

Den bærekraftige bilen - finnes den? El-bilen PIVCO CityBee i et industriøkologisk perspektiv.

Jørund Buen
Karl C. Nes
Vidar Furholt
Karine Ulleberg

Program for industriell økologi
RAPPORT NR: 2/1999

Reports and Communications from

Norwegian University of Science and Technology (NTNU) Industrial Ecology Programme (IndEcol)

Report no.2/1999

ISSN 1501-6153

ISBN 82-7948-001-3

Editor:

Professor Helge Brattebø, Programme Leader (IndEcol)

Layout:

Harriet B Dahl, Office Manager (IndEcol)

Reports and Communications may be ordered from:

Industrial Ecology Programme (IndEcol)

NTNU

N-7491 Trondheim, Norway

Tel.: + 47. 73598940

Fax.: + 47. 73598943

Internet: www.IndEcol.ntnu.no

Price: NOK 50,-

Printed in 300 copies.

FORORD

Som den eneste på elbil-caset har gruppen vært sammensatt av personer med totalt ulik utdannelsesbakgrunn: tre teknologer og en samfunnsviter. Selv om vi selvfølgelig ikke har hatt muligheten til å sammenligne selv, mener vi at en slik konstellasjon er langt mer lærerik enn homogene grupper av henholdsvis samfunnsvitere og teknologer. Dette har kanskje vært ekstra utfordrende fordi produsentrollen i større grad enn de andre rollene inviterer til fokusering på teknologiske løsninger og bedriftsøkonomiske betraktninger.

Som i ethvert tverrfaglig samarbeidsprosjekt har vi nødvendigvis måttet ta utgangspunkt i vår egen faglige bakgrunn i arbeidet med oppgaven. Dette har stilt oss overfor mange utfordringer, både med hensyn til kommunikasjon innad i gruppen og vektlegging av ulike aspekter ved oppgaveformuleringen. Denne utfordringen ville kanskje vært mindre hvis oppgaven hadde blitt definert klarere i utgangspunktet, og nye elementer ikke hadde blitt inkludert i oppgavearbeidet underveis. Veiledningen fra studentassistentene har også, delvis som en konsekvens av dette, vært noe upresis.

Vi mener også at selve struktureringen av arbeidet med oppgaven kunne vært gjennomført bedre. I den første gruppeoppgaven fokuserte hver gruppe på livsløpsvurderinger av isolerte aspekter ved produktsystemet PIVCO CityBee. Vi mener spranget fra en slik snevert definert LCA-oppgave til oppgaven som nå leveres er såpass stort at førstnevnte oppgave kun har begrenset verdi i det videre oppgavearbeidet.

Vi håper og tror likevel at oppgaven viser at en dialog mellom teknologer og samfunnsvitere kan være svært fruktbar.

Trondheim, 03.04.98

Jørund Buen

Karl C. Nes

Vidar Furholt

Karine Ulleberg

SAMMENDRAG

I denne oppgaven har vi innehatt rollen som produsenter i et tenkt aktørnettverk rundt el-bilen, også bestående av myndigheter, frivillige organisasjoner og kraftprodusenter. Vi har definert vår rolle til å være proaktive el-bilprodusenter som skal være pådrivere for en bærekraftig utvikling. Vi ønsker å bidra til bærekraftig mobilitet på lang sikt gjennom å produsere og levere transporttjenester på en bedriftsøkonomisk lønnsom og miljøvennlig måte. Gjennom samarbeid med aktørene gjennom dannelse av nettverk og allianser, ønsker vi å legge forholdene til rette slik at vi kan oppnå de felles definerte rammebetingelser og utfordringer som ble definert under konsensuskonferansen.

I første del har vi foretatt en videreføring av en LCA-studie på PIVCO CityBee, foretatt av Finn Helge Lunde. Vi har undersøkt hvorvidt tidligere miljøvurderinger av produktet har blitt tilfredsstillende utført, og forsøkt å finne forslag til forbedringer av produktsystemet. Det er også foretatt en presentasjon og vurdering av LCA-metodikken, SimaPro og ulike vektingsmetodikker.

Både LCA-metodikk, SimaPro som LCA-software-verktøy og ikke minst de ulike vektingsmetodene, hviler like mye på subjektive antagelser og politisk bestemte målsetninger for bærekraftig utvikling som på naturvitenskapelig forskning. Tillitvekkende tallverdier, grafer og søylediagrammer gir ikke fasitsvar, men må tolkes. Og gode kunnskaper både om rasjonale bak de ulike metodene og om aktuelle produkters egenskaper er nødvendig for å kunne trekke holdbare slutninger.

Bilens aluminiumsramme og bakvindu ble analysert for å finne bedre produksjons- og materialløsninger. Miljøbelastningen fra aluminiumsrammen kan reduseres ved å benytte resirkulert aluminium, men usikkerhetsmomenter må tas hensyn til. Det resirkulerte aluminiumet må være av samme legeringstype for å beholde samme kvalitet. En annen vesentlig faktor er begrenset tilgjengelighet, samt pris på resirkulert materiale i markedet. På bakvinduet fant vi flere miljøvennlige alternativer i referansescenariet. Et forslag til forbedring kan være å ta i bruk materialer som innebærer reduserte utslipp av tungmetaller, som ser ut til å være det største miljøproblemet knyttet til produksjon av glass, eller å benytte en høyere prosentandel resirkulert glass.

I neste del har vi utvidet systemgrensene til å omfatte det totale industriøkologiske perspektivet. Vi har gitt en diskusjon av de utfordringene som møter oss som proaktiv el-bil-produsent innenfor hovedområdene infrastruktur, energiproduksjon, materialbruk og avhending, og behov, holdninger og verdier. Vi har underveis reflektert over hvilke aktører det er aktuelt å samarbeide med innen de ulike feltene, og til slutt kommet med en konkret handlingsstrategi. Denne deler vi inn i to deler:

- Produksjon/salg
- Service/utskifting av komponenter/avhending

Produksjonen av delkomponentene i bilen vil i hovedsak skje hos leverandør. Vi vil videre opprette virksomhet for montasje av komponentene. Samtidig ønsker vi et eget selskap som skal ta for seg salget av bilen. For å gjennomføre dette vil vi alliere oss med energiselskapet og myndighetene for å kunne selge det vi har kalt en transportløsning, som innebærer tre alternativer for brukeren:

- i) Vi selger el-bilen. Ved avhending/innlevering får brukeren pant for bilen.
- ii) Vi leaser ut biler tilsvarende dagens leasingordning.
- iii) Vi selger en transporttjeneste.

Ved alle transportløsningene vil kjøperen samtidig bli tilbudt kjøp av energi. Kjøperen vil kunne spesifisere ønsket energibruk, og dermed miljøvennlighet. Bakgrunnen er at vårt konsept, el-bilen, skal være miljøvennlig kjøretøy, såvel i produksjon som i bruks- og avhendingsfasen. For den andre og den tredje løsningen gjelder det at el-bilen er vår eiendom. Transporttjenesten vil være et utleietilbud nokså likt dagens bilutleie. El-bilene som skal brukes til dette formålet, vil være biler sammensatt av både nye, brukte og gjenvunne komponenter. Tanken er å utnytte komponenter som fortsatt innehar sin funksjon, men som av ulike årsaker har blitt fjernet fra el-bilen, slik at disse raskest mulig kan trekkes tilbake i materialkretsløpet.

Gjennom vår produsentrolle vil vi stimulere utviklingen av fornybar energi. Erfaringer både fra Oslo Energi, Stavanger Energi og aktører i flere andre land tyder på at energiselskap inntar en sentral posisjon i arbeidet for å kommersialisere el-biler. Å inkludere en aksjeandel i en vindmølle og/eller salg av grønn el i denne "pakkeløsningen" kan også være en kreativ måte å stimulere markedene for grønn el i Norge på. Det vil bygge oppunder vårt image som miljøvennlig norsk el-bilprodusent, fordi elforsyningen til drift av bilen vil fremstå som mer miljøriktig.

Til slutt har vi forsøkt å se framover og vurdere el-bilens plass i et bærekraftig samfunn. Vi har kommet til at el-bilen ikke er løsningen på spørsmålet om bærekraftig mobilitet, men likevel en del av svaret, og et steg i riktig retning. Stasjonsbilkonseptet kan nevnes, hvor man gjennom en samordning med kollektivtransport og tilrettelegging av infrastruktur kan nærme seg bærekraftig mobilitet. Vi har også sett på fremtidig teknologiutvikling for el-biler, og presentert andre alternativer til ren batteridrevet el-motor. Av de mulige fremtidige alternativene til dagens el-bil som er diskutert, synes en brenselcellebil "fyrt" med hydrogen å både kunne oppfylle kravene som dagens transportinfrastruktur stiller, og utføre funksjonene som knyttes til bilbruk i dag. Dette er også bilalternativet som i størst grad vil være i tråd med idealet om bærekraftig mobilitet. Derfor vil vi som el-bilprodusent i vår langsiktige strategi legge opp til produksjon av slike biler.

Dagens bil er et resultat av vår etablerte oppfatning av hva begrepet innebærer. Folk vil vurdere alternative forslag til hva betegnelsen skal inkludere opp mot det ene, etablerte begrepet. Selv om dagens

Sammendrag

brukermønster overhodet ikke gjenspeiles i måten bilene faktisk er designet på, vil dette i praksis si at for å lykkes, må alternative bilkonsepter innebære så få endringer som mulig i infrastrukturen bygget opp rundt produksjon og bruk av dagens biler, og så få krav som mulig til endringer i bruksmønster. Hvis vi ikke lykkes i å definere en egen "el-bil-identitet", vil el-bilen kunne komme til kort i sammenligning med tradisjonelle biler hva gjelder evnen til å oppfylle de funksjoner vi i dag forbinder med tradisjonelle biler.

INNHold

Forord	i
Sammendrag	iii
Innhold	vii
1 Innledning.....	1
2 Definisjoner.....	3
2.1 Industriell økologi	3
2.2 Bærekraftig utvikling og bærekraftig mobilitet	3
2.3 Funksjonell enhet og systemgrenser	4
3 Produsentrollen.....	5
4 Produktsystemet i LCA-delen	9
4.1 Produktsystemet	9
4.2 CityBee sammenlignet med andre el-biler	12
5 Evaluering av den presenterte LCA.....	15
5.1 LCA-metodikken.....	15
5.2 SimaPro-dataverktøyet	16
5.3 Diskusjon av vektingsmetodikk	17
5.4 Forbedringer og vurderinger på produktsystemet	20
5.5 Konklusjon.....	26
6 Systemet i industriøkologisk sammenheng.....	29
6.1 Det utvidede produktsystem.....	29
6.2 Handlungsstrategi.....	45
7 Den bærekraftige bilen - finnes den?.....	51
7.1 El-bil og bærekraftig mobilitet – uforenlige størrelser?	51
7.2 Oppsummering og tanker videre	63
8 Oppsummering og konklusjon.....	65
9 Referanser	67

1 INNLEDNING

”Vi øker farten mot avgrunnen. Og vi gleder oss over at reisen – for de rike samfunns vedkommende – gjennomføres med stigende komfort.”

Kåre Willoch

Et av de største problemene vi står overfor i dag er den ødeleggende effekten menneskene har hatt på miljøet siden den industrielle revolusjon. Industrien har gjennom flere tiår hovedsakelig prioritert økonomisk avkastning, fremfor en tankegang basert på helhetlige prioriteringer. Industriell økologi er forsøk fra industrien på å styre mot en ny kurs der økonomisk avkastning integreres med hensynet til en bærekraftig utvikling.

El-bilen ble lansert allerede på 1880-tallet, og de første serieproduserte bilene var faktisk elektrisk drevne. Elektriske biler tapte imidlertid raskt i konkurransen med bensin- og dieseldrevne biler, og de siste 70-80 årene har denne transportløsningen vært relativt lite brukt. Men de siste årene har og interessen for slike biler økt betydelig, i takt med økende miljøproblemer, spesielt i bysentra.

I denne rapporten har vi valgt å først gi en redegjørelse for vår rolle og våre mål som produsenter og presentere de andre aktørene vi har samarbeidet med under arbeidet med caset. På bakgrunn av rammebetingelsene utformet på den såkalte konsensuskonferansen arrangert som del av Industriell Økologi-kurset 04.02.98 vil vi forsøke å definere vår rolle som el-bilprodusent (kap.3). Deretter vil vi utdype systemgrensene i produktsystemet (kap.4).

I den første av oppgavens to hoveddeler (kap. 5) fremmer vi ulike forslag til forbedringer av produktsystemet for Pivco CityBee. Inkludert er også en diskusjon av LCA-metodikken, softwareverktøyet SimaPro, og vektingsmetodene som dette verktøyet baseres på. Litt forenklet kan problemstillingen for denne delen av vår oppgave sies å være å skifte ut *deler i bilen* for å se om *bilen* kan bli mer miljøvennlig. I oppgavens andre hoveddel (kap. 6) hever vi blikket for å analysere produktsystemet for el-bilen i et industriøkologisk perspektiv, og nå ikke lenger spesifikt for produsenten av Pivco CityBee. Vi vil først se på norsk el-bil-policy i dag, sammenlignet med tiltak i andre relevante land. Deretter vil vi se på utfordringene som møter oss som proaktiv el-bilprodusent innenfor hovedområdene infrastruktur; energiproduksjon; materialbruk og avhending; og behov, holdninger og verdier. Underveis skisseres det hvilke aktører det er aktuelt å samarbeide med, og hvilke ønsker vi som el-bilprodusenter vil fremsette overfor disse aktørene for å oppnå våre mål. På bakgrunn av refleksjonene om aktuelle samarbeidspartnere og samarbeidsrelasjoner, foreslår vi deretter en konkret handlingsstrategi.

Avslutningsvis (i kap. 7) trekker vi trådene tilbake til det overordnede industriøkologiske målet om bærekraftig mobilitet, og ser på hvorvidt vår

strategi som produsent er forenlig med dette idealet. Vi spør oss videre – både av rent bedriftsøkonomiske årsaker og med utgangspunkt i et industriøkologisk perspektiv – hvorvidt el-bilen faktisk har en plass i et fremtidig bærekraftig samfunn, og hvilke alternative løsninger som eventuelt kan tenkes å vinne frem. Vi avslutter med en visjon om hvordan videreutvikling av el-bil-teknologi kan forenes med ønsket om billigere og mer miljøvennlig husoppvarming.

2 DEFINISJONER

2.1 Industriell økologi

Det industriøkologiske paradigmet bygger på følgende grunntanker (jfr. Ehrenfeld 1994):

- *Kloden er et lukket økologisk system.*
- *Det menneskelige samfunn og økosystemet har blitt utviklet i tett samspill.*
- *Bærekraftighet innebærer at hhv. human- og naturkapital bevares intakt uavhengig av hverandre.* Det forfektes med andre ord en “sterk” definisjon av bærekraftighet. En “svakere” definisjon ville kreve at *summen* av human- og naturkapital bevares, men godta trade-offs mellom de to.
- *Policy:* tjenestebasert økonomisk aktivitet prioriteres. Livskvalitet, og ikke levestandard, vektlegges. Utfra teknologisk realisme må føre var-prinsippet, herunder bevisst produktpolicy og livsløpsvurderinger, brukes for å møte usikkerhet. Det erkjennes at dagens rensenstrategier og statlige reguleringer kan være miljøpolitisk ineffektive; *miljømessig* fordi forurensningen kan forhindres i forbindelse med selve produksjonsprosessen, og *økonomisk* fordi næringslivet må overholde reguleringene uansett kostnader.

Mange har prøvd å komme med en definisjon på industriell økologi. Gallopoulos (1989)¹ vektlegger at “den tradisjonelle modellen for industriell aktivitet, hvor produksjonsprosesser forbruker råmaterialer og genererer produkter som blir solgt i tillegg til avfall som det må tas hånd om – bør transformeres til en mer integrert modell: et industrielt økologisk system. I et slikt system er forbruket av energi og materialer optimalisert, generering av avfall minimalisert, og utslippene fra en prosess tjener som råvare i en annen”. Dette definisjonsforslaget synes å være godt tilpasset vårt ståsted som el-bil-produsent.

2.2 Bærekraftig utvikling og bærekraftig mobilitet

Brundtlandkommisjonen (1987) definerer bærekraftig utvikling som “en utvikling som møter dagens behov uten å gå på bekostning av kommende generasjoners evne til å tilfredsstille sine behov”. Begrepet *bærekraftig mobilitet* synes å være en god måte å tilpasse IØ-perspektivet til el-bilen og

¹ “Industrial Ecology: A critical review” (O’Rourke, Connelly and Koshland), vår oversettelse.

dens produksjonssystem. Høyer (1995) definerer mobilitet som et "uttrykk for både potensialet for forflytning og omfanget av den faktiske forflytningen", og mener at "[d]et kan knyttes til [både] personer, råvarer og ferdigvarer", og anvendes på individ-, sektor- og samfunnsnivå.

Bærekraftig mobilitet kan defineres som mobilitet som er forenlig med bærekraftig utvikling (Holden 1997). Høyer (1996: 6) utdyper begrepet: "Mennesket må fortsatt forflytte seg for å overleve og for å utvikle samfunn som gir sosial og kulturell livskvalitet. Men dette kan ikke ha et volum som både undergraver forutsetningene for at framtidige generasjoner kan gis tilsvarende muligheter og ødelegger livsvilkårene for andre arter."

Forskjellen på begrepene bærekraftig mobilitet og bærekraftig transport er (jfr. Høyer 1996):

- Fokus er flyttet fra selve transportsystemet (definert som transportformer og –midler) og mot tilgjengelighet, infrastruktur og prosesser både på individ- og samfunnsnivå som bestemmer mobilitet.
- Større vektlegging av grunnleggende behov, fordeling og langsiktig strategisk tenkning.
- Teknologiske løsninger vurderes i lys av en helhetlig analyse av areal- material- og energiforbruk på lang sikt, og ikke kun i kraft av sitt potensiale til å løse et avgrenset transportproblem.

