pris i forhold til virkningsgrad. Siden prisen til alternative drivstoffer ikke vil kunne kompensere for økte investeringskostnader i overskuelig framtid, er det miljøkostnadene som vil måtte rettferdiggjøre investeringen i en gass- eller el-buss.

Etter mønster av Rogaland Ressurssenters (RR) miljøregnskaps-beregninger, har vi anslått miljøbesparelsene for kjøretøy med alternativt drivstoff i forskjellige byer i Norge. I RRs miljøregnskapsanalyse oppgis luftutslippsverdier, spesifisert etter forurensningskomponentene for diesel- og naturgassbusser. Nitrogenoksyder (NO_x) er den klart største utslippskomponenten i avgassene fra diesel og har dermed størst reduksjonspotensiale. De marginale miljøkostnadene for utslipp til luft i byområder er basert på svenske beregninger fra 1991. Støyemisjoner er ikke prissatt, da vi anser virkningene i trafikkbildet av både gass- og el-busser som små.

I våre beregninger for Haugesund kommer vi fram til at dersom en gassbuss avløser en dieselbuss (som oppfyller Euro III-standarden for utslipp), oppnår man en reduksjon i miljøkostnader som tilsvarer en årlig besparelse på NOK 9 015. Dette ville rettferdiggjøre en investering på NOK 63 000 i nåverdi over en tiårs-periode, med en diskonteringsrate på 7% (ved en kjørelengde på 81.000 pr. år). Samme type beregning, men med kjørelengde 50.000 km/år, er foretatt for Oslo, Bergen og Trondheim under ett, samt

Stavanger. For alle byene blir besparelsene relativt små, sett i forhold til merkostnadene ved kjøp av gassbuss, som anslås fra NOK 300-500 000.

Heller ikke en "stordrift" av 4 el-busser i Stavanger synes lønnsomt i overskuelig framtid, selv om miljøbesparelsene her er høye (NOK 35 000 årlig pr. buss, ingen utslipp fra el-buss). Kostnadene ved anskaffelse av el-buss og tilhørende utstyr er foreløpig for høye.

Generelle prosjekterfaringer

Etter gjennomgangen av de tre store prosjektene kan en etter vår vurdering trekke flere felles lærdommer vedr. prosjektorganiseringen:

- Trondheimsforsøket kjennetegnes av en teknologisk feilvurdering som delvis kunne kompenseres pga. MARINTEK's kompetanse. Konsekvensene er begrenset til forsinkelser i prosjektet og en ennå manglende teknologisk måloppnåelse.
- Stavangerforsøket kjennetegnes derimot av en teknologisk feilvurdering kombinert med manglende teknologisk kompetanse hos SOT i forsøkssammenheng.
- Haugesundforsøket karakteriseres etter vår vurdering av et rimelig ambisjonsnivå i kombinasjon med en grundig kartlegging av tilgjengelige ressurser og kompetansenivå.
- I Trondheim og Haugesund ble en profesjonell sekretariatsorganisasjon etablert som sikret en rimelig prosjektgjennomføring. Tilsvarende skjedde ikke i Stavanger. Driftsorganisasjonen i SOT, som fra før av er veldig effektivt utnyttet, ble på denne måten overbelastet.
- Alle prosjektansvarlige uttalte seg dithen at lengre bevilgningsperioder (f. eks. tre år) hadde vært positiv for prosjektorganiseringen (langsiktig og forutsigbar ramme, mindre administrative arbeider).
- I alle tre prosjekt var en generelt sett fornøyd med kontakten med sentrale myndigheter. Vegdirektoratets overtagelse av programmets sekretariatsfunksjon ble oppfattet som positiv av de respektive prosjektansvarlige.

Vurdering av programmet (forsøksordningen) som helhet

Programmets intensjon om å utprøve alternative drivstoffer med tanke på å redusere miljøproblemene i transportsektoren, er velbegrunnet. Når vi dessuten har sett at ulike alternative drivstoffer virkelig har en betydelig miljøforbedrende effekt, understøttes denne intensjonen også i praksis. I motsetning til Sverige og Danmark der global forurensning også er vektlagt, har den norske forsøksordningen vært mest fokusert på lokale forurensningsproblemer knyttet til farlige utslippskomponenter.

Også den industripolitiske dimensjonen er lite framtrødende 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 forholdsvis 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.

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. Oppfølgingen av prosjektene når de engang var kommet igang har stort sett vært bra. Den årlige programutlysningsteksten derimot kunne nok ha vært mer konkret.

Forsøksprogrammet har dekket prosjektdeltagernes(mer-)kostnader fullt ut. Dette inkluderer også driftskostnader, noe vi prinsipielt vurderer 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. For det andre kan det være vanskelig for myndighetene å trekke seg ut av denne støtten igjen. Egeninnsats fra søkerne eller delfinansiering via tredjepart har ikke blitt forlangt som forutsetning for innvilgning av støtte. Tyske erfaringer har vist at en gjerne kan kreve en eller annen form for egenandel. Dette øker dessuten søkerens troverdighet.

Ser vi på den totale årlige ressursrammen for forsøksordningen, er det forunderlig at en i de siste årene har skjøvet en pengesum udisponerte midler tilsvarende et halvt årsbudsjett (5 mill. kr) foran seg. 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.

Foreløpig har det kommet få synlige impulser for utforming av norsk (miljørelatert) samferdselspolitikk fra forsøksordningen for alternative drivstoffer. Imidlertid er programmets potensiale for direkte og indirekte virkninger for f.eks. skatte-/avgiftspolitikken, fastsettelse av utslippsnormer, lokal miljøvernpolitikk og nasjonal næringsutvikling ikke ubetydelig.

Rapporten avsluttes med å gi en rekke anbefalinger mht. en eventuell videreføring av forsøksordningen. Forsøksordningen foreslås videreført i sitt nåværende omfang, men med en del modifikasjoner.



Forord

I sammenheng med miljødiskusjonene rundt utvikling av et barekraftig samfunn inntar samferdselsrelaterte spørsmål til stadighet en sentral plass. Trafikksektoren blir av mange ansett som en hovedkilde, for ikke å si *den* hovedkilden for lokale såvel som globale miljøproblemer.

Anvendelse av alternative drivstoffer er ett av de virkemidlene for å redusere samferdselsrelaterte forurensninger som myndighetene har satset på. En ser for seg en mulighet at innsats av f.eks. naturgass, batteridrevne el-motorer, biodiesel osv. vil kunne innebære mindre utslipp fra kjøretøy til en fornuftig pris. For å fremme anvendelsen av slike alternative drivstoffer og samtidig for å vurdere deres potensiale for reelle forbedringer, har Samferdselsdepartementet siden 1991 gitt støtte til en rekke lokale forsøksprosjekt.

Den foreliggende rapporten er en evaluering av denne såkalte forsøksordningen for alternative drivstoffer og dekker perioden 1991-1995. Vi håper at rapporten kan gi et viktig bidrag til myndighetenes videre policy-utforming vis à vis anvendelse av slike drivstoffer og teknologier.

Vi vil her benytte anledningen og takke Vegdirektoratet for konstruktivt samarbeid i prosjektperioden. Videre vil vi spesielt takke representantene for MARINTEK, Trondheim Trafikkselskap, Rogaland Ressursenter, Haugaland Billag, Stavanger og Omegn Trafikkselskap og Gøteborg Spårvägar for de data og opplysninger som vi har fått underveis.

Innholdet i rapporten står imidlertid ene og alene for forfatterens regning.

Stavanger, 24. juni 1996



Rudolf Meissner
Prosjektleder



1. Innledning

1.1 Bakgrunn for evalueringen

Vegdirektoratet har gitt Rogalandforskning i oppdrag å gjennomføre en evaluering av forsøksordningen for anvendelse av alternative drivstoffer i transportsektoren. Med alternative drivstoffer menes andre drivstoffer enn bensin og diesel (og deres reformulerte varianter) som f.eks. bio-diesel (rapsolje o.l.), alkoholer, naturgass, hydrogen eller elektrisitet.

Programmet (forsøksordningen) har eksistert siden 1991, og det har i statsbudsjettet vært avsatt ca. 10 mill. kr årlig til formålet. Samferdselsdepartementet er ansvarlig for forsøksordningen, med Vegdirektoratet som saksforberedende og prosjektoppfølgende institusjon. Midlene har i hovedsak gått til prøvedrift med naturgassdrevne busser i hhv. Trondheim og Haugesund, samt bruk av elektrisk buss i Stavanger. I tillegg har en rekke mindre forsøksprosjekter og utredninger blitt støttet.

Forsøksordningen er fortsatt (1996) i virksomhet. Evalueringens resultater vil danne grunnlag for en eventuell videreføring av programmet.

1.2 Evalueringens mål og avgrensning

Evalueringen skal konsentrere seg om den forsøksrettede delen av ordningen, dvs. rene utrednings- og laboratorie-prosjekter er holdt utenfor.

Hovedformålet med evalueringen er å vurdere hvorvidt de nevnte forsøkene oppfyller de kriteriene som er lagt til grunn for tildelingen av nasjonale støttemidler. Oppdragsgiveren ønsker grundige analyser av forsøksprosjektenes virksomhet og effekter, delt opp i

- samfunnsøkonomiske effekter, herunder miljøeffekter
- bedriftsøkonomiske forhold, inkl. tekniske aspekter
- intern prosjektorganisering og organisering av forsøksprogrammet som helhet

Figuren nedenfor illustrerer tre områder som er gjenstand for evalueringen. Det dreier seg for det første om (1) *forsøksinterne forhold* som bedriftsøkonomiske aspekter, erfaringer med den anvendte teknologien, arbeidsmiljø-, energiforbruks- og utslippsdata, samt måten prosjektene er organisert på.

For det andre er det fokusert på (2) *eksterne effekter* som ytre miljøeffekter, bedrifts-/samfunnsøkonomi ved en tenkt fullskala (standard-) anvendelse av forsøksteknologien/drivstoffet, formidling av forsøks erfaringer til andre kommuner/selskap, betydning av forsøkene for egenutvikling av norsk teknologi og salgbare produkter.

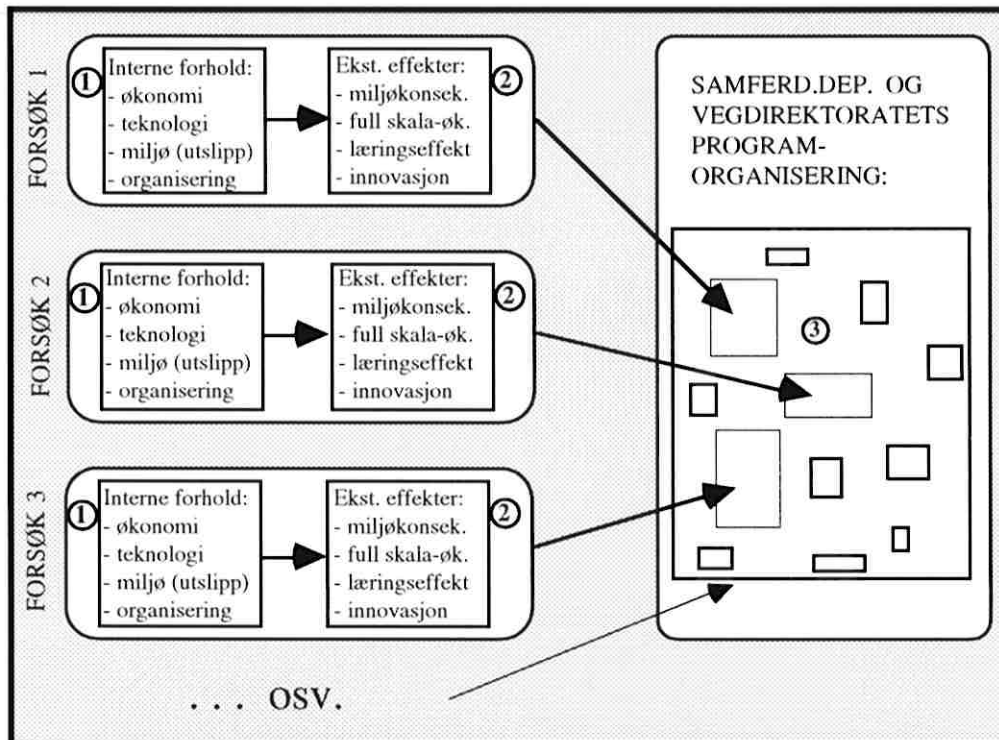


Fig. 1.1 Evalueringens hovedstruktur

For det tredje vil vi også se på (3) *organisering av den totale nasjonale programsatsingen* rundt bruk av alternative drivstoffer. Her ligger fokus bl.a. på spørsmålet om hvorvidt en blanding av mange små og noen få store prosjekter har vært en fornuftig framgangsmåte.

Gjenstand for evalueringen er programperioden fra 1991 til og med 1995. Forsøksprosjekter som kom igang før 31.12.95, men der resultatene ennå ikke kan måles, er holdt utenfor. Hovedvekten mht. vurdering av de enkelte prosjektene har ligget på de tre buss-forsøkene i hhv. Trondheim, Haugesund og Stavanger.

1.3 Problemstillinger og evalueringsopplegg

Stortingets målsetting med å gi bevilgninger til forsøk med alternative drivstoffer er å spre relevant kunnskap om nettopp anvendelsen av slike drivstoffer, spesielt når en kan dokumentere miljøgevinster. Det langsiktige målet med programmet er dermed å fremme innføring av nye drivstoffer der det er hensiktsmessig økonomisk såvel som miljømessig. Lansering og finansiering av pilotprosjekter i Norge er i så måte et mykt virkemiddel. Istedenfor å nytte juridiske virkemidler (påbud eller forbud av ulike drivstoffer, utslippskrav som bare kan oppfylles av bestemte drivstoffer), er strategien å vise mulighetene/begrensningene for ulike løsninger, slik at potensielle brukere selv kan

vurdere nytten av disse. Dessuten kan også myndighetene trekke sine konklusjoner ut av forsøkene med sikte på eventuelle endringer av forskrifter og avgiftssystemer.

Etablering av egne forsøksordninger er dessuten viktig når en har såpass spesielle (naturgitte eller samfunnsmessige) forhold i landet, at utenlandske erfaringer ikke gir fullgod informasjon. Også i tilfeller der en vil teste og fremme norskutviklet teknologi, vil forsøk være fornuftige.

Bruken av forsøk (pilotprosjekt) som virkemiddel setter imidlertid noen krav: a) Forsøkene må være realistiske i den forstand at erfaringene virkelig er overførbare til anvendelse i stor skala. b) Antall og utvalg av prosjekter må sikre kunnskap om et bredest mulig spekter av potensielle løsningsmodeller. c) Forsøkserfaringene må nå fram til andre eventuelle brukere.

I tillegg bør en stadig revurdere om den generelle vinklingen av programmet, alternative drivstoffer, i det hele tatt er den rette fokusering. Et eksempel: I dag brukes i alt overveiende grad diesel som drivstoff for busser. Det har i de siste årene skjedd og vil fortsatt skje en rekke nyvinninger innenfor dieselteknologien mht. både forbruk, ytelse, spesifikke utslipp og støy. Det er godt mulig at denne videreutviklingen av den etablerte dieselteknologien, båret fram av de store motor-/buss-produsentene, igjen vil gjøre andre drivstoffer uinteressante, økonomisk og ikke minst miljømessig. Et slikt utviklingsalternativ, som forsåvidt ligger utenfor forsøksprogrammets fokus, men som likefullt oppnår de målsettingene Stortinget er opptatt av, er også tatt med som et aspekt i evalueringen.

I det følgende vil vi, i tilknytning til tallene (1) til (3) i figur 1.1, presentere de hovedproblemstillingene som er lagt til grunn for evalueringen, samt en rekke konkrete spørsmål/ sjekkpunkter. Spørsmålene er formulert med fokus på de nevnte tre store bussprosjektene.

Hovedproblemstilling 1: Har pilotprosjektene innfridd de krav og forventninger en hadde lokalt ("interne forhold")?

Utgangspunkt for denne del-evalueringen er de målsettinger/forventninger som er nedfelt skriftlig eller på noen måte uttalt før forsøket startet.

- a) *På hvilke områder er det nedfelt målsettinger (mht. økonomi, miljø, driftssikkerhet osv.)?*
- b) *Hva er de driftsmessige erfaringene mht. den anvendte teknologien/drivstoffet, sammenlignet med vanlig diesel-buss?*
- c) *Hvordan ser driftsøkonomien i forsøkene ut?*
- d) *Hva er de miljømessige erfaringene i forsøkene, sammenlignet med dieseldrevne busser?*
- e) *Hvordan har prosjektenes organisering påvirket forsøkernes forløp og resultater?*

Hovedproblemstilling 2: Hvilke perspektiver gir forsøkene mht. en mulig bred anvendelse av alternative drivstoffer i Norge ("eksterne effekter")?

Utgangspunktet her er at informasjon om forsøkernes resultater kan oppskaleres til en tenkt situasjon under vanlige driftsforhold/bred anvendelse i en byregion.

- a) *Hvilke miljøgevinster kan forventes?*
- b) *Hva vil ordinær drift av et omfattende buss-system basert på alternativt drivstoff koste, sammenlignet med vanlige busser?*
- c) *Hvordan har lærdommen fra prosjektene blitt formidlet videre, og hvilken respons har man fått?*
- d) *Har forsøkene generert nytutvikling av norsk teknologi med kommersielt potensiale?*

Hovedproblemstilling 3: Har program-opplegget og -gjennomføringen svart til forsøksordningens intensjoner ("program-organisering")?

Utgangspunktet for denne delen av evalueringen er at en kan sette den faktiske program-gjennomføringen (blanding av noen få store og mange små prosjekter) i sammenheng med forsøksprosjekt-resultatene. Dessuten trekkes utenlandske erfaringer med alternative drivstoff-programmer inn som sammenligningsgrunnlag.

- a) *Har ansvarsfordelingen mellom departement, direktorat og forsøks-selskap vært hensiktsmessig?*
- b) *Er blanding av noen få store og et stort antall små prosjekter hensiktsmessig i forhold til intensjonene?*

1.4 Metode og datainnsamling

De tre nevnte hovedproblemstillingene henger sammen i en logisk rekkefølge: Opplysninger om enkeltprosjektene indre forhold gir grunnlag for en vurdering av deres eksterne effekter i større perspektiv, og svarene rundt disse to hovedproblemstillingene gir input til drøfting av programdesignet.

Ved siden av systematisk kartleggingsarbeid for å få inn opplysninger rundt økonomi, miljø, teknologi, organisasjon osv. har vi lagt vekt på å utvikle metoder for vurdering av de samfunnsøkonomiske sidene ved forsøkene. Herunder står vurdering av miljøeffekter samt verdsetting av miljøkostnader sentralt.

Siden pilotforsøk med ny teknologi nesten alltid vil være relativt kostnadskreven og dermed ulønnsomme rent bedriftsøkonomisk, må en "blåse opp" forsøkene til en tenkt situasjon med vanlig drift i større skala dersom en vil vurdere både bedrifts- og samfunnsøkonomien på sikt. Vi har derfor prøvd å skissere teoretiske, men realistiske fullskala-bruksmodeller i hhv. Trondheim, Haugesund, Stavanger og Oslo for på en slik

måte å kunne vurdere generaliserbare økonomiske og miljømessige forhold knyttet til innføring av alternative drivstoffer.

Et annet metodisk aspekt er *komparasjon*. Det første referansepunktet for vurdering av forsøkene økonomi, miljøeffekt o.l. er null-alternativet, nemlig dagens bruk av (standard) diesel-busser. Som et "ekstrapolert referansepunkt" har vi imidlertid også sett nærmere på framtidens diesel-teknologi som et slags null*-alternativ. Spørsmålet er således hvorvidt busser basert på alternative drivstoffer vil kunne måle seg med en ny generasjon dieseldrevne busser.

Vi har videre sammenlignet de norske erfaringene på både prosjekt- og programnivå med tilsvarende utenlandske. På prosjektnivå har det dreid seg om noen utvalgte europeiske prosjekter der det finnes tilgjengelig dokumentasjon, som f.eks. Göteborg, Saarbrücken, Hannover og Mainz. På programnivå har vi tatt kontakt med svenske, danske og tyske myndigheter samt sett nærmere på den Europeiske Kommissjonens forsøksaktiviteter.

Datainnsamlingen har vært basert på:

- a) innsamling av skriftlig materiale fra forsøksselskapene og tilknyttede leverandører og forskningsinstitutter, samt fra Norges Forskningsråd, Vegdirektoratet og Samferdselsdepartementet
- b) litteraturstudier ang. forsøk i utlandet og utvikling av drivstoff- og motorteknologi generelt
- c) personlige intervju med representanter for forsøkene og sentrale myndigheter
- d) telefonintervju med representanter for utenlandske prosjekter og programmer, samt innsamling av skriftlig materiale derfra
- e) befaring av forsøksprosjekter i Norge og Sverige

1.5 Oppbygging av rapporten

Rapporten begynner med en analyse av forsøksprogrammets organisering (kap. 2), som inkluderer den historiske utviklingen, programmets målformuleringer og utvelgelseskriterier for prosjekter, ressursbruk, søknadsbehandling og prosjektoppfølgning. Deretter følger en systematisk beskrivelse og vurdering av de tre store forsøksprosjektene samt en mer summarisk behandling av de mindre forsøkene. I kapittel 4 løftes de tre hovedprosjektene erfaringer mht. bedriftsøkonomi, miljøeffekt og samfunnsøkonomi opp på et mer generelt nivå, mens vi i kapittel 5 trekker trådene sammen til en oppsummerende programevaluering, der programmets intensjon og virkning settes inn i et videre perspektiv. Rapporten avsluttes med en opplisting av konkrete anbefalinger.

2. Forsøksprogrammets organisering

2.1 Historisk utvikling og programmets stilling i forhold til andre programmer

Etableringen av forsøksordninger med alternative drivstoffer mm. går tilbake til en politisk begivenhet høsten 1990, nemlig da Det Norske Arbeiderparti overtok regjeringmakten etter oppløsning av en borgerlig koalisjonsregjering. Den nye regjeringen ønsket å markere seg med en ny miljøprofil og avsatte i denne sammenheng i statsbudsjettet for 1991 (St.prp. nr. 1 1990-91¹) 25 mill. kr "som tilskudd til utvikling av kollektivtrafikk mm." Tilskuddet skulle primært brukes til forsøk med:

- Lavere takster.
- Bedre kvalitet med tanke på behovsdekning, lettere tilgjengelighet, bedre komfort, bedre service, bedre informasjon og merking, bedre samordning, tilbringertrafikk med taxi, kameratkjøring og sykkel, hyppigere frekvens, større fleksibilitet, prioritert framkommelighet mm.
- Alternative drivstoffer.