2.3 Funksjonell enhet og systemgrenser

Funksjonell enhet i LCA-oppgaven var *transport per km av to personer pluss 20 kg. Bagasje, tilsvarende totalt 170 kg, etter kjøresyklusen US-FTP (bypendling) med varighet på opptil 5000 driftstimer*. På konsensuskonferansen 04.02.98 var det enighet om å utvide den funksjonelle enhet til å være *landbasert transport av personer og varer i Norge i et 25-årsperspektiv, utfra et mål om bærekraftig utvikling*.

Systemet er altså avgrenset i forhold til *tid* (25 år), *rom* (fastlands-Norge), *funksjon* (person- og varemobilitet), i tillegg til at bærekraftig mobilitet ble definert som et *langsiktig mål*. Vår oppgave konsentrerer seg i første rekke om personmobilitet, selv om varemobilitet i noen grad settes i fokus under diskusjonen om infrastruktur, materialbruk og avhending, og energi-produksjon. Foruten selve transportsystemet, har vi i oppgaven særlig trukket inn infrastruktur (bosetningsmønster, trafikkmønster etc.), energisystemet, systemet for materialbruk og avfallshåndtering, og systemet av verdier og holdninger knyttet til miljøvennlig transport generelt og ulike typer personbilteknologi spesielt.

3 PRODUSENTROLLEN

Vår forretningsvisjon:

”Som produsenter skal vi bidra til bærekraftig mobilitet på lang sikt, gjennom å produsere og levere transporttjenester på en bedriftsøkonomisk lønnsom og miljøvennlig måte. Vi er inneforstått med at el-biler sannsynligvis ikke er en endelig løsning for å oppnå en bærekraftig mobilitet, men ser på det som et stort og viktig skritt på veien.”

Konkret innebærer dette følgende mål:

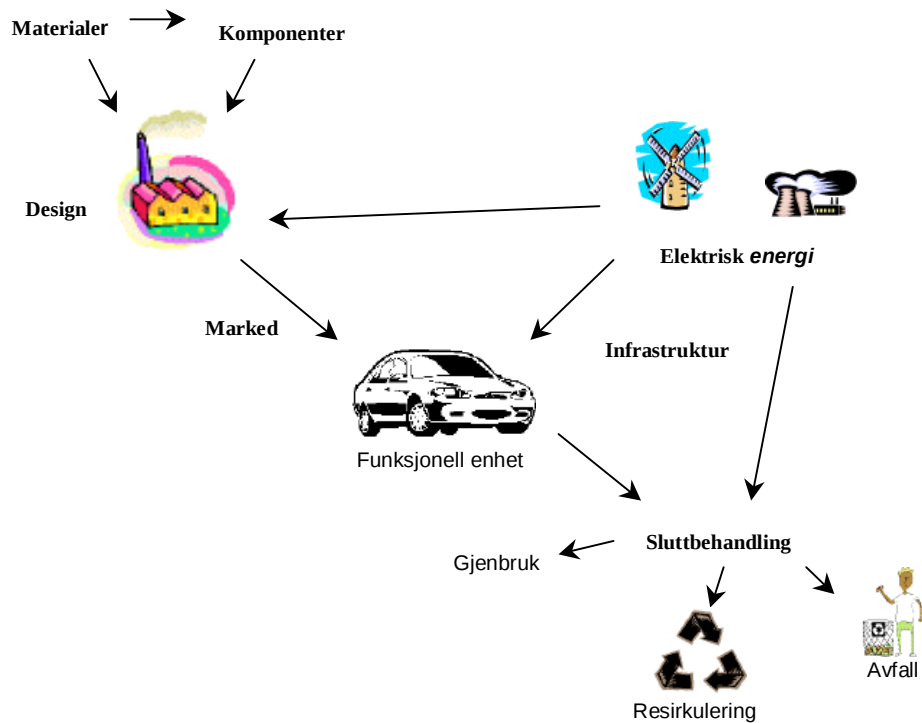
- produsere en billig og miljøvennlig bil til bybruk i samsvar med livssyklusperspektivet,
- være innovativ og fremtidsrettet i bruk av metoder og produksjonsformer,
- være en pådriver mot å skape et bærekraftig samfunn
- oppnå tilfredsstillende bedriftsøkonomisk avkastning som sikrer grunnlag for en solid varig utvikling, og
- innta en proaktiv produsentrolle, gjennom å:
 - (1) ta ansvar for produktets miljøbelastning gjennom hele livsløpet (forlenget produsentansvar)
 - (2) ligge i forkant av lover og reguleringer.

Følgende aktører har jobbet med caset:

- myndigheter
- elkraftleverandører
- frivillige organisasjoner
- produsenter

Konsensuskonferansen illustrerte meget godt det som ofte vil være situasjonen i avveining mellom miljø- og utviklingshensyn i dagens Norge. Vi som produsenter har mye til felles med frivillige organisasjoner, energiselskaper etc. Vi har kun våre egne, klart definerte (og gjerne kortsiktige) interesser å ta hensyn til. Regjeringen, for eksempel, må derimot velge blant et utall virkemidler for å tilfredsstille mange aktører med enda flere krav, på en slik måte at de ikke mister velgernes tillit, ikke kommer i konflikt med Stortingets føringer, og ikke overskrider budsjettene.

Figuren på neste side illustrerer samspillet mellom aktørene rundt el-bilen.



Myndighetene legger rammebetingelsene for systemet, mens de frivillige organisasjonene bidrar bl.a. gjennom massemedia med kunnskap og kontroll. Gjennom samarbeid med aktørene ved dannelsen av nettverk og allianser, ønsker vi å legge forholdene til rette slik at vi kan oppnå de felles definerte rammebetingelser og utfordringer som ble definert under konsensuskonferansen og gjennom tidligere oppgavedefinisjoner:

- avhending er produsentens ansvar
- totalt antall biler på veien skal være det samme som i dag²
- statsstøttet samarbeid med energiselskap
- produsenten skal innta en posisjon som kan synes "urealistisk" proaktiv

Det ansvaret som her blir pålagt produsenten i forbindelse med avhending må sees på som et ansvar som vil tolkes avhengig av hvilken aktør som snakker. I vår rolle tar vi utgangspunkt i et forlenget produsentansvar når dette punktet blir behandlet (kapittel 6.1.4).

Det kan i første omgang se ut som om kravet om at antallet biler ikke skal øke fra dagens nivå, kommer i direkte konflikt med vår produsentrolle. Det er nærliggende at hovedansvaret her bør ligge hos myndigheter og frivillige

² Dette punktet er åpent for flere tolkninger. Dette blir drøftet nærmere under infrastruktur, kap. 6.1.2.

organisasjoner, og at vi som produsent i liten grad kan forventes å bruke våre begrensede ressurser. Likevel vil vi forsøke, i samsvar med vår definisjon som proaktive produsenter, å vurdere hvordan dette målet kan oppnås (se kapittel 6.1.2).

En av handlingsstrategiene som ble fremmet på konsensuskonferansen var et samarbeid mellom statlige myndigheter, energiselskapene og el-bil-produsenten. Vi vil her i hovedsak konsentrere oss om hvordan man stimulere tilrettelegge strategien for å få til dette samarbeidet (se kapittel 6.2).

I vår proaktive produsentrolle vil vi gjennom caset ta for oss landbasert transport av varer og mennesker innenfor en tidsramme på 25 år. Med proaktiv mener vi å være visjonære, og ligge i forkant når det gjelder nye løsninger. Vi skal gripe fatt i utfordringene og anse dem som muligheter *nå* istedenfor "påtvungne", kanskje livsnødvendige omlegginger fordi "alle andre gjør det" *i framtida*. Deler av kapittel 7 og kapittel 8 i denne rapporten vil forhåpentligvis bære preg av denne tankegangen.

4 PRODUKTSYSTEMET I LCA-DELEN

Utgangspunktet for denne studien har vært prototypen PIV4/CityBee (Personal Independent Vehicle) som er utviklet fra selskapet PIVCO. Denne er produsert og er under testing. Produktsystemet er en beskrivelse av de faktorene som er inkludert i vår analyse av el-bilen og hvilke faktorer som ikke er tatt med i LCA-analysen. Med andre ord vil denne oppgaven gi et inntrykk av systemgrensene vi fikk som utgangspunkt når vi skulle foreta en LCA på el-bilen³. Om disse systemgrensene er hensiktsmessig satt, vil bli kort kommentert etter hvert avsnitt. Systemgrensene har blitt preget av hvilke miljødata som har vært tilgjengelig i den databasen vi skulle anvende og ikke av hva som burde vært implementert utfra subjektive antakelser. Til slutt i dette kapitlet ser vi nærmere på spesielle egenskaper ved Pivco CityBee sammenlignet med andre el-biler under utvikling og kostnader forbundet med bruken av disse.

4.1 Produktsystemet⁴

Langtfra alle komponenter er tatt med i analysen. For eksempel er bremsesystem, batteri, styring, interiør, sikkerhetsutstyr, seter, instrumentpanel og elektrisk anlegg av ulike grunner utelatt. I og med at antallet komponenter er såvidt stort, kan dette være en betydelig feilkilde. Selv om hver enkelt komponent i seg selv ikke innebærer vesentlige miljøbelastninger, kan *summen* av komponentenes miljøbelastning være vesentlig. Men nytteverdien av grundigere undersøkelser må selvfølgelig vurderes mot kompleksiteten og kostnadene forbundet med dette (se kap 5.2).

Grunnlaget for at en del av komponentene er utelatt, er ikke nødvendigvis at de anses å utgjøre en ubetydelig del av produktets miljøbelastning, selv om det skrives at "[n]år det gjelder produksjon av råmaterialer er det (...) i denne studien lagt vekt på å ta med noen få som har en betydelig andel av massen til bilen". Utvelgelsen begrunnes nemlig også med at "en del komponenter som er kompliserte materialteknisk og produksjonsmessig (...) har vært svært vanskelig å finne data for"⁵ og derfor har blitt utelatt for at usikkerheten i datamaterialet skal holdes innenfor rimelighetens grenser.

Sammen med usikkerheten som kommer på grunn av at de benyttede data ikke er tilpasset Pivco-caset, medvirker utelatelsen av komponentene til å gi et uklart og kanskje til og med uriktig bilde av bilens totale miljøbelastning. Uten like systemgrenser og detaljeringsnivå på datamaterialet vil det være

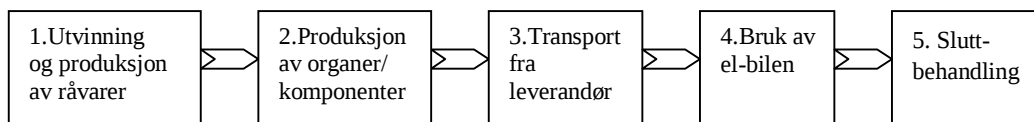
³ Prosjektveileder Finn Helge Lunde hadde definert systemgrensene, og samlet inn data til ferdig bruk for oss i SimaPro-databasen.

⁴ Dette kapitlet er et sammendrag av Finn Helge Lundes "Beskrivelse av LCA-studie på Pivco CityBee i SimaPro", med enkelte tilføyelser og kommentarer.

⁵ Lunde, Finn Helge: "Beskrivelse av LCA-studie på Pivco CityBee i SimaPro".

svært vanskelig å foreta sammenligninger med LCA-analyser av f.eks. bensinbiler. Vi ser et behov for en slags standard for definisjon av systemgrenser for produkter med sammenfallende funksjon, eller produkter som dekker samme behov.

Siden dette er en analyse av miljømessige ringvirkninger forbundet med livsløpet til bilen, er følgende inkludert:



1. Utvinning og produksjon av råvarer

I bilen er det anvendt en rekke forskjellige materialer, men masseandelen for mange av disse er relativt liten, og utgjør derfor en liten miljøbelastning. For LCA-studien ble råmaterialene som hadde en betydelig andel av massen til bilen tatt med i datagrunnlaget. Dette var aluminium, plastmaterialer, glass og stål. Verken byggingen av infrastrukturen rundt produksjonsanleggene, deres arealbruk eller byggingen av deres produksjonsutstyr ble definert innenfor systemgrensene av råmaterialproduksjonen. At ikke arealbruken er med, er verdt å diskutere. Et eksempel er aluminiumsproduksjon. Undersøkelser fra steder der råvaren bauxitt hentes fra, viser at utvinningen krever store naturinngrep. Etter at bauxitten er hentet ut, blir området plantet igjen, men dette viser seg å gå tregt mange steder. Det biologiske mangfoldet kan heller ikke bli gjenskapt. I tillegg forårsaker den tekniske prosessen store mengder avfall, rødslam. Dette er rester fra bauxitten som ikke inneholder aluminium. Rødslammet inneholder lut, samt noe katodeavfall⁶.

2. Produksjon av organer/komponenter

Utvalget av komponenter for LCA-analysen ble vurdert både på bakgrunn av deres miljøpåvirkning og det datagrunnlaget som var tilgjengelig. For flere av komponentene var datagrunnlaget som beskriver hvilke deler komponenten består av og framstillingsprosessen av komponenten, mangelfullt. Derfor ble kun de komponentene med antatt størst betydning inkludert i LCA-analysen. Dette var *aluminiumsrammen, karosseriet, vinduene, hjulopphenget og drivhjulet*. Hver av disse komponentene er igjen bygget opp av mange deler.

Det er vanskelig å kunne inkludere en bearbeidingsprosess når en ikke vet hvilke komponenter som inngår, eller omvendt. Var prosessen kjent, kunne vi lettere finne en produsent og estimere miljøbelastningen utfra blant annet geografisk beliggenhet. For aluminiumsrammen, karosseriet og drivhjulet var datagrunnlaget tilfredsstillende. Dette viser hvilken omfattende datainnsamling som må gjøres for å kunne foreta en fullgod LCA. For råvareframstillingen var råvarene som batteriet inkluderte, innenfor våre

⁶ Berit Wiik, Norsk Hydro, seminar i Industriell Økologi 25.mars 1998, NTNU.

systemgrenser, men under selve batterifremstillingen var produksjonsbelastningen utelatt. Dette er selvsagt kritikkverdig, når vi vet at batteriene utgjør en betydelig del av bilen, både i vekt og volum. Vi må begrunne dette med at manglende data ville gitt oss et galt bilde av denne prosessen.

For produksjonen av fabrikken på Aurskog ville det vært naturlig å ta med belastningen knyttet til byggingen av fabrikken. I studiet er det kun lagt inn hvor stor del av energiforbruket som kunne tildeles hver bil som ble produsert. Kommentarene til at infrastruktur og arealbruk ikke er medregnet er akseptable. Setter man produksjonen av el-biler i et langsiktig perspektiv, vil disse faktorene utgjøre en ubetydelig del, sammenliknet med det totale antall biler som vil kunne bli produsert ved fabrikken. Aktiviteten som skal skje på fabrikken er sammenstilling av el-bilen. Man kan derfor spørre seg om hvor stor miljøbelastning slike denne prosessen vil kreve, og om det likevel ville vært relevant å inkludere andre faktorer. Etter at el-bilen er ferdigprodusert vil den bli distribuert innen Norges grenser. Disse transportbelastningene er ikke medregnet, i antakelsen om at dette kan skje med tog.

3. Transport fra leverandør

Transport av varer og tjenester står for en betydelig del av miljøbelastningen i et produkts livssyklus. Utfra geografisk beliggenhet til leverandør er transportbelastningen beregnet. Transportbelastningen betyr den strekningen som tilbakelegges fra underleverandør og til PIVCOs fabrikk på Aurskog. Her er det stort sett brukt gjennomsnittlige europeiske data for transport med trailer og båt. Disse dataene dekker kun utslipp i forbindelse med transporten. Bygging av transportmidlene, infrastruktur, slitasje på veier og de utslipp det medfører er ikke tatt med.

Definisjonen av den funksjonelle enhet⁷ er akseptabel. Den omfatter hva som skal transporteres, maksimal vekt, kjøresyklus og varighet. Kanskje hadde det vært mer hensiktsmessig å definere funksjonell enhet som transport per person, slik at man på den måten lettere kunne foreta sammenligninger med andre, konkurrerende transportformer med større kapasitet (buss, bane, bensindrevne biler).

Transportdistansen er beregnet ut fra distansen en vei, med unntak av batteriene, som skal tilbake til SAFT⁸ i Frankrike for resirkulering. Det er ikke tatt hensyn til vekten av emballasjen som brukes ved transport av komponenter og materialer. Det er heller ikke tatt hensyn til det avfallet som produseres fra emballasjen som brukes. Emballasjen var det naturlig nok vanskelig å finne data for, men dette kunne absolutt være interessant å ta for seg i sammenheng med LCA-analyser; emballasjen utgjør ofte en betydelig del av vekten til den transporterte helheten.

⁷ Funksjonell enhet angir et produkts ytelse i forhold til et fastlagt og kvantitativt definert brukskrav, hvor alle masse- og energistrømmer normeres i forhold til den funksjonelle enheten. Den skal inneholde *hva* produktet skal brukes til, *hvordan* det skal brukes, bruksmønster (egenskaper) og levetid.

⁸ Alcatel-eiet fabrikk som produserer batterier.

Livsløpsvurderingen tar heller ikke hensyn til ulykkesrisiko knyttet til transport i produksjonsfasen og bruksfasen. Ulykker med batteriene vet vi har skjedd, blant annet har man i Sverige hatt eksempler på at batteriene har tatt fyr etter kortslutning. Hvis det i det hele tatt finnes en risikorate forbundet med produktet, vil det være rart om denne ikke ble tillagt betydning i en LCA. Hvordan disse sannsynlighetene skulle bli vektet i analysen, har vi ikke noe svar på. Kanskje kan risikosystemer anvendt i offshore benyttes som et grunnlag for inkludering av risikoperspektivet også i LCA.