På det sistnevnte området ble det for 1991 avsatt rundt 7 mill. kr til forsøk med naturgass i transportsektoren. Det var i denne sammenheng et klart politisk ønske om at midlene avsatt til alternative drivstoffer først og fremst skulle brukes til satsing på anvendelse av naturgass. Gjøen og Buland (1996) skriver i sin rapport² at MARINTEK's allerede pågående aktiviteter på dette området - samt instituttsrepresentanters lobbyvirksomhet overfor relevante komiteer på Stortinget - var med å bidra til denne vinklingen.

Samferdselsdepartementet hadde på bevilgningstidspunktet ikke noe apparat til å håndtere gjennomføringen av en slik programsatsing, som forøvrig kom nokså overraskende. En måtte finne en passende organisasjonsform innen veldig kort tid. Departementet koblet seg derfor i begynnelsen av 1991 til Norges teknisk-naturvitenskapelige forskningsråd, NTNF, som siden 1986/87 hadde hatt gående et "Statlig FoU-program for utnyttelse av naturgass" (SPUNG). SPUNG/NTNF overtok oppgaven å administrere programsatsingen og fikk for 1991 en bevilgning på 6,5 mill. kr til "dekning av utgifter til storskalaforøk med naturgass i transportsektoren". Satsingen ble mao. en del av SPUNG (som forøvrig var et stort program med en ressursramme på rundt 30 mill. kr årlig). Kontraktsinngåelse med forsøks-utførende institusjoner kunne imidlertid ikke foretas uten Samferdselsdepartementets samtykke.

Satsingsmidlene ble forvaltet av SPUNG i to år. Fra og med 1993, ca. ett år før SPUNG skulle fases ut, gikk ansvaret for administreringen over til Vegdirektoratet. Overgangen

¹ Kap. 1300 Samferdselsdepartementet, post 21 "Spesielle miljøprosjekter m.v. i samferdselssektoren".

² Gjøen, H. og Buland, T. Energiteknologiske dilemmaer - Utvikling av gassbuss og elektrisk bil i Norge. SINTEF IFIM, rapp.nr. STF38 A96505, Trondheim, 1996

var av Samferdselsdepartementet blitt løpende vurdert, og en fant til slutt ut at en ønsket å bygge opp kompetanse innenfor sitt eget forvaltningsapparat.³ Dessuten skulle programmets vinkling bli noe bredere, sammenlignet med SPUNGS sterke naturgass-fokusering. Tilsvarende het programmet fra 1993 i Samferdselsdepartementets budsjett kap. 1304 post 70: "Tilskudd til rasjonell og miljøvennlig transport". Til tross for overgangen fra NTNF/SPUNG til Vegdirektoratet forbeholdt departementet seg fortsatt det endelige bevilgningsansvaret. Departementet anser satsingsområdet som et viktig politisk saksfelt som det ønsker å ha styringsmulighet over.

Siden 1993 har den beskrevne organiseringen av forsøksordningen i prinsippet vært uforandret. Bevilgningene til programmet avgjøres hvert år i forbindelse med statsbudsjettet.⁴ Tilsvarende er det innført årlige søknadsrunder, og av budsjett-tekniske årsaker får også de større forsøksprosjektene som strekker seg over flere år, får bevilgninger kun for ett år om gangen.

Forsøksordningen med alternative drivstoffer er én av flere statlige ordninger og programmer som kretser rundt temaene transport/miljø/teknologi/energi. Som påpekt ble forsøksordningen i de første årene administrert gjennom NTNF's program for utnyttelse av naturgass, SPUNG. Her sto kjemisk konvertering, gassenergi-utnyttelse (elektrisitetsproduksjon, drivstoff i større motorer) samt spørsmål knyttet til lagring, transport og distribusjon (bl.a. av LNG) i fokus. En annen ordning som grenser opp mot alternativ drivstoff-ordningen, er Miljøverndepartementets og SDs tilskudd til rasjonell transport (under samme budsjettpost som alternative drivstoffer), som siden 1991 har omfattet takstforsøk, nye rutetilbud, samordning av transporttilbud, informasjon/markedsføring og organisasjon/ administrasjon.⁵ I tillegg finnes det ekstra tilskudd til kollektivtrafikken i de fire største byene i Norge. Som en siste nasjonale støtteordning kan nevnes Vegdirektoratets egne FoU-midler som kan brukes til både kortsiktige utredningsarbeider og mer langsiktige prosjekt.

Vi har ikke funnet eksempler på tilsvarende internasjonale (nordiske/europeiske) programmer med norsk deltakelse i perioden 1991-95. MARINTEK gjorde et (mislykket) forsøk på å delta i det såkalte nordiske gassbussprosjektet, men dette var før 1990, jfr. avsnitt 3.1. Stavanger kommune pluss ulike lokale aktører søker for tiden om deltakelse i EU-programmet THERMIE via CITELEC, en forening av europeiske byer som ønsker å fremme bruk av elektriske kjøretøy på veiene. Det omsøkte prosjektet har som siktemål at ca. 15 europeiske byer skal utprøve elektrisk drevne biler og busser på bred basis.

Alt i alt ser forsøksordningen for alternative drivstoffer ut til å ha vært tilstrekkelig definert vis à vis andre programmer og støtteordninger. Vi har ikke oppdaget større

³ Det ble i denne sammenheng bevilget 500.000 kr av SD til VD til oppfølging av forsøksprosjektene, intern kompetanseoppbygging o.l. I 1995 var bevilgningen i størrelsesorden 200-250.000 kr.

⁴ Fra 1994 under Samferdselsdepartementets budsjett kap. 1301 (Forskning og utvikling mv.) post 70: Tilskudd til rasjonell og miljøvennlig transport, forsøk med alternative drivstoffer

⁵ En evaluering av ordningen for årene 1991-93 ble gjennomført av TØI, se Stenstadvold 1993.

problemer med gråsoner der prosjektsøknader ikke nådde fram fordi de hadde havnet mellom to stoler.

2.2 Forsøksordningens ressursbruk 1991-1995

I evalueringsperioden 1991-95 har det i statsbudsjettet vært avsatt mellom 7 og 11,5 mill. kr årlig til forsøk med alternative drivstoff o.l. I tabell 2.1 har vi prøvd å gi en oversikt over ressursanvendelsen i denne perioden, basert på interne dokumenter fra Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet. Siden det ikke finnes et gjennomgående programregnskap for hele forsøksordningen, har vi selv måttet stille sammen relevante tall, med utgangspunkt i sakspapirene mht. de årlige behandlingene av søknadsmassen. Tallmateriale for de første to programårene var vanskelig å finne all den tid programmet da ble forvaltet av NTNf gjennom SPUNG-programmet, og departementet kun hadde arkivert brevvekslingen med NTNf. Vi har således kun ufullstendige opplysninger når det gjelder "SPUNG-perioden".⁶

Men også de andre tallene oppgitt i tabellen må delvis oppfattes som omtrentlige. I noen tilfeller ble søknader behandlet utenfor den ordinære søknadsfristen rundt årsskiftet (dvs. søknaden ble ikke registrert ved den årlige samlede vurderingen av innkomne prosjektforslag). I andre tilfeller ble søknadsbehandlingen stilt i bero og tilsagn først gitt flere måneder etterpå. Andre usikkerhetsmomenter i regnskapsoversikten er: innvilgede prosjekt som likevel ikke ble gjennomført; fare for dobbelregistrering (fra vår side) når det gjelder prosjekt som ikke ble igangsatt i bevilgningsåret; søknadsbeløp som bare ble oppgitt som fra-til-tall eller ikke i det hele tatt.

Rogalandforskning har som oppdrag å evaluere kun den forsøksrettede delen av programmet. Denne delen var imidlertid ikke alltid så lett å skille ut. Støtte til "ekte" forsøk har ikke noen egen budsjettpost, der registrerte løpende utgifter kan regnes mot, men en delmengde av en større post som også inkluderer allmenne utredninger samt kompetanseutviklingsmidler til Vegdirektoratet. Vi var dermed nødt til selv å foreta en beregning av den virkelig forsøksrettede andelen av programmets ressursbruk (jfr. de to nederste linjene i tabellen).

Som det framgår av tabellen har det vært en opptrapping av bevilgede prosjektmidler fra år til år, fra ca. 5 mill. til rundt 11 mill. kr. Parallelt har det skjedd en viss økning i antall innvilgede prosjekt. Her må det dog bemerkes at ett og samme prosjekt kan dukke opp hvert år blant de innvilgede søknadene, ettersom også flerårige prosjekt må gjennom den årlige bevilgningsprosedyren. Dette gjelder spesielt de i avsnitt 3.1 og 3.2 omtalte gassbuss-prosjektene i Trondheim og Haugesund, som tilsammen fikk bevilget ca. 31,6

⁶ Vårt forsøk på å få ytterligere informasjon via daværende saksbehandlere for SPUNG førte ikke fram. Alle tre personene har i mellomtiden forlatt NTNf/NFR.

Tab. 2.1 Oversikt over ressursbruk 1991-1995

	1991	1992	1993	1994	1995
Antall søknader (inkl. delprosjekter og videreføringer)	-	-	22	39	30
Derav innvilget (inkl. delvise bevilgninger av prosjekt)	3	2	8	8	14
Innvilget totalbeløp (mill. kr)	5,775	3,757	8,265	11,268	10,987
Forbrukt (mill. kr)	-	-	4,904	6,672	8,169
Overført til neste år (mill. kr)	-	-	3,361	4,596	3,018
Derav:					
Antall innvilgede forsøksprosjekter	2	2	5	3	7
Innvilget totalbeløp forsøksprosjekter (mill. kr)	5,555	3,757	6,915	9,322	9,400

Anmerkning: Prosjekter i sammenheng med kompetanseoppbyggende tiltak i Vegirektoratet (som ble finansiert via den samme ordningen) er ikke tatt med i tabellen.

mill. kr. fra 1991-95 (av 35,4 mill. bevilget til forsøksprosjekter⁷). Forsøksprosjektene andel av innvilget totalbeløp gjennom hele perioden (40 mill. kr.) er forøvrig 89%.

Tabellen indikerer videre at det faktiske forbruket i de tre siste årene kunne ligge opptil 4,5 mill. kr under summen for innvilgede midler samme året. De store differansene henger sammen med forsinkelser i prosjektframdrift som førte til utgiftsforskyvninger ut av budsjettåret, men delvis også med søknadsbehandlingstiden. De endelige beskjedene ang. bevilgning var som regel ikke ferdig i april/mai, mens budsjettåret for programmet allerede sluttet primo desember.

Linjen "Overført til neste år" inneholder forøvrig kun de midler som allerede var blitt bevilget til prosjekt, men ikke forbrukt i løpet av året. Frie (udisponerte) midler, dvs. differansen mellom forsøksordningens totalbudsjett og summen av innvilgede prosjektbeløp, er ikke tatt med her. Det viser seg at Samferdselsdepartementet ikke har brukt den årlige budsjettammen fullt ut. Fram til årsskiftet 1994/95 summerte disse frie midlene seg til rundt 5,4 mill. kr., som altså kom i tillegg til de 4,596 mill. i overførte innvilgede prosjektmidler fra 1994 til 1995 - og i tillegg til den regulære statsbudsjettbevilgningen på 10 mill. kr. for forsøk i 1995. Ved årsskiftet 1995/96 var summen av frie overførte midler fortsatt 5 mill. kr. Samferdselsdepartementet har mao. skjøvet et betydelig beløp foran seg som hittil ikke er blitt brukt til forsøksprosjekter. Begrunnelsen

⁷ 35,4 mill. kr er summen av innvilgede forsøksprosjekter minus ikke-realiserede prosjekter, jfr. tab. 2.3. Summen avviker pga. tidligere nevnte usikkerheter fra det som er oppgitt i tab. 2.1, siste linje.

for dette er ifølge departementet at en inntar en krevende holdning mht. prosjektenes kvalitet når det søkes om støttemidler til forsøk.

I neste avsnitt skal vi nettopp diskutere hvilke kriterier som ligger til grunn for utvelgelse av prosjekter.

2.3 Målformuleringer og utvelgelseskriterier for prosjekter

Etablering av forsøksordningen er - som innledningsvis sagt i dette kapitlet - uttrykk for et politisk ønske om å fremme miljøriktige løsninger innenfor samferdselssektoren. Dette er selvfølgelig ikke tilstrekkelig som operasjonelt grunnlag for fordeling av forsøksmidler.

I salderingsproposisjonen for statsbudsjettet for 1991 ble støttemidlene omtalt som midler til dekning av storskala forsøk med naturgass i transportsektoren. Denne fokuseringen på naturgassanvendelse ga klare føringer for utvelgelse av forsøksprosjekt i ordningens første fase. Fra 1993 ble det så åpnet for flere ikke-naturgass-relaterte prosjekter.

Stortingets forutsetning for bevilgning av forsøksmidler er ellers basert på to kriterier som nevnes i flere sammenhenger i de interne dokumentene i Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet:

- Prosjektene skal være av generell interesse, og resultatet skal ha overføringsverdi til andre miljøer.
- Midlene tildeles for å utprøve alternative drivstoffer med tanke på å redusere miljøproblemene i transportsektoren.

Verken Samferdselsdepartementet eller Vegdirektoratet har utarbeidet noe offisielt programnotat e.l. som beskriver hovedutfordringene og mulige satsingsområder i sammenheng med forsøksprogrammet. Vegdirektoratet har nok som en del av den interne kompetanseoppbyggingen utarbeidet flere notater angående status for enkelte drivstoff- og motor-teknologier. Kunnskapen er imidlertid ikke blitt brukt til å formulere overordnede retningslinjer for bruken av forsøksmidlene skriftlig.

Samferdselsdepartementet har heller ikke på andre måter hatt noen klare formeninger om temamessig fordeling av forsøksprosjektene, utover den nevnte naturgass-fokuseringen i de første to årene da SPUNG/NTNF forvaltet ordningen. I dag er det ifølge departementet mer den generelle kvaliteten av søknadene som teller. Nye forsøk med naturgass vil ikke få spesiell prioritet - unntatt naturgass-anvendelse i ferjer, på bakgrunn av de utspill som Stortinget har kommet med. Her finnes det et eksplisitt budsjettvedtak som gjør at forsøk med gassdrevne ferjer (Boknafjord-sambandet) i prinsippet vil bli del av samme ordning med alternative drivstoffer.

En viktig forutsetning for å få innvilget støtte har vært at teknologien i forsøket - etter Samferdselsdepartementets formening - burde kunne bli introdusert i det vanlige markedet i løpet av få år. Det bør dessuten være relativt liten usikkerhet knyttet til det

bedriftsøkonomiske beslutningsgrunnlaget for søknaden, dvs. opplegget/teknologien må være såpass robust at kostnads- og tidsrammene er beregnelige.

Noe som etter sigende ikke er blitt lagt spesielt vekt på når det gjelder vurdering av søknadene, er fremme av norske innovasjoner og norsk teknologi. Ifølge Samferdselsdepartementet ønsker man ikke å drive næringspolitikk og har derfor ikke latt spørsmålet om produktutviklingsmuligheter for norske bedrifter få noen sentral rolle i søknadsvurderingene. Dette utsagnet står til en viss grad i motsetning til den holdningen som NTNf formidlet gjennom SPUNG, som hadde utvikling av en konkurransedyktig norsk leverandørindustri for det norske og det internasjonale markedet som en av hovedmålsettingene sine.⁸

Samferdselsdepartementet har etter eget utsagn heller ikke tatt hensyn til distriktpolitiske eller andre regionale argumenter, selv om slike argumenter av og til er blitt framført av søkerne.

Alt i alt ser det ut til at de bevilgende myndighetene stort sett har lagt et bottom opprinsipp til grunn for fordeling av forskningsmidlene. En har i liten grad gitt forhånds signaler om aktuelle temaer/satsingsområder, men på bredt grunnlag plukket ut prosjekter blant de søknader som så har kommet inn. Opplegget for forsøksordningen er ikke blitt styrt av noen forberedende strategiplan e.l.

2.4 Innvilgede og avslåtte søknader

Som forutgående tabell 2.1 allerede har indikert, har det fra 1993 vært et betydelig antall søknader om støtte til ulike forsøk og utredninger, hvorav kun ca. en tredel er blitt innvilget (data for 1991/92 var ikke tilgjengelige for oss). Målt i kronebeløp var størrelsesorden omsøkte midler mellom 2,3 og 5 ganger høyere enn innvilget totalbeløp (se tab. 2.2, øvre del). Antall søknader steg kraftig i 1994 og 1995 i forhold til 1993 - trolig også i forhold til 1991 og 92. 94/95-tallene er imidlertid kraftig oppblåst ved at Teknologisk institutt i 1994 lanserte hele 20 små projektskisser for utredninger og tester som ble behandlet hver for seg, og i alt 11 søknader i 1995. Justert for dette er det årlige antall søknader i perioden 1993-95 relativt konstant. Derimot var 1994 et spesielt år mht. omsøkt beløp. I alt ni projektsøknader var på over 2 (og opp mot 12,9) mill. kr hver.

I tabell 2.2, nedre del, har vi prøvd å systematisere begrunnelsene for avslag på søknader, der det lot seg gjøre rimelig entydig ut fra foreliggende sakspapirer. Den mest anvendte begrunnelse for avslag var at det omsøkte prosjektet bar preg av en investering/en driftsendring som uansett burde blitt gjort av søkeren og der et tilsagn ville kunne virke som en (konkurranssevridende) investerings-/driftsstøtte. Nest hyppigst ble argumentet om at søknaden falt utenfor forsøksordningens saksfelt, brukt. Også

⁸ Kilde: Kristian Bade Gassforskning etter 1993, rapport utarbeidet for NTNf av TerraMar Prosjektledelse AS, Høvik, 1992. I samme rapport (s.16) ble det imidlertid påpekt at potensialet for industriell utvikling i Norge er for lite til å kunne forsvare et eget forskningsprogram rettet mot naturgass til transportformål.

Tab. 2.2 Søknadsbehandling: innvilgninger og avslag

	1991	1992	1993	1994	1995
Antall søknader (inkl. delprosjekter og videreføringer)	-	-	22	39	30
Innvilget (inkl. delvise bevilgninger)	3	2	8	8	14
Avslåtte søknader	-	-	14	31	16
Søknadsbeløp totalt (mill. kr)	-	-	37,289	55,85	23,956
Innvilget totalbeløp (mill. kr)	5,775	3,757	8,265	11,268	10,987
<i>Avslagsbegrunnelser (93-95):</i>			Antall 1993-95		
Utgiftene bør bekostes av søkeren selv				13	
Problemstillingen ligger utenfor forsøksordn. temaområde				11	
Lignende prosjekt allerede igang/ bedre egnet et annet sted				8	
Overflødig utredning (svaret allerede kjent)				6	
Prosjektets positive miljøeffekt er tvilsom				5	
Teknologien er ennå for forskningspreget				4	
Resultatene vil være for lite generaliserbare				3	
Lite tilleggs-nytte ved utvidelse av prosjektet				3	
Lite gjennomtenkt prosjektopplegg				2	
For dyrt prosjekt (ift. total-budsjettet el. alternat. søknader)				2	

henvisninger til allerede gjennomførte prosjekter og utredninger dukker relativt hyppig opp som begrunnelse for avslag. Derimot ser prosjektets størrelse og det organisatoriske opplegget for forsøket ikke ut til å være sentrale begrunnelser for en negativ søknadsvurdering.

Alt i alt har det - ifølge Samferdselsdepartementet - vært lite avvik mht. vurderingene mellom Vegdirektoratet som innstillende og departementet som avgjørende instans. I de tilfeller der det har oppstått avvik mellom VD's innstilling og SD's endelige beslutning, har som regel SD vært mer restriktiv enn VD. Et visst unntak var året 1995 hvor departementet i tre tilfeller gikk mot direktoratets negative/avventende innstilling, men da med tilleggsargumenter som lå utenfor den egentlige søknaden. I sammenheng med en del søknader om utredninger var det dessuten uklarhet om disse eventuelt skulle tas inn under andre ordninger, som f.eks. Vegdirektoratets egne FoU-midler.

Når det gjelder de innvilgede *forsøks*prosjektene, gir tabell 2.3 en oversikt. Det går tydelig fram at de to naturgassbuss-prosjektene har fått brorparten av midlene, fulgt av SOT-forsøket med en batteridrevet buss i Stavanger. Forsøket med katalysator i

bybuss, som Stor-Oslo Lokaltrafikk i 1993 hadde fått bevilget midler til, men ikke realisert, blir nå i mindre skala gjennomført av SOT. De andre, mindre prosjektene dreier seg i hovedsak enten om forstudier i forkant av eventuelle storskala-forsøk eller om testing av utstyr/tilsetningsstoffer i tilknytning til konvensjonell motorteknologi.

Tab. 2.3 Oversikt over innvilgede forsøksprosjekter

Søker	Prosjekt	Bevilg- ningsår	Støttesum (1000 kr)	Merknad
MARINTEK	Naturgass-busser i Trondheim	1991/92/93/ 94/95	22.800	
Rogaland Ressurssenter	Naturgass-buss i Haugesund	1991/92/93/ 94/95	8.800	Ubrakte midler pr. 31/12/95: 3 mill. kr
Stor-Oslo Lokaltrafikk	Katalysator i buss	1993	1.000	Ble aldri gjennomført
Kragerø Fjordbåtselskap	Oljevannseparator i ferjer	1993	40	
Fylkesbåtane i Sogn og Fjord.	Tilsetningsstoffer til hurtigbåt-diesel	1993	300	
Stavanger og Omegn Tr.selsk.	Batteridrevet bydelsbuss	1994/95	2.500	
Stavanger og Omegn Tr.selsk.	Katalysator i buss	1995	413	Ikke avsluttet ennå; resultatmåling mangler.
Kollega Bil/ Teknologisk Institutt	Ombygging av Kewet El-Jet (elbil)	1995	100	
Oslo kommune	Etanol/hybrid buss (forstudie)	1995	200	Gjennomføring utsatt til 1996
Akershus fylkeskommune	Drivstoff-/utslipps-reducerende tilleggsutstyr til dieselmotor	1995	400	

Innholdsmessig kretser de fleste støttede prosjektene rundt buss-transport. I tillegg er det to prosjekter i forbindelse med sjøtransport, mens kun ett prosjekt er rettet mot personbil-(elbil-)området. Lufttransport- og jernbane-teknologi er ikke med i det hele tatt. NSB fikk imidlertid en søknad innvilget i 1995, men brukte ikke pengene (200.000 kr).

Temaet alternativt drivstoff burde tilsi forsøk med flere ulike typer drivstoff: naturgass, LPG (Liquefied Petroleum Gas, vanligvis propan), biogass, ROME (rapsoljemetylester), metanol, etanol, hydrogen, elkraft osv., eventuelt kombinert med ulike motor-/framdriftsteknologier. For de aller fleste av de nevnte drivstoffene har det også kommet

inn søknader. I evalueringsperioden 1991-95 er det imidlertid kun naturgass og el-drift som virkelig har fått gjennomslag.

Forsøk med biogass som drivstoff har ikke blitt prioritert all den tid biogass-området ifølge Vegdirektoratet allerede var godt utprøvd og også utredet mht. de økonomiske sidene (ikke minst i utlandet). En har imidlertid støttet utredninger som er blitt gjort i sammenheng med utnyttelse av deponigass fra Grønmo avfallsplass (Oslo). Mht. de regenerative drivstoffene som ROME, metanol og etanol har de bevilgende myndighetene hittil hatt en skeptisk holdning som spesielt gikk i retning av tvil om den påståtte miljøgevinsten. Søknader om støtte til anvendelse av LPG er regelmessig blitt avvist med henvisning til at teknologien er utprøvd og LPG prismessig konkurransedyktig (sålenge den er fritatt for avgifter). Andre teknologier som hydrogen-anvendelse og brenselcelle-teknologi har derimot ennå såpass mye preg av vitenskapelige forsøk at myndighetene i beste fall har gitt støtte til utredninger.

Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet har med andre ord valgt et "mellomsjikt" av forsøksprosjekter der teknologiutviklingen har kommet rimelig langt, dvs. forlatt laboratoriestadiet, men hvor de økonomiske og organisatoriske sidene ved teknologianvendelsen i vanlig drift ennå ikke var tilstrekkelig klarlagt. Samtidig måtte miljøgevinsten ved det anvendte drivstoffet/den anvendte teknologien være rimelig åpenbar og muligheten for en framtidig storskala-anvendelse under kommersielle betingelser tilstede.

2.5 Praktiske aspekter ved myndighetenes programorganisering

Som tidligere påpekt var Samferdselsdepartementet nokså uforberedt da det på kort varsel fikk oppgaven å forvalte forsøksordningen med alternative drivstoff. Løsningen med å overlate det praktiske forvaltningsarbeid til NTNf v/SPUNG-sekretariatet var nærliggende og enkel. Tilbakerapporteringen fra forsøksprosjektene via SPUNG til Samferdselsdepartementet var imidlertid ikke så systematisk og tett som senere da Vegdirektoratet overtok administreringen. MARINTEK har f.eks. aldri levert noen sluttrapport fra SPUNG-perioden. Dessuten gikk SPUNG-sekretariatet ikke bredt ut med utlysninger om forsøksordningen, men pleide å forespørre enkelte utvalgte institusjoner direkte.

Med overgangen til Vegdirektoratet i 1993 har man brukt fylkeskommunene samt Oslo kommune og NSB som kanal for spredning av utlysningen. Samme spredningskanal er forøvrig også blitt brukt for å invitere til søknader om tilskudd til "rasjonell transport". Det var således overlatt til lokale myndigheter å informere relevante selskap og institusjoner om forsøksordningen, men det er blitt krevd at fylkeskommunene/Oslo kommune skulle samordne eller formelt oversende søknadene.

Den delen av utlysningsteksten som beskriver innholdet i/målsettingen med forsøksordningen, er nokså knapp og omtrentlig og består av én setning: *"Midlene er tiltenkt en eventuell videreføring av pågående forsøksvirksomhet, samt nye prosjekter hvor det utprøves aktuelle alternative drivstoffer eller ny teknologi som kan bidra til å*

redusere miljøproblemene." Også prosjekt som ifølge planene skal gå over to eller flere år må hvert år søke om ny støtte.

I både Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet er det i hovedsak resp. én person som administrerer forsøksordningen. Søknader/prosjekter ang. sjøtransport blir forvaltet av Vegdirektoratets fergekontor.⁹ Arbeidsomfanget i Vegdirektoratet svarer for tiden til ca. et halvt årsverk. Utlysningen for et nytt budsjettår sendes ut av SD i slutten av forutgående år, og også de innkomne søknadene går først til SD. SD sender så søknadene til VD for faglig tilrådning. Mens tidsrommet mellom utsending av utlysningsbrev til fylkeskommunene mm. og søknadsfrist er relativt knapp (ca. fire uker i november/desember), kan det bli april og mai før innvilgnings- eller avslagsbrevene er sendt ut fra SD. For flerårige prosjekter kan det bety en del problemer ved at ressurstilgangen til et løpende prosjekt er avbrutt i fire måneder.

Samferdselsdepartementet uttrykker tilfredshet med tilbakerapporteringen fra prosjektene etter at Vegdirektoratet overtok administreringen. "Rapporteringsmoralen" var som antydnet åpenbart mindre god i perioden med SPUNG som koordinator. For mindre prosjekter forventes en sluttrapport, større prosjekter må avlegge mellomrapporteringer (for MARINTEKs vedkommende: kvartalsvis; Rogaland Ressurssenter: opptil flere ganger årlig, etter framgang i prosjektet). Ved søknad om forlengelse av prosjekt over til neste år må det avlegges statusrapport. De større prosjektene pleier dessuten å få besøk av programkoordinatoren i Vegdirektoratet opptil flere ganger pr. år.

Den norske forsøksordningen har ikke blitt formelt koordinert med andre (nordiske) lands innsats på samme område. Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet har ikke vært i direkte kontakt med andre land og kjenner heller ikke til tilsvarende ordninger i utlandet. De norske myndighetene har imidlertid gjennom direkte kontakter, konferansedeltakelse og utredninger vært opptatt av internasjonale forhold og har en rimelig oversikt over pågående og gjennomførte prosjekter i Norden, delvis også i Mellomeuropa og Nordamerika.

Vi kan avslutningsvis konstatere at rutiner for utlysning og søknadsbehandling innen forsøksprogrammet i årenes løp har fått sin faste form i et samspill mellom Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet, og med fylkeskommunene/Oslo kommune som mellomledd når det gjelder den årlige utlysningen. Om en på denne måten når fram til alle relevante "idé-besittere" i landet, kan vi ikke avgjøre i den foreliggende evalueringen. Derimot kan det virke uheldig for framdriften av større forsøksprosjekt når en ikke gir flerårige bevilgninger med det samme.

⁹ Det viste seg forøvrig å være liten grad av koordinasjon og informasjonsutveksling mellom de to avdelingene i VD som administrerer forsøksordningen.

3. Forsøksprosjektene: mål, gjennomføring og resultater

3.1 Demonstrasjonsprosjekt for naturgassdrevne busser i Trondheim

Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt A/S (MARINTEK), en forskningsinstitusjon som i stor grad baserer seg på oppdrag fra industrien, har vært engasjert i utviklingen av gassmotorteknologien siden 1980. MARINTEK har "klare målsetninger om å bidra til en utvikling hvor bruk av naturgass i Norge skal motivere til en teknologisk utvikling som også får ringvirkninger i forhold til det å skape andre industrielle produkter og tjenester"¹⁰. Videre har utnyttningen av naturgassen som om kort tid vil være tilgjengelig på landsiden i regionen (Tjeldbergodden), vært et hovedmotiv for initieringen av prosjektet.

I forbindelse med utviklingen av gassmotorer for busser har MARINTEK vært aktiv siden 1989. Utviklingsarbeidet på gassbussiden startet hos MARINTEK med støtte fra Sør-Trøndelag fylkeskommune parallelt med oppstarten av et nordisk gassbusprosjekt der MARINTEK ikke fikk være med som partner.

Med utgangspunkt i resultatene fra 1989 ble demonstrasjonsprosjektet definert og begynt i 1991 via forsøksordningen med alternative drivstoffer innen transportsektoren. Prosjektperioden var i utgangspunkt bestemt til ut 1994, men ble senere forlenget til ut 1995 på grunn av at prosjektet i praksis ikke kom i gang før årsskiftet 1991/92. En ytterligere forlengelse av prosjektperioden er bestemt, og finansieringen er sikret ut 1996. I 1991 og 1992 ble prosjektet faglig fulgt opp gjennom SPUNG (Statlig FoU-program for utnyttelse av naturgass). Siden 1993 har ansvaret for den faglige oppfølgingen ligget hos Vegdirektoratet.

Hensikten med demonstrasjonsprosjektet er å få utprøvd forskningsresultatene vedr. gassbussmotorer (laboratorie- og prototypenivå) i en omfattende driftssituasjon hos et kollektivselskap for å kunne utvikle og tilby et kommersielt og teknologisk modent produkt.

¹⁰ Gjøen, H. og Buland, T. Energiteknologiske dilemmaer - Utvikling av gassbuss og elektrisk bil i Norge. SINTEF IFIM, rapp.nr. STF38 A96505, Trondheim 1996, side 20.

Prosjektet er rettet mot bruken av CNG (compressed natural gas)¹¹ og LNG (liquefied natural gas)¹² og inkluderer utprøvingen av gassbusser med mekanisk og elektronisk motorstyring og etablering av to fylleanlegg for hhv. CNG og LNG.

3.1.1 Formål med forsøket

Ifølge MARINTEK's evalueringsrapport¹³ skal prosjektet demonstrere anvendeligheten av et lavemisjons-motorkonsept (magermotor)¹⁴ for gassbusser i en reell driftssituasjon. Naturgass har særlige egenskaper som utnyttes i magermotorkonseptet. Disse motorene gir en markert forbedring av skadelige avgassutslipp sammenlignet med dieselmotorer (NOx-emisjonene reduseres med ca 75%, svovel-, sot- og partikkel-emisjoner elimineres nærmest). Videre har gassdrevne busser et vesentlig lavere støynivå. Demonstrasjonsprosjektet skal vise at miljøgevinstene kan realiseres i en normal driftssituasjon.

Dessuten skal det gjøres en evaluering av gasslagring på bussene (CNG og LNG), med hensyn til lagringskapasitet og driftsforhold omkring gassfylling.

Prosjektet skal også dokumentere kostnadsnivået på gassdrevne busser og sammenholde disse med driftskostnadene for den øvrige busspark. Dessuten skal kunnskap overføres til Trondheim Trafikkselskap (TT), slik at selskapet kan overta og drive bussene med eget personell.

Etter prøveperioden skal gassbussene gå over i permanent drift på lik linje med TT's øvrige busspark.

Målsetningene var uforandret under hele prosjektperioden. Unntaket er anskaffelsen av kun fem busser ift. seks busser som tidligere planlagt (et LNG-kjøretøy mindre).

En viktig rammebetingelse for prosjektet er at naturgassen leveres som LNG til Trondheim for deretter å brukes som CNG eller LNG i prosjektsammenheng (i motsetning til Nord-Rogaland der naturgassen er tilgjengelig via et rørledningsnett). På grunn av inntil nå manglende produksjon i Norge måtte LNG importeres fra Sentraleuropa.

¹¹ CNG - Compressed Natural Gas - er den engelske betegnelsen for tørrgass eller naturgass under trykk på tanker.

¹² LNG - Liquefied Natural Gas - er den engelske betegnelsen for nedkjølt tørrgass i væskeform. Tørrgassen må kjøles ned til -162 grader for å holde seg flytende ved normalt trykk.

¹³ Stenersen, D. *et al.* Demonstrasjonsprosjekt for naturgassdrevne busser i Trondheim (Prosjektrapport 1., Evaluering av prosjektforløpet 1992 - 1995), MARINTEK Rapport, Trondheim 1996 (forløpige utgave, ikke offentliggjort)

¹⁴ Magermotor er en Otto-motor med høyt luftoverskudd og oksiderende katalysator - "lean burn engine".

3.1.2 Formell og uformell organisering

MARINTEK har totalansvaret for hele prosjektet. Gassbussene og CNG-gassfyllestasjonen ved TT's driftsgård "Sorgenfri" drives av Trondheim Trafikkselskap som MARINTEKS kontraktpart på lik linje med selskapets øvrige installasjoner og busser. LNG-gassfyllestasjonen drives av MARINTEK selv.

Forholdet til Trondheim Trafikkselskap vedrørende levering av tjenester til prosjektet (bruk av gassbusser i selskapets ruteproduksjon med tilhørende nødvendige infrastrukturiltak) er regulert gjennom en rekke avtaler mellom MARINTEK og TT.

Følgende avtaler er inngått: delavtale - generell del, delavtale 1 (utbygging av bussoppstillingsplasser), delavtale 2 (utbygging og prøvedrift av naturgassrelaterte installasjoner inklusive 6 naturgassdrevne busser⁹, delavtale 3 (overføring til permanent drift, eventuell avvikling).

I avtalens generelle del er organiseringen av prosjektet med ansvarsfordelingen (inklusive benevnelse av deltagende personer) spesifisert. Hos MARINTEK og TT ble hver en prosjektleder oppnevnt. I henhold til tidligere prosjektleder hos TT var denne klare ansvarsplasseringen en viktig forutsetning for at prosjektet kunne gjennomføres hos TT uten kommunikasjonsvansker mellom hhv. forsknings- og driftsmiljøet.

Avtalene er utformet på en slik måte at Trondheim Trafikkselskap i prøveprosjektet ikke belastes med noen merutgifter i forhold til vanlig dieseldrift. Forhandlingsprosessen mellom MARINTEK og TT var komplisert og tok ca. ett år.

Samarbeidet med industrielle samarbeidspartnere som VOLVO, SCANIA og Raufoss er ikke formalisert innenfor prosjektet, men inngår som delaktivitet i MARINTEK's generelle forretningsvirksomhet.

Prosjektet og dets fremdrift er dokumentert i regelmessige rapporter utarbeidet av MARINTEK som har sekretariatsansvaret for prosjektet.

3.1.3 Forsøsteknologien: innhold, forløp, resultater

I 1989 ble et nordisk gassbussprosjekt etablert (finansiert av de nordiske hovedsteder med VOLVO og SCANIA som industripartnere) som fokuserte på utviklingen av en lavemisjonsmotor. MARINTEK leverte tilbud om å være partner i prosjektet men nådde ikke opp i konkurransen med andre internasjonale forsknings- og utviklingsmiljø. Programmet ble avsluttet i 1990 med utvikling av motorer på laboratorienivå uten å få frem et praktisk anvendelig produkt.

På initiativ fra Sør-Trøndelag fylkeskommune utviklet MARINTEK i 1989 en gassbuss-prototype som ble satt i drift samme året og som fungerte som referanseprosjekt. Med utgangspunkt i det fikk MARINTEK i 1990 oppdrag fra VOLVO og SCANIA, som hadde gassbussleveranser til hhv. Göteborg og Australia, om å videreutvikle

gassbusmotorteknologien (magermotorkonsept). Dermed fikk MARINTEK viktige industrielle samarbeidspartnere.

Med basis i denne teknologiutviklingen var MARINTEK interessert i et demonstrasjonsprosjekt for å få resultater fra en reell driftssituasjon som igjen skulle brukes i en videre forsknings- og utviklingssammenheng.

I prosjektet utprøves CNG- og LNG-teknologien parallelt, siden en i SPUNG-sammenheng fokuserte på en ibruktagen av LNG-teknologi.

Følgende elementer inngår i prosjektet (naturgassen leveres som LNG):

- Lagring og håndtering av naturgass både som LNG og CNG.
- Oppbygging og drift av en CNG-fyllestasjon hos TT.
- Oppbygging og drift av en LNG-fyllestasjon hos MARINTEK.
- Ombygging og drift av gassbusser.

Innen utløpet av 1995 er fem gassbusser tatt i bruk:

To CNG-busser fra VOLVO (årsmodell 1992, driftsstart 1993 og 1994), to CNG-busser fra SCANIA (årsmodell 1991, driftsstart 1993 og 1994) og en LNG-buss fra VOLVO (årsmodell 1992, driftsstart 1994).

Prototypbussen fra 1989 ble solgt til Haugaland Billag (jfr. avsnitt 3.2.4 om gassbussforsøket i Nord-Rogaland).

Fylleanlegget for CNG inklusive 35 bussoppstillingsplasser ble etablert på et nytt område ved siden av TT's driftsgård (Sorgenfri). Utførelsestandarder på anlegget er høyere enn TT's gjennomsnittstandard forøvrig for å kunne bruke det som referanseanlegget. Standardøkningen ble finansiert innenfor prosjektrammen.

Anlegget er et "langsom fylling"-anlegg dvs. at fylletiden per buss ligger ved ca. 1,5 timer. Gassbussenes aksjonsradius angis av MARINTEK med ca. 550 km/døgn (ved installering av lettvektstanker). Behovet for et "hurtig fylling"-fylleanlegg med tilsvarende høyere investeringskostnader kan dermed unngås siden fyllingen kan foretas om natten i driftspausen. Et anlegg for hurtig fylling har dessuten den ulempen at bussens tanker ikke kan fylles optimalt pga. varmgang.

LNG-tankanlegget ble etablert på MARINTEKs område på grunn av den mer krevende håndteringen av LNG.

I MARINTEK's evalueringsrapport¹⁵ konkluderes vedr. den tekniske siden i prosjektet som følger:

¹⁵ Stenersen, D.et al., side 12 o. f..

"Generelt

En av prosjektets målsetninger var å demonstrere ny gassmotorteknologi basert på lavemisjonskonsepter i bybusser. I ettertid kan en fastslå at denne motorteknikken ikke var moden for bruk i bybusser som forutsatt i dette prosjektet. Motorkonseptene er for sårbare ved at selv små og bagatellmessige feil i enkelte komponenter kan føre til driftsstans av bussen.

Dette har medført at prosjektets driftsfase ikke har forløpt problemfritt. Prosjektet har ikke vært et rent demonstrasjonsprosjekt, men har i stor grad hatt vesentlige elementer av prototypeprøving og uttesting av komponenter og systemer. Disse faktiske forhold gjenspeiles i de driftserfaringer som er registrert for bussene.

CNG-fyllestasjonen er prosjektert og bygd opp med enkeltkomponenter som er kjent og utprøvd i markedet. Således er driftserfaringene fra dette anlegget bra. Automatisk drift av anlegget har imidlertid ikke fungert tilfredsstillende, og pr. november 95 er det innhentet tilbud på ombygging av styresystemet for automatisk drift.

LNG-fyllestasjonen for fylling av LNG-bussen er også en prototype spesielt utviklet i prosjektet for å tilpasses den gassmotorteknologi som ble benyttet. Også dette anlegget har fungert bra under det året det har vært i drift. Anlegget er imidlertid relativt komplekst i oppbygging, noe som stiller relativt store krav til operasjon.

Bussene

Følgende konklusjoner kan trekkes med hensyn til alle idriftsatte naturgassbusser:

- for dårlig driftsregularitet
- for mange svikt i enkeltkomponenter
- variabel kjørbarhet
- følsomme for variasjon i gasskvalitet

(kommentar RF: den maksimalt oppnådde kjørelengde pr. år for en gassbuss som var operativt i et helt år var 47.000 km i prosjektet. Den gjennomsnittlige kjørelengden pr. år for en vanlig dieselbuss hos TT ligger derimot opptil 90.000 km pr. år.)

En kan enkelt dele gassmotorteknologien for busser i tre generasjoner hvor den tredje generasjonen er den løsning som ble valgt for alle fem busser. Konseptet baserer på at hele gasstrømmen styres **elektronisk** gjennom et sett gassinjeksjonsventiler og at blandingsforholdet mellom luft og gass justeres av et mikroprosessorbasert kontrollsystem.

Annen-generasjonsløsningen er en optimert mekanisk løsning som gir god kjørbarhet og er i utgangspunkt mer robust. Dette konsept gir ikke så lave skadelige utslipp som tredje-generasjonsløsningen. Det er videre også sterkt påvirkelig av ytre forhold som omgivelsestemperatur og fuktighet.

Det er åpenbart ikke interessant å ha en buss med gode avgassutslipp hvis den ikke er pålitelig og kan gjøre jobben sin, nemlig å frakte passasjerer, og holde sin rute.

MARINTEK tar konsekvensen av sin konklusjon, ikke akseptabel driftsregularitet, og bygger motorkontrollsystemene om til annen-generasjonsløsning med mekanisk kontroll av gass/luftblandingen. Dette er forøvring den løsning som SCANIA anvender i sine gassbusser som selges på det kommersielle markedet.

LNG ansees ikke som den fremtidige løsningen for bybusser i Norge. LNG-lagringssystemet på bussen er relativt komplekst, og prosedyrene omkring fylling er betydelig mer omfattende enn ved CNG-lagring. De erfaringer som er vunnet i det ene

året LNG-bussen har vært i drift er imidlertid positive. Ytterlig drift av LNG-bussen anses ikke hensiktsmessig i prosjektsammenheng, og det anbefales derfor at denne bygges om til CNG-lagring. (Kommentar RF: i samråd med Vegdirektoratet er det imidlertid bestemt at bussen bygges om til dieseldrift. Årsaken er at det ville tatt for lang tid å bygge bussen om til CNG-drift og at ombyggingen ikke ville ha tilført forsøket nye resultatetr.).

CNG-fyllestasjon (Sorgenfri, TT)

Konseptet med lagring av gass som LNG, trykkoppybygging ved hjelp av en LNG-pumpe og fordamping i luftvarmeveksler er en kostnadseffektiv og enkel løsning for en CNG fyllestasjon. Den valgte løsningen på Sorgenfri har vist seg å fungere bra. Automatisering av fyllingen har imidlertid ikke fungert som forutsatt, og tiltak er iverksatt for å modifisere dette systemet.

LNG-fyllestasjon (MARINTEK)

Fylling av LNG vil i praksis si å operere et lite prosessanlegg hvor pumpe, fjernopererte ventiler, luftsystem, inertgassystem, elektrisk system og sikkerhetssystemer må fungere. Drift av et slikt anlegg er således betydelig mer komplekst enn for et CNG-anlegg.

Erfaringer som er vunnet med anlegget det året det har vært i drift er stort sett positive. Enkelte feil har oppstått i innkjøringsperioden, men ingen av fundamental karakter. De operative ulempene med LNG-drift spesielt knyttet til fylling prosess er imidlertid slik at det ikke anses som aktuelt å benytte LNG som lagringsform på bybusser i fremtiden. Til det er ulempene og ressursbruk knyttet til LNG-fylling for store i forhold til fylling av busser med CNG-lagring. Det gjelder også i tilfelle flytting av LNG-fyllingen til TT's anlegg på Sorgenfri.

Det anbefales derfor at LNG-fyllanlegget på MARINTEK termineres."

Som spesielle teknologiske aspekt kan nevnes følgende:

a) Kompetanse- og produktutvikling i Norge:

I løpet av prosjektperioden er et nettverk med flere aktører bygget opp:

- En betydelig kompetanseutvikling vedrørende *gassbusmotorer* skjedde hos MARINTEK. På grunn av den ble MARINTEK samarbeidspart med VOLVO og SCANIA på forretningsmessig grunnlag. Utenfor forsøksprosjektet har MARINTEK løpende kontakt med VOLVO vedrørende utviklingen av gassmotorteknologien for tynge kjøretøy.
- Det er etablert et samarbeid mellom MARINTEK og Raufoss om å utvikle *gasstanksystemer* (lettvektstanker basert på aluminium med kompositt som vil kunne øke bussenes aksjonsradius).
- Cylinderservice (Trondheim) sto for *konverteringen* av dieselmotorer til gassdrift.

b) Avgjørelse vedr. LNG-produksjonen på Tjeldbergodden:

Våren 1996 signaliserte Statoil bygging av et "mikro" LNG-anlegg på Tjeldbergodden. Dette anlegget vil i utgangspunktet kunne produsere 7.500 tonn LNG per år, eller nok til å dekke energibehovet for 7 til 8 ferger eller 100 busser. Hvis etterspørselen etter LNG viser seg å være tilstrekkelig er det teknisk mulig å doble til femdoble produksjonen.