4. Bruksfasen

Livsløpsvurderingene av bilens bruksfase har kun tatt hensyn til energiforbruk ved kjøring etter en bestemt kjøresyklus. Forutsatt at levetiden er 5000 driftstimer, vil den antatt bruke 25893,2 kW, hvilket vil utgjøre ca. 170350 km. Produksjonen av den forbrukte energien i bilens bruksfase er også inkludert etter disse dataene. Derimot er ikke strømforbruket som går med til oppvarming av bilen under kjøring tatt med i analysen. Vi antar at dette ville vært lett å inkludere, men at det er en faktor som i Norge ville vært bestemt av årstidene.

Mange interessante og relevante faktorer er altså utelatt i analysen, og flere kan nevnes. Et naturlig spørsmål er for eksempel hvorvidt ulykker forårsaker forurensning og samfunns- og helsemessige ringvirkninger. Støy og støv knyttet til bilbruk kan forårsake helsemessige plager, spesielt i byer. Dette er faktorer som nettopp bidrar til å gjøre el-bilen interessant. Et annet risikoforhold er lekkasje av farlige kjemikalier dersom batteriene blir skadet. Livsløpsanalysene slik de fungerer i dag tar ikke hensyn til samfunnsmessige belastninger knyttet til bilbruk.

5. Sluttbehandling

Vi viser til 6.1.4 som vil behandle denne delen.

4.2 CityBee sammenlignet med andre el-biler

PIVCO ble etablert i 1991, og deres første el-bil ble introdusert under OL på Lillehammer i februar 1994. I 1996 ble det først besluttet å kommersialisere, samtidig ble det bestemt å bygge en fabrikk i Aurskog utenfor Oslo. Allerede i oktober samme år var 100 el-biler av typen CityBee klare for pilottesting. Av disse ble 40 levert til et el-bil-prosjekt i California. CityBee er forholdsvis liten av størrelse; 2.9 m lang og 1.5 m bred. Bilen har plass til 2 personer og kan ta 20 kg nyttelast.

Kjernekompetansen til PIVCO og det som gjør at CityBee skiller seg fra andre el-biler, er karosseriet. CityBee har et plastkarosseri bygd opp av termoer⁹. Teknologien er hentet fra Bakelittfabrikken, mens karosseriet blir produsert hos Steyr Daimler-Puch i Østerrike. Eksempelvis har Peugeot en

⁹ Termoplaster.

el-bil-variant av sin Peugeot 106, men hvor karosseriet er av tradisjonelt stål. Et plastkarosseri har flere fordeler sammenliknet med et stål-/aluminiumskarosseri. Plastkarosseriet er bygget med tanke på at det skal være lett å resirkulere og til lave kostnader. CityBee trenger ikke (miljøskadelig) lakking, fordi fargen allerede ligger i plasten. Vekten på CityBee og Peugeot 106 er omtrent lik.

Rammen til CityBee er laget av aluminium produsert i Hydros bilfabrikk i Danmark. Disse er også leverandør av andre mindre bilkomponenter. Aluminiumen er av 100% jomfruelig kvalitet (kap. 5.4.1)

El-bilen Eljet 1, produsert av KEWET i Danmark, har også vært testet ut her i landet. Det ble fastslått at den hadde et svakt varmeanlegg og egnet seg dårlig i bratte bakker. Bilens ruter ble duggbelagt straks temperaturen viste mye under 0°C. Det hadde ikke vært holdbart i et norsk klima. Dette er det trukket lærdom av og tatt hensyn til ved utvikling av CityBee. El-bilen har også gjennomgått tester som viser at den tilfredsstiller europeiske sikkerhetskrav¹⁰.

CityBee har en maksimal hastighet på 90-100 km/t. Batteriene har en 10 miles rekkevidde¹¹ før de trenger ny lading. Batteriene er derfor el-bilens svakeste punkt. Batteriene i CityBee er de samme som benyttes i en Peugeot 106 i Frankrike, hentet fra selskapet SAFT. Her er det et samsvar mellom pris og kapasitet. Batteriene som benyttes er av nikkel/kadmium, 120V bestående av 20 pakninger på 6V som utgjør 12.5 kg hver. Disse sies å være 99.9% resirkulerbare. Nye batterier er imidlertid under utvikling (se kap. 7.1.5).

Driftskostnadene for dagens el-biler varierer. El-kostnadene vil uansett være gunstige i Norge, fordi vi har såpass lave elektrisitetspriser. Privat opplading vil neppe koste mer enn 1000-2000 kr. årlig¹². Problemet på kostnadssiden er at el-bilens batterier må skiftes ut hvert 2. eller 3. år. Bly/syrebatteriene som brukes i Kewet-bilene, koster ca. kr. 15000,-, mens nikkel/kadmiumbatterier med lengre rekkevidde koster så mye som kr. 50-70000,-. Dette kan oppleves som et svært stort engangsbeløp, og det vil derfor kunne være hensiktsmessig å organisere salget av bilen slik at kostnaden fordeles jevnt over levetiden.

Kewet har i dag en utsalgpris på kr. 140000,-. Med bruk av Kewet med bly/syrebatterier antyder Bellona driftskostnader på ca. kr. 8000,- i året, i tillegg til maksimalt kr. 3000,- i forsikring. En Citroën AX, en elektrisk modell av versjonen SAXO, selges i dag til FFr 86.500,-, det vil si rundt kr. 110.000,-. I tillegg kommer en månedsleie av batteriene på FFr 605,-, hvilket tilsvarende en årsavgift i leie på ca. kr. 9.000,-. Det EU-sponsede forsøksprosjektet "Miljøbyen Grenland" inkluderer muligheten til å lease el-biler av typen Peugeot 106 for kr. 3200,-/mnd., inklusive nikkel/kadmium-batteri og service.

¹⁰ <http://home.sol.no/~pivco/safe>.

¹¹ Teknisk Ukeblad, nr 12, 1998.

¹² Personlig kommunikasjon med Rune Haaland, Bellona.

Vedlikeholdskostnadene for el-biler er meget lave, ettersom el-bilen har svært få deler som er i bevegelse, i motsetning til bensinbilen, som har et komplekst maskineri med anslagsvis 10.000 komponenter i bevegelse.

5 EVALUERING AV DEN PRESENTERTE LCA

I dette kapitlet opptre vi som produsenter av PIVCO CityBee. Vi skal undersøke om tidligere miljøvurderinger av produktet har blitt tilfredsstillende utført. Med utgangspunkt i systemgrensene presentert i kapittel 4.1 tar vi for oss de dataene som er brukt, vurderer andre produksjonsalternativer, andre transportløsninger, og andre materialer og prosesseringsløsninger, og sammenligner disse med referanse-scenariet. Innledningsvis vil vi presentere LCA-metodikken og software-verktøyet SimaPro, og vurdere ulike vektingsmetoder. En kvalitativ og kvantitativ diskusjon av datagrunnlaget er også inkludert.

5.1 LCA-metodikken

Livssyklusanalyse (LCA) er en systematisk kartlegging og vurdering av helse-, miljø- og ressurspåvirkninger gjennom hele livsløpet til et produkt eller produktsystem, fra råvareuttak til endelig avfallshåndtering (Hanssen 1997). Systematisk bruk av dette analyseverktøyet startet i energistudier tidlig på 1980-tallet, utfra utelukkende økonomiske motiver (Johansen 1997: 6). Klare retningslinjer ble først gitt av Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC 1993). SETAC-panelet anbefalte at gjennomføring av en LCA deles inn i fem trinn^{13,14}. Hanssen¹⁵ beskriver LCA-strukturen i fire trinn:

1. Måldefinisjon (*goal and scoping*)

- Målsetning og formål
- Definisjon av funksjonell enhet og alternative produkter
- Valg av systemgrenser
- Valg av miljøparametre
- Valg av aggregerings- og evalueringsmetoder
- Valg av strategi for datainnsamling

2. Kartlegging (*inventory*)

- Målinger, intervjuer, litteratursøk, teoretiske beregninger, databasesøk, kvalifiserte gjetninger.

¹³ Se Johansen (1997), eller hjemmesiden til PRé Consultants (forhandleren av SimaPro): <http://www.pre.nl/lca.html>

¹⁴ Mange oppgir kun fire LCA-trinn. For eksempel opererer Ole Jørgen Hanssen (Industriell Økologi- forelesning 04.11.97) med følgende: Måldefinisjon (*goal and scoping*), kartlegging (*inventory*), vurdering av miljøpåvirkninger (*impact assessment*) og tolkning og forbedring (*interpretation*).

¹⁵ Industriell Økologi-forelesning 04.11.97.

- Inventaroppstilling (opplisting av komponenter som inngår i produktet; råmaterialer og energiresurser)

3. Vurdering av miljøpåvirkninger (impact assessment)

- Klassifisering av inventaroppstilling slik at effektkategorier dannes
- Aggregering innen hver effektkategori og beregninger av miljøpåvirkninger (karakterisering)
- Normalisering
- Vekting av ulike kategorier mot hverandre (vurdering)

4. Tolkning og forbedring (interpretation)

- Følsomhetsanalyse
- Prioritering av tiltak for forbedringer og vurdering av kostnader knyttet til gjennomføring av disse (feasibility assessment)

En LCA kan ha ulike formål¹⁶. Rasjonalet kan for eksempel være sammenligning av ulike produkter¹⁷, ekstern kommunikasjon, økt kunnskap om miljøaspekter knyttet til egne produktsystemer, miljøstrategiske vurderinger, eller beslutningsgrunnlag for produktforbedring.

LCA vil alltid innebære en balansegang mellom ønsket om detaljerte studier av et produkts miljøaspekter og de kostnader i form av både tid og ressursbruk som økt kompleksitet innebærer. Analyseresultatet vil alltid være avhengig av målsetning og systemgrenser, og vil alltid være normativt. Satt på spissen, kan man få det svaret man vil, avhengig av hvor grensene for systemet settes. En annen svakhet knyttet til LCA er at "tradisjonelle" miljøverdier som naturens estetikk, biodiversitet etc. ikke inkluderes i vurderingen, ettersom disse verdiene ikke kan kvantifiseres¹⁸.

5.2 SimaPro-dataverktøyet

Ved gjennomføring av analysen er dataprogrammet SimaPro Version 4 benyttet. Programmets database er sammensatt av tre offentlig tilgjengelige miljødatasett, fra hhv. PRé Consultants i Nederland (forhandleren av programmet), Delft Tekniske Universitet, Nederland og ETH Zürich, Institut für Verfahrens- und Kältetechnik, Sveits¹⁹. Tilleggsdatabaser kan også kjøpes fra ulike universiteter og inkluderes i SimaPro.

SimaPro anses som mindre detaljert enn enkelte andre lignende verktøy (f.eks. Environmental Manual), men var først på markedet (introdusert i 1990), og er det mest benyttede LCA software-verktøyet i dag.

¹⁶ Ole Jørgen Hanssen, forelesning Industriell Økologi 04.11.97.

¹⁷ Selv om dette er omdiskutert, jfr. Berit Wiig, Norsk Hydro, forelesning Industriell Økologi, 25.03.98

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Faktaopplysningene i dette avsnittet er for en stor del hentet fra hjemmesiden til PRé Consultants.

Datatilgjengelighet, datakilder, databasens fleksibilitet og etterrettelighet, brukergrensesnittets kvalitet, evalueringsmetoder og pris er viktige faktorer å ta med i beregningen ved valg av LCA-software. SimaPro anses å komme spesielt godt ut når det gjelder brukervennlighet og pris. Programmet kan brukes til ulike typer livssyklusanalyser. Både produksjons-, bruks- og sluttbruksscenarioer kan spesifiseres ved å velge prosesser fra databasen og bygge "prosess-trær", som programmet tegner. Resultatene kan presenteres i verdier eller grafer, som vil variere etter valg fra en inventaroppstilling (liste over substanser) til en livssyklusanalyse. De resulterende verdiene kan karakteriseres, normaliseres eller evalueres. Data kan kopieres og endres, og nye data kan tilføyes.

SimaPro viste oss et hierarki av hvordan bilen var bygd opp og hvilke komponenter som inngikk. Eksempelvis besto aluminiumsrammen av "upper, lower, door og dashboard frame". For å ikke gjøre arbeidet med sammenlikningen for komplisert gikk vi inn på "lower frame". Denne komponenten var igjen sammensatt av mange forskjellige deler. For å gjøre endringen som vi ønsket, måtte vi gå inn på hver av disse komponentene som "lower frame" består av, for så å taste inn endringen. Vi synes det var en svakhet ved SimaPro at ikke en slik endring kunne gjøres på et høyere nivå i hierarkiet (enten på "frame" nivå eller "lower frame"-nivå) slik at også de underliggende komponentene ble forandret. En annen svakhet var at det ved beregninger av miljøgevinster ved vektreduksjon ikke var mulig å beregne redusert energiforbruk i SimaPro. Dette måtte i tilfelle legges inn direkte fra beregnede data. Vi syntes videre at SimaPro på tross av at det har rykte på seg for å være brukervennlig, til tider var vanskelig å orientere seg i. En fornuftig og rasjonell bruk av verktøyet krever kjennskap både til programmets logiske struktur og til hvert enkelt produkts egenskaper og framstillingsprosesser.

5.3 Diskusjon av vektingsmetodikk

Betydningen av undersøkelsene over avhenger av vektingsmetodikken til SimaPro. Det er derfor nyttig å undersøke hvilke subjektive antagelser vektingen ble gjort på bakgrunn av, og systemgrensene benyttet i utarbeidelse av Eco-indicator 95. Dette ville sannsynligvis gitt oss bedre oversikt over hvilke faktorer som burde tas med.

Vekting av miljøpåvirkninger er en samlet vurdering av ulike miljøparametre for et produktsystem, hvor miljøpåvirkning multipliseres med en vektingsfaktor. Eco-indicator-prosjektet hevder å benytte miljømål hovedsakelig basert på forskningsresultater, og dermed uavhengig av politiske mål. Problemet er at forskere har ulike oppfatninger av hva miljømålene skal (eller bør) være, både fordi ulike miljøproblemer forårsaker ulike typer miljøskade og fordi enhver forsker nødvendigvis tar utgangspunkt i eget natursyn ved bedømmelsen av miljøproblemer²⁰. Det

²⁰ Personlig kommunikasjon med Lars Brede Johansen, IØT, NTNU.

underliggende premisset i Eco-indicator 95 er at det er en korrelasjon mellom alvorlighetsgraden til en effekt og distansen mellom dagens nivå og miljømålet. Med andre ord, hvis forsurening må reduseres med en faktor på 10 for å oppnå bærekraftig utvikling, og smog med en faktor på 5, anses forsurening for å være dobbelt så alvorlig. Er dette tilfelle, vil premisset om at miljømålet for hver effekt skal gi like alvorlig miljøskade, være oppfylt. Eksempelvis anses følgende miljøskadenivå som likeverdige i Eco-indicator 95:

- *Antallet dødsfall²¹ som følge av miljøeffekter.* Akseptabelt nivå er definert som 1 dødsfall per 1 million innbyggere årlig.
- *Antallet sykdomstilfeller som følge av miljøeffekter.* Dette gjelder spesielt for sommer- og vintersmog. Akseptabelt nivå er satt til at smogperioder sjelden eller aldri skal oppstå igjen.
- *Degradering av økosystemer.* Miljømålet er "bare" 5% degradering av økosystemene over flere tiår.

Men betegnelsen "miljømål" er fortsatt problematisk. Hva er en "god" eller "riktig" målsetning, og hvordan kan den defineres? I omtrent samme åndedrag som PRé Consultants understreker at Eco-indicator 95 er basert på forskning, fastslås det at målsetningene er uttrykk for subjektive valg, som "ikke kan baseres på forskning", og at "det derfor er mulig å gjøre andre antagelser som vil medføre at vektingsfaktorene endres"²². Dette setter unektelig påstanden om at Eco-indicator-prosjektet er forskningsbasert, og uavhengig av politiske valg, i et underlig lys. Det kan hevdes at mens kartlegging av miljøpåvirkninger og sammenstilling av disse opp mot viktige miljøutfordringer er en naturvitenskapelig oppgave, er vektning av alvorret i forventede miljøpåvirkninger hovedsakelig en samfunnsfaglig oppgave²³.

Eco-indicator 95 er sammensatt av tre ulike metoder²⁴:

- *"ECO-Point"* (BUWAL - Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft – Sveits' miljøverndepartement). Denne metoden er en indeks satt per mengdeenhet av utslipp, hvor utslippsdata og ressursdata multipliseres direkte med vektingsfaktorer basert på virkelig strøm (i dag) og (politisk fastlagt) kritisk strøm innen et gitt område. Dette kan føre til at lokale problemer blir prioritert høyere enn globale, og resultere i ulike vektinger mellom områder²⁵. Utgangspunktet for metoden er politiske målsetninger i henholdsvis Sveits og Nederland, kjent som foregangsland på miljøområdet, men faren ved metoden er selvfølgelig at de politiske målene mange steder er satt vesentlig lavere enn kritiske

²¹ Betegnelsen "fatality" brukes. Denne er temmelig uklar, ettersom ordet både kan bety ulykke og dødsfall.

²² Se avsnitt om øko-indikatorer på PRé Consultants' hjemmeside: <http://www.pre.nl/eco-ind.html>.

²³ Jfr. forelesning av Helge Brattebø, Industriell Økologi, 19.09.97.

²⁴ Mange av opplysningene om de ulike metodene er hentet fra Giegrich og Schmitz (1996).

²⁵ Personlig kommunikasjon med Finn Helge Lunde, 26.01.97.