Gjøen og Buland (1996) vurderer i sin rapport MARINTEK's energipolitiske engasjement generelt som viktig for å få Statoil engasjert i utbyggingen av et LNG-anlegg på Tjeldbergodden. Prosjektets betydning i den sammenheng er ibruktagen av en teknologi som vil kunne åpne et interessant marked for salg av naturgass.

3.1.4 Miljømessige resultater

a) Avgassemisjoner:

Det er gjennomført målinger av avgassemisjoner i prosjektet som en delaktivitet i MARINTEK's prosjektevaluering. Disse målingene ble gjort på en SCANIA dieselbuss og på en gassbuss i juni/juli 95. Det ble kjørt 6 ruter (uten passasjer) med stopp på alle holdeplasser. De oppsumerte utslippstall fra MARINTEK's evalueringsrapport¹⁶ gjengis nedenfor:

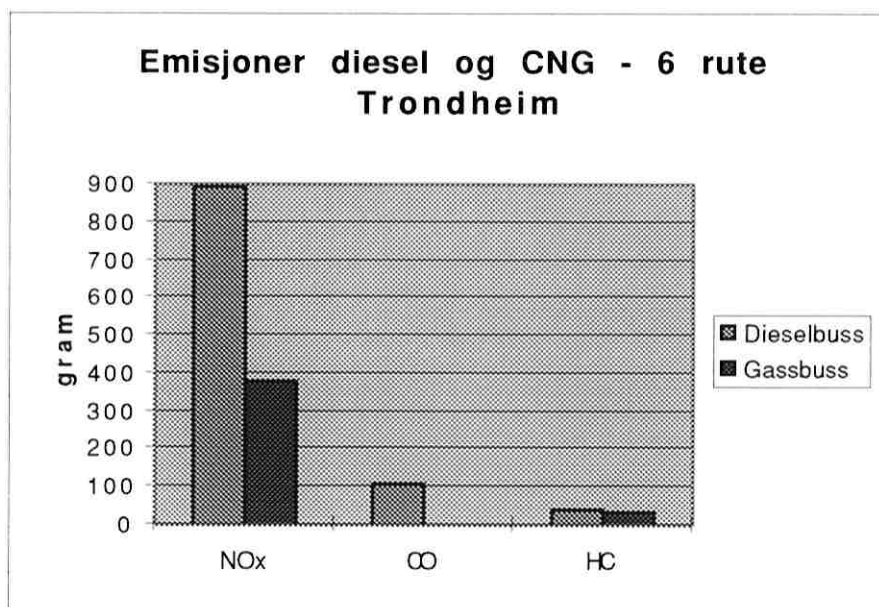


Fig. 3.1 Emisjoner fra gass- og dieselbuss, Trondheim

Kilde: MARINTEK (1996), kap. 5

¹⁶ Stenersen, D. et al, side 64 o. f..

b) Støy:

Det er ikke gjennomført feltmålinger av støy tilknyttet naturgassbussene. Laboratoriemålinger viser imidlertid at ved bussmotorer som bruker naturgass som drivstoff reduseres støynivå både innendørs og utendørs til omtrent det halve av hva det er under sammenlignbare forhold basert på dieseldrift. Laboratoriemålinger gjennomført ved MARINTEK viser at støynivået ved gassdrift er redusert med 14 desibel (dB(A) på tomgang og 10,9 desibel (dB(A) i normal drift¹⁷.

c) Drivstofforbruk:

I prosjektsammenheng er det konstatert et gjennomsnittlig brennstofforbruk på ca. 5,6 Sm³/mil for bussene (med noen forbehold knyttet til beregningene).

Energi-innholdet i en Sm³ tilsvarer energi-innholdet i en liter diesel. Gjennomsnittlig dieselforbruk for busser hos Trondheim Trafikkselskap i tilsvarende trafikk er ca. 5,0 l/mil. Gassbussene har dermed et drivstofforbruk som er ca. 12% høyere enn dieselbussenes¹⁸.

d) Sikkerhet:

Sikkerhetsaspektet ved en naturgassbuss er særlig knyttet til gasstankene og systemet for tilførsel av gass fra tanker til motor.

Det første driftsåret er det ikke registrert gasslekasje på tank og rørarrangement på de aktuelle bussene. Innførte rutiner bør være tilfredsstillende med hensyn til å oppdage lekkasjer i ordinær drift.

Det er heller ikke rapportert om problemer eller lekkasjer i forbindelse med fylling av gassbussene det første driftsåret.

3.1.5 Andre driftserfaringer

a) Publikums- og sjåførsreaksjoner:

Publikumsreaksjonene ble ikke særskilt evaluert av verken av MARINTEK eller TT, men oppfattes som positive med hensyn til miljøaspekt og kjørekømført. Gassbussenes driftsproblemer ble negativt vurdert av publikumet (melding fra sjåførenes side i evalueringen 1995).

¹⁷ ibid., side 66.

¹⁸ MARINTEK's evalueringsrapport, Stenersen, D. et al., 1996, side34.

I samme evaluering ble sjåførenes reaksjoner på gassbussene registrert ved hjelp av et spørreskjema. En samlet vurdering av svarene viser en negativ holdning til gassbussene fra sjåførenes side. Det skyldes hovedsakelig driftsproblemene beskrevet i kapittel 3.1.4. Vedrørende miljøaspektet og arbeidsforholdene på bussen vurderes gassbussene overveiende positivt av sjåførene.

b) Vedlikeholdskompetanse:

Ved hjelp av kurs ble det formidlet kompetanse til TT's verkstedpersonell. Deltagerne var plukket ut med tanke på at alle skift i verkstedet skulle ha en kompetent person med kjenskap til gassbussene. Den manglende modenhetsgraden av teknologien påvirket verkstedssituasjonen negativt. Særlig i startfasen ble nødvendig vedlikehold og reparasjon av gassbussene ikke prioritert høyt nok fra verkstedetsiden ifølge TT's tidligere prosjektleder. Dermed var gassbussene ved driftsforstyrrelser ofte i fire til fem dager ute av drift. En høy innsats fra MARINTEK-personellet var derfor nødvendig under feilsøking ved og reparasjon av gassbussene.

c) Gass-leveranse:

Statoils rolle som energileverandør ift. prosjektet vurderes kritisk av MARINTEK. Selskapet viste generelt liten interesse i forsøket og var vanskelig å ha å gjøre med som LNG-leverandør (mindre etterspørselsvolum synes ikke å bli tatt på alvor).

Variasjoner i kvaliteten til naturgassen levert under prosjektperioden er påpekt som negativ faktor av MARINTEK.

3.1.6 Prosjektkostnader og finansiering

Prosjektet ble i sin helhet finansiert via forsøksordningen med alternative drivstoffer i n n e n t r a n s p o r t s e k t o r e n .
Prosjektets total kostnader (inkl. investeringer) er pr. 30.11.95:

- NOK 21.765.553
- NOK 1.019.485 som kommer i tillegg som stipulerte restkostnader i 1995 og rest av bevilget ramme i 1995.

Som nevnt ovenfor inngår etableringen av fylleanleggene, innkjøp og konvertering av bussmateriellet og differansekostnadene (relatert mot dieseldrift) for driften av gassbussene i prosjektkostnadene. På grunn av mange driftsstans er beløpet til innkjøp av LNG lavere enn opprinnelig stipulert.

Pr. 30.11.95 fordeles kostnadene som følger:

- LNG-fyllestasjon (oppbygging): NOK 6.963.948 (32,0 %)
- CNG-fyllestasjon (oppbygging): NOK 1.621.658 (7,5 %)

- Bussene (oppbygging): NOK 3.523.405 (16,2 %)
- Innkjøp LNG: NOK 2.240.164 (10,3 %)

Resten fordeles på drifts- og administrasjonskostnader.

I 1996 videreføres prosjektet innenfor en ramme på 3,5 mill. NOK. Det opprinnelige søknadsbeløp er redusert med NOK 300.000 på grunn av at LNG-bussen bygges om til diesel- istedenfor CNG-drift

3.1.7 Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget

Prinsipielt ble den økonomiske prosjektrammen overholdt trass i driftsproblemene.

Fremdriften i prosjektet har ikke fulgt den opprinnelige planen. Kontraktsforhandlingene mellom TT og MARINTEK tok lengre tid en forutsatt, noe som forsinket ombyggingen av to busser med ca. seks måneder.

Reguleringsplanbehandlingen som forutsetning for å kunne etablere CNG-fyllingsanlegget hos TT (Sorgenfri) ble forsinket i forhold til de opprinnelige planer (naboprotester mot et gassanlegg).

Leveransen av LNG-fylleutstyr på MARINTEKs gassfyllestasjon ble forsinket med seks måneder pga. teknisk utviklingsarbeid hos leverandøren Messer-Griesheim (Tyskland). Dette medførte forsinket idriftsettelse av LNG-bussen.

Forøvrig påvirket driftsproblemene prosjektfremdriften generelt. Problemene reduserte prosjektstatusen internt i Trondheim Trafikkselskap ifølge tidligere TT's prosjektleder.

3.1.8 Formidlingstiltak og ekstern respons på prosjektet

Gassbuss-prosjektet er blitt presentert ved et flertall anledninger i løpet av prosjektperioden, men særlig i den praktiske oppstartsfasen i 1993. Dette omfatter artikler og reportasjer i lokale og landsomfattende dagsaviser og NRK-fjernsyn og -radio.

Dessuten ble artikler offentliggjort i Transport Forum (Norges Transportbedrifters Landsforeningens fagavis) og i TT's internavis.

Det er blitt utarbeidet en brosjyre om prosjektet som er distribuert under åpningen av en naturgass-konferanse 1993, ellers i fagmiljøet og på alle TT's bussruter.

MARINTEK vurderer at det gjennomførte informasjonsopplegget har virket godt og tilfredsstillende.

Imidlertid finnes behov som ennå ikke er dekket etter MARINTEKs vurdering. Særlig gjelder dette utarbeidelse av artikler om LNG-anlegg, LNG-drift og anvendt bussteknologi i dette prosjektet. Slikt materiale etterspørres for presentasjon i internasjonale tidsskrifter og på internasjonale konferanser.

3.1.9 Videreføring i stor skala?

Forutsatt at kjøretøyene fungerer pålitelig driftsmessig sett er TT fortsatt åpent for bruk av gassbusser. Tiltakene som vil iverksettes i løpet av 1996 av MARINTEK for å øke gassbussenes driftssikkerhet vil således være av avgjørende betydning.

Forøvrig vil rammebetingelser utenfor prosjektet være avgjørende for en implementering av gassbussdrift i stor skala:

- De driftsøkonomiske rammebetingelser som først settes av Sør Trøndelag fylkeskommune vil være avgjørende for å kunne ta i bruk gassbusser i stor skala. Uansett måten fylkeskommunen velger for å kjøpe kollektivtjenester (anbud, insitament-avtaler, bruk av normtall-systemet osv.) må fylkeskommunen kompensere for økte investeringskostnader ved kjøp av gassbusser. De økte utgiftene knyttes til den samfunnsøkonomiske gevinsten pga. reduserte utslipp. Hvis fylkeskommunen ikke er villig til en slik kompensasjon må en finne en annen instans til å yte en tilsvarende innsats.
- Importen av LNG fra Sentral-Europa har vært kostnadskrevende i prosjektperioden. Den varslede oppstarten av LNG-produksjonen på Tjeldbergodden vil gi sterkt reduserte gasspriser i framtiden.

3.1.10 Oppsummering

Innenfor forsøksordningen med alternative drivstoffer har det siden 1991 blitt gjennomført et demonstrasjonsprosjekt med gassdrevne busser i Trondheim. I prosjektet inngår kjøp og drift av fem gassbusser (4 CNG-busser og 1 LNG-buss) og etablering av to fyllingsanlegg for hhv. CNG (compressed natural gas) og LNG (liquefied natural gas).

Hensikten med prosjektet er å demonstrere anvendeligheten av et motorkonsept (magermotor) for gassbusser i en reell driftssituasjon. Målsetningen er å etablere en permanent drift av gassbusser ved Trondheim Trafikkselskap (TT) etter prøveperioden.

Norsk Marinteknisk Forskningsinstitutt A/S (MARINTEK) i Trondheim har vært hoveddrivkraften i prosjektet.

Prosjektet er i stor grad innrettet mot videreutvikling av gassmotorteknologien for busser (stikkord: elektronisk motorstyring). Hovedelementet i prosjektet er implementeringen av avansert motorstyringsteknologi.

I prosjektperioden måtte en erkjenne at denne motorteknologien ikke var tilstrekkelig moden for bruk i bybusser, slik det har vært forutsatt i starten av forsøksperioden. Driftssikkerheten og -påliteligheten var for liten for gassbussene sammenlignet med dieselbusser.

Gassmotorene tilbakeføres nå til en mer robust teknologi (mekanisk motorstyring). Fra MARINTEK's side forventes på denne måten etablert en stabil driftssituasjon som vil gjøre det mulig å etablere gassbussdrift på permanent basis hos TT.

I prosjektet inngikk i tillegg uttesting av CNG og LNG som gasslagringsteknologier for bybuss. Etter en periodes drift konkluderes det fra MARINTEK's side med at LNG-teknologien ikke er egnet som lagringsmedium på grunn av den nødvendige kompliserte håndteringen i den daglige driften. Det anbefales derfor å terminere forsøkene med LNG-lagringsteknologien.

Samlede prosjektkostnader er NOK 22.785.038 (pr. 01.01.96). I 1996 videreføres prosjektet innenfor en ramme på NOK 3,5 mill..

Det gjenstår å skape en stabil driftssituasjon for gassbussene i Trondheim i løpet av 1996. Utfra erfaringer i Nord-Rogaland (jfr. avsnitt 3.2) og erfaringene ellers i andre europeiske land anses gassbusssteknologien som såpass modent at vi vil anta at MARINTEK kan lykkes i å skape de nødvendige driftsmessige rammebetingelsene som forutsetning for en permanent gassbussdrift.

Men MARINTEK har inntil nå ikke lykkes med utviklingen av elektroniske styringssystemer for gassmotorer til et modent kommersielt produkt, slik det var den opprinnelige hensikten med prosjektet. Slike styringssystemer tilbys også av andre leverandører og brukes f. eks. i Göteborg (jfr. kapittel 4.1.2). Om MARINTEK ligger etter i en konkurransesituasjon kan ikke vi bedømme ut fra den for oss tilgjengelige dokumentasjonen. MARINTEK er fortsatt overbevist om fordelene deres teknologiske tilnæringsmåte har i forhold til ønskene om redusert utslipp og enrgiforbruk.

Prosjektets bidrag i forhold til en oppbygging av teknologisk kompetanse i Norge vurderes som positivt. Et samarbeid av nettverkskarakter mellom MARINTEK, Raufoss og flere mindre produsenter er utviklet. Særlig interessant er samarbeidet med Raufoss vedrørende utviklingen av lettvektstanksystemer for å kunne øke gassbussenes aksjonsradius. Slike tanksystemer vil være interessante som eksportprodukt. Oppbygging av en tankproduksjon med investeringer på NOK 50 mill. er under vurdering hos Raufoss.

Prosjektet har fungert som delvis eksportrettet utstillingsvindu som brukes i markedsføringen av partene involvert i prosjektet

3.2 Gassbussforsøket i Nord-Rogaland (Haugesund)

Rutebilselskapet Haugaland Billag (HB) har ansvaret for busstrafikken i Haugesund og i deler av regionen rundt Haugesund. I tillegg driver selskapet turbuss- og godstrafikk. I alt opererer selskapet ca. 85 kjøretøy, derav ca. 70 busser.

Ut fra en miljøorientering er selskapet generelt interessert i kjøretøyteknologi som kan redusere utslippene under rutekjøringen i byområdet. Haugaland Billag var oppmerksom på utviklingsvirksomheten i Europa forøvrig og ble bl.a. oppmerksom på leveranser av 500 propangassbusser til Wien i Østerrike. Via påfølgende kontakter med MAN (bussleverandør), Rogaland Ressurssenter og MARINTEK ble fokus rettet mot bruken

av naturgass. Med utgangspunkt i disse kontakter ble et forsøksprosjekt for naturgassdrevne busser i Haugesund (Nord-Rogaland) etablert.

En prinsipiell forutsetning for prosjektet er tilgjengeligheten av naturgass ved Statoils prosessanlegg på Kårstø, ca. 30 kilometer fra Haugesund, og planene om å bygge ut et rørledningsnett for naturgassdistribusjon i Nord-Rogaland.

I prosjektet inngår to hovedelement:

Som første kjøretøy ble en gassbuss overtatt fra Trondheim Trafikkselskap. Den er siden 01.06.1992 i drift hos Haugaland Billag.

Dessuten måtte det etableres en CNG-fyllestasjon med mest mulig sentral beliggenhet i forhold til rutenettet i Haugesunds-området. Den første fyllingsmuligheten ble etablert ved Statoils Kårstø-anlegg. Fra starten av ble den regnet kun som midlertidig på grunn av anleggets perifere beliggenhet. Med utvidelsen av rørledningsnettet i retning Karmøy/Haugesund er et nytt CNG-fylleanlegg nettopp blitt etablert i Vormedal ca. 7 kilometer sør for Haugesund sentrum. Det nye anlegget er bedre lokalisert i forhold til rutenettet. Samtidig ble fylleanlegget på Kårstø demontert. Avhengig av utbyggingen av rørledningsnettet vil den trolig optimale og endelige lokalisering av et CNG-fylleanlegg på rutebilstasjonen i Haugesund kunne realiseres om noen år.

Med den nå gjennomførte bedre lokaliseringen av fylleanlegget i Vormedal er en satsing på et økt antall gassdrevne busser mulig.

Fra 1991 til 1993 var forsøket med gassdrevne busser innrettet mot Nord-Rogaland, fra 1994 av er prosjektet definert til å omfatte hele Rogaland. I årenes løp ble prosjektets omfang dermed systematisk utvidet.

Prosjektperioden fra 1994 frem til 1998 er definert som "før-kommersiell" fase for deretter å kunne gå over til varig kommersiell drift.

Begrunnelsen for denne tidsrammen er basert på følgende forutsetninger¹⁹ :

1. Sannsynligheten for å ha tilgang på CNG fra en permanent fylllestasjon i Haugesund sentrum innen utgangen av 1998 vurderes som stor.
2. Salgsvolumet (CNG) vil innen utgangen av 1998 kunne nå et nivå som vil være tilstrekkelig høyt til at en CNG-fyllestasjon vil ha grunnlag for å oppnå lønnsom drift (ift. et planlagt bussutskiftingsprogram (24 busser) for HB og NSB Biltrafikk).
3. Innen 1998 vil gassbusser sannsynligvis serieproduseres med tilsvarende reduserte ekstrakostnader pr. gassbuss.
4. Det regnes med at det innen 1998 vil være innført et avgiftssystem som favoriserer miljøvennlige drivstoffer i transportsektoren.

¹⁹ Nilsen, A.H. og Hansen, A.M. Forprosjekt - Naturgassdrevne busser i Rogaland. Rogaland Ressurscenter, rapport, Avaldsnes 1994, side 24 og 25.

Prosjektet videreføres også i 1996. I løpet av 1996 vil Haugaland Billag anskaffe en gassbuss og NSB Biltrafikk Haugesund anskaffe to gassdrevne busser.

3.2.1 Formål med forsøket

Formålet med prosjektet "Naturgassdrevne busser i Rogaland" i sin nåværende form er todelt:

- Det ønskes svar på om det er grunnlag for lønnsom drift av naturgassdrevne busser i Rogaland fra 1999 av. For å forberede en bred overgang til naturgass som drivstoff foretas en teknologisk utprøving i en såkalt før-kommersiell fase fra 1994 til 1998.
- Ved hjelp av prosjektet vil en bidra til å etablere kommersielle driftsbetingelser for busselskap og gassleverandør for bruk av CNG som drivstoff.

Konkrete milepæler under prosjektgjennomføringen har vært:

- å vinne praktisk erfaring med bruk av naturgass i transportsektoren.
- å kartlegge markedspotensialet for naturgassdrevne kjøretøyer i Rogaland.
- å fastsette lønnsomhetskriterier for bygging og drift av CNG-fyllestasjoner.
- å fastsette lønnsomhetskriterier for konvertering av bensin-/dieseldrevne kjøretøyer til CNG-drift.

Utredningsarbeidene gjennomført i sammenheng med forsøket har hatt som formål å gi ulike beslutningstagere tilstrekkelig underlag for en eventuell beslutning om følgende:

- fremtidig bygging og drift av CNG-fyllestasjoner i Nord-Rogaland.
- konvertering av bensin-/dieseldrevne kjøretøyer til CNG-drift.
- dokumentasjon av miljøeffekten ved en omfattende innsats av gassdrevne busser.

3.2.2 Formell og uformell organisering

Den formelle organiseringen har variert i tråd med utviklingen og fremdriften i forsøksprosjektet.

Prosjektet var i første omgang avgrenset til å omfatte Nord-Rogaland. I det inngikk etableringen av et CNG-fyllanlegg på Kårstø (nå demontert og erstattet med et anlegg i Vormedal) og kjøp av en gassbuss som hovedelement.

I denne fasen besto styringsgruppen til prosjektet av representanter fra HB og Rogaland Fylkeskommune. I 1991 og 1992 ble prosjektet fulgt opp faglig gjennom SPUNG's fagutvalg "Gassenergi". Siden 1993 har ansvaret for den faglige oppfølgingen ligget hos Vegdirektoratet.

Fra 1994 av er prosjektet definert til å omfatte hele Rogaland. I tråd med det forandrede prosjektomfanget ble styringsgruppen utvidet og omfatter nå Haugaland Billag (HB),

Stavanger og Omegn Trafikkselskap, Gasnor (gassgrossist med ansvar for rørledningsnettutbygging i Nord-Rogaland) og Norsk Hydro (potensiell gassdetaljist). Rogaland Fylkeskommune er ikke lenger medlem i styringsgruppen. Med kjøp av to gassbussar i 1996 vil dessuten NSB Biltrafikk inngå i prosjektets styringsgruppe.

Fra HB's side beklages Statoils manglende vilje til kooperasjon. Statoil utviste ingen interesse for prosjektet. Bruken av Kårstø-terminalen til gassfylling ble dessuten vanskeliggjort på grunn av terminalavgifter, som ble oppfattet som urimelig høye av HB.