- økologiske grenseverdier. Politikere vil dessuten, i langt sterkere grad enn forskere, legge vekt på økonomiske faktorer.
- En *normaliseringsmetode* basert på globale²⁶ data fra Centrum Milieukunde Leiden (CML). Denne metoden innebærer for eksempel vekting av en miljøpåvirkning mot total miljøpåvirkning innen et gitt område for å undersøke dens relative betydning.
 - En egen indikator basert på avstand til forskerdefinerte indikatorer på bærekraftig utvikling, utviklet i Nederland gjennom et samarbeid mellom representanter fra konsulentbyråer, industri og universitetsmiljøer.

Valgene gjort i utformingen av Eco-indicator 95 ble i følge forhandleren foretatt etter rådføring med flere eksperter og sammenligning med andre systemer, inkludert det svenske systemet Environmental Priority Strategies (EPS). EPS vektet mot fem "safeguard subjects" (menneskelig helse, biodiversitet, produksjonskapasitet, ressurser og estetiske verdier) basert på betalingsvillighet til å beholde eller gjenskape disse.

Ozonedbrytende, forsurende og kreftfremkallende substanser, foruten plantevernmidler, anses i Eco-indicator 95 å ha særlig store miljøkonsekvenser, og gis derfor høy vektingsfaktor. Men samtidig gjør forhandleren oppmerksom på at visse effekter ikke er inkludert²⁷. Bare substanser som faktisk kan finnes i skadelige konsentrasjoner utenfor arbeidsplassen er inkludert i Eco-indicator 95. Dette betyr at et produkt med en lav indikatorverdi likevel kan forårsake dårlig arbeidsmiljø.

Utslipp knyttet til utvinning av råmaterialer er inkludert, men indikatoren tar ikke hensyn til hvorvidt råmaterialene som brukes i produksjonen er sjeldne eller ikke. Dette forsvares ved å peke på at det er svært vanskelig å definere hvorvidt råmaterialene faktisk er sjeldne. Alternativer finnes for de fleste råmaterialer, og gjenvinning kan gjøre at råmaterialene forblir i omløp lenger enn tidligere. Dessuten pekes det på at mineraler aldri forsvinner fra jorda, men kun spres på en mer eller mindre heldig måte. Det faktum at avfall krever plass er heller ikke inkludert i indikatoren. Dette forsvares med at avfallsberg i relativt sett liten grad skader økosystemet. Utslipp av substanser forårsaket av avfallsdeponering (tungmetaller etc.) er derimot inkludert. Eco-indicator 95 må derfor betraktes som en utslippsindikator. Forbruk av råmaterialer og plassbruk på grunn av avfall må fortsatt vurderes separat.

PRé Consultants hevder at vektingsmetoden Eco-indicator 95 først og fremst er et designerverktøy²⁸. Men bruk av slike metoder er verken upolitisk eller ukontroversielt. For det første er metodene, enten implisitt eller eksplisitt, politisk definert, og kan derfor vanskelig betraktes som et nøytralt verktøy. For det andre brukes LCA i økende grad som hjelpemiddel i politiske beslutningsprosesser, noe som kan bety at metodene også vil få politiske *konsekvenser*. Det minste man kan gjøre er å bruke flere

²⁶ De andre to metodene tar kun utgangspunkt i europeiske forhold.

²⁷ Se <http://www.pre.nl/eco-ind.html>.

²⁸ Ibid.

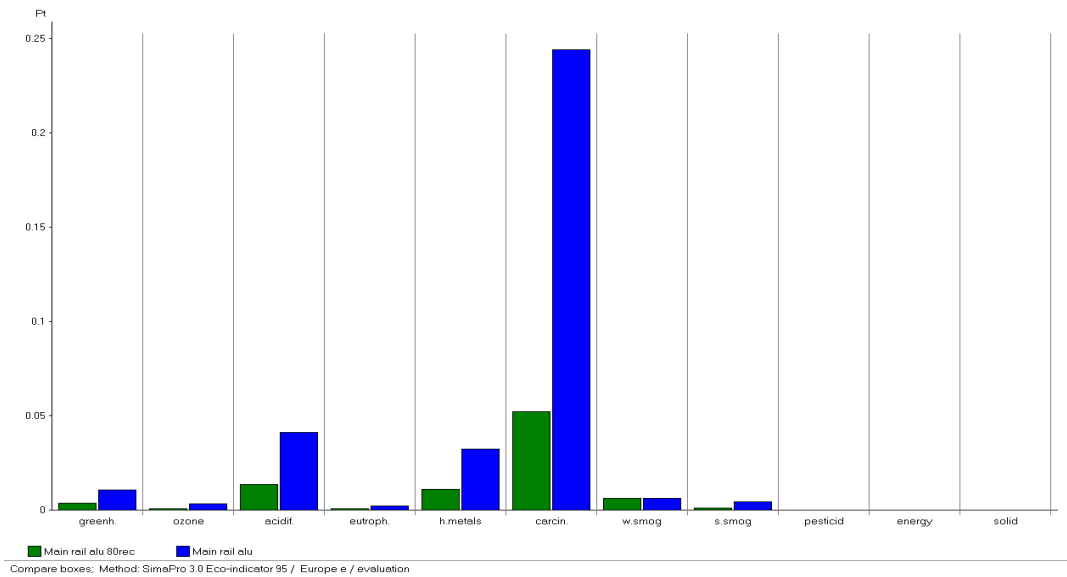
vektingsmetoder og sammenligne resultatene av disse, og være på vakt overfor farene knyttet til den forenkling som vektingsmetodikken innebærer.

5.4 Forbedringer og vurderinger på produktsystemet

På grunnlag av kvalifisert gjetning valgte vi å foreta en nærmere vurdering av bilens ramme, som per i dag er produsert av jomfruelig aluminium, og av bilens bakdør (tailgate window) som er produsert av 45% jomfruelig råmateriale og 55% resirkulert glass. Vi undersøkte hvordan man ved å endre materialvalg og transportformer påvirker miljøbelastningen til komponenten, og hvilken virkning dette hadde på bilens totale miljøbelastning.

5.4.1 *Forbedring og vurdering av aluminiumsramme*

Vi valgte først å endre det rene aluminiumet til aluminium med resirkuleringsgrad 80%. I første omgang så vi på generelt aluminium (altså ikke med utgangspunkt i komponentene i bilen). I tillegg til å endre typen aluminium, reduserte vi andelen bauxitt til rundt det halve; resirkulert aluminium krever ikke råvaren bauxitt. Hvilket utslag hadde dette for miljøbelastningen til rammen? Dette spørsmålet eksemplifiserer analysens kompleksitet. For å kunne svare på dette kreves det kjennskap til aluminiumfremstillingen og bauxitt. Vi har derfor ikke sett videre på bauxitt og råstoffets miljøbelastning. Dette ville vært interessant og selvfølgelig relevant for å kunne konkludere om bruken av resirkulert aluminium er gunstig. Figur 5.4.1 viser at dette en økning i andel resirkulert materiale gav store reduksjoner i miljøbelastningene.

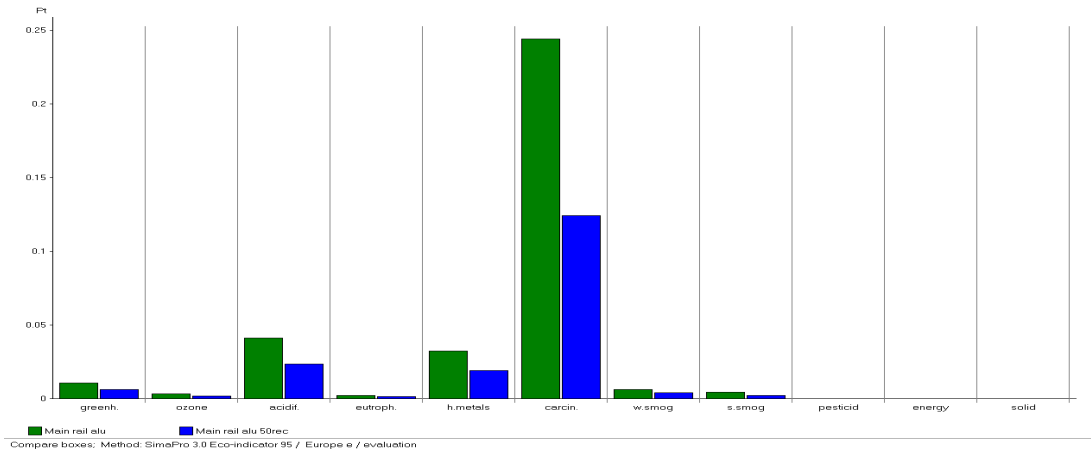


Figur 5.4.1: 80% resirkulert aluminium mot rent aluminium. Sammenligningen ser kun på miljøbelastningen som fremstillingsprosessen av disse råvarene medfører. Lave tall på den vertikale akse indikerer liten miljøbelastning, produksjonsfasen sett under ett.

Bruk av resirkulert aluminium kan medføre en reduksjon i aluminiumskvaliteten hvis det resirkulerte aluminiumet kommer fra en annen type legering. Ved resirkulering av aluminium må derfor aluminiumet sorteres etter legeringstype før det går inn i smelteovnen igjen²⁹. Dette krever større ressurser. Vi vet heller ikke om det er mulig å benytte aluminium med så stor resirkuleringsgrad til dette formålet. En høyere resirkuleringsandel kan gjøre at metallet er vanskeligere å bearbeide og skjøte med andre metaller. En eventuell reduksjon i kvaliteten vil kunne føre til lavere driftssikkerhet og større skaderisiko ved ulykker. Et annet spørsmål som en bør se nærmere på, er levetiden til en bil av delvis resirkulert materiale. Videre kan faktorer som pris og tilgjengelighet av resirkulert materiale i markedet påvirke valg av resirkuleringsgrad. Vi valgte på bakgrunn av ovennevnte vurderinger å endre resirkuleringsgraden til 50%. Som figur 5.4.2 viser, medførte dette fremdeles markante reduksjoner i miljøbelastning.

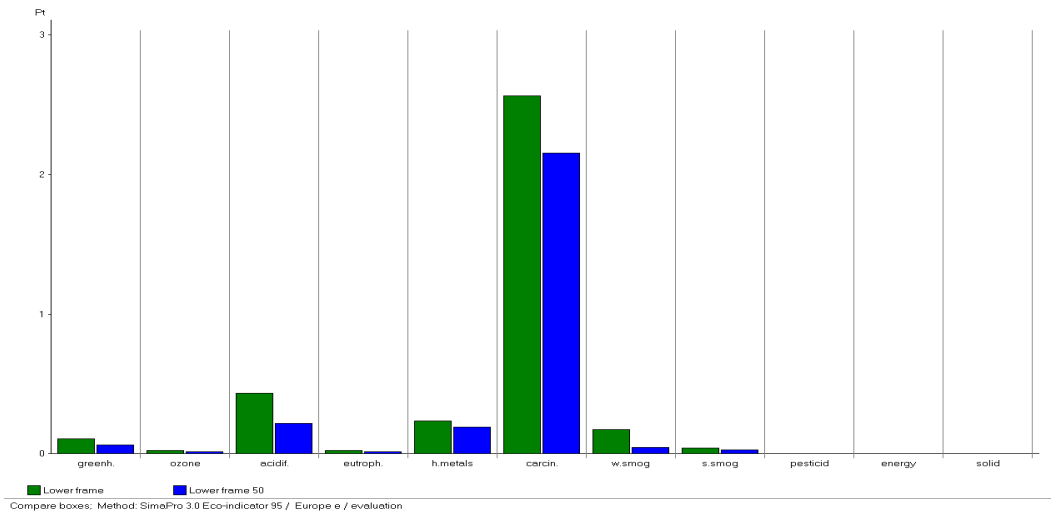
²⁹ Personlig kommunikasjon med Rolf Marstrander, professor II, Senter for Miljø og Utvikling, NTNU.

Evaluering av den presenterte LCA



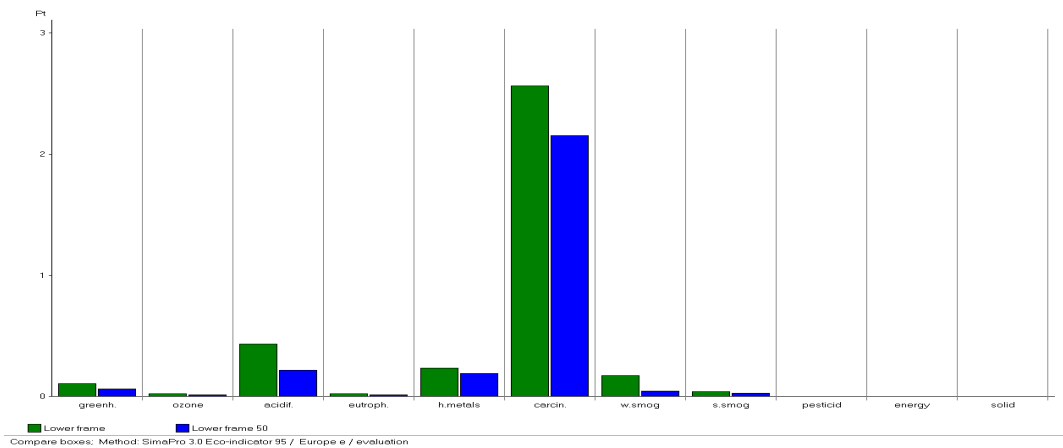
Figur 5.4.2: Rent aluminium sammenlignet med aluminium med resirkuleringsgrad 50%.

Neste skritt var å sammenligne ved å endre graden av resirkulert aluminium i den nedre rammen. For å gjøre dette måtte vi identifisere de forskjellige komponentene i rammen, og deretter endre resirkuleringsgraden av aluminiumet for den enkelte komponent. Figur 5.4.3 viser hvilke effekter dette har for miljøbelastning.



Figur 5.4.3: Rent aluminium i nedre ramme er byttet med aluminium med resirkuleringsgrad 50%. Sammenligningen ser på hvordan endringen av aluminiumet på nedre ramme har endret miljøbelastning totalt for hele rammeverket under produksjonen.

Vi antar at en endring av andel resirkulert materiale vil føre til et større transportbehov, fordi det resirkulerte aluminiumet må transporteres en ekstra gang tilbake til fabrikken. Det kan imidlertid argumenteres for at en høyere andel resirkulert aluminium fører til mindre råvaretransport. Vi har valgt å se på denne reduksjonen som neglisjerbar i forhold til økningen av transportbehovet for resirkulering. Dette er imidlertid avhengig av hvor vi velger å sette systemgrensene. Som figur 5.4.4 viser, har vi derfor valgt å fordoble transportbehovet for det resirkulerte aluminiumet.

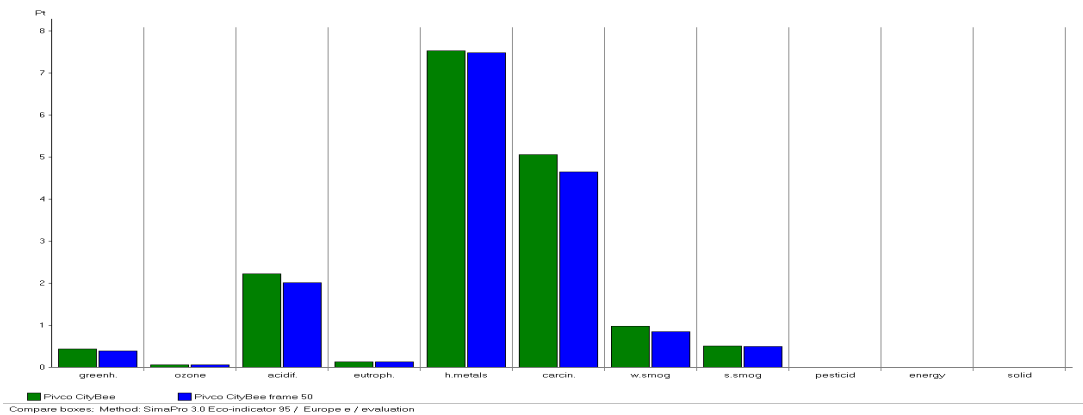


Figur 5.4.4: Rent aluminium i nedre ramme er byttet ut med aluminium med en resirkuleringsandel på 50% og en dobling av transporten.

Til slutt ønsket vi å se på om endringene har hatt noen effekt sett i forhold til hele bilen. Figur 5.4.5 viser en sammenligning av Pivco CityBee med rammen erstattet med 50% resirkulert materiale og en dobling av transporten, i forhold til referanseverdiene.

Figuren viser at vår endring i materialvalg har ført til en reduksjon i miljøbelastningene. Graden av reduksjon er varierende. Den største effekten har vi oppnådd for kreftfremkallende stoffer, vintersmog og forsurening, mens kun marginale reduksjoner ble oppnådd for kategoriene drivhuseffekt, eutrofiering, nedbrytning av ozonlaget og tungmetaller.

Evaluering av den presenterte LCA



Figur 5.4.5: Totaleffekten til endringene gjort i nedre aluminiumsramme i forhold til produksjonen av Pivco CityBee i sin helhet.

5.4.2 Vurdering av bakvindualternativer

Vi har også tatt for oss bilens bakvindu, og undersøkt hvorvidt andre transportløsninger og andre materialer og prosesseringsløsninger kommer heldigere ut miljømessig enn referansescenariet.

Årsaken til at vi valgte å ta for oss bakvinduet på bilen, var at en analyse av denne komponenten ville kunne vise hvorvidt det ville gi en betydelig miljøgevinst å bytte ut tradisjonelt glass med resirkulert glass også i de andre bilvinduene (bortsett fra frontvinduet). Grunnen til at vi valgte bakvinduet, og ikke frontvinduet, var at vi antok at bakvinduet er mindre utsatt for generell slitasje (steinsprut etc.) og at sikkerhetsmessige aspekter er langt mer kritiske for frontvinduet. Det kan derfor være materialer som ikke er sikre og slitesterke nok til bruk i frontvinduet som er anvendbare i de andre vinduene, blant annet i bakvinduet.

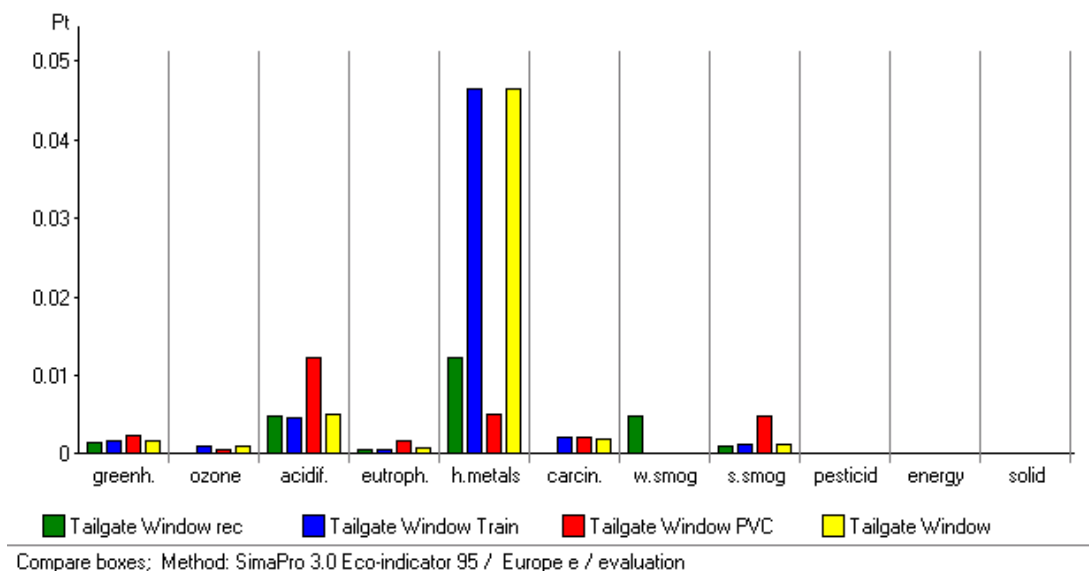
Referanse-bakvinduet (Tailgate Window) består av 55% resirkulert glass og 45% jomfrumateriale. Innsamling, transport og prosessering av resirkulert glass er inkludert i analysen. Vi valgte i tillegg å ta for oss et scenario hvor vinduet produseres av PVC (Tailgate Window PVC). Bak dette valget lå en antagelse om at plastmateriale er lettere enn glass, og at vekt har klar betydning for bilens energibruk. Vi antar derfor her at PVC-vinduet veier halvparten så mye som glassvinduet. For PVC-vinduet er transport i forbindelse med import av polymerer ikke inkludert. Utslippsmålet gjelder for vektet gjennomsnittsproduksjon av PVC i Vest-Europa 1990-94, basert på analyse av 14 produksjonsselskaper.

Som et tredje alternativ forsøkte vi et vindu produsert av 74.8% resirkulert glass (Tailgate Window rec). Her er det ikke spesifisert hvilken type energiproduksjon som har blitt brukt i produksjonen, og kun data for resirkuleringsprosessen (ikke for den opprinnelige produksjon av glasset) er inkludert. Dette fordi alternativ nytteverdi for glasset er lik null dersom alternativet er å hive glasset på dynga. Som siste alternativ valgte vi et scenario identisk med referansescenariet, bortsett fra at tog her benyttes som

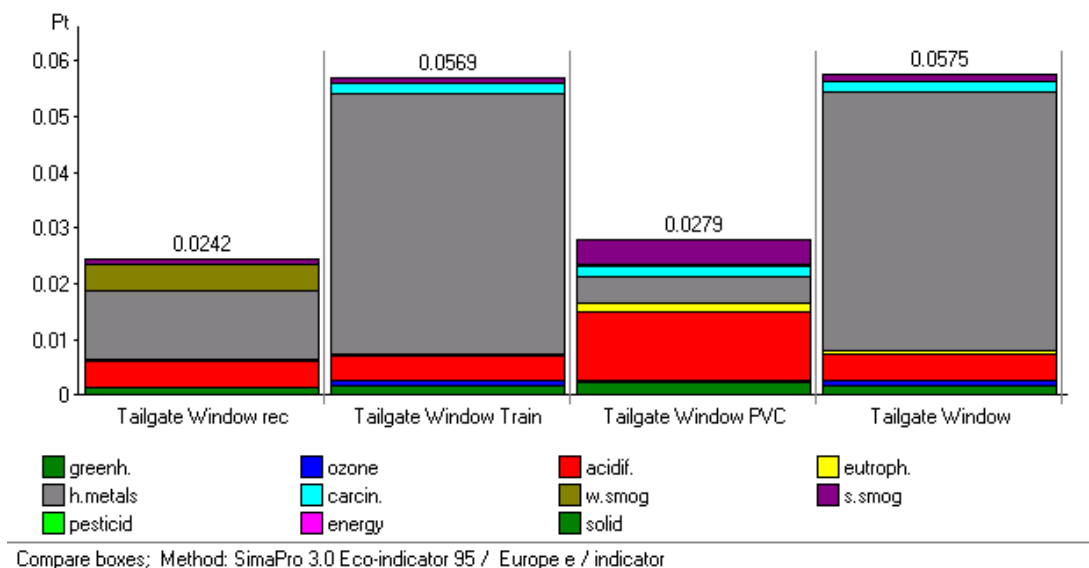
Evaluering av den presenterte LCA

transportløsning istedenfor trailer (Tailgate Window train). Årsaken til at vi inkluderte dette scenariet, var et ønske om å undersøke hvor stor innvirkning valg av transportløsning har på et produkts miljøbelastning.

Sammenligningene er vist grafisk i figur 5.4.6 og 5.4.7.



Figur 5.4.6: Sammenligning av miljøbelastningen for de 4 alternativene.



Figur 5.4.7: Summerte indikatorverdier for de fire alternativene.

Felles for alle fire alternativer var relativt størst utslag på utslipp av tungmetaller og konsekvenser for forsurening. Tungmetaller representerer den største potensielle miljøbelastningen både for referansescenariet og scenariet hvor tog er benyttet som transportløsning. Det samme gjelder vinduet av 74.8% resirkulert glass, men her utgjør i tillegg forsurening og vintersmog viktige potensielle miljøbelastninger, i følge vektingsmetoden Eco-indicator 95. For PVC-vinduet er bildet noe annerledes; analysen gir størst utslag på forsurening, dessuten visse utslag på tungmetaller og sommersmog.

I sammenligningen hvor kun transportløsningen er ulik, ser vi hvor liten relativ innvirkning valg av transportløsninger har på total miljøbelastning. Det gjøres likevel oppmerksom på at det her er snakk om en liten komponent både i vekt og volum, og at valg av transport vil falle annerledes ut hvis det er snakk om større og tyngre komponenter.

Vi ser at både løsningen med PVC-plast og med 74,8 % resirkulert glass omtrent halverer miljøbelastningen i forhold til referansealternativet. Vi vet for lite til å ta stilling til om dette er praktisk realiserbare alternativer. For eksempel er det mulig at den høye prosenten av resirkulert glass vil gi en for mørk glasstype. Et annet spørsmål er i hvor stor grad referanseglasset kan byttes ut også i de andre av bilens vinduer. Valg av materiale må i tillegg vurderes i forhold til økonomi, vedlikehold, sikkerhet og ønsket levetid og kvalitet. For eksempel forsvinner mye av miljøgevinsten dersom frontruten må skiftes ut dobbelt så ofte grunnet slitasje.

Utslipp av tungmetaller er det største miljøproblemet knyttet til produksjon av glass. Men glasset utgjør kun en liten del av bilen, og det kan være lett å se seg blind på detaljene og dermed miste oversikten over helheten. Andelen tungmetaller kan relativt sett synes stor hvis vinduet betraktes isolert, men det kan meget godt tenkes at det totalt sett vil være vesentlig mer hensiktsmessig å fokusere på miljøproblemer knyttet til produksjon og/eller bruk av større komponenter i bilen.

Det er viktig å peke på at datamaterialet for de ulike bakvindualternativene bar preg av ulik detaljeringsgrad. Bruk av elektrisk kraft var for eksempel uspesifisert for produksjonen av resirkulert glass, men senere konstatert å være "uten utslipp", mens vannkraft var antatt som energikilde for glass- og PVC-plastproduksjonen.

5.5 Konklusjon

Både LCA-metodikk, SimaPro som LCA-software-verktøy og ikke minst de ulike vektingsmetodene som Eco-indicator 95 tar utgangspunkt i, hviler like mye på subjektive antagelser og politisk bestemte målsetninger for bærekraftig utvikling som på naturvitenskapelig forskning. Tillitvekkende tallverdier, grafer og søylediagrammer gir ikke fasitsvar, men må tolkes. Og gode kunnskaper både om rasjonale bak de ulike metodene og om aktuelle produkters egenskaper er nødvendig for å kunne trekke holdbare slutninger.

Det kan, med ovennevnte forbehold, se ut som om det finnes mer miljøvennlige alternativer til referansescenariet i bakvindu-caset. Et forslag til forbedring kan her være å ta i bruk materialer som innebærer reduserte utslipp av tungmetaller, som ser ut til å være det største miljøproblemet knyttet til produksjon av glass, eller å benytte en høyere prosentandel resirkulert glass.

For aluminiumsrammen kan miljøbelastningen reduseres ved å benytte resirkulert aluminium, men usikkerhetsmomenter må tas hensyn til. Det resirkulerte aluminiumet bør være av samme legeringstype. Bruk av resirkulert aluminium kan forandre egenskapene til metallet, slik at aluminiumet blir vanskeligere å bearbeide og skjøte. Dette må tas hensyn til utfra konstruksjonsspesifikasjonene. En annen vesentlig faktor er tilgjengelighet og pris av resirkulert materiale i markedet.

Ved livssyklusberegningene våre har vi sett at andel resirkulert aluminium påvirker miljøbelastning. Vi har kommet frem til en løsning med en resirkuleringsandel på 50%. På grunn av denne endringen valgte vi å redusere bauxittmengden og å doble transporten. Konklusjonen vår og endringene i parametrene er imidlertid forbundet med stor usikkerhet.

5.5.1 Refleksjoner i ettertid

I "etterpåklokskapens tegn" ser vi flere forhold vi ikke tenkte godt nok igjennom under gjennomføringen av vår LCA-analyse i SimaPro. For eksempel har vi argumentert for å foreta endringer av bilens bakdør (og øvrige vinduer) fra glass til plast. Dette er lite realistisk, både med hensyn til levetid (riper etc.) og siktp problemer. Grunnen til at dette alternativet ble valgt var at vi ønsket å få til en vektreduksjon (og dermed også redusert energiforbruk) ved annet materialvalg. Men i ettertid ser vi at den potensielle gevinsten egentlig er forholdsvis liten, og dessuten burde vi ha tenkt i litt mer praktisk gjennomførbare baner i utgangspunktet.

En annen feil vi gjorde, var at vi ikke først foretok en horisontal sammenligning i SimaPro av hvilke komponenter i bilen som hadde mest påvirkning på miljøet. Valg av komponenter, aluminiumsramme og bakvindu, ble foretatt på bakgrunn av antakelser og ikke på bakgrunn av konkrete data over relativ miljøbelastning. Ved å foreta en horisontal sammenligning kunne vi funnet ut hvilke komponenter som det var naturlig å foreta en videre analyse på. Vi forsøkte først å foreta denne sammenligningen etter at vi hadde endret på parametre, og da er ikke en slik horisontal sammenligning i SimaPro mulig.

Hadde vi kunnet velge komponenter for LCA-analyse i dag, ville bilens hjuloppheng og drivetrain kanskje vært naturlige valg, ettersom funksjonen "Analyse Report Setup" i SimaPro gir et totalbilde av komponentenes miljøbelastning.

6 SYSTEMET I INDUSTRIØKOLOGISK SAMMENHENG

I denne delen utvides systemgrensene til å omfatte det totale industriøkologiske perspektivet. Først gis en kort oversikt av dagens politikk for å legge forholdene til rette for el-biler i Norge, sammenlignet med landene som har kommet lengst på området. Deretter vil vi diskutere utfordringene som møter oss som proaktiv el-bilprodusent innenfor hovedområdene infrastruktur, energiproduksjon, materialbruk og -avhending, og behov, holdninger og verdier. Underveis skisseres det hvilke aktører det er aktuelt å samarbeide med, og hvilke ønsker vi som el-bilprodusenter fremsetter overfor disse aktørene for å oppnå våre mål. Vi vil her konsentrere oss om de andre aktørene som har blitt definert i caset. Til slutt foreslår vi en handlingsstrategi for hvordan tiltakene skal gjennomføres.

6.1 Det utvidede produksystem

6.1.1 *Dagens el-bil-policy*

Norske el-bilprodusenter og -leverandører har oppnådd følgende avtaler:

- Fritak for engangsavgift.
- Fritak for alle bruksavhengige avgifter³⁰.
- Fritak for årsavgift.
- Fritak for avgifter i alle bomringer.
- Oslo Energi har laget noen parkeringsplasser med lademuligheter.
- Avtaler med Posten og Telenor om bruk av el-biler.
- Avtaler med Stavanger Energi og Skiensfjordens kommune kraftselskap (SKK) om utbygging av infrastruktur og utleie.

Arbeiderparti-regjeringene på 1990-tallet har hatt som mål å "utforme rammevilkår som stimulerer til miljøvennlig transport", "ta hensyn i utformingen av avgiftspolitikken til at ulike transportteknologier har ulike miljøegenskaper", og yte finansiell støtte til forsknings- og utredningsprosjekter i forbindelse med utvikling og utprøving av miljøvennlig transportteknologi³¹. Likevel ser ikke myndighetene på el-bilen som sentral i miljøpolitikken, og Samferdselsdepartementet har i liten grad gitt økonomisk støtte til el-bilprosjekter. I 1995 var støtten til utprøving av ny og miljøvennlig transportteknologi på ca. 10 mill. kr. Støtte til el-biler utgjorde bare deler av denne summen. Det finnes også såkalte "Storbymidler" tilgjengelige til miljøvennlig transportteknologi, som

³⁰ Avgifter bensin- og dieseldrevne biler må betale for bruk av fossilt brennstoff.

³¹ Se for eksempel følgende pressemeldinger fra Samferdselsdepartementet: "Forsøk med bruk av el-drivne bilar" (04.08.95) og "11 millioner kroner til forsøk med alternative drivstoff" (29.07.97).

laboratorietesting av el-biler med tanke på norske forhold oppfølging av PIVCO CityBee i daglig trafikk.

Miljøvernorganisasjonene har ulik holdning til el-biler³²: Naturvernforbundet tenderer til å se på el-bilen som en avsporing, en teknisk løsning som ikke løser de grunnleggende problemene knyttet til veitrafikk. Bellona er utad klart pro el-bil. De mener at el-biler ikke kan løse alle miljøproblemene knyttet til transportsektoren, men at el-bilen representerer en klar forbedring i forhold til den tradisjonelle bilen. De mener også at el-biler kan avhjelpe lokale miljøproblemer, særlig i de store byene. Bellona har lenge vært en pådriver i kampen for å få el-bilen fritatt for statlige avgifter, for å få el-bilen i bruk i den norske transportsektoren.

Frankrike er et foregangsland i forbindelse med utviklingen av en helhetlig politikk der økologi i byer, industriell utvikling av fremtidsrettet transportteknologi og uavhengighet av spesifikke energikilder innen transportsektoren er sett i sammenheng³³. El-biler inngår som en del av denne satsningen. Franske el-biler er klassifisert i kategorier etter bruksområder som beskriver hvilke målgrupper el-bilen brukes i. Eksempelvis er det laget egne el-biler for gatefeiing og offentlig transport. Utviklingen av elektriske kjøretøyer hos de forskjellige fabrikantene skjer i nært samarbeid med de franske myndigheter. Forskning skjer også på alternative teknologier, som for eksempel hybridbiler. I tillegg til bilindustrien stimuleres også forskning på fagområder som inngår i el-bilutvikling; elektronikk, materialer m.m. Infrastrukturen er godt utbygd, med ladestasjoner i kategoriene normal lading, lading mot betaling og hurtiglading.

USA fører i en stor grad en desentralisert transportpolitikk på delstatsnivå. California har utmerket seg gjennom en "Clean Air Act" vedtatt i 1990. Denne loven setter krav til en viss andel av lavutslippskjøretøyer (ULEV = ultra low emission vehicles) fra 1998. I tillegg skal en liten, men økende andel (10 % i år 2003³⁴) være helt utslippsfrie (ZEV = zero emission vehicles). Dette vil i praksis si el-biler. En svakhet ved denne politikken er at det ikke settes krav til en begrensning i den totale mobilitet. I sin ytterste konsekvens kan dette føre til at el-biler "gis bort" for at det skal kunne selges flere tradisjonelle biler uten at målsetningen over brytes.

6.1.2 *Infrastruktur*

Forflytning vil alltid forutsette mobilisering og forbruk av fysiske ressurser, noe som igjen vil få miljømessige konsekvenser. Vi kan altså ikke ha hvilken som helst form for forflytning i kombinasjon med en hvilken som helst form for miljøtilstand. Forflytningsvolumet er knyttet til de systemene vi anvender for å utføre forflytningene, de såkalte transportsystemene. Større volumer

³² Gjøen og Buland (1996).

³³ Norges Industriattachéer – Paris: "Nyhetsbrev nr. 2 - Elektriske biler og teknologiutvikling".

³⁴ <http://home.sol.no/~pivco/envir>.

kan oppnås når det brukes buss, tog og trikk, men det er likevel bilen og flyet som gir de markante sprangene i volum.

Innen transportforskning er det vanlig å skille mellom tilgjengelighet³⁵ og mobilitet (Høyer 1996, se kap.2.2 over for utfyllende diskusjon). Tilgjengelighet blir definert som personers evne til å komme til eller bli nådd av de funksjoner som har betydning for dem.