I alle prosjektfaser har Rogaland Ressurssenter (RR) hatt sekretariatsansvaret. RR utøvde dette ansvaret på en veldig aktiv og initierende måte med tilsvarende avlastning for styringsgruppen. Utredningene i prosjektsammenheng ble enten gjennomført av RR eller satt av RR ut som oppdrag til andre konsulentmiljø.

Prosjektet er dessuten nevnt i Transportplan for Nord-Rogaland 1998 - 2005²⁰ med anbefaling om å støtte arbeidet med å utnytte naturgass i kollektivsektoren.

3.2.3 Forsøkesteknologien: innhold, forløp, resultater

CNG-fyllerleget og gassbussen er de to tekniske hovedelement i prosjektet.

Gassbussen har vært i drift i snaut fire år. Den ble kjøpt brukt av Trondheim Trafikkselskap (jfr. avsnitt 3.1.4). Det har ikke vært noen nevneverdige driftsproblemer med gassbussen, selv om kjøretøyet er av prototypekarakter. Bussen er utstyrt med *mekanisk* motorstyring, som har vist seg å være uproblematisk. I følge HB var det god oppfølging vedr. bussdriften fra MARINTEK's side.

Også *CNG-fyllerlesten* på Kårstø har teknisk sett vært uproblematisk. Den nettopp etablerte fyllerlesten i Vormedal er demonterbar og kan flyttes senere til Flåtmyr-bussterminalen sentralt i Haugesund som den optimale lokaliseringen (tidspunktet for flyttingen er avhengig av rørledningsutbyggingen). AS Gasnor har driftsansvaret for fyllerlesten.

I utredningen vedrørende lønnsomhetskriterier for CNG-fyllerlester²¹ som ble gjennomført i prosjektsammenheng, er alternativene for plassering av en slik fyllerleste og økonomien ved valget av fyllingsteknologien ("langsom fylling" eller "hurtig fylling") vurdert. På grunn av at investeringskostnadene kunne reduseres vesentlig, ble "langsom fylling"-teknologien anbefalt. I tråd med denne anbefalingen er målsetningen i prosjektet å oppnå 10 minutters fyllingstid pr. buss.

Idag har bussen en aksjonsradius begrenset til 200-250 km/døgnet, noe som henger sammen med bruk av tunge ståltanker på tanket. HB antar at den kan utvides til 600 - 700

²⁰ Rogaland Fylkeskommune 1994, Transportplan for Nord-Rogaland 1998 - 2005, Sluttrapport, Stavanger 1994, side 55.

²¹ Nilsen, A.H. og Steinseth, N.L. CNG-fyllerlester - lønnsomhetskriterier. Rogaland Ressurssenter, rapport, Avaldsnes 1993.

km/døgnet, dersom en benytter et større antall lettvektstanker. Dermed vil aksjonsradiussen ikke være en restriktiv rammebetingelse, ike minst i forhold til den valgte fyllingsteknologien.

I motsetning til forsøket i Trondheim inngikk ingen målsetninger om utvikling av avansert motorteknologi i Haugesundprosjektet. En legger bevisst mye vekt på vurdering og utvikling av rammebetingelser for introdueringen av gassbussteknologi i en kommersiell driftsfase. Under forsøksperioden har en derfor satset på bruk av standardisert utstyr og samarbeid om innkjøp av naturgassbuss. Slik forsøkes merkostnader for en naturgassbuss redusert mest mulig i forhold til prisen for en dieslbuss.

Ved å satse på relativt velprøvd teknologi ble prosjektgjennomførelsen sikret teknologisk sett.

NSB Biltrafikk's kjøp av to gass-busser fra Daimler-Benz med alternativ gassmotorteknologi (Lambda 1-styring med treveis-katalysator) åpner for en sammenligning av begge typer gassmotorteknologi innenfor prosjektet.

Interessant å nevne i forbindelse med denne bestillingen er følgende:

- Bussene er utstyrt med 7 gasstanker på taket for å oppnå en aksjonsradius på ca. 400 km/døgnet. Denne aksjonsradiussen anses som tilstrekkelig i forhold til kravet om fylling kun en gang pr. døgnet. Bussene er dessuten lavgolvbusser tilpasset by- og tettstedskjøring.
- Differansekostnadene for gassbussene er uforventet høy med ca. NOK 490.000 pr. kjøretøy. Tilbudet fra VOLVO lå enda høyere med differansekostnader på ca. NOK 513.000 (i tillegg ble påbygningen fra Säfte-fabrikken vurdert som ikke godt nok kvalitetsmessig sett av NSB Biltrafikk). Ecotrafikk har foretatt en undersøkelse vedr. denne høye differansekostnaden. En foreløpig konklusjon synes å være at tidligere påbeløpte utviklingskostnader legges fra leverandørene på de første serieproduserte kjøretøyene. Dessuten er det kjent for leverandørene at bussene finansieres innenfor et statlig finansiert prøveprosjekt.
- For de to gassbussgaranterer bussleverandøren NSB Biltrafikk driftstider tilsvarende for dieslbuss, slik at selskapet ikke inngår et driftsmessig risiko. For NSB Biltrafikk har bedriftsmessige parameter vært mer utslagsgivende ved bussbestillingen enn miljømessige. Den miljømessige siden vurderes av NSB Biltrafikk ivaretatt uansett valgt gassmotorteknologi i forhold til dagens dieslbussstandard.

Som spesielle teknologiske aspekt kan kompetanse- og produktutvikling i Norge nevnes. MARINTEK driver teknologisk rådgivning vedr. bussdriften og prosjektet bidro til utvikling av tanksystemer hos Raufoss. Karosseriverkstedet ARNA ble kontaktet vedr. utvikling av bussoppbygning tilpasset gassdriftens krav.

3.2.4 Miljømessige resultater

Ingen særskilte målinger av *miljøeffektene* ble gjennomført i prosjektet (bussens "produktfakta" er tatt som utgangspunkt i den videre utredningsprosessen).

I prosjektet ble følgende *gassforbruk* pr. mil registrert av HB:

1992: 4,28 Sm³, 1993: 4,49 Sm³, 1994: 4,86 Sm³. Økningen i forbruket skyldes forandrede kjøremønster, dvs. en redusert andel distriktskjøring. Til sammenligning regner man i Haugesund med et gjennomsnittsforkbruk på 4,2 liter diesel pr. mil. Økningen i energiforbruket er dermed opptil 16%. Differansen i forbruksverdiene mellom Trondheim og Haugesund kan forklares hovedsakelig med en tøffere driftssituasjon for bybusstrafikken i Trondheim som medfører økt energiforkbruk.

En særskilt *miljøregnskapsanalyse*²² ble gjennomført, der en beregnet miljøkostnadsbesparelser ved overgang fra dieseldrift til naturgassdrift (CNG) for Haugaland Billags bybussflåte i Haugesund. Som resultat viser analysen miljøeffektene (emisjonsreduisering) akkumulert over en 10-årsperiode (verdisatt i kronebeløp).

I kapitlene 4.1 og 4.2 vil en gå nærmere inn i denne analysen og dens resultater.

3.2.5 Andre driftserfaringer

I prosjektsammenheng ble det ikke gjennomført en publikumsundersøkelse. Men etter Haugaland Billags vurdering oppfattes gassbussen generelt sett positivt (positiv miljø-image). Ellers oppfattes det reduserte støynivå (innendørs) som positivt.

Etter HB's oppfatning har forsøksdriften gjort det mulig å utvikle et erfaringsgrunnlag for fremtidige beregninger og evaluering av ulike driftsøkonomiske forhold knyttet til drift av naturgassdrevne busser. Interessant i denne sammenheng er NSB Biltrafikks opplysning om at Gasnors salgspris for gass ved fyllestasjonen Vormedal er på nivå med gjeldende dieselpriis.

Under forsøksperioden har sjåførere og verkstedspersonell tilegnet seg verdifulle erfaringer ved bruk av gassdrevne busser etter HB's vurdering. Vedlikeholdsmessig sett er HB positivt overrasket over gassens "renhetsegenskaper" (f.eks. rene eksosanlegg) som kan medføre et redusert vedlikeholdsbehov.

3.2.6 Prosjektkostnader og -finansiering

Fram til 01.01.96 ble det brukt NOK 5.839.433 i prosjektsammenheng. Det er lavere enn de oppsummerte årlige bevilgningene på NOK 8.828.375,- gitt i samme tidsperioden. Differansen skyldes tidsmessige forsinkelser ift. den opprinnelige prosjektfremdriften. I

²² Nilsen, A.H. og Hansen A.M., Miljøregnskapsanalyse - Naturgassdrevne busser i byer og tettsteder. Rogaland Ressurssenter, rapport, Avaldsnes 1996.

de årlige bevilgningene inngår overføringer av midler fra året før, siden det ikke er noen automatikk i overføringen av ubrukte midler fra budsjettår til budsjettår. Det reelle differansebeløpet mellom midlene bevilget og oppbrukt er dermed lavere enn det som kommer til uttrykk via ovenfor nevnte tall.

For 1996 ble det satt opp et prosjektbudsjett på NOK 3.900.000, som er spesifisert som følger: NOK 1.500.000 til CNG-fyllanlegg Vormedal, NOK 1.655.000 til gassbusser, NOK 175.000 til utredninger og NOK 570.000 til øvrige. I tillegg ble det søkt om NOK 1.100.000 for NSB Biltrafikks deltagelse i forsøksprosjektet.

Vegdirektoratet foreslo at det ikke skulle kjøpes to busser for strekningen Stavanger - Haugesund (jfr. kapitlene 3.2.7 og 3.2.8) før det var klart at det kunne leveres motorer med tilfredsstillende teknologi. Derfor foreslo Vegdirektoratet å redusere søknadsbeløpet med NOK 1.000.000. I tråd med det bevilget Samferdselsdepartementet NOK 5.306.612 til forsøksprosjektet i 1996, som inkluderer en overføring av ubrukte midler i 1995 på NOK 1.306.612.

3.2.7 Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget

Avvikene er hovedsakelig forsinkelser i forhold til det opprinnelige tidsskjema.

Særlig oppbyggingen av naturgassbussflåten er forsinket i forhold til opprinnelige tidsskjema. I perioden 1992 og 1993 har SPUNG's sekretariat vurdert Rogaland Ressurssenters oppbyggingsplan for gassbussflåten som for ambisiøs i forhold til den gang etablerte rammebetingelser. Prosjektframdriften ble deretter tilpasset. Fra 1994 av har den planlagte realiseringen av flyttingen av fyllestasjonen fra Kårstø til en mer sentral lokalisering vært førende for prosjektframdriften. Med fyllestasjonens etablering i Vormedal vil utskiftingstakten av bussmateriellet kunne økes.

Den planlagte utskiftingen av dieselbussene på ruten Stavanger - Haugesund ("By til by-buss") er ikke mulig i forhold til tidligere planer. Ingen bussleverandør tilbyr idag gassmotorer med stor nok ytelsesevne i forhold til rampene i de to undersjøiske tunnelene på veistrekningen Stavanger - Haugesund. En må derfor først avvente en utviklingsjobb som må utføres hos leverandørene.

3.2.8 Formidlingstiltak og ekstern respons på prosjektet

Som en del av forsøksprosjektet er det iverksatt enkelte informasjonstiltak vedrørende prosjektet. Informasjonsmøter og rapportutsendelser til utstyrproducenter, eiere av kjøretøyflåter og potensielle eiere/driftsansvarlige av CNG-fyllestasjoner er eksempler på gjennomførte tiltak. I forbindelse med utvidelsen av forsøksdriften med naturgassdrevne busser i Rogaland er det utarbeidet en informasjons- og markedsplan for å sikre kontinuerlig oppfølging av prosjektresultatene.

Prosjektet er ellers blitt presentert i de lokale media og for publikumet (informasjonsfolder).

Gassbussen ble vist på en rekke (fag-)utstillinger og markedsført via Norges Transportbedrifters Landsforeningens kontaktnett. Den ble dessuten presentert for en rekke politiske utvalg.

Den tette kontakten med MARINTEK under hele prosjektgjennomførelsen ga en informell nettverkseffekt.

3.2.9 Videreføring

Videreføringen i stor skala er planlagt i henhold til fremdriftsplanen til forsøksprosjektet "Naturgassdrevne busser i Rogaland 1994 - 1998". Innen utgangen av 1998 er det nedfelt en ambisjon om å ha 24 naturgassdrevne busser i drift hos busselskapene Haugaland Billag, Stavanger Omegn Trafikkselskap og NSB Biltrafikk, Haugesund.

Men prosjektet bygger på følgende forutsetninger:

- Merkostnaden for en CNG-gassbuss sammenlignet med en dieslbuss forventes innen 1998 å stå i et forhold som vil være økonomisk interessant for busselskapene. Et beløp i størrelsesorden NOK 75.000 - 220.000 avhengig av tankmateriale, blir vurdert som et sannsynlig estimat.
- Prisen på diesel og naturgass beregnet på busser i kollektivtrafikk forventes på grunn av myndighetens avgiftspolitikke å reflektere miljøbelastningen. Dette bør gi en drivstoffpris som favoriserer naturgass framfor diesel også når det gjelder busser i kollektivtrafikk.
- Det vil innen 1998 være utviklet et marked som gir grunnlag for lønnsomt drift av et CNG-fyllingsanlegg.

De driftsøkonomiske rammebetingelser som først settes av Rogaland fylkeskommune vil være avgjørende for å kunne ta i bruk gassbusser i stor skala. Uansett måten fylkeskommunen velger for å kjøpe kollektivtjenester (anbud, insitament-avtaler, bruk av normtall-systemet osv.) må fylkeskommunen i tilfelle kompensere bedriftsøkonomisk sett for økte investeringskostnader ved kjøp av gassbusser. De økte utgiftene knyttes til den samfunnsøkonomiske gevinsten p.g.a. reduserte utslipp.

3.2.10 Oppsummering

Siden 1991 gjennomføres et forsøksprosjekt med gassdrevne busser i Nord-Rogaland (Haugesund). Siden 1994 er prosjektet definert til å omfatte hele Rogaland.

I prosjektet inngår kjøp av en CNG-gassbuss og etablering av et CNG-fyllingsanlegg. Sistnevnte er siden april 1996 etablert i Vormedal, ca. 7 km sør for Haugesund sentrum. To ytterlige busser skal anskaffes i løpet av året.

Formålet med prosjektet er å gi svar på om det er grunnlag for lønnsom drift av naturgassdrevne busser i Rogaland fra 1999 av. For å forberede en bred overgang til naturgass som drivstoff gjennomføres det en utprøving i en "før-kommersiell" fase fra

1994 til 1998. Dessuten skal prosjektet bidra til å etablere kommersielle driftsbetingelser for busselskap og gassleverandør ved bruk av CNG som drivstoff.

Haugaland Billag (HB) med Rogaland Ressurssenter som prosjektsekretariat har vært hoveddrivkraften i prosjektet. Hovedinteressen til HB er knyttet til en renere produksjon av busstjenester med tilsvarende miljøgevinst i byområder.

I prosjektsammenheng ble det satset på rimelig ferdigutviklet teknologi uten å prøve de allersiste tekniske nyvinninger. Derfor ble det ikke registrert nevneverdige tekniske problemer i forsøksperioden inntil nå, og prosjektdeltakerne har dermed hatt tid til å konsentrere seg om de organisatoriske og økonomiske sidene ved forsøket.

I henhold til formålet konsentererte en seg i prosjektsammenheng på en systematisk og oppbyggende utredningsprosess om viktige element for å kunne komme videre i retning kommersiell storskaladrift (prosjektdefineringer, lønnsomhetskriterier for CNG-fyllestasjoner, kriterier for konvertering av bensin-/dieseldrevne kjøretøyer til CNG). Dessuten ble det gjennomført en miljøregnskapsanalyse vedr. naturgassdrevne busser i byer og tettsteder med konvertering av Haugaland Billags bybussflåte til naturgassdrift som case.

Samlede prosjektkostnader er NOK 5.839.433 (pr. 01.01.96). I 1996 er det bevilget NOK 5.306.612 til forsøksprosjektet, inkl. overføringer fra året før.

Etter vår vurdering har prosjektet på en god systematisk måte klart å presisere de økonomiske rammer og forutsetninger for å kunne gå over til en kommersiell varig gassbussdrift i Nord-Rogaland. Oppgavedelingen mellom lokale og sentrale aktører og myndigheter (bl.a. avgiftspolitikken) er belyst og dokumentert. Dessuten er det forsøkt å tallfeste den samfunnsøkonomiske gevinsten ved en satsing på gassbussdrift (miljøbesparelser). Fortsatt gjenstår utvidelsen av forsøket til å omfatte hele Rogaland. Her vil en være avhengig av at bussleverandørene vil klare å produsere kraftigere motorer sålenge gassen kun er tilgjengelig på nordsiden av Boknafjorden, og ikke i Stavangerområdet.

En kan se på gassbussforsøkene i Trondheim og Nord-Rogaland som hverandre komplementerende, siden Trondheimsforsøket er mer teknologisk innrettet, mens forsøket i Haugesund hovedsakelig går ut på å se på og etablere de nødvendige rammebetingelser for en varig gassbussdrift.

Sammen med Trondheimsforsøket har prosjektet bidratt til å etablere et nettverk vedr. gassbusteknologien med tilsvarende oppbygging av teknologisk kompetanse i Norge.

3.3 El-buss-forsøket i Stavanger

El-buss-prosjektet er det minste av de tre store forsøksprosjektene i Samferdselsdepartementets program.

Stavanger og Omegn Trafikkselskap (SOT) er den største bussoperatøren på Jæren med ansvaret for store deler av ruteproduksjonen i Stavanger, Sandnes, Sola og Randaberg kommuner.

Ut fra en generell miljøorientering er selskapet interessert i kjøretøyteknologi som kan redusere utslippene ved rutekjøringen i byområdet. Det gjelder særlig for ruteproduksjonen i sentrene og sentrumsnære bydeler.

Forsøket ble fra starten av koblet mot driften av såkalte minibussruter som SOT hadde god erfaring med fra før: minibussrute i Storhaug bydel (Stavanger), minibussruter i Sandnes (etableringen av minibussruten i Storhaug bydel skjedde forøvrig med midler fra forsøksordningen for utvikling av rasjonell transport).

Den langsiktige intensjonen ved prosjektstarten var etterhvert å få etablert et minibussrutenett bestående av fire ruter rundt Stavanger sentrum drevet med elektriske minibusser.

SOT var i startfasen optimistisk vedrørende mulighetene for etablering av bedriftsøkonomisk interessante rammebetingelser for driften av elektriske minibusser.

Prosjektperioden var opprinnelig satt til et halvt år og ble forlenget med ytterligere et halvt år. Prosjektet ble gjennomført i perioden 20. oktober 1994 til 20. desember 1995. Periodeforlengelsen skyldes el-bussens driftsstans (motor- og gearskifte) under prøvedriften.

3.3.1 Formål med forsøket

Med utgangspunkt i en prinsipiell interesse for el-bussdriften skulle prøveprosjektet gi spesifiserende opplysninger og svar i forhold til en driftsmessig implementering av El-drevne kjøretøy.

SOT hadde ingen erfaringer med el-bussteknologien fra før av. Men i utgangspunktet antok SOT at teknologiutviklingen var kommet såpass langt at det kun gjaldt å ta i bruk teknologien for å få prøvd den.

I forsøkssammenheng ble det opprettet en helt ny minibussrute mellom Stavanger sentrum (Fiskepiren) og Sentralsykehuset i Rogaland, dvs. El-bussen ble ikke satt inn på en eksisterende rute.

El-bussens kjøreegenskaper og bakkeforholdene i de eksisterende minibussrutenes forløp tilsa etablering av denne ruten.

Utover den generelle interessen i å forbedre miljøaspektet ved ruteproduksjonen var de reduserte avgass- og støyemisjoner til el-bussene av spesiell interesse (minibussrutene trafikkerer ellers lavt belastede boligater).

3.3.2 Formell og uformell organisering (intern og samarbeid med andre)

SOT var eneansvarlig søker ift. forsøksordningen for alternative drivstoff. Ingen andre instanser var direkte involvert. Derfor ble ingen styringsgruppe eller lignende organ etablert. SOT organiserte prosjektet internt med en administrativ og teknisk prosjektleder.

Ingen ekstern konsulent eller forsknings- og utviklingsinstitusjon ble knyttet til gjennomføringen av prosjektet. Kun prosjektevalueringen ble satt ut på oppdrag til konsulentselskapet Asplan Viak Stavanger²³. SOT var kontraktpart og ansvarlig for den løpende kontakten med leverandørene til teknologien brukt i prosjektet:

- VARTA (ansvar for batteriladestasjonen)
- NEOPLAN (ansvar for bussen)
- ABB Vestby (ansvar for bussens motor og elektronikk)

Alt utstyr ble kun *leid* inn. El-bussen kjørte med en tidsbegrenset unntakstillatelse på tyske registreringsskilt.

I forsøksprosjektet inngikk opprettelsen av en ny minibus rute. Prosjektet har dermed formelt sett en kostnads- og inntektsside, siden ruteproduksjonen i tilknytning til den nye ruten ikke var del av den fylkeskommunal subsidierte produksjonen.

En samarbeidsavtale med stiftelsen "GRØNN BY Stavanger" ble inngått av SOT. Bussen ble gratis stilt til disposisjon av SOT på lørdager. GRØNN BY valgte å etablere en ringbuss rute til gratis bruk i Stavanger sentrum på lørdager (ruten fungerte bl.a. som tilbringertjeneste til parkeringsanleggene).

3.3.3 Forsøks teknologien: innhold, forløp, resultater

Bussen brukt i prosjektet var et lettvektskjøretøy med glassfiberpåbygning (NEOPLAN N8008E). Den var utstyrt med et blybatterisett som kunne byttes automatisk i løpet av noen få minutter ved en ladestasjon mot et annet nyladet batterisett. El-bussens aksjonsradius er ca. 40 km med et batterisett. Med batteriveksling ved ladestasjonen (rask batteriskifte mulig) er det mulig å øke aksjonsradiusen til ca. 200 km/døgn. I forsøksperioden ble den oppgitte aksjonsradiusen imidlertid redusert på grunn av feil i bussens elektronikk.

I utgangspunkt er bussen en dieselbuss som ble konvertert til en el-buss ved implementeringen av batterisettet, elektromotoren og driftselektronikken. Bussens mekaniske del ble levert av NEOPLAN, batteriene ble levert av VARTA og bussens elektriske/elektroniske del av ABB Vestby.

²³ Stav, O. og Hauge, O. Stavanger og Omegn Trafikkselskap - evaluering av El-buss, Asplan Viak Stavanger rapport, Stavanger 1996

De første 25.000 driftskilometer fungerte el-bussen tilfredsstillende. Deretter oppsto en rekke tekniske problemer som medførte at bussen var ute av drift i 85 dager av i alt 426 dager i forsøksperioden (20% av tiden).

Den lave driftssikkerheten skyldtes:

- Innkjøringsproblemer: tekniske problemer med bussen samt manglende kunnskaper hos verkstedspersonale til å finne feilene på en tilfredsstillende måte.
- Betydelige problemer med motoren og elektronikken. Motoren måtte byttes.
- Betydelige problemer med gear og overføringssystem. Gearet måtte skiftes ut.
- Problemer med ladestasjonen og ladeapparatet.

Problemene var i hovedsak knyttet til kjøretøyet og i mindre grad til ladestasjonen. Disse skyldtes i stor grad bussens prototypekarakter. Den implementerte teknologien, spesielt de elektriske og elektroniske element, var ikke utviklet godt nok og heller ikke særlig utprøvd. Enkeltkomponentene var ikke optimalisert i forhold til hverandre.

SOT's utgangspunkt om at el-buss-teknologien var et modent produkt (jfr. NEOPLANS markedsføring) slo ikke an. El-bussens teknologiske modenhetsgrad var overvurdert. Kravene til vedlikeholdskompetanse ved bruk av denne teknologien var dermed for høy for SOT's verksted. I denne situasjonen var avstanden (geografisk og språkmessig) til kontraktpartene for stor. Det manglet et lokalt eller regionalt kompetansesenter for denne teknologien.

SOT's vurdering av el-bussens utilstrekkelige kvalitet er bekreftet av NEOPLANS utviklingssjef. NEOPLANS el-busser leveres i dag med en forbedret og mer robust motorteknologi (trefasestrømsmotorer istedenfor likstrømsmotorer) og forbedret elektronikk og gearsystem. Men erfaringene fra Dordrecht (Nederland) og Bad Wörrishofen (Tyskland) dokumenterer et fortsatt høyt behov for teknologisk spesialkompetanse ved innsats av elektrobusser.

På grunn av de store og uforutsatte problemer ble forsøket sluttført den 20.12.95 ved å sende bussen tilbake til leverandøren.

ABB Vestby's leveranse av elektriske komponent og elektronikken til el-bussen kan betegnes som bidrag til en kompetanse- og produktutvikling i Norge. Men fra SOT's og NEOPLAN's side kritiseres ABB Vestby's produktstandard og bedriftens manglende kontinuitet vedr. produktoppfølging. Samarbeidet mellom NEOPLAN og ABB Vestby, der NEOPLAN hadde intensjoner om en ganske vidtgående felles satsing, er ikke videreført.

3.3.4 Miljømessige resultater

Det ble ikke gjennomført noen særskilt evaluering av *miljøeffektene*. Produsentopplysningene vedr. bussens emisjoner ble av SOT ansett som tilfredsstillende informasjon. El bussen er i prinsipp et null-emisjons-kjøretøy, spesielt når

strømproduksjonen er basert på fornybare energikilder som f. eks. vannkraft. Dessuten er el-drevne kjørtøy mer støysvake enn vanlige.

I Asplan Viaks evalueringsrapport²⁴ er *energikostnadene* pr. vognkilometer for el-bussen angitt med NOK 1,59 mot NOK 0,50 for en dieseldreven minibuss og NOK 0,65 for en dieseldreven midibuss. Kostnadene er ikke nærmere spesifisert og er etter vår vurdering for høye (jfr. opplysningene referert i kapittel 4.2.2).

3.3.5 Andre driftserfaringer

Publikumsreaksjonene ble evaluert i en halvårsrapport fra Asplan Viak Stavanger²⁵. Reaksjonene gikk på etableringen av det nye rutetilbud og selve bruken av el-bussen.

Hovedresultatene vedr. det nye rutetilbud er:

- Lav passasjerretterspørsel generelt.
- Brukerne av tilbudet er generelt fornøyd (spesielt med servicen).
- Mindre tilfredshet med ruteopplysningene.

Hovedresultatene vedrørende el-bussen er:

- For passasjerene har el-bussen en høyere miljømessig status enn en dieselbuss.
- Bedre støynivå inne, bedre av- og påstigningsforhold, mindre fornøyd med sittemulighetene (setene "på tvers" av kjøreretningen) og hastigheten til kjøretøyet.

Det er overraskende at komforten ikke nevnes spesielt i resultatene fra undersøkelsen. SOT's sjåfører mener at el-bussen gir mykere kjøring ved akselerasjon og bremsing.

Vedlikeholdskompetanse:

Opplæring av verkstedspersonellet var i utgangspunkt generelt for dårlig, bl.a. fordi produktinformasjonen delvis var tilgjengelig først kun på tysk. Men via praktisk prøving under feilsøking og reparatur fikk personalet tilegnet seg verdifull vedlikeholdskompetanse. SOT påpeker at selskapet sitter nå med mye verdifull vedlikeholdserfaring og en generell kompetanse vedrørende el-bussen etter avsluttet forsøksprosjekt.

Sjåførene fikk i startfasen for lite opplæring vedr. bruken av ladestasjonen ved batteriskifte.

²⁴ ibid.

²⁵ ibid.

3.3.6 Prosjektkostnader og -finansiering

Prosjektkostnadene er relatert til driftsperioden 20.10.1994 til 20.12.1995.

SOT hadde samlede utgifter på NOK 2.526.414,- som prosjektet ble belastet for.

Utgiftene omfatter leie- og driftskostnader og kostnader for evaluering, prosjektledelse, markedsføring og uforutsatt. I post "leie- og driftskostnader" inngår bussleie, sjåførkostnader og andre driftskostnader (verksted/reservedeler, kjøretøykomponent, lading/ladestasjonen).

Uten at det er spesifisert inngår i prosjektrengskapet billettinntekter på NOK 90.483,- (månedsbeløpene varierer mellom NOK 4.000,- og NOK 8.500,-). Faktura sendt til Vegdirektoratet antas å være korrigert for disse relativt små beløp.

I tillegg hadde NEOPLAN følgende utgifter som prosjektet ikke ble belastet med:

- motor- og gearskiftet i NOK 686227,-.
- leiekostnader ladestasjon og -utstyr i NOK 956.250,-.

Tidsforbruket for prosjektledelsen (SOT) var 50% høyere enn forutsatt. Det ble dekket av SOT.

3.3.7 Avvik fra det opprinnelige prosjektopplegget

Prosjektet ble på kort varsel avsluttet pga. feilvurderingen av teknologiens modenhetsgrad (jfr. kapitlene ovenfor). Selv om Vegdirektoratet var informert om vanskelighetene under prosjektgjennomføringen kom prosjektets avslutning brått på Vegdirektoratet: Det ble ikke informert på forhånd da bussen skulle sendes tilbake til leverandøren av SOT.

3.3.8 Formidlingstiltak og ekstern respons på prosjektet

Informasjon om prosjektet ble anledningsvis spredt fra SOT's side ved å presentere el-bussen på miljømessen ENS i Stavanger, for deler av hovedutvalget for samferdsel i Rogaland o. l.. Forsøket ble dessuten presentert i miljøbladet til Norges Transportbedrifters Landsforening. Noen prosjektoppgaver relatert mot forsøket ble gjennomført ved NTH i Trondheim og Teknikkerskolen i Stavanger.

Markedsføring av minibussruten skjedde via holdeplassinfo, ruteinfo-utleggelse på fergene og båtene til/fra Ryfylke og i sykehusresepsjonen og annonsering i lokalavisene.

Lørdags-bussens markedsføring skjedde i regi av GRØNN BY Stavanger.

Det ble ikke opprettet et kompetansenettverk vedr. elektriske busser i Norge. SOT var det eneste busselskap i Norden som til daværende tidspunkt hadde tatt denne teknologien i bruk.

3.3.9 Eventuell videreføring

Inntil teknologien er på plass som modent produkt vil SOT ikke videreføre satsingen på el-buss i større skala.

Hvis el-buss-teknologien hadde vært teknologisk modent, ville SOT vurdert samfunns- og miljønyttene som positiv.

Fra SOT's side presiseres dessuten at en evt. el-bussatsing prinsipielt ikke konkurrerer med selskapets gassbussatsing (jfr. forsøksprosjektet "Gassbusser i Rogaland", kap. 3.2).

I den sammenheng kan det nevnes at Stavanger kommune sammen med flere samarbeidspart har sendt en søknad etter en prekvalifiseringsrunde i forbindelse med EU's THERMIE-program, som bl.a. inkluderer en satsing på El-(mini-)busser i Stavanger. Med de erfaringer SOT har vunnet i forsøksprosjektet var selskapet ikke lenger villig til å være samarbeidspart vedr. denne søknaden og trakk sitt bebudede engasjement tilbake.

Forøvrig kan det nevnes at minibussruten som ble etablert i prosjektsammenheng nå inngår i SOT's generelle ruteproduksjon subsidiert av fylkeskommunen.

3.3.10 Oppsummering

I perioden 20. oktober 1994 til 20. desember 1995 ble det av Stavanger og Omegn trafikkelskap (SOT) gjennomført et forsøk med en el-buss i drift på en minibussrute mellom Stavanger sentrum og en sentrumsnær bydel (regionsykehuset).

Med utgangspunkt i SOT's prinsipiell interesse for el-bussdriften skulle prøveprosjektet gi spesifiserende opplysninger og svar i forhold til en driftsmessig implementering av eldrevne kjøretøy. Den langsiktige intensjonen ved prosjektstarten var etterhvert å få etablert et minibussrutenett bestående av fire ruter rundt Stavanger sentrum drevet med elektriske minibusser.

I prosjektet inngikk leie av en elektrisk drevet minibuss og en ladestasjon.

I starten ble el-bussteknologien av SOT oppfattet som et modent produkt det bare gjaldt å ta i bruk i en reell driftssituasjon.

De første 25.000 driftskilometrene fungerte el-bussen tilfredsstillende. Deretter oppsto en rekke tekniske problemer som medførte at bussen var 20% av prosjektperioden ute av drift og ellers kun hadde en redusert ytelsesevne. Under forsøksperioden måtte motoren

og gearet skiftes ut. SOT hadde ingen vedlikekompetanse for å kunne møte såpass tunge vedlikeholdsproblemer. Nødvendig kompetanse fantes heller ikke på regionalt eller nasjonalt nivå, men måtte hentes fra Tyskland.

Samlede prosjektkostnader er NOK 2.526.414. I tillegg hadde bussleverandøren NEOPLAN utgifter på NOK 1.642.477.

Forsøket ble avsluttet i desember 1995. SOT har ingen intensjoner om å ta el-bussteknologien i bruk før den har en større modenhetsgrad.

Generelt kjennetegnes prosjektet av en feilvurdering av teknologiens modenhetsgrad. Muligens kunne den ha vært unngått ved at SOT hadde skaffet seg et mer omfattende beslutningsgrunnlag vedr. el-bussteknologien. Feilvurderingen kunne ikke kompenseres fordi det nødvendige kompetansebehov manglet naturligvis hos SOT.

På den andre side har SOT nå bygd opp en erfaringsbasert kompetanse mht. eldre busser som det burde være mulig å utnytte videre. Prosjektet har dessuten manglet en kobling til et norsk forsknings- og utviklingsmiljø som rådgiver eller i det minste som et sted der driftsproblemene kunne blitt dokumentert og systematisert.

Måten prosjektet ble avsluttet på har nok vært økonomisk fornuftig sett fra SOT's side (uten særlige ekstra-omkostninger). Men grunnlaget for å treffe generaliserbare utsagn om el-bussens framtid er dermed heller spinkelt.

3.4 Mindre forsøk

Rogalandforskning har som en del av evalueringen av alternative drivstoffer i transportsektoren også blitt pålagt å evaluere noen av de mindre forsøkene som har mottatt bevilgninger fra samferdselsmyndighetene i de senere år. I korthet går disse forsøkene ut på å klargjøre hvorvidt endringer i tilsetninger til motoren eller modifisering av selve motoren kan føre til lavere utslipp og/eller økt ytelse. På land dreier det seg om el-biler (Kewet) og komponent til dieselmotorer (Vitalizer), mens til sjøs tar vi for oss smøreolje (Fylkesbåtene i Sogn og Fjordane) og oljevannsseparator (Kragerø Fjordbåtsselskap).

3.4.1 Test av ombygget Kewet Eljet

Teknologisk Institutt (TI) har på oppdrag fra VD og firmaet Kollega Bil gjennomført en test av en ombygget el-bil kalt Kewet Eljet II. Forsøket mottok en bevilgning på NOK 100 000 fra VD i 1995, og er nå avsluttet. Bilen er konvertert fra standardversjonen med 48 V driftsspenning til 72 V. Videre har man installert en varmeklebeplate under batteriene for å heve temperaturen i batteriene om vinteren.

Parametre som topphastighet, akselerasjon, energiforbruk og rekkevidde ved ulike kjøremønstre er målt av TI. Dette ble sammenlignet med tidligere tester av Kewet Eljet. Videre testet man varmeklebeplaten i TIs eget kuldekammer.

TI målte topphastigen til 87 km/t, akselerasjon (0-50 km/t) til 20 sekunder, rekkevidden til 88 km ved konstant hastighet (totalt energiforbruk 156 Wh/km). Denne delen av testen ble foretatt med gamle batterier. Importøren mener at rekkevidden med nye batterier er på rundt 100 km.

TI simulerte bykjøring etter ECE mønster (dynamisk kjøresyklus med hastigheter 0-50 km/h) med nye batterier, og rekkevidden ble da 68 km (267 Wh/km energiforbruk). Varmefolien medførte en temperaturøkning på 5-11 grader C ifølge TIs undersøkelse. Dette øker bilens effekt om vinteren.

TI opplyser at man er godt fornøyd med resultatene fra testen, men at man ikke kan trekke noen konklusjoner om el-bilens framtid generelt på bakgrunn av en slik test alene. Den modifiserte utgaven av el-bilen kommer raskere opp bakker enn standardversjonen, noe som reduserer muligheten for kødannelse. Importøren varslet produsenten om at ombyggingen ble foretatt, og sistnevnte fulgte opp med å tilby en ny modell som skal kunne oppnå samme rekkevidde og hastighet i motbakker som den testet av TI. Denne modellen anses som mer anvendelig for norske forhold.

3.4.2 Test av Vitalizer III

MARINTEK gjennomførte i september og oktober 1995 en test av en avgassreducerende innretning for dieselmotorer, kalt Vitalizer III. Prosjektsøkerne, Bærums Buss og Samferdselssjefen i Akershus, søkte om NOK 400 000 til felttest med 10 busser i Bærum, men testen ved MARINTEK ble av Vegdirektoratet satt som forutsetning for at midler skulle bli gitt.

Testen, foretatt på en dieselmotor montert i fastbenk, viste ingen signifikante reduksjoner i avgasser eller dieselforbruk. Videre forsøk ble dermed stanset. Importøren, Ener Green A/S, mener på sin side at ett forsøk i laboratoriemiljø ikke er tilstrekkelig grunnlag for å avvise videre utprøving, og viser til dokumentasjon fra USA. Importøren fremholder videre at dersom man tar hensyn til tomgangskjøring, samt et normalt kjøremønster, vil man kunne oppnå betydelige reduksjoner i sot og avgasser.

Prosjektsøkerne søkte i desember 1995 om videreføring av prosjektet. Dette ble avslått av Samferdselsdepartementet med begrunnelse i testresultatet fra MARINTEK. Importøren mener at dette har skapt problemer for dem i markedet. Samtidig holder VD tilbake NOK 13 975 av ubrukte midler på NOK 175 605 på grunn av uklare fakturaer. Både VD og importøren regner med rettslig forfølgelse av saken.

3.4.3 Test av smøreolje på hurtigbåt M/S Solundir, Sogn og Fjordane

Statoil Norge A/S (SN) har i samarbeid med Fylkesbåtene i Sogn og Fjordane (FSF) undersøkt effekten av forskjellige typer smøreoljer (Gadinia 30 og den syntetiske Turbosynt) på motoren på hurtigbåten M/S Solundir. Målingene innebærer også kjøring med forskjellig belastning. Formålet er å klargjøre hvorvidt driften av båten blir mer

effektiv ved å ta i bruk en ny type smøreolje. Dette kan måles på kriterier som driftssikkerhet, maksimalfart, akselerasjon, utslipp av avgasser m.v.

Prosjektet, med en bevilgning på NOK 300 000, har vært ca. halvannet år forsinket, mens bevilgning ble gitt allerede i 1993. Dette skyldes ifølge Vegdirektoratets fergekontor innledende samarbeidsproblemer. Det tok tid før man ble enig om hvilket produkt man ønsket å teste. Til slutt kom Statoil på banen med en egen smøreolje. Siste måleserie ble gjennomført i slutten av april 96. Hovedrapport ventes ferdig ultimo juni 96.

3.4.4 Test av lensepumpe for Kragerø Fjordbåtselskap

Kragerø Fjordbåtselskap har to båter. Gjennom samferdselsavdelingen i Telemark fylkeskommune fikk selskapet for halvannet år siden støtte til å kjøpe inn to oljevannseparatorer til sine to båter som går i rute mellom Kragerø og Jomfruland. Selskapet sier seg fornøyd med separatorene. Oljen fra totaksmotorene på fergene går nå ikke lenger rett på sjøen (og blir liggende som oljefilm) men blir samlet opp og levert på land. Imidlertid skjer dette ved at oljen blir tømt over i pøs og transportert manuelt opp en leder, noe som anses som tungvint. Man ønsker derfor å pumpe oljen rett over på fat på land, men har ikke investert i slikt utstyr ennå. Driftsmessig har det ikke vært noen problemer med separatorene så lenge forsøket har pågått.

3.4.5 Oppsummering

Etter vår mening er det vanskelig å trekke generelle slutninger på bakgrunn av disse enkeltforsøkene. Vår gjennomgang av disse forsøkene har derfor kun vært deskriptiv. I tilfelle Kewet Eljet og Fjordbåtene i Kragerø ser det ut som om alle parter er fornøyd, og at den ønskede forbedring er oppnådd. Smøreoljen på Solundir kan vi ikke si så mye om, da fullstendig rapport ikke foreligger. For Vitalizer foreligger et negativt testresultat, men resultatene blir bestridt av importøren.

4. Forsøkenes læringsverdi og nytte

Enkeltforsøkene som inngår i forsøksordningen for alternative drivstoffer innen transportsektoren har vært svært forskjellig innrettet vedrørende formål og omfang.

Prinsipielt kan disse inndeles i følgende kategorier:

- utprøving av forbedrede drivstoffer: (Fylkesbåtane i Sogn og Fjordane (tilsetningsstoffer til diesel)).
- utprøving av tekniske enkeltelement: Vitalizer III, dieselbusskatalysator (SOT; Stavanger²⁶), lensvansspumper (Kragerø Fjordbåtselskap), Kewet El-Jet (ombygget el-bil).
- utvikling av mer miljøvennlig motorteknologi med tilhørende felttesting (gassbuss-forsøket Trondheim).
- før-kommersielle driftsforsøk for å avklare kommersielle driftsbetingelser for bruken av alternative drivstoffer (gassbuss-forsøk Haugesund, el-buss-forsøk Stavanger).

Som beskrevet i kapittel 3, var de tre mest omfattende og komplekse prosjekter (gassbuss-forsøket Trondheim, gassbuss-forsøket Haugesund og el-buss-forsøket Stavanger) rettet mot bruken av naturgass og el-kraft innenfor bussektoren.

Prosjektene i Trondheim og Haugesund kan ses i en sammenheng siden begge har komplementert hverandre. Dessuten ble det i Haugesund gjennomført den mest omfattende (teoretiske) studie av lokale miljømessige effekter ved å gå over til alternative drivstoffer i stor skala. Basert på disse forsøk og ift. utenlandske erfaringer generelt er gassbussteknologien den som står nærmest foran en mulig kommersiell bruk.

El-bussforsøket i Stavanger fikk en brå slutt på grunn av mangfoldige driftsproblemer. Selv med en mer profesjonel håndtering av prosjektet er el-teknologien ikke like modent for kommersiell drift som gassbuss-teknologien. Mulighetene for å ta ibruk denne teknologien i større skala er dessuten begrenset på grunn av at kun dieseldrevne mini- og midibusser kan erstattes i dette tilfellet. Men slike kjøretøy representerer i dag og i fremtiden kun en brøkdel av bussparken ved norske kollektivbedrifter.

I de følgende underkapitlene rettes søkelyset mot de tre større prosjektene pga. deres omfang og kompleksitet. Dessuten er gassbussens miljømessige og økonomiske muligheter ved stordrift vurdert mer detaljert enn tilfellet er for el-bussen.

²⁶ Katalysator-forsøket i Stavanger er ennå ikke avsluttet og skal derfor ikke tas med i den foreløpige evalueringen.

4.1 Forsøkernes potensiale for miljøforbedringer

Med gassbuss- og el-bussforsøkene søkes kjøretøyteknologier introdusert som gir lokale miljøforbedringer. Forbedringene er knyttet til reduserte emisjoner, konkret mindre lokal luftforurensing og mindre støy fra kjøretøyet.

Miljøeffektene vurderes her relatert til det enkelte kjøretøy. Vedrørende støy-emisjoner foretas i tillegg en vurdering av resipient(mottaks)-situasjonen i større byer.

Resultatene fra dette kapitlet er brukt som inngangsverdier til beregningene av miljøbesparelser ved eventuell stordrift.

4.1.1 Uslipp til luft

I den daglige rutedriften er - foruten selve drivstofftypen - faktorer som motorytelse, drivstofforbruk samt kjøreforhold og -type (bykjøring vs. landeveiskjøring) avgjørende for hvor mye forurensning en buss genererer. Derfor må nedenfor gjengitte tall, som vil variere innenfor en viss bredde, anses som veiledende.

For å kunne anslå reduksjonen i forurensning ved overgang fra diesel til naturgass (CNG) må man fastslå de respektive drivstoffenes forurensningspotensiale.

Motorteknologien for tunge dieselskjøretøy er under utvikling i Europa iht. dagens og framtidige EU-emisjonskrav. Emisjonskravene skjerpes trinnvis med en tilsvarende positiv miljømessig utvikling innenfor motor- og kjøretøyteknologi. Det går i retning av kraftig reduserte utslipp, men pga. av denne trinnvise utviklingen er det vanskelig å fastslå eksakte utslippsmengder for tunge dieselskjøretøy til enhver tid.

En tar derfor utgangspunkt i utslippsfaktorer fra diesel- og gassmotorer som oppfyller kravene nedfelt i nåværende og forventede EU-standarder. Disse er den såkalte Euro II-standarden (i kraft fra år 1996/1997) og den såkalte Euro III-standarden (forventes å gjelde fra 1999).

Utviklingen av gassmotorteknologien internasjonalt skjer parallelt etter to "filosofier", magermotorteknologien ("lean burn") med oksidasjonskatalysator, og Lambda-1-motorteknologien med treveiskatalysator. For leddbusser står idag kun sistnevnte teknologi til disposisjon.