En av de sentrale utfordringene i forbindelse med planleggingen av infrastruktur, er spørsmålet om avstandsstruktur. Tanken er at utfordringen ligger i å skape god tilgjengelighet, og at dette først og fremst dreier seg om en hensiktsmessig lokalisering og nærhet mellom funksjoner. Samordning av areal- og transportplanleggingen utfra slike prinsipper vil dermed være bestemmende for det faktiske transportomfanget og behovet for transportinfrastruktur.

Svenske analyser³⁶ viser at det er grunnlag for å hevde at den totale reisetiden er en relativt stabil faktor (teorien om reisetidens konstans). Dette gjør at overgang til raskere former for transport tas ut i økt mobilitet. Investeringer i et mer tidsbesparende infrastruktur kan med andre ord medføre økt mobilitet.

Tabell 6.1 viser den historiske utvikling for personmobiliteten i Norge, uttrykt gjennom antall kilometer tilbakelagt per innbygger per dag. Mobiliteten er i dag i underkant av 35 km per dag, en firedobling siden 1960. 80% av dette utføres med personbil. Det fremgår videre at veksten i "automobiliteten" har flatet ut på 90-tallet. De kollektive transportmidlene på bakken gir samlet cirka 4 kilometer om dagen. Dette er en verdi som har holdt seg konstant de siste 40 årene.

	1855	1875	1900	1930	1950	1960	1970	1980	1990	1995
Buss, tog, trikk					3,30	3,80	4,00	4,70	4,10	4,20
Personbil					1,20	3,70	12,60	20,40	27,00	26,60
Fly						0,08	0,40	1,00	1,70	2,20
I alt	0,05	0,15	0,50	2,50	5,20	8,90	18,30	27,20	34,10	34,60

Tabell 6.1: Personmobilitetens historiske utvikling i Norge. Kilometer per innbygger per dag (Høyer 1996).

Den høye andelen av personbiler i forhold til de andre transportformene, indikerer at personbilen har en vesentlig rolle i utformingen av bærekraftig mobilitet. Dagens tilstand kan beskrives som automobilitet – vårt forflytningsvolum har personbilen som grunnleggende forutsetning³⁷. I større byer, for eksempel Oslo, er kapasiteten til kollektivnettet dessuten sprengt. På kort sikt vil derfor de største miljøeffektene kunne tas ut ved å endre transporten med personbil. Her vil overgang til bruk av el-bil gi store

³⁵ Definisjoner hentet fra Høyer (1996) : "Bærekraftig mobilitet".

³⁶ Høyer (1996): "På reisefot - men ikke til fots".

³⁷ Ibid.

positive utslag. Å bidra til en større utbredelse av el-biler på bekostning av tradisjonelle biler, oppfatter vi som en av våre viktigste oppgaver som produsenter.

Når vi skal foreslå tiltak som fremmer el-bilbruken, kan det lett medføre at flere anskaffer seg bil nummer 2 på grunn av lave kostnader og bedre bekvemmelighet. I de større byene er det vanlig at familier allerede har flere biler. I 1991 hadde 350 000 norske husstander to biler³⁸. Tallet er ventet å øke til 500 000 i 2005. Gjennomsnittlig kjørelengde var 14000 km i året for bil nummer 1 og 8000 km i året for bil nummer 2. Rapporten forteller videre at antall varebiler i tjeneste i Oslo var 157 000 i 1991 og er forventet til å øke til 180 000 i år 2005. Gjennomsnittlig kjørelengde var 17 000 km. Til sammenligning eier 60% av husstandene i USA to eller flere biler, en økning på 33% siden 1970³⁹.

6.1.3 Konkrete infrastruktureltiltak

Under utarbeidelsen av infrastruktureltiltak mener vi at det er viktig å være bevisst på at tiltakene ikke medfører økt mobilitet. Overgangen til el-bil må med andre ord skje *på bekostning av* dagens bilbruk, og ikke som et *supplement* til denne.

Konkret tror vi at følgende bør vurderes:

- Infrastrukturutbygging med lademuligheter.
- Egne parkeringsmuligheter.
- Kjøring i kollektivfelt.
- Veipricing.
- Legge infrastrukturen til rette for offentlig bruk av el-biler.
- Avtaler for service av el-bilen.
- Knutepunktsutvikling med annen kollektivtrafikk.
- GPS – system.

Infrastrukturen må bygges ut for å gjøre lademuligheter tilgjengelig. Lademuligheter bør deles inn i stasjoner for normal ladning og stasjoner for hurtiglading. Normal ladning bør utvikles i kombinasjon med utbygging av parkeringsplasser for el-biler. El-biler krever mindre plass enn vanlige biler, slik at parkeringsplassene kan gjøres mindre. Lade- og parkeringsmuligheter må utvikles både med hensyn på offentlige og private målgrupper. Muligheter for hurtiglading bør utvikles for å dempe frykten for at el-bilen plutselig skal gå tom. Det er i dag utviklet batterier som kan hurtiglades på 10 minutter til 50% effekt. Til å gjennomføre disse tiltakene er det naturlig å samarbeide med alle aktørene i caset, der de mest sentrale vil være myndigheter og kraftleverandører.

Denne endringen kan også utnyttes kommersielt. SKK (Skienfjordens kommunale kraftselskap) driver i dag utleie av el-biler som innebærer kjøp

³⁸ TØI (1991).

³⁹ <http://www.stncar.com/conc.html>

av elkraft hos dem. Butikksentre og serveringssteder langs veiene bør kunne utnytte denne muligheten til å "beholde" kunder mens de venter på ladning av el-bilen. En mulighet er å innføre magnetkort for å lette betalingstransaksjonen.

De største byene kjennetegnes ofte av mye kjøring og bruk av bomringer. Tillatelse til å kjøre i kollektivfeltene kan være et tiltak for å gjøre el-bilen mer attraktiv. Dette er et enkelt og gjennomførbart tiltak, men hjelp fra frivillige organisasjoner er nødvendig for å overbevise myndighetene. Gratis eller rimelig parkering med lademuligheter er også et effektivt tiltak for å fremme bruken av el-bil.

Gjennom å utvikle knutepunkter mellom forskjellige transportaktører kan vi gjøre kollektivtrafikk mer attraktiv. Et eksempel kan være utbygging av rimelige parkeringsplasser for el-biler i umiddelbar nærhet til holdeplasser for offentlig kommunikasjon (buss, trikk, tog). Se for øvrig kapittel 7.1.4.

Et annet mulig tiltak er innføring av et GPS-system. Dette er et nytt satellittbasert kommunikasjonssystem som gir muligheter for å kunne endre informasjon underveis. Man vil kunne få et display med kart og trafikksituasjonen etter hvert som kjøretøyet beveger seg. Et slikt system vil kunne føre til mindre kjøring i storbyer, da brukere kan benytte seg av den korteste veien mellom to steder. Anslag⁴⁰ viser at det kan spares fra 2 til 10% av transportkostnadene. For sjåfører av el-biler vil det her oppstå en interessekonflikt ved køer: Skal man stå stille eller velge en rute som er lenger og mer energikrevende, men tar kortere tid?

Infrastruktur for service på el-bilene må også bygges ut. Der det er markedsgrunnlag for dette, vil vi som produsenter opprette servicestasjoner. Vi vil også vurdere å inngå samarbeid med landsdekkende verkstedkjeder for å sikre at kundene får god nok kvalitet på servicen.

I tillegg til de ovennevnte tiltakene bør også veipricing vurderes som et tiltak for å effektivisere og sørge for en mer ressursvennlig transport. Kødannelse medfører høyere forbruk av drivstoff og tap av tid for brukerne. For trafikkforholdene i Oslo er dette for tradisjonelle biler estimert til et sted mellom 3-5 kroner per kilometer. Køprising kan også utformes slik at el-biler favoriseres i forhold til tradisjonelle biler.

6.1.4 Energi

Som proaktiv produsent ønsker vi å markedsføre oss med følgende:

- El-bilens energieffektivitet skal kontinuerlig forbedres.
- Både energien som brukes i produksjonen av vår el-bil og energien bilen bruker når den kjører skal være ren.

Energieffektivitet

Med energieffektivitet mener vi her både

- 1) forholdet mellom hvor mye energi det går med til å produsere drivstoffet som brukes i el-bilen, i forhold til mengden energi drivstoffet "tilbyr" for forbruk, og

⁴⁰ Teknisk Ukeblad, 20. mars 1998.

2) hvor effektivt el-bilen forbruker dette drivstoffet.

Vurderinger av hvordan el-biler kommer ut sammenlignet med tradisjonelle biler langs disse parametrene vil blant annet avhenge av antagelser om nivået på teknologien som brukes i kjøretøyene, og virkningsgraden i produksjonen av energien som brukes i ulike typer kjøretøy. Det er problematisk å etterprøve disse påstandene, ettersom det er vanskelig å sammenligne ulike energikilder, og vurdere ulike typer miljøskade opp mot hverandre.

Det kan skilles mellom direkte energibruk i el-bilen, konsekvenser av å produsere og transportere drivstoffet (brutto direkte energibruk), og konsekvenser av å produsere og vedlikeholde selve transportmidlene og tilhørende infrastruktur.

Holden (1996) har utarbeidet et scenario for bruk av alternative drivstoffer i transportsektoren, frem mot 2010. 3 kriterier brukes:

- *Energikriteriet*: 50% reduksjon i samlet energiforbruk (Brundtland-kommisjonens tilråding)
- *Utslippskriteriet*: ca. 60% reduksjon i utslipp av CO₂-ekvivalenter (målsetningen til FNs klimapanel)
- *Arealkriteriet*: Ingen vesentlig økning av transportsektorens samlede arealforbruk (knyttet til Konvensjonen om bevaring av biologisk mangfold, 1992).

Endringer i samlet energiforbruk, utslipp målt i CO₂-ekvivalenter og arealforbruk i hhv. 1990 og 2010.						
	Energiforbruk		Utslipp av CO ₂ -ekvivalenter		Arealforbruk	
	TWh	%endring	1000 tonn	%endring	km ²	%endring
Konvensjonell energi 1990	32.7	-	10544	-	2865	-
Konvensjonell energi 2010	40.0	+22	10985	+4	3779	+32
Vannkraft 2010	25	+17	2742	-74	4724	+65
Miljømål		-50		-60		0

Tabell 6.2 Endring i samlet energiforbruk, utslipp og arealforbruk.

Kilde: Basert på Holden (1996)

Benyttelse av elektrisitet fra vannkraft ligger nærmest til å nå miljøkriteriene over, tross 65% økning i arealforbruk, ettersom det gir 24% reduksjon i energiforbruket og 74% reduksjon i utslipp av CO₂-ekvivalenter (det siste oppfyller miljøkriteriet). Fordelen med el-bilen er at distribusjonssystemet for drivstoff allerede finnes, og er meget godt utbygd. Kostnadene ved å sette opp ladepunkter er minimale – dessuten kan eksisterende stikkontakter brukes mange steder.

Selv om det ikke har lyktes oss å fremskaffe tall for vannkraft i dag, og tallene inkluderer annen persontransport enn personbil⁴¹, skulle dette likevel være god nok dokumentasjon for at vår el-bil, om den kjøres på vannkraft, får god attest sammenlignet med biler som kjører på konvensjonell energi. Utvinning, produksjon og distribusjon av drivstoffet som storparten av dagens norske biler bruker, innebærer energi-, material- og arealbruk som langt overstiger miljøproblemene knyttet til en el-bil basert på elektrisitet fra vannkraft. Tilsvarende tall for vindkraft er heller ikke tilgjengelig, men det antas at slik kraft vil komme svært gunstig ut. Det har vært estimert at vindmøller tilbakebetaler energibruken i løpet av de første 3 driftsmånedene⁴².

Ettersom vi tilstreber energieffektiv produksjon, ser vi oss tjent med at myndighetene innfører skattlegging av unødvendig energibruk i industrien, på basis av beregninger av hvor mye energi som er nødvendig i produksjonen (Sauar 1997). Dette kan på sikt gi oss konkurransefortrinn i forhold til andre bilprodusenter, ettersom vi allerede vil ha integrert tanken om energieffektivisering i hele livsløpet til vårt produkt. Selv om det kan sies å ligge utenfor oppgavens systemgrenser, synes vi på et mer overordnet plan at det er viktig å peke på at slik skattlegging motiverer til energieffektiv produksjon uten at internasjonal konkurranseevne svekkes.

Resultater fra testprosjektet "PIVCO markedsintroduksjon", utført av Teknologisk Institutt med støtte fra Vegdirektoratet i 1996, viser at det gjennomsnittlige energiforbruket til PIVCO CityBee var 0.20 kWh/km. Det gjennomsnittlige energiforbruket per km og tonn var 0.22 kWh. Samme gjennomsnittsverdi oppnådde el-bilene i Rügen-undersøkelsen i Tyskland i 1995 (se under)⁴³.

For el-bilprodusenten er det kanskje likevel viktigst at energien som går med til å drive el-bilen er utslippsfri i bruksfasen. Slike vurderinger kan gjerne gjøres ved hjelp av LCA-analyser. Faktorer som det vil være naturlig å fokusere på vil være vekt på batteri, ramme og karosseri, og design.

Tross den økte fokuseringen på industriell økologi og forlenget produsentansvar, vil det fortsatt i lang tid være slik at en produsent først og fremst assosieres med miljøbelastninger knyttet til produktets bruksfase.

⁴¹ Utgangspunktet for beregningene er en forutsetning om 30 og 80% økning i personkilometer for hhv. personbil og fly i perioden 1990-2010.

⁴² Søren Krohn, Vindmølleindustrien, Danmark, "Dagens og fremtidens politikk for vindkraft i Danmark ved deregulering av det danske kraftmarked", foredrag, seminaret "Hvordan stimulere vindkraftutbygging i Norge?", NHO og Fridtjof Nansens Institutt, NHO, 19-20.02.98.

⁴³ Elbil-nytt nr. 6 (1997), s. 5.

Ren elektrisitet i både produksjons- og bruksfase

Norge har lenge vært - og er til en viss grad fortsatt - i en unik posisjon hva gjelder sammensetningen av energikilder i energisystemet. Fortsatt er det norske energisystemet overveiende vannkraftbasert. Hvis alle norske biler var el-drevne, ville dette betydd et el-forbruk på ca. 7% av dagens totale elektrisitetsproduksjon (Buland et al. 1996:5). Per i dag ville dette betydd økt el-import. Men om dette er tilfellet i fremtiden, er avhengig av hvilken energipolitikk som blir ført.

Som følge av den strammere kraftbalansen og dereguleringen av det nordiske energimarkedet, opplever vi i dag at deler av Norges elektrisitetsforbruk dekkes gjennom el-import fra land hvor deler av elektrisitetsforsyningen dekkes av fossile energikilder. Per i dag importerer vi kraft fra blant andre Sverige, Finland, Danmark og Russland – noe som inkluderer både kull- og kjernekraft. I løpet av få år vil man også kunne importere fra for eksempel Nederland, Storbritannia og Polen. I alle disse landene er fossile energikilder dominerende. Hvis et økt antall el-biler i Norge medfører økt import av elektrisitet, vil dette kunne sies å bidra til økte forurensningsproblemer i landene Norge importerer elektrisiteten fra, og dermed fremstå som tvilsom miljøpolitikk.

Fortsatt satsing på bensinbiler vil sannsynligvis fortsatt være miljømessig gunstigere enn innføring av el-biler forsynt av elektrisitet produsert ved danske kullkraftverk. I følge Bellona vil en el-bil drevet på kullkraft redusere CO₂-utslipp med 20%⁴⁴. Dessuten har el-bilene en stor fordel sammenlignet med tradisjonelle biler, fordi utslippene knyttet til bruksfasen konsentreres til få punkter, og kan eventuelt renses der, i stedet for å spres via utallige eksosrør.

I Tyskland ble det i perioden 1993-1996 gjennomført et testprogram for el-biler på øya Rügen i Østersjøen. Optimaliserte bensin- og dieslbiler ble sammenlignet med prototype el-biler. Konklusjonen var at omfattende markedsintroduksjon av el-biler ville øke CO₂-utslippene hvis den høye andelen ineffektiv kullkraftproduksjon i Tyskland ble lagt til grunn, men at el-bilene ville komme bedre ut enn de tradisjonelle el-bilene hvis gjennomsnittlig elektrisk kraftproduksjon innenfor EU ble lagt til grunn⁴⁵.

NORSTART har på tilsvarende måte sammenlignet en el-bil som bruker 150-180 Wh/km (f.eks. PIVCO CityBee) med bensinbiler som antas å bruk 0.5 l/mil og dieslbiler med antatt forbruk på 0.4 l/mil (f.eks. SMART-bilen til Mercedes/Swatch). Utslippstallene inkluderer CO₂-utslippet fra kjøretøyet, drivstoffdistribusjonen, produksjonen av drivstoffet, og utvinningen og transporten av primærenergikildene. De totale CO₂-utslippene fra bensin- og dieselalternativet oppgis til hhv. 162 g CO₂/km og 120 g CO₂/km. Som tabellen under viser, vil el-bilen komme heldigere ut både hvis elektrisitetsproduksjon fra vannkraft, kjernekraft, naturgass,

⁴⁴ Bellona faktaark nr. 26 – ”El-biler” – <http://www.bellona.no/n/fakta/fakta26.htm>

⁴⁵ Elbil-nytt nr. 9 (1998), s. 5.

deponigass, biobrensel og gjennomsnittlig el-produksjon i europeiske OECD-land legges til grunn (se under):

CO₂-utslipp i g/km for elektrisitetsproduksjon fra ulike typer energikilder		
	El-forbruk 150 Wh/km	El-forbruk 180 Wh/km
Vannkraft	20	25
Kjernekraft	22	26
Naturgass	87	105
Råolje	137	166
Steinkull	155	187
Brunkull	182	220
Deponigass	67	80
Biobrensel	20	25
OECD Europa	90	109

Tabell 6.3 CO₂-utslipp i g/km for elektrisitetsproduksjon fra ulike typer energikilder
Kilde: Elbil-nytt nr. 9 (1998), s. 6.

For å oppnå vårt andre mål, at elektrisiteten som driver vår el-bil skal produseres av miljøvennlig energi, foreslår vi likevel, i forståelse med energiselskapet, at myndighetene satser på vindkraft. Mange økonomiske virkemidler kan velges (se for eksempel Buen og Tangen 1998 for diskusjon), men følgende synes relevante:

- Investeringsstøtte
- Produksjonsstøtte, enten ved anbudskonkurranse⁴⁶ eller innføring av fornybare porteføljestandarder⁴⁷
- Stimulere et marked for grønn el⁴⁸ - gjerne ved å subsidiere forbrukere som kjøper slik elektrisitet.

⁴⁶ I Storbritannia pålegges regionale elektrisitetsselskaper å kjøpe en viss andel kjernekraft og ny fornybar energi til en høyere pris, fastsatt av kontoret for regulering av elektrisitetssektoren (OFFER). Differansen mellom denne prisen og markedsprisen refunderes av Non-Fossil Purchasing Agency, som dekker sine utgifter ved en avgift på fossile brenslers (Fossil Fuel Levy) som er lik for alle forbrukerne.

⁴⁷ Porteføljestandarder vil kunne innføres i Norge ved at alle elektrisitetsprodusenter fikk et 'grønt punkt' for hver kWh elektrisitet produsert med ny fornybar energi, det vil si at vannkraft ikke vil kunne oppnå slike punkter. Disse grønne punktene vil kunne omsettes mellom produsentene. Produsentene pålegges så at man hvert år skal være i besittelse av et antall 'grønne punkter' som tilsvarer en viss andel av deres solgte elektrisitetsmengde. Denne andelen økes gradvis over en relativt lang tidsperiode.

⁴⁸ Betegnelse på elektrisitet produsert av fornybare energikilder. Konseptet er et forsøk på å skille strøm generert av disse energibærerne fra fossile brenslers, for å selge den til kunder på basis av miljøpreferanser. Forbrukere kan, ved å velge mellom el-leverandører, bidra til

Det viktigste for oss som proaktiv el-bilprodusent i denne sammenhengen, er at virkemiddelbruken stimulerer til konvergens mellom kostnader for vindkraft og for konvensjonell energi. Per i dag finnes det ingen støtteordninger for vindkraftutbygging i Norge, verken fra Olje- og Energidepartementet eller NVE. Vindmøller som hittil har blitt bygget i Norge, har blitt belastet investeringsavgift, el-avgift på elektrisiteten som produseres, og moms på utsalgspris. I tillegg har kommunen kunnet beskatte produksjonsanlegget med eiendomsskatt. Summert kan dette beløpe seg til like mye som det koster å installere møllen⁴⁹. Man kan spørre seg om et bortfall av disse avgiftene i seg selv vil være nok for å stimulere vindkraftutbygging i stor skala i Norge.

Utfra et industriøkologisk perspektiv er det sentralt at man ikke overfokuserer på kraftutbygging på bekostning av tiltak på etterspørselssiden. Hvis ikke veksten i det norske elektrisitetsforbruket bremses, hjelper det lite med offensiv utbygging av ny fornybar energi. Da vil Norge fortsatt ha en anstrengt kraftbalanse, og måtte importere energi produsert ved kjerne- og kullkraftverk. En spart kilowattime er verdt minst 100% effektivitet på tilbudssiden, for ikke å snakke om den investeringen i ny kapasitet som unngås.

En vesentlig økning av el-prisen i Norge, som følge av både avgifter og integrering i det europeiske elektrisitetsmarkedet, vil ikke gjøre en lansering av el-biler umulig, så lenge energiselskapene og myndighetene legger opp til subsidiert lading. Derfor kan vi som produsent av el-biler til et visst punkt støtte opp om en økning i el-prisen, i den grad konkrete miljøtiltak med dette som konsekvens anses som egnede for å nå langsiktige energi- og miljøpolitiske mål.

6.1.5 Materialbruk og avhending

Industrien oppfordres av myndighetene til å tilpasse sin produksjon og særlig sine produkter til et kretsløpsbasert produksjons- og forbrukssystem, med sikte på en mest mulig miljø- og ressurseffektiv industri. En viktig utfordring vil være å bringe miljøbelastningene knyttet til forurensing, avfall og støy ned til et nivå som ikke forringer menneskers livskvalitet. Videre fokuseres det på å sikre at den materielle ressursbruken, energibruken og miljøbelastningene gjennom hele produktets livsløp reduseres betydelig⁵⁰. Dette illustreres i figur 6.1.1 på neste side.

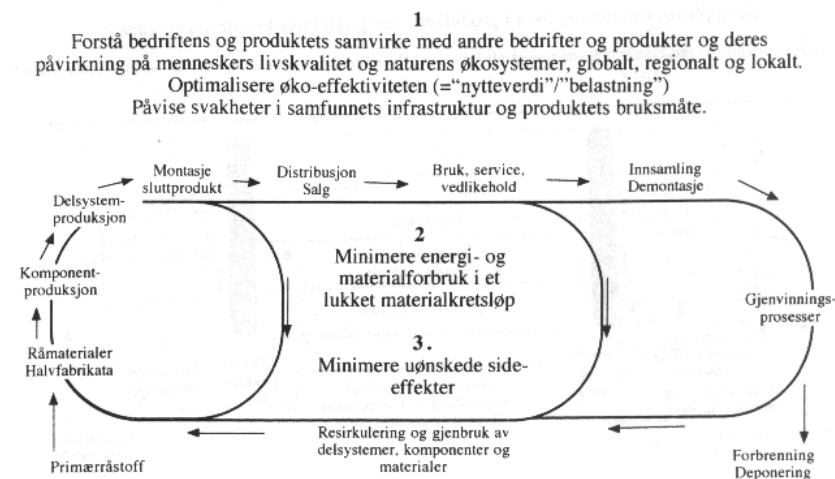
Vi erkjenner vårt utvidede produsentansvar for det produktet vi produserer. Det innebærer at produsenten har ansvar for sitt produkt og dets miljøbelastninger gjennom hele produktets livssyklus. Vi vil tilrettelegge produktet for miljø- og ressurshensyn for hele livsløpet allerede i produktets

at tilbydere amiljøvennlig energi tjener penger, mens tilbydere av mindre miljøvennlig energi fordi de ikke får solgt produktet sitt.

⁴⁹ Løken, Per A.: "Vindmøller tas av skattevinden?", *Energi* 12/97, s.18.

⁵⁰ St. meld. nr. 58 (1996 - 97): "Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling".

designfase, da grunnlaget for produkters miljøbelastninger gjennom sitt livsløp legges i produktutviklings- og produksjonsfasen. Dette innebærer en minimering av energibruken både med tanke på produksjon, distribusjon, bruk, og avhending. Dette innebærer bl.a. å arbeide for at vårt produkts levetid forlenges, slik at den totale materielle ressursbruken reduseres. Dette kan gjennomføres ved å gjøre de ulike delen i bilen reparerbare, og mulige å skifte ut. I denne sammenheng blir livsløpsanalyser et viktig grunnlag for å kunne vurdere et produkts miljøbelastninger og ressursbruk. Videre er det viktig å i høyest mulig grad bruke transportmetoder som har lav miljø- og ressursbelastning ved transport av varer til og fra produksjonslokalene.



Figur 6.1.1: Materialkretsløpet: Design og utvikling av øko-effektive produkter, prosesser og infrastruktur⁵¹.

Sist, men ikke minst, ønsker vi en mest mulig lukket materialsøyfe for vårt produkt.

Resirkulering av materiale kan gi store gevinster i forhold til utvinning fra jomfruelig materiale. Men graden av gjenvinnbarhet kan være sterkt avhengig av et godt innsamlingsystem (for eksempel informasjon til brukere, merking av ulike kvaliteter, god sortering ved innlevering). Her kan de frivillige organisasjonene spille en viktig rolle med hensyn til promotering, drift av innsamlings- og gjenbruksstasjoner osv. Glass taper ikke kvalitet eller egenskaper ved gjenvinning, og prosessen medfører spart energi på omlag 30% sammenlignet med produksjon av nytt glass fra jomfruelig materiale. Jern og metall egner seg også godt til materialgjenvinning. Produksjon av jern og metall er svært energikrevende og økt gjenvinning vil kunne minke energibruken og utslipp av forurensende

⁵¹ Sigurd Støren, forelesning, Industriell Økologi 13.11.97.

stoffer sammenlignet med produksjon fra jomfruelig materiale. For ikke å forglemme at metall er en begrenset ressurs.

Innsamlingsystemet for bilvrak består i dag av et nettverk av ca. 130 oppsamlingsplasser og 3 fragmenteringsanlegg. SFT regner med en innsamlingsgrad på nesten 100% på grunn av vrakpantssystemet, men bare 75% av dette går til materialgjenvinning ved fragmenteringsanlegg. Dette gir en resirkuleringsgrad for f.eks. aluminium på ca. 73% (Christensen 1998). Omsetning av metallskrap foregår på et åpent internasjonalt marked. Prisene for gjenvinningsbedriftene vil påvirkes av kursene på London Metal Exchange - per 28.01.98 var f.eks. prisen for aluminium kr. 11.30 per kg. For skrapjern ligger prisen på kr. 540,- per tonn fritt levert med bil i Mo eller Oslo⁵².

All *plast* kan i prinsippet gjenvinnes, men problemet er at det fins svært mange typer plast, og disse kan i liten grad blandes ved gjenvinning til nye produkter. Nøyte kildesortering blir derfor et sentralt stikkord her. Det Alcatel-baserte SAFT, som er størst i Frankrike på utvikling av batterier til el-biler, resirkulerer for eksempel NiCd-batteriene på denne måten: Plasten granuleres på nytt, nikkel og stål kjøpes av metallindustrien mens SAFT selv tar tilbake Cd for å lage nye elektroder. Kun elektrolytten blir nøytralisert og deretter sendt til vannrenseanlegg. SAFT opplyser at resirkulert Cd er billigere⁵³ i anskaffelse enn nytuvunnet.

Sammenlignet med emballasje utgjør avhending av motorkjøretøyer kun 4% av den totale avfallsmengden⁵⁴. Vi snakker likevel om betydelige mengder avfall som kan gå over fra å være avfallsproblem til å bli en viktig ressurs. Dette krever imidlertid et godt utbygd og innarbeidet system for retur- og gjenvinning. I Norge er det opprettet såkalte materialselskaper for emballasje (papir, plast, metall og glass), bildekk og batterier, samt at det i løpet av våren 1998 skal være på plass materialselskap for elektriske og elektroniske produkter. Disse har som formål å *"reducere miljøproblemene forårsaket av emballasjeavfall ved å redusere slikt avfall og ved å sikre økt innsamling og gjenvinning av dette avfallet, der dette ut fra en avveining av miljøhensyn, ressurshensyn og økonomiske forhold er berettiget"*.

Det vil for oss som produsenter av bærekraftige produkter være viktig å etablere et retursystem for bilene vi selger. I den sammenheng vil det være naturlig å innlede nært samarbeid med de aktuelle materialselskapene både med tanke på informasjon til brukere av bilen (med tanke på at bilen ønskes levert til gjenvinning), og gjenbruk og gjenvinning av materiale til bilen. Vi vil også søke samarbeid med aktører som kan bruke avfalls- og biprodukter fra vår produksjon og gjenvinning direkte. Og selvfølgelig omvendt.

Når det gjelder avhending og resirkulering ser vi følgende muligheter:

- (1) gjenbruk av brukte deler i eksisterende biler
- (2) resirkulering til nye produkter

⁵² Sørensen, Barbro: "Papirtilskuddet økes til 200 kr per tonn", *Kretsløpet*, 1/98, s. 38.

⁵³ Prisen for resirkulert Cd inkluderer resirkuleringskostnadene.

⁵⁴ Aggeri, Hatchuel og Lefebvre (1993).

Alternativ (1) er den løsningen som vil minimere energi- og materialforbruket i størst grad (i tråd med figur 6.1.1). Ved dette alternativet vil det kreve betydelig mindre energi til transport og til gjenvinningsprosesser. Alternativ (2) bør brukes der det ikke er teknisk mulig å gjenbruke delene. Dette kan være ved skader eller ved generell utmattelse av delene. Det er vesentlig å være bevisst på miljøvirkningene i forbindelse med resirkulering, da for eksempel store transportavstander i verste fall kan medføre at resirkulering blir miljømessig ugunstig.

Til å foreta et valg mellom (1) og (2) over, vil LCA være et nyttig verktøy. En livsløpsanalyse kombinert med en LCC (life-cycle-cost analysis) vil kunne gi svar på hvilket alternativ som er mest gunstig for el-bilens komponenter. Kombinert med materialkunnskap kan dette også benyttes for å finne tidspunktet i komponentens livssyklus hvor det er mest gunstig at resirkulering/gjenvinning bør foretas, med tanke på å oppnå høyest mulig materialkvalitet i hver bruksfase.

Som proaktiv el-bilprodusent er det en naturlig oppgave for oss å holde oss oppdatert om hvilke politiske initiativer som er på trappene på materialbruk- og gjenvinningsfronten. Flere EU-direktiver som setter klare krav til forlenget produsentansvar diskuteres⁵⁵. Disse vil sannsynligvis også gjelde for EØS-land, deriblant Norge. For det første vil arbeidet med utforming av et direktiv som motvirker grensekryssende transport av brukte dekk ventelig bli satt i gang, uten at dato for implementering er fastsatt. Men viktigst for oss som bilprodusenter er at det er foreslått et direktiv som har som formål å gjenvinne 80% av alle såkalte ELV (End of Life Vehicles) innen 2005, og 85% innen 2015. Tungmetaller som bly, kadmium, kvikksølv etc. skal tas ut, slik at de ikke går til fragmentering, forbrenning eller deponi. Siste eier skal få et sertifikat som dokumenterer at kjøretøyet er levert til autorisert anlegg for demontering og behandling. Forslaget, som også vil innebære felles merking av komponenter og materialer, har vakt kraftig motstand fra bilindustrien.

Det er også forventet at tidligere batteridirektiver vil bli oppdatert, til å gjelde alle typer batterier (ikke bare kadmium, kvikksølv og bly). Det nye direktivet vil ventelig fjerne kvikksølvholdige batterier fra markedet, fase ut kadmiumholdige batterier, og kreve bedre muligheter for demontering og gjenvinning av batterier generelt. Direktivet vil også inneholde bestemmelser for merking og innsamling av batteriene.

6.1.6 *Behov, holdninger og verdier*

I dette avsnittet skal vi se litt nærmere på trendene for alternative transportmidler i samfunnet i dag og i framtida, samt hvordan vi mener folks holdninger og verdier kan påvirkes i en mer bærekraftig retning. Vil det være rom for og ønske om el-bilen i vårt vidstrakte og langstrakte land? Vel er behovet for langtransport i Norge stort, men likevel er det mye som tider på

⁵⁵ Mye av informasjonen i dette avsnittet er hentet fra Wormstrand, Eirik: "Mye nytt i vente fra EU på avfallsområdet", *Kretsløpet*, 6/97, s. 20.

at el-bilen til tross for sin relativt begrensede kjørelengde kan spille en viktig rolle i framtidens transportsystem. I 1991 var nemlig gjennomsnittlig kjørelengde foretatt av privatbiler 13.4 km⁵⁶. I dag lever 74% av befolkningen i byer/tettsteder med mer enn 2000 innbyggere. I 1996 var det i Oslo og Akershus alene over 900,000 innbyggere (20% av Norges befolkning), så markedet burde være tilstede. I tillegg er det vist interesse for el-bilen også blant folk som bor utenfor tettstedene.

Men vi tror det tross alt er i de større byer og tettsteder at potensialet for el-bilen er størst. Omtrent 70% av alle biler i Norge brukt i byer og urbane strøk. Og nesten 70% av disse igjen skjer med 1 person i kupéen. Det betyr at 1200 kg bil brukes til å flytte 75 kg menneske. 90% av energiforbruket går med til å flytte selve bilen⁵⁷. Fra et industriøkologisk perspektiv ser vi her store muligheter for endringer i forbruksmønster ved større bevisstgjøring av denne sløsing med energi.

En undersøkelse gjort av Dagsvik og Aaberge (1997) for Statistisk Sentralbyrå gir oppløftende indikasjoner på folks miljøbevissthet. Undersøkelsen er en empirisk analyse av potensiell etterspørsel etter alternativ bilteknologi, basert på "uttrykte preferanser"-metoden⁵⁸ og atferdsmodeller. Funnene i undersøkelsen kan kort oppsummeres slik:

- en stor del av befolkningen ser på el-bil som et interessant alternativ
- biler med alternativt drivstoff (elektrisitet, hybrid, flytende propangass) synes bli oppfattet som fullt konkurransedyktige med tradisjonelle biler
- kvinner synes å være mer miljøbevisste enn menn
- individer/husholdninger som *ikke* har bil, har større preferanser for elektriske biler (og alternativt drevne biler) enn bileiere
- menn synes å være mer skeptisk overfor alternativt drivstoff enn kvinner
- følgende attributter ble særlig trukket fram (av alternativene *innkjøpspris, maksimal hastighet, drivstoffpris og kjørelengde*):
 - kjørelengde er en viktig attributt for alle (bortsett fra kvinner over 50 år)
 - menn legger drivstoffutgiftene større betydning (spesielt menn over 50 år)

Vi er klar over at en slik undersøkelse har sine begrensninger. Selv om resultatene virker oppløftende fra en el-bil-produsents synspunkt, vet vi at det er betydelig forskjell på hva folk sier og hva man gjør i praksis. Men undersøkelsen indikerer likevel at positive holdninger til mer miljøvennlige transportalternativer er tilstede i befolkningen, spesielt blant den oppvoksende generasjon. Et av problemene for el-bilen synes å være at "all-round"-bilen har fått en så sentral og naturlig plass i dagliglivet til folk flest. Å kjøre el-bil, med sterkt begrenset kjørelengde, vil nødvendigvis innebære at man i mye større grad må planlegge kjøreturene. Vi må tilpasse vårt bruksmønster til bilens begrensninger, mens i dag er vi vant med, og tar for

⁵⁶ Rideng (1992), *Transportytelser på norsk område 1946-1991*, TØI-rapport 129/1992.