I forsøksprosjektene i Trondheim og Haugesund er det inntil nå brukt busser basert på magermotor-teknologien (VOLVO og SCANIA), men til høsten 1996 vil busser med Lambda-1-motorteknologien (Daimler-Benz) tas i bruk i Haugesund. De respektive utslippsnormene gjengis i tabell 4.1. Tallene pr. liter er oppgitt i vedleggets tabell 7.1.

Tab. 4.1 Utslippsfaktorer for dieselbuss og CNG buss

Utslippsfaktor	Diesel i g pr. kWh		CNG i g pr. kWh	
	Euro II	Euro III	mager	lambda--1
NO _x	5	3	2	2
CO	2	2	1	0,87
THC	0,6	0,6	1	0,52
Partikler	0,1	0,1	0,05	0,05
SO ₂ Diesel Miljøklasse 2	0,0257	0,005	0	0

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

Som det framgår av tabellen, er CO₂ ikke tatt med som utslippskomponent. Dette fordi en har lagt vekt på *lokal* luftforurensning, og fordi utslippet av CO₂ i praksis idag anses å være noenlunde likt for diesel og CNG, selv om potensialet for CO₂-reduksjon ved bruk av CNG teoretisk er tilstede (Ottersen, 1994).

Nitrogenoksyder NO_x er den klart største utslippskomponenten i avgassene fra både diesel og CNG. Reduksjonspotensialet er også størst for denne komponenten. Det forventes forøvrig en reduksjon for nesten alle utslippskomponenter ved overgang fra diesel- til gassmotor.

Unntaket er utslippet av Total Hydrokarboner THC som vil gå litt opp, dersom en går over til CNG-busser med magermotorteknologi. Ca. 90% av THC-utslippet består av metan som ikke har en direkte lokal forurensingseffekt. Derimot har THC-utslipp fra dieselmotorer en høyere andel hydrokarboner som er klassifisert som kreftfremkallende.

Når det gjelder utslipp til luft ved bruk av elektriske busser, kan disse anses som uvesentlige ved selve driften av bussen.

Det oppstår forurensning ved produksjon og lagring av strøm (jfr. blybatterier). Men slike forurensningskomponenter er ikke tatt med i denne sammenheng for sammenligningens skyld (siden vi også ser bort fra forurensning ved utvinning og produksjon av naturgass og olje/diesel). Det er allikevel viktig å påpeke at måten strømmen produseres på (enten basert på fornybare energibærere, som vannkraft o.l., eller basert på ikke fornybare energibærere, som fossile brensler) vil være avgjørende for den endelige totale miljøbalansen for elektrisk drevne kjøretøyer. Norges utgangspunkt idag med en 100% vannkraftbasert strømproduksjon er miljømessig sett en god forutsetning i denne sammenheng.

4.1.2 Støy

Støy fra vegtrafikk anses som et alvorlig forurensningsproblem i Norge (se bl.a. Sælensminde 1992). I de gjeldende retningslinjer for vern mot trafikkstøy og byggeforskriftene er maksimale grenseverdier innendørs og utendørs definert (med ekvivalent støynivå som målekriterium). Grenseverdiene er knyttet til den oppsummerte trafikkstøy per veg- eller jernbaneavsnitt og er knyttet til arealbruken (dvs. resipienten). Grenseverdiene kan anses som en relativ grov ramme siden disse ikke tar hensyn til folks psykologiske disposisjoner i forhold til støy.

Ifølge forsøk utført av MARINTEK vil en gassbuss i normal drift produsere støy tilsvarende 99,9 dBA, mens tilsvarende tall for en dieselbuss er 110,8 dBA. Differansen på godt over 10 dBA vil av det menneskelige øret oppleves som en halvering av støynivået. Støynivået vil kunne reduseres ytterligere ved bruk av el-busser.

Dette vil imidlertid kun gjelde i en "laboratorie-sammenheng" og ikke i et ellers støyende trafikkbilde. På vegavsnitt i bystrøk regnes generelt med en tungtrafikkandel (inkl. busstrafikken) på 7 til 10% av all biltrafikk. En reduksjon av det samlede støynivå grunnet overgang til gass- eller el-buss ville derfor bare kunne forventes ved veistrekninger med mye busstrafikk, eksempelvis Bygdøy Allé og Schweigaards gate i Oslo. Men selv her er bussfrekvensen såpass lav i forhold til den øvrige trafikken (en buss hvert 8. minutt ifølge sjefen for teknisk avdeling ved Oslo Sporveier) at en eventuell reduksjon ikke vil bli lagt særlig merke til blant beboerne og fotgjengere langs veien.

Sjefen for teknisk avdeling ved Oslo Sporveier opplyser at det er vanlig å sette på støykapsler på dieselbusser for å dempe bråket. Slike kan også monteres på gassbusser. Potensialet for støyreduksjon vil da være bortimot 50%, men dette medfører også en større varmeutvikling i motoren og høyere vedlikeholdskostnader. Støydemping av gassbusser på denne måten er derfor ikke tilrådelig, ifølge teknisk sjef. Derfor vil forskjellen i støynivå mellom en diesel- og gassbuss sannsynligvis være marginal.

I de gjennomførte økonomiske vurderingene har en derfor ikke tatt utgangspunkt i samfunnsøkonomiske besparelser pga. redusert støyutslipp fra gass- eller elektrisk drevne busser. Kun ved introduisering av områdeavgrensede trafikk- og miljømessige særordninger (f. eks. vern mot støy i historiske bykjerner, bolig- og hotellområder) vil en samfunnsøkonomisk sett måtte ta positivt hensyn til reduserte støy-emisjoner fra slike busser.

4.2 Økonomiske erfaringer (potensiale) mht. eventuell fullskala-drift

Erfaringene i Trondheim, Haugesund og Stavanger viser at overgangen til alternative busstyper ikke foretas idag for å høste bedriftsøkonomiske gevinster.

For at busselskapene skal finne bruken av alternative drivstoffer bedriftsøkonomisk lønnsomt, så må disse kunne anskaffes til en konkurransedyktig pris i forhold til virkningsgrad. Så lenge like mange mennesker blir fraktet fra A til B i en gass- eller el-

buss som i en dieslbuss (dvs. ingen ekstra betalingsvillighet hos passasjerene eller flere passasjerer ved ibruktagen av gass- eller el-busser), og sistnevnte er billigere i innkjøp, må gass- eller el-bussene vise seg billigere i drift. Siden prisen til alternative drivstoffer ikke vil kunne kompensere for økte investeringskostnader i overskuelig framtid, er det miljøkostnadene som vil måtte rettferdiggjøre investeringen i en gass- eller el-buss. Dvs. at satsingen på alternative drivstoffer må begrunnes med de *samfunnsøkonomiske* besparelsene - i praksis reduserte miljøkostnader.

Imidlertid viser prosjektene også at det ikke uten videre er mulig å oppnå en samfunnsøkonomisk overskuddssituasjon ved den foretatte satsingen. Det skyldes prosjektenes størrelse som gir ingen kostnadsmessige stordriftsfordeler men særkostnader knyttet til teknologiutviklingen.

For å kunne vurdere mulighetene for overgang til stordrift av gass- og el-busser har vi derfor foretatt en rekke samfunnsøkonomiske vurderinger. Mest inngående er stordrift av gassbusser vurdert, der vi vurderer storbyenes situasjon (Oslo, Bergen, Trondheim), situasjonen i en mellomstor by (Stavanger) og i en mindre by (Haugesund) særskilt. Bytypene er relatert mot bruken av forskjellige, lokale forurensingskostnader knyttet til forurensingsnivået og -situasjonen ved de respektive stedene.

Overgang til stordrift for el-busser er grovt vurdert for Stavangers vedkommende.

4.2.1 Stordrift naturgassbusser

For å vurdere effektene av stordrift med naturgassbusser har vi valgt følgende metode:

Betingelsene for lønnsom drift av naturgassbusser kommer klarest fram dersom vi beregner for hver by de potensielle besparelser for hver enkelt buss, og så sammenligner dette med konverteringskostnadene pr. buss. Det forutsettes med andre ord naturgassleveranser til en pris sammenlignbar med dieselens.

Dermed er det mulig å vurdere samfunnsøkonomien ved å introdusere gassbussdrift pr. type by. Vi tar utgangspunkt i de potensielle reduksjonene i miljøkostnader en gassbuss kan frambringe, før vi senere ser på faktorer som relative drivstoffpriser.

En vesentlig premiss for vurderingen er at gassbussdriften ikke belastes særskilt med investerings- og driftskostnadene for et fungerende distribusjonsnett og fylleanlegg for CNG. Det forutsettes at disse kostnadene gjenspeiles i gassdistribusjonsselskapets leveringspris for gass.

Denne forutsetningen er i tråd med situasjonen i de europeiske byer²⁷ vi har vært i kontakt med vedrørende stordrift av gassbusser. Gassdistribusjonsnettet og etablering/drift av fyllingsanleggene der er et anliggende til de resp. lokale gassdistribusjonsselskaper. Utredningen vedr. lønnsomhetskriterier for etableringen av CNG-fyllestasjoner i Haugesunds-området (RR 1993) dokumenterer terskelverdier for å få

²⁷ Göteborg (Sverige), Hannover, Saarbrücken (Tyskland).

distribusjonsselskap interessert i etablering av slik infrastruktur i en senere kommersiell driftsfase.

Videre er det ikke tatt hensyn til et behov for flere gassbusser pr. rute sammenlignet med dieseldriften. Fra Göteborg er det rapportert en økning av antall busser pr. rute ved overgang til gasbusser med ca. 10%. Det skyldes at gassmotorene brukt der er svakere enn dieselmotorene og har mindre akselerasjonsevne. Lignende erfaringer er vi ikke kjent med fra tyske kollektivbedrifter som bruker gassmotorer basert på Lambda 1-teknologien.

Vedrørende utviklingen av vedlikeholdskostnadene er forutsetningen nedenfor at disse ikke varierer mellom diesel- og gassbusdrift. Det foreliggende materiale indikerer utslag begge veier og er derfor for usikkert til å kunne brukes som beregningsforutsetning.

Beregningsforutsetninger

I miljøregnskapsanalyse for Haugesundsområdet (RR, 1996) er luftutslippsverdier, spesifisert etter forurensningskomponentene for diesel- og naturgassbusser oppgitt. Utredningens verdier legges til grunn ved våre beregninger. Eventuelle stedsrelaterte eller vurderingsmessige avvik er dokumentert ved de konkrete beregningseksempler.

Drivstofforbruket for en dieselbuss og CNG-buss oppgis til henholdsvis 4,2 liter og 4,5 Sm³ pr. vognkilometer²⁸ i Haugesund (RR 1994), og drivstoffenes respektive potensielle utslipp blir som vist i tabell 4.2.

²⁸ Målinger i Haugesund har vist at gassforbruket ved bykjøring kan komme opp i rundt 4,7-4,8 Sm³ pr vognkm, som er forenlig med antagelsen om 12% energimessig merforbruk i forhold til diesel. Vi bruker imidlertid RRs størrelse her for lettere å kunne sammenligne.

Tab. 4.2 Avgasser i g pr. vognkm ved drivstofforbruk på hhv. 4,2 l diesel og 4,5 Sm³ CNG

Type avgasser i g pr. vognkm	Diesel		CNG	
	Euro II	Euro III	mager	lambda-1
NO _x	7,0	4,2	2,9	2,9
CO	2,8	2,8	1,5	1,3
THC	0,8	0,8	1,5	0,8
Partikler	0,1	0,1	0,1	0,1
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	0,0	0,0	0,0	0,0

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

I miljøregnskapsanalysen (RR, 1996) har Rogaland Ressurssenter fastsatt de marginale miljøkostnader for utslipp til luft i Haugesund i overenstemmelse med beregninger utført av Professor Ingemar Leksell ved Göteborgs universitet. Statens Forurensingstilsyn (SFT) arbeider for tiden med å oppdatere miljøkostnader for utslipp til luft i byområder i Norge (det s.k. LEVE-prosjektet), men siden dette prosjektet ennå ikke er avsluttet - og for at vi lettere skal kunne sammenligne med eksisterende dokumentasjon - har vi valgt å benytte Leksells/RRs anslag i de konkrete stedsspesifikke beregninger nedenfor.

Disse kostnadene er differensiert etter kategoriene "landsbygd", "middels by", "storby (>100 000 innb.) og "storby sentrum". For Oslo, Trondheim og Bergen har vi anvendt "storby sentrum"-kostnader, mens "storby" kostnader er brukt for Stavangers vedkommende (grunnet relativ liten kollektivkjøring i sentrumsområder og de generelle værforhold med mye vind).

Miljøkostnads-besparelser i Haugesund

I miljøregnskapsanalysens beregninger kommer Rogaland Ressurssenter fram til at dersom en gassbuss med mager-motor avløser en dieselbuss av Euro II-standard, oppnår man en reduksjon i miljøkostnader på ca. 25 øre vognkilometeren. Med en levetid på 10 år, vil besparelsene kunne anses som en årlig inntekt på ca. NOK 20 000 over 10 år, som rettfærdiggjør en investering pr. buss på NOK 124 000, dersom diskonteringsraten settes til 10%, noe som er vanlig blant busselskapene. Dersom man bruker 7% blir tallet 140 000). I analysen er det forutsatt en gjennomsnittlig årlig kjørelengde på ca. 81.000 kilometer pr. gassbuss.

Vi har imidlertid valgt - siden vi snakker om en eventuell fullskala drift etter 1998 - å sammenligne med Euro III standard for dieselmotorer. Vi har også valgt å bruke Lambda-1 alternativet for gassbuss, siden denne har lavere utslipp enn mager-motoren og er aktuell å sette inn i Haugesund.

Forutsatt drivstofforbruk som nevnt ovenfor, blir miljøkostnads-besparelsene under det halve (ca. 11 øre pr. vognkm). Dersom gjennomsnittlig kjørelengde pr. år settes til 81 000 km, gir dette en årlig besparelse på NOK 9 015 som vist i tabell 4.3a). Under forutsetningene nevnt ovenfor vil dette rettferdiggjøre en investering på NOK 63 000 i nåverdi over en tiårs-periode, med en diskonteringsrate på 7%. (Vi viser resultatene fra alle beregningene ved diskonteringsrater på hhv. 5, 7 og 10% i vedleggets tabell 7.3). Dersom vi setter gjennomsnittlig kjøredistanse pr. buss pr. år til 50 000 km, som i de andre regneeksemplene, får vi en årlig potensiell besparelse på NOK 5 565, som forsvarer en ekstra investering på NOK 39 000. Dette framgår av tabell 4.3b).

Tab. 4.3 a) Miljøkostnads-besparelser pr. vognkm og pr. buss, Haugesund - 81 000 vognkm

Miljøbesparelser pr. gassbuss i Haugesund	Marginale miljø-kostnader	Differanse Diesel-CNG (1)	Besparelse i NOK pr. buss pr. år 81 000 vognkilometer	
			pr vognkm	pr buss
Konvensjonell buss	NOK pr kg	g pr v.km		
NO _x	40	1,326	0,0530	4 296
CO	1	1,549	0,0015	125
THC	5	0,084	0,0004	34
Partikler	800	0,070	0,0559	4 530
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	10	0,036	0,0004	29
Sum			0,1113	9 015

Kilde: tall basert på materiale fra Rogaland Ressurssenter (1996)

(1) Dieselmotor etter Euro III norm sammenlignet med gassmotor type Lambda-I.

**Tab. 4.3 b) Miljøkostnads-besparelser pr. vognkm og pr. buss,
Haugesund - 50 000 vognkm**

Miljøbesparelser pr. gassbuss i Haugesund	Marginale miljø- kostnader	Differanse Diesel- CNG (1)	Besparelse i NOK pr. buss pr. år 50 000 vognkilometer	
			Konvensjonell buss	
	NOK pr kg	g pr v.km	pr vognkm	pr buss
NO _x	40	1,326	0,0530	2 652
CO	1	1,549	0,0015	77
THC	5	0,084	0,0004	21
Partikler	800	0,070	0,0559	2 796
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	10	0,036	0,0004	18
Sum			0,1113	5 565

Kilde: tall basert på materiale fra Rogaland Ressurssenter (1996)

(1) Dieselmotor etter Euro III norm sammenlignet med gassmotor av type Lambda-1.

Med en levetid på 10 år, vil besparelsene kunne anses som en årlig inntekt over 10 år, som rettfærdiggjør en investering på 33 000 kroner, dersom diskonteringsraten settes til 7% (i vedlegget viser vi videre tallene vi får ved diskonteringsrater på 5 og 10%). Med andre ord: siden en CNG-buss vil spare samfunnet for 5 380 kroner i året i 10 år i forhold til en dieselbuss av Euro III standard, bør anskaffelsen av gassbussen kunne subsidieres med opptil 33 000 kroner.

Miljøkostnads-besparelser i Stavanger

Vi har også beregnet eventuelle besparelser for en gassbuss i Stavanger. Drivstofforbruket settes tilsvarende Haugesunds (hhv. 4,2 l diesel og 4,5 Sm³ CNG), mens miljøkostnadene pr. gram utslippskomponent er noe høyere enn i Haugesund. Med utgangspunkt i Leksells miljøkostnader har vi skjønsmessig satt prisen pr. g NO_x til NOK 50 i Stavanger.

Tab.4.4 Miljøkostnads-besparelser pr. vogndkm og pr. konvensjonell buss, Stavanger

Miljøbesparelser pr. gassbuss i Stavanger	Marginale miljø-kostnader	Differanse Diesel-CNG (1)	Besparelse i NOK pr. buss pr. år 50 000 vogndkilometer	
			Konvensjonell buss	
	NOK pr kg	g pr v.km	pr vogndkm	pr buss
NO _x	50	1,326	0,0663	3 315
CO	1	1,549	0,0015	77
THC	15	0,084	0,0013	63
Partikler	1200	0,070	0,0839	4 194
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	30	0,036	0,0011	54
Sum			0,1541	7 704

Kilde: tall basert på materiale fra Rogaland Ressurssenter (1996) og SOT (Stavanger og Omegn Trafikkselskap A/S.)

(1) Dieselmotor etter Euro III norm sammenlignet med gassmotor av type Lambda-1.

I Stavanger kan man dermed oppnå en miljø-besparelse på 7 704 kroner pr. år, som rettferdiggjør en investering på ca. NOK 54 000 ved 7% diskonteringsrate over 10 år.

Miljøkostnads-besparelser i Oslo, Bergen og Trondheim

For byene Oslo, Bergen og Trondheim har vi tatt utgangspunkt i et gjennomsnittlig dieselforbruk på 4,5 l pr. mil for en standardbuss, og forutsetter at det tilsvarende gassforbruk vil ligge 12% høyere, på 5,04 Sm³. Vi antar dessuten at en buss av denne typen tilbakelegger 50 000 vogndkm i snitt pr. år. Dette danner grunnlaget for beregningene gjengitt i tabell 4.5.

Tabb.4.5 Miljøkostnads-besparelser pr. vogntkm og pr. konv. buss, Oslo, Trondheim og Bergen

Miljøbesparelser pr. gassbuss i storby	Marginale miljø-kostnader	Differanse Diesel-CNG (1)	Besparelse i NOK pr. buss pr. år 50 000 vogntkilometer	
			pr vogntkm	pr buss
Konvensjonell buss	NOK pr kg	g pr v.km		
NO _x	60	1,279	0,0767	3 837
CO	1	1,598	0,0016	80
THC	30	0,053	0,0016	80
Partikler	2400	0,071	0,1712	8 562
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	48	0,039	0,0019	93
Sum			0,2530	12 652

Kilde: tall basert på materiale fra Rogaland Ressurssenter (1996) og A/S Oslo Sporveier, Trondheim Trafikkselskap A/S, Pan Trafikk A/S og Bergen Sporvei A/S.

(1) Dieselmotor etter Euro III norm sammenlignet med gassmotor av type Lambda-1.

Grunnet at miljøkostnadene i disse byene er anslått høyere enn i Haugesund, blir de årlige besparelsene tilsvarende høyere (NOK 12 652/år) og forsvarer en investering på ca. NOK 89 000 (ved 7% diskonteringsrate). Storbyene har større sentra med høy trafikkbelastning og mindre utskiftning av luft enn det som kjennetegner Haugesund.

Vi har utført samme type analyse med hensyn til bruken av leddbuss i disse byene, som eventuelt må erstattes av naturgassbuss med lambda-1 motorteknologi. Drivstofforbruket er i dette tilfellet antatt å være henholdsvis 6,4 l og 7,2 Sm³ for diesel og CNG (ifølge Oslo Sporveier). Også disse bussene forutsettes å kjøre 50 000 vogntkm i løpet av ett år. Resultatene er vist i tabell 4.6

Tab. 4.6 Miljøkostnads-besparelser pr. vognkm og pr. leddbuss, Oslo, Trondheim og Bergen

Miljøbesparelser pr. gassbuss i storby	Marginale miljø-kostnader	Differanse Diesel-CNG (1)	Besparelse i NOK pr. buss pr. år 50 000 vognkilometer	
			pr vognkm	pr buss
Leddbuss	NOK pr kg	g pr v.km		
NO _x	60	1,819	0,1091	5 457
CO	1	2,273	0,0023	114
THC	30	0,076	0,0023	114
Partikler	2400	0,101	0,2435	12 177
SO ₂ (Diesel Miljøklasse 2)	48	0,055	0,0026	132
Sum			0,3599	17 994

Kilde: tall basert på materiale fra Rogaland Ressurssenter (1996) og A/S Oslo Sporveier, Trondheim Trafikksselskap A/S, Pan Trafikk A/S og Bergen Sporvei A/S.

(1) Dieselmotor etter Euro III norm sammenlignet med gassmotor av type lambda-1.

Fordi leddbussenes drivstofforbruk er relativt høyt, miljøkostnadene er store i storbyene og fordi lambda-1 motorteknologien er noe mer miljøvennlig med hensyn til THC-utslipp, oppnår en her den relativt største miljøgevinsten på 17 994 kroner/år. Dette tilsvarer en investering på NOK 126 000 (7%/10 år).

Vurdering av beregningsresultatene, følsomhets-analyser

Merkostnadene for naturgassbuss

Som vist i tabell 4.7 ligger merkostnadene for konvertering av dieselbuss til gassbuss idag på rundt 200-300 000 kroner avhengig av tankmateriale og plassering. I ingen av beregningseksemplene er miljøbesparelsene store nok til å rettferdiggjøre overgangen fra diesel- til naturgassdrift.

Tab. 4.7 Konverteringskostnader diesel-CNG

	Under karosseri - NOK	Takmontering - NOK
Ståltanker	205 000 - 240 000	255 000 - 290 000
Komposittanker	305 000 - 340 000	355 000 - 390 000

Kilde: Rogaland Ressurssenter A/S (1993), s. 11

I RRs forprosjekt-rapport fra 1993 heter det at ombyggingskostnadene forventes å gå ned som følge av teknologisk utvikling. Oppfatningen støttes av kollektivselskap med gassbussdrift i Tyskland²⁹ vi har vært i kontakt med. Der forventes merkostnadene på sikt redusert til 5% av dieselbussenes anskaffelseskostnader. Dermed kan det forutsettes at serieproduksjon av gassbuss vil kunne redusere merkostnader til NOK 75 000 - 225 000. Ifølge Ecotraffic er aktuelle merkostnadene for en gassbuss pr. mai 1996: a) MAN, Brüssel (Belgia): NOK 286 600, b) Mercedes, Berlin (Tyskland NOK 278 837, c) Volvo, Göteborg (Sverige): NOK 292 260.

Dersom merkostnader på 75 000 kan oppnås en gang i framtiden, vil miljøbesparelser sannsynligvis være nok til å rettferdiggjøre investeringen. Dette synes imidlertid ikke realistisk i den umiddelbare framtid, på bakgrunn av leverandørenes forespeilte kostnadsutvikling.

Følsomhetsanalyse vedr. gassprisutviklingen

Et viktig utgangspunkt for ovenforstående beregninger er antagelsen om at prisen for naturgass per energiekvivalent er lik dieselens ved bruk i rutedriften. Diesel brukt i bussdrift er idag fritatt for avgifter i Norge. Dermed er prisen for ruteselskapene med ca. NOK 1,5 pr. liter veldig lav i utgangspunkt.

I denne følsomhetsanalysen vurderes forskjellige nivå på gassprisen knyttet til dieselprisen for å kompensere for den andelen av de økte investeringskostnader for en gassbuss som ikke dekkes av miljøbesparelsene. Analysen er gjennomført for situasjonen i Haugesund der forberedelsen for en varig gassbussdrift er kommet lengst.

Konkret antas at merkostnadene i den kommersielle fasen av forsøket i Haugesund (f.o.m. 1999) vil være NOK 100 000 etter at det offentlige har gitt tilskudd for miljøgevinster. Det forutsettes med andre ord en kraftig reduksjon i investeringsdifferansen pr. kjøretøy.

Vi stiller så spørsmålet: Hva må gassprisen være for at Haugaland Billag skal kunne dekke inn de resterende 100 000 pr. buss?

²⁹ ÜSTRA Hannoversche Verkehrsbetriebe AG, Stadtwerke Mainz AG, Gesellschaft für Strassenbahnen im Saartal AG, Saarbrücken.

Sammenhengen er som følger: Ved en dieselpris på NOK 1,5 pr. liter, må gassprisen være på høyst NOK 1,34 pr. Sm³ dersom man den skal være konkurransedyktig, uten noen besparelser for øvrig (angitt av den tykke linjen i figuren nedenfor). Stiger dieselprisen til NOK 2 pr. liter, kan gassprisen strekke seg til NOK 1,79. Forutsetningene er som angitt i tabell 4.3a), altså med 81 000 vognkm pr. buss pr. år som grunnlag.

Ønsker man å spare 100 000 pr. buss pr. år, må dieselprisen overstige 3 kroner literen for at gass i det hele tatt skal kunne selges til en positiv pris.

Sammenhengen mellom dieselpriser og taket for gasspriser med (tynn linje) og uten (tykk linje) krav om besparelse på NOK 100 000 er vist i figur 4.1

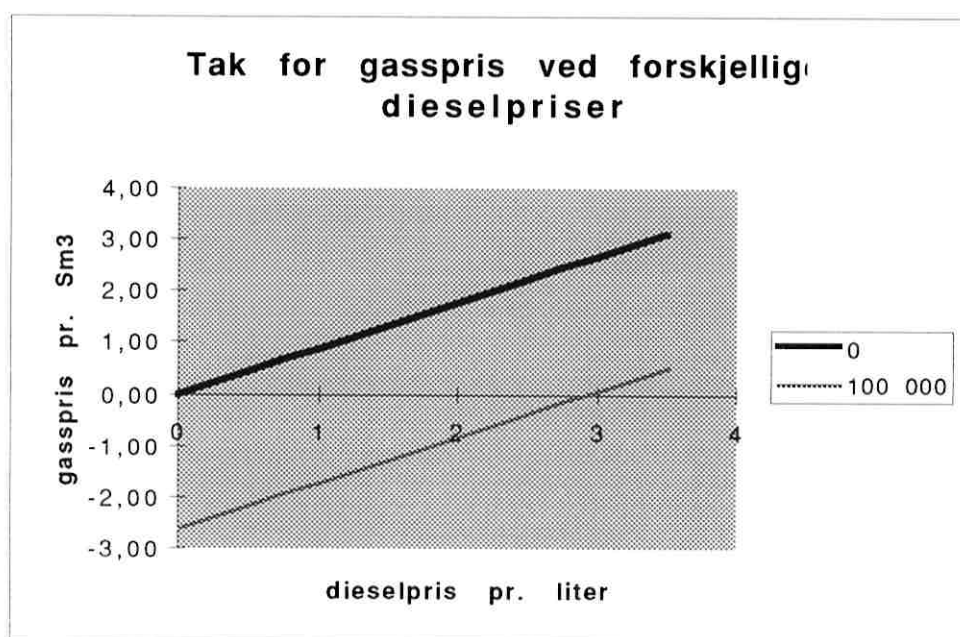


Fig. 4.1 Tak for gasspris ved varierende dieselpris, med og uten krav til inntjening

Avtalen inngått i Haugesund av NSB Biltrafikk om gassleveranser som ligger prismessig sett på dieselnivå må etter vår vurdering anses som det maksimalt oppnåelige i dagens markedssituasjon.

For å kunne kompensere for differansen i investeringskostnadene må dieselprisen økes parallelt med en "frysing" av naturgassprisen. Den eneste muligheten å få det til er via en miljøbegrunnet drivstoffdifferensiert avgiftsfastsettelse.

Følsomhetsanalyse for NO_x

NO_x utgjør som nevnt den klart største komponenten i avgassene. I vektprosent står NO_x for ca. 50% av utslippsreduksjonen ved overgang fra dieslbuss (Euro III) til CNG-buss (Lambda-1). I miljøkostnader tilsvarer dette 34% av den potensielle besparelsen (partikler har en langt høyere enhetspris og gir derfor større utslag) dersom vi legger "storby sentrum"-kostnader til grunn for beregningen. En følsomhetsanalyse for betydningen av kostnaden pr. gram NO_x viser dermed at en dobling av kostnaden kun vil øke den potensielle besparelsen med 34%. Eksempler på tallstørrelser gis i tabell 4.8 under:

Tab. 4.8 Sensitivetsanalyse NO_x pris pr. g - miljøbesparelser i storbyene

NO _x kostnader		Besparelse pr.vognkm			Nåverdi
% økning	NOK gram pr.	NO _x pr. v.km NOK	totalt NOK	% andel NO _x kostnader	7%, 10 år, NOK
-	60	0,08	0,25	30%	88 864
10%	66	0,08	0,26	32%	91 559
50%	90	0,12	0,29	40%	102 339
100%	120	0,15	0,33	47%	115 815
900%	600	0,77	0,94	81%	331 424

Tabellen viser at dersom man holder alle andre verdier konstante, må det minst en tidobling av prisen pr. gram NO_x til for at man skal kunne oppnå en nåverdi på miljøbesparelser som er i nærheten av dagens merkostnader for en gassbuss.

Eksempel på storskaladrift: Göteborgs Spårvägar

I tilknytning til evalueringen ble det sammen med representanter fra Vegdirektoratet foretatt en studiereise til Göteborg (Sverige) for å besøke det kommunale kollektivselskapet Göteborgs Spårvägar (GS). Interessen gjaldt GS's drift av ca. 30 gassbussar og driftserfaringer samlet siden 1992.

Under Göteborg kommunes budsjettarbeid for året 1989 ble det besluttet å bytte ut dieslbussene mot busser med alternativ motorteknologi fra 1992 av. Satsingen er miljømessig begrunnet. Derfor anskaffer GS siden 1992 utelukkende naturgassbussar.

Naturgassbussene er levert av VOLVO basert på magermotorteknologi med elektroniske motorstyringssystemer. Det brukes CNG-lagringsteknologi. Merkostnadene ved anskaffelse av en slik gassbuss angis av GS med for tiden ca. SEK 400.000.

Gassbussdriften foregår rutinemessig og det rapporteres av GS ingen store problemer som går utover det en må forvente ved introduisering av en ny teknologi. Et økt vedlikeholdsbehov er konstatert (bl.a. behov for hyppig ventilrensing). GS rapporterer dessuten en økning i antall busser pr. rute ved overgang til gasbusser med ca. 10%. Det skyldes at gassmotorene brukt er mindre sterke enn dieselmotorene og har mindre akselerasjonsevne. Lignende erfaringer er vi ikke kjent med fra tyske kollektivbedrifter som bruker gassmotorer basert på Lambda 1-teknologien.

En vesentlig forutsetning for denne satsingen er at Göteborg er tilknyttet det europeiske rørledningsnett for naturgass. Göteborg Sporveier kjøper naturgassen fra kommunens eget kraftselskap som også står ansvarlig for fylleanlegget på driftsgården til GS.

Prisen pr. kubikkmeter CNG levert av det kommunale kraftselskap er fastsatt til samme nivå i forhold til energi-innhold som dieselprisen, dvs. SEK 4 pr. l.

GS opplever ikke noe direkte driftsmessig tap vis á vis dieselbusser, siden Göteborg kommune som eier av GS og det kommunalt eide kraftselskap dekker det investerings- og driftsmessige mellomlegg ved gassbussdriften.

Men i den nåværende anbudssituasjonen i Göteborgsregionen, med åpen konkurranse busselskapene imellom, oppleves gassbussatsingen fra GS side som ikke direkte fordelaktig for bedriftens konkurransevne. Miljøkravene i forhold til ruteproduksjonen virker ikke tilstrekkelig spesifisert fra de ansvarshavende myndighetene i denne prosessen.

4.2.2 Stordrift el-busser

Som eksempel for en stordrift for el-busser vurderes satsingen på et minibussrutenett rundt Stavanger sentrum. Det tilsvarer forøvrig den langsiktige intensjonen i det opprinnelige opplegget til SOT's forsøksprosjekt.

Følgende *forutsetninger* inngår i vurderingen:

Minibussrutenettet rundt Stavanger sentrum består av fire bussruter med timesfrekvens som betjenes av fire eldrevne minibusser (Neoplan Metroliner med skiftebatteri). Det forutsettes en årlig vognkilometerproduksjon på 50 000 km pr. kjøretøy. Ingen elektriske reservekjøretøy inngår i regnskapet; beredskapen dekkes med dieselbusser.

Kostnadsforskjellen mellom diesel- og el-driften vil være et sluttresultat av el-bussens høyere investeringskostnader kombinert med el-bussenes lavere energiforbruk. Men i eksemplet settes dieselprisen til NOK 2 pr. liter, og strømkostnaden til 40 øre pr. kWh. Dermed blir energikostnaden pr. vognkm identisk; 40 øre.

Denne samlede kostnadsdifferansen vurderes ift. miljøbesparelsene som beregnes med utgangspunkt i forutsetninger tatt i gassbussseksemplet for Stavanger. Forutsetningene er kun justert dithen at el-busser ikke genererer noen luftutslipp i det hele tatt. Globale

miljøbesparelser er ikke tatt med i dette regnskapet, men våre vurderinger tilsier at utslagene eventuelt ville bli små³⁰.

Tab. 4.9 a) Drivstoffregnskap - el-buss vs. dieselbuss

Spesifikasjon	El-buss	Diesel
Drivstofforbruk pr. vognkm	1 kWh (1)	0,2 liter
Pris pr. drivstoffenhhet - NOK	0,40 (2)	2,00
Kostnader pr. vognkm - NOK	0,40	0,40
Kostnader for 50 000 vognkm - NOK	20 000	20 000
Besp. drivstoff el-buss pr.år - NOK	0	
Miljøkostnader pr. drivstoffenhhet - NOK	0	3,53 (3)
Miljøkostnader pr. vognkm - NOK	0	0,71 (3)
Miljøkostnad for 50 000 v.km - NOK	0	35 297 (3)
Miljøbesparelse el-buss pr. år - NOK	35 297	
Investering fra miljøbesp. - NOK	247 912	

Tallene er basert på opplysninger fra NEOPLAN

(1) forbruket pr. vognkm er oppgitt til 0,8 kWh for selve bussen, men ladingen medfører et merforbruk på ca. 20-30%

(2) strømpris inkl. alle avgifter er satt til 40 øre pr. kWh

(3) vi har anvendt miljøkostnader pr. g. utslipp fra dieselbuss (Euro III) i Stavanger i tabell 4.4, s. 58

Av tabell 4.9 a) framgår det at driften av en el-buss medfører årlige besparelser pga. reduserte miljøkostnader. Med en levetid på 10 år, vil besparelsene kunne anses som en årlig inntekt over 10 år, som rettferdiggjør en investering på ca. 248 000 kroner, dersom diskonteringsraten settes til 7%. Med andre ord: siden en el-buss under disse forutsetningene vil spare samfunnet for 35 000 kroner i året i 10 år i forhold til en dieselbuss av Euro III standard, bør anskaffelsen av el-bussen subsidieres med opptil 248 000 kroner.

Investeringskostnadene for en el-buss av type Metroliner med tilhørende utstyr er vist i tabell 4.9b) under. Vi forutsetter innkjøp av 4 busser.

³⁰ Våre uformelle beregninger tar utgangspunkt i utslipp av CO₂-ekvivalenter fra en dieselbuss. Ifølge Volvo ligger dette på 13,7 g pr. MJ.

Tab. 4.9 b) Investeringskostnader el-buss

Spesifikasjon - kostnader, kurs=4,32	Totalt 4 busser		1 buss	
	DM	NOK	DM	NOK
Innkjøp av el-buss, eks. mva	1 700 000	7 344 000	425 000	1 836 000
Batterier (@ DM 4 286) (1)	75 000	324 000	18 750	81 000
Ladestasjon	225 000	972 000	56 250	243 000
Periferiutstyr	10 000	43 200	2 500	10 800
SUM ekskl. mva	2 010 000	8 683 200	502 500	2 170 800
SUM Norge; 23% mva		10 680 336		2 670 084

Kilde: NEOPLAN

(1) Fra NEOPLAN får vi opplyst at man trenger ca. 7 batterier for 4 busser. Ett sett batterier koster ca. DM 30 000, og har en levetid på 3-5 år. Vi regner derfor med at hver buss trenger 4,4 batterier i sin levetid (utskifting av batterier 2,5 ganger over 10 år ganget med 1,75 som er batteribehovet pr. buss).

En el-buss koster altså rundt 2,7 millioner kroner i anskaffelse (inkl. mva), gitt at "felleskostnadene" mht. utstyr deles med 3 andre busser av tilsvarende type. Selv om vi trekker fra besparelsene fra reduksjonen i miljøkostnader i forhold til diesel-buss av sammenlignbar type, er dette langt fra nok til å rettferdiggjøre en overgang til el-buss. SOT opplyser at en sammenlignbar diesel-buss kan anskaffes fra Volvo for rundt 1 million kroner.

4.3 Norsk teknologiutvikling og produktkommersialisering

Prosjektene gjennomført innenfor forsøksordningen har medført oppbygging og bruk av spesiell norsk kompetanse. Dette gjelder i første rekke for de tre største prosjektene, gassbussforsøkene i Trondheim og Haugesund og for el-bussdriften i Stavanger.

I *gassbussammenheng* er det konkret følgende forhold:

Videreutvikling av magermotorkonseptet m/elektroniske motorkontrollsystemer og bruk av teknologien i en reell driftssituasjon skal gjøre den anvendelig som kommersialisert standardprodukt. Trondheimsprosjektet er i vesentlig grad organisert med utgangspunkt i denne målsettingen og skal fungere som demonstrasjonsprosjekt. MARINTEK i Trondheim er senteret for denne teknologiutviklingen i Norge. Etter MARINTEK's forventninger vil et ferdigutviklet produkt være av kommersiell interesse ift. til store kjøretøyprodusenter. Forretningsforbindelser er knyttet til VOLVO og SCANIA.

Men i prosjektsammenheng er MARINTEK ennå ikke kommet i mål vedr. sine teknologiske ambisjoner. Elektroniske motorkontrollsystemer er ennå ikke utviklet til et markedsmodent produkt av MARINTEK.

Om MARINTEK ligger etter i en kommersiell konkurransesituasjon er ikke mulig å bedømme for oss ut fra den for oss tilgjengelige dokumentasjon.

Raufoss A/S har utviklet fullviklede glassfiber-komposittanker med aluminiums innertank som kan brukes til CNG. Produktet er tilstrekkelig utviklet for en markedssatsing. En ser for seg et økende internasjonalt marked for tanker av denne typen³¹.

Begge utviklingsprosjekt ble støttet innenfor SPUNG-programmet før og parallelt med den evaluerte forsøksordningen.

I *el-bussammenheng* må ABB Vestbys leveranse av det elektriske og elektroniske utstyret til el-bussen nevnes som særnorsk teknologibidrag. Produktets modenhetsgrad og produktutviklingen under forsøksperioden var imidlertid utilstrekkelig. ABB Vestby brukes av NEOPLAN ikke lenger som underleverandør.

Selv om forsøksordningen ikke nødvendigvis hadde en direkte målsetting vedrørende utvikling og kommersialisering av norsk teknologi har den allikevel underforstått hatt en slik effekt.

De forskjellige prosjekters aktører var bevisste på at forsøksordningen nødvendigvis impliserte en generell oppbygging og vidererutvikling av teknologisk kompetanse. Spesielt i Trondheim og i Haugesund var prosjektledelsen veldig bevisst på de mulighetene forsøksordningen ville kunne gi spesielt for norske teknologiske miljøer.

Fra MARINTEK's side ble mangelen av store industrielle samarbeidspartnere i Norge påpekt som problem. F.eks. søkte MARINTEK uten hell industrielle partnere for utviklingen av elektroniske motorkontrollsystemer.

Etter vår vurdering vil offentlige forskningsprogrammer for teknologisk utvikling eller programmer som bidrar til en slik utvikling kunne ha en initierende funksjon. Oppfølgingen vil måtte skje via samarbeid med markedsorienterte bedrifter som ser og ivaretar de kommersielle mulighetene i en teknologiutvikling.

Forsøkene indikerer dessuten etter vår vurdering at tids- og ressursbehovene ved utvikling av ny teknologi krever langsiktighet og utholdenhet hos de teknologiske miljøer involvert.

4.4 Lærdommer mht. forsøksprosjekters organisering

Med henblikk på forsøksprosjektenes organisering, er storprosjektene i Trondheim, Haugesund og Stavanger mest interessante pga. sitt omfang og sin kompleksitet.

³¹ Norges forskningsråd 1994: SPUNG (Statlig FoU-Program for Utnyttelse av Naturgass) - Administrativ sluttrapport, Oslo 1994

Utgangspunkt for alle tre storprosjekter er målsettingen om å ta ibrug nyutviklet teknologi i forsøkssammenheng med opprinnelig planlagt overgang til langsiktig kommersiell drift.

Vinklingen i de respektive prosjekt er allikevel forskjellig:

I Trondheim er MARINTEK, som et teknologisk miljø, drivkraften bak forsøket, som tar utgangspunkt i videreutviklingen av en gassmotorteknologi. Denne teknologien skal prøves i en reell driftssituasjon med målsetningen om å gjøre den bedriftsøkonomisk interessant sammenlignet med dieseldriften. Men med det ovenfor nevnte teknologiske utgangspunktet har teknologiutviklingen vært det viktigste element i forsøksprosjektet.

Forsøkene i Haugesund og Stavanger er mer kjennetegnet av kollektivselskapenes ønske om en miljømessig sett renere ruteproduksjon med behov om å ta i bruk teknologi som bidrar til å oppfylle denne målsettingen. Særlig i Haugesund har en således konsentrert seg om analysen av rammebetingelsene for å kunne introdusere varig drift av alternativ kjøretøyteknologi. Utsagnet gjelder også i prinsipp for forsøket i Stavanger, selv om kollektivselskapet der måtte slite med store tekniske problemer under forsøket.

Som beskrevet i kapittel 3 varierte organiseringen i henhold til prosjektenes målsetninger. Men etter gjennomgangen av prosjektene kan en etter vår vurdering trekke flere felles lærdommer vedr. prosjektorganiseringen:

- En riktig definering av ambisjonsnivået vedr. teknologien foreslått brukt i forsøket, prosjektets omfang og søkerens kompetansenivå viser seg som avgjørende for suksessen i forsøkene.

Trondheimsforsøket kjennetegnes av en teknologisk feilvurdering som delvis kunne kompenseres pga. MARINTEK's kompetanse. Konsekvensene er begrenset til forsinkelser i prosjektet og en ennå manglende teknologisk måloppnåelse.

Stavangerforsøket kjennetegnes derimot av en teknologisk feilvurdering kombinert med manglende teknologisk kompetanse hos SOT i forsøkssammenheng. Dermed ble forsøket avsluttet med negativ resultat uten at vi har fått et endelig utsagn vedrørende el-bussteknologiens anvendelighet.

Haugesundsforsøket karakteriseres etter vår vurdering derimot av et rimelig ambisjonsnivå i kombinasjon med en grundig kartlegging av tilgjengelige ressurser og kompetansenivå.

- Prosjekterfaringene viser at veien og overgangen fra teknologiens utvikling og utprøving i en forsøkssammenheng til dens varige etablering iht. bedriftsmessige kriterier er lengre enn i utgangspunktet antatt. Kun i forsøket i Haugesund har en etter vår vurdering reagert organisatorisk tilstrekkelig på denne utfordringen.

I alle prosjekter påvirkes overgangen av viktige rammebetingelser som ligger utenfor prosjektets og deltagerens myndighetsområder. Skjæringspunktet mellom slike prosjekters indre og ytre rammebetingelser, bestemt av regionale og nasjonale myndigheter, må en etter vår vurdering ta vare på en bedre og mer forpliktende måte enn hva som til nå er gjort.

- I Trondheim og Haugesund ble en profesjonell sekretariatsorganisasjon etablert. Dette sikret en rimelig prosjektgjennomføring. Tilsvarende skjedde ikke i Stavanger. Driftsorganisasjonen i SOT, som fra før av er veldig effektivt utnyttet, ble på denne måten overbelastet.
- Alle prosjektansvarlige uttalte seg dithen at lengre bevilgningsperioder (f.eks. tre år) hadde vært positiv for prosjektorganiseringen (langsiktig og forutsigbar ramme, mindre administrative arbeider).
- I alle tre prosjekt var en generelt sett fornøyd med kontakten med sentrale myndigheter. Vegdirektoratets overtagelse av programmets sekretariatsfunksjon ble oppfattet som positiv av de resp. prosjektansvarlige.
- Administrasjonskostnadene (prosjektledelse og evaluering) andel ved de respektive prosjekters total kostnader ligger ved 12,0 % (Trondheim), 14,1% (Haugesund) og 13,5% (Stavanger). Vi vurderer prosentandelene som rimelige.