⁵⁷ <http://www.posten.no/info/post/1996/19-citybee.html>.

⁵⁸ Fridstrøm (1992).

gitt, en mye større frihet. Mange vil vegre seg for å miste muligheten til spontane, lengre bilturer (besøk, reise til hytta, ut i naturen), og bagasje må vi med dagens bærekapasitet (2 personer og 20 kg bagasje⁵⁹) i stor grad la ligge hjemme.

El-bilen har fortsatt et stykke veg å gå før den komfortmessig er på høyden med de tradisjonelle bilene. Som et eksempel kan vi trekke fram en artikkel av Jon Fjordholm⁶⁰, hvor han sammenligner kjøring av PIVCO City Bee i lav fart med det å kjøre rullestol, og fjæringen etter hans mening bare er litt bedre enn en trillebårs. Han lar seg likevel imponere over hvor "taust" det er å kjøre, og hvor avslappende bilen er til køkjøring.

Det bringer oss over på noen av de mange positive erfaringene som er gjort med el-bilen. Mange brukere har rapportert at de er blitt mer forsiktige og forsvarlige sjåførere i el-bilen enn når de kjørte tradisjonelle biler (Buland et al. 1996). Deres holdninger i trafikken har blitt helt annerledes. De er blitt mer oppmerksomme, og kjører mer tålmodig og defensivt. Dette skyldes blant annet at toppfarten og akselerasjonen er lavere, samtidig som man vet at man kjører en mindre (og dermed også mer sårbar) bil. Videre har man veldig god oversikt, og blir mer oppmerksom på omgivelsene. At bilen i tillegg er nærmest lydløs, bidrar ytterligere til at oppmerksomheten skjerpes – både fordi forstyrrelsene er færre, og fordi man ikke kan forvente at medtrafikanter hører bilen. Dessuten er el-bilen lett manøvrerbar. Dette viser at forhold som ved første øyekast kan se ut som å være ulemper for el-bilen, faktisk kan snus til fordeler, med store potensielle personlige og samfunnsmessige gevinster.

Hvem er så framtidens el-bilbruker, og hvilke behov har hun/han? Basert på blant annet uttalelser fra Bellona⁶¹ og Kollega Bil⁶² kan vi identifisere følgende potensielle kundegrupper:

- bedrifter som ønsker å bedre sitt "miljø-image"
- velstående, miljøbevisste mennesker som har råd til en el-bil i tillegg til sin tradisjonelle bil
- middelaldrende damer med god privatøkonomi som ønsker en liten, fin, stillegående og lett manøvrerbar og parkerbar bil, som i tillegg er vennlig mot miljøet.
- menn med interesse for teknologi, som trekkes mot høyteknologiaspektet ved el-bilen
- "jappe"-menn som ser på el-bilen som en måte å få oppmerksomhet på, som signaliserer en spennende livsstil
- kvinner i kreative yrker, med interesse for miljøspørsmål, som ønsker en bil som understreker deres egen kreativitet og individualisme

I tillegg må vi ta med den oppvoksende slekt, eller "den grønne generasjon", som vi har vært inne på tidligere. Barn og unge som er mye mer

⁵⁹ PIVCO City Bee.

⁶⁰ Jan Fjordholm (1997), "Kålrabibiff for kjøtteterne?", *Energi*, 8/97.

⁶¹ Miljøorganisasjon med erfaring i bruk av el-bil.

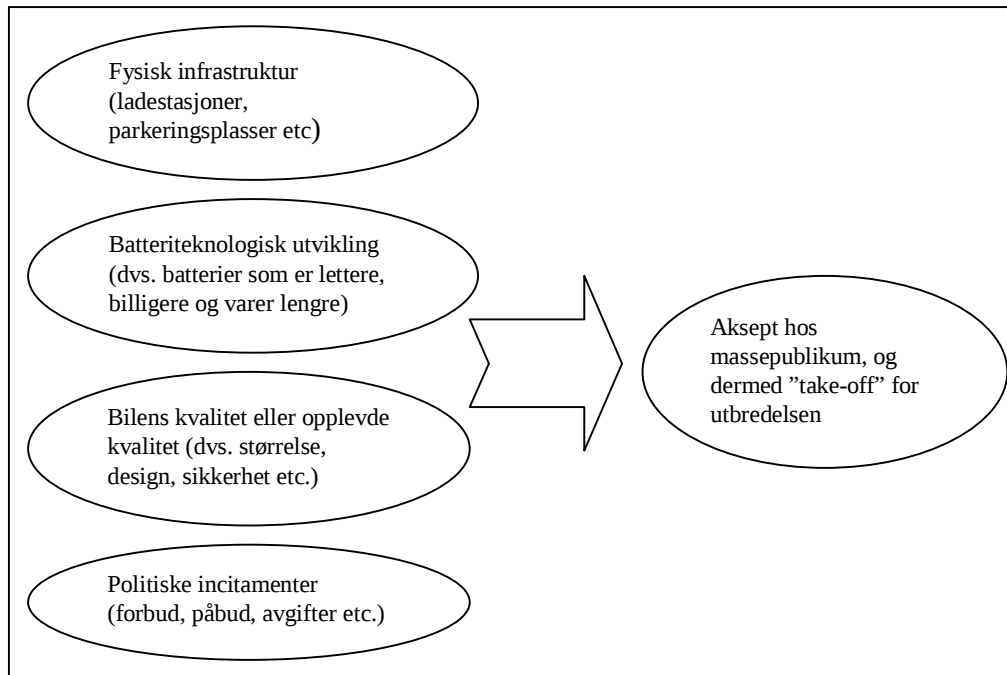
⁶² Erfaren el-bil importør og –selger.

miljøbevisste enn foreldregenerasjonen, er mindre fordomsfulle overfor alternative løsninger (Buland, Gjøen og Hård, 1996). De gir stort håp for et annerledes og mer bærekraftig transportsystem i framtida.

Før vi vil komme innpå den konkrete utfordringen i vår strategi (kap 6.2) bør det understrekes at en elektrisk bil per i dag ikke vil kunne fylle alle funksjonene til vanlige bensin- eller dieseldrevne kjøretøyer. Den må derfor ikke assosieres med en vanlig bil. Blir el-bilen det, vil den vanskelig bli akseptert på markedet. El-bilen vil være et nærtrafikk-kjøretøy i byer og tettsteder, et kjøretøy som skal dekke definerte transportbehov. En vanlig bensindreven bil slik vi kjenner den, er ikke bare et transportmiddel. Bak dette ligger vår utfordring. Dagens bil er nemlig fylt med en bestemt rolle, funksjoner og betydninger hos brukeren. Å introdusere el-bilen på markedet handler derfor om å vinne en ny forståelse av hva bilen står for og hva den kan brukes til. I denne forståelsen må el-bilen få tildelt sin *egen* rolle, funksjon og betydning. Hvilken betydning el-bilen skal få, blir opptil framtidens brukere å definere. Her kommer brukerne inn som viktige aktører i vår handlingsstrategi (kap 6.2).

Vi som produsenter har små muligheter for å påvirke folks holdninger og verdier. Vi kan gjøre noe gjennom markedsføring, men da naturlig nok kun for våre egne produkter og ikke for generelle holdninger til miljø og forbruk i samfunnet. Vi ser for oss at myndigheter og miljøorganisasjoner kan spille viktige roller i innfasingen av alternative transportmidler. Myndighetene kan gjennom avgiftspolitikken legge økonomiske føringer på innkjøps- og forbruksmønster blant befolkning, bedrifter og offentlig virksomhet. Dette vil føre til endring i folks behov og prioriteringer, slik at mer miljøvennlige alternativer kommer gunstigere ut. Dette vil gi sterke signaler fra myndigheter til befolkningen om at miljø er noe det skal satses på og som tas på alvor. Her vil frivillige organisasjoner komme inn som viktige aktører, blant annet for å påvirke både industri, myndigheter og folk flest, publisere informasjon om ulike produkters miljøbelastninger, og hjelpe til med å legge til rette for et bærekraftig forbruksmønster (for eksempel gjennom etablering av bildelingsordninger).

Som en oppsummering kan vi slå fast at integrering av el-bilen i dagens transportsektor er avhengig av en rekke forskjellige tiltak. Tiltakene er både av konkret materiell art, og knyttet til endring av immaterielle og atferdsmessige verdier. Figur 6.1.2 viser noe av denne kompleksiteten.



Figur 6.1.2: Betingelser for masseutbredelse av el-bil (Gjøen og Buland 1996)

6.2 Handlingsstrategi

I denne oppgavedelen går vi videre med el-bilen med fokus på handlingsstrategi for markedsintroduksjonen. Fokus vil bli satt på de rammebetingelsene som det ble redegjort for i kap.3. Spesielt vil vi ta for oss samarbeidet opp mot myndigheter og energiselskap samt hvordan vi vil organisere vårt forlengede produsentansvar. Først vil vi kommentere kort hva det vil bety å være innovatører under disse betingelsene.

Vår strategi for markedsintroduksjonen skal være både industrielt bærekraftig og økonomisk realistisk å gjennomføre. Enhver privat industri er profittmaksimerende. Er det profitabelt for oss å forurense mindre, vil vi selvsagt gjøre det. Å lage en bil som er 100% resirkulerbar, er en ting, men å gjennomføre dette ved bruksfasens slutt, er en helt annen utfordring. Hva det økonomisk betyr med et forlenget produsentansvar står utenfor vår horisont å besvare. Poenget blir å fokusere på hvordan vi som el-bilprodusent skal forene markedsstrategien med det industriøkologiske produsentansvaret, som forhåpentligvis kan gi tanker om hvilke økonomiske konsekvenser dette vil ha.

En sentral del av markedsstrategien er å bygge opp et aktørnettverk rundt oss for å gjennomføre en mest mulig bærekraftig produksjon, samtidig som

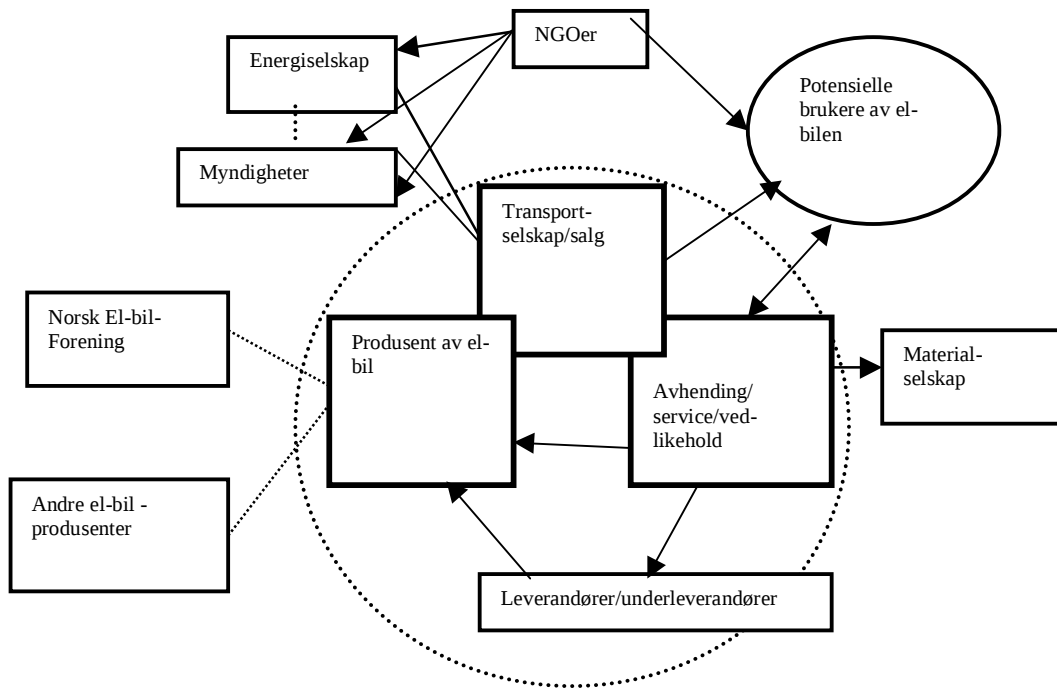
dette er forretning aktørene i mellom. Her er selvsagt de andre rolleinnhaverne i prosjektet sentrale aktører, men også andre vil være avgjørende brikker for oss. Disse skal vi komme tilbake til.

Som el-bilprodusenter er vi innovatører med en nyvinning i et allerede eksisterende marked (Gjøn og Buland 1996). Vi definerer dette som et allerede eksisterende marked, fordi det er dagens bil som vi må konkurrere i mot. Selv om bilprodusenter internasjonalt har kommet et stykke i utviklingen av el-biler, må alle betraktes som pionerer, så lenge markedet for el-biler er såpass lite opparbeidet.

Som innovatører på det norske el-bilmarkedet, med liten grad av konkurranse, står vi relativt fritt i oppbygningen av vårt eget nettverk. For oss som el-bil-produsenter ser vi fordelene av å kunne jobbe uavhengig av aktørene i en allerede etablert bilindustri. I en etablert industri vil aktørnettverket som eksisterer ofte være preget av å være mer statisk enn i en nyere industri Buland (1996). Rammebetingelsene som er utgangspunktet for vår strategi (kapittel 3) krever at man inntar en annen posisjon i markedet. Vi mener både at kultur og organisasjon vil preges av dette. Disse tingene blir for detaljert å komme inn på her, men vi vil heller konsentrere oss om den overordnede strategien. Vår målsetning er å kunne gjennomføre høyest mulig grad av gjenbruk av de komponentene som inngår i bilen etter resirkulering. Utfordringen blir å gjennomføre dette i praksis. Derfor er det ønskelig at flest mulig av bilens komponenter returneres til oss, slik at gjenbruken blir mest mulig miljøvennlig (minimere transportdistansene) istedenfor å eksportere til utlandet. Vi ønsker ikke videresalg av bilen uten vår kontroll. Heller ikke utskifting av komponenter ønsker vi skal skje gjennom andre forhandlere. På den måten vil vi forsikre oss mot at bilens komponenter ikke blir solgt på det europeiske markedet. Spørsmålet er om dette er gjennomførbart.

Som produsent av el-biler er vi posisjonert i et aggregerende aktørnettverk⁶³, som, med unntak av de nærmeste nivåene, er ukontrollerbart. I el-bilen inngår en rekke deler og mindre komponenter som er av materialer som ikke kan gjenvinnes for bruk på nytt i el-bilen, men som kan resirkuleres og få en annen funksjon. De større organene på el-bilen derimot, rammen, karosseriet etc. er designet med tanke på resirkulering og gjenbruk. Det er disse vi som produsenter må sørge for blir ført tilbake i systemet som tiltenkt. Informasjon og opplysning ut mot brukeren vil være et viktig ledd i gjennomføringen av denne oppgaven. Her kommer de frivillige organisasjonene inn som viktige aktører.

⁶³ "Betegnelsen "aggregerende nettverk" beskriver et aktørnettverk som utvides til å inkludere stadig nye aktører og derfor blir stadig mer komplisert jo flere nivåer vekk fra ens egen posisjon en befinner seg.



Figur 6.2.1: Aktørnettverket rundt el-bil-produsenten. Produksjonsrollen, det forlengede produsentansvar, strekker seg innenfor systemgrensen som er utringet. Materialselskapene vil ikke kunne inkluderes her. Vi antar at disse har sitt avhendingsansvar regulert av vedtekter. Vårt bidrag til materialselskapet vil likevel kun være et begrenset antall deler.

I vår rolle er vi avhengig av en organisasjon som både produserer, selger og sørger for avhending. Vår strategi kan derfor inndeles i to enheter:

- Produksjon/salg
- Service/utskifting av komponenter/avhending

Produksjonen vil komme til å skje hovedsakelig hos leverandør. Vår produsentrolle vil dreie seg om montasje av disse komponentene. Samtidig ønsker vi et eget selskap som skal ta for seg salget av bilen. For å gjennomføre dette vil vi alliere oss med energiselskapet og myndighetene for å kunne selge det vi har kalt en *transportløsning*⁶⁴.

Transportløsningen innebærer tre alternativer for brukeren:

- i) Vi selger el-bilen. Ved avhending/innlevering får brukeren pant for bilen.
- ii) Vi leaser ut biler tilsvarende dagens leasingordning.
- iii) Vi selger en transporttjeneste.

⁶⁴ Et alternativ til dagens tradisjonelle bilkjøp og avhendingsprosedyrer.

For alle alternativene gjelder det at vi tilbyr kjøperen å samtidig inngå en kontrakt med oss ved kjøp av energi. Bakgrunnen er at vårt konsept, el-bilen, skal være miljøvennlig kjøretøy, såvel i produksjon som i bruks- og avhendingsfasen. For den andre og den tredje løsningen gjelder det at el-bilen er vår eiendom. Leaseren har en kontrakt med oss om betingelser for leasingen. Brukeren har en leasingtid på tilbakelevering. Transporttjenesten derimot, er et utleietilbud nokså likt dagens bilutleie. El-bilene som skal brukes til dette formålet, vil være biler sammensatt av både nye, brukte og gjenvunne komponenter. Tanken er å utnytte komponenter som fortsatt innehar sin funksjon, men som av ulike årsaker har blitt fjernet fra el-bilen, slik at disse raskest mulig kan trekkes tilbake i materialkretsløpet.

Som nevnt skal også vår transport løsning også tilby kunden kjøp av energi. Erfaringer både fra Norge (Oslo Energi, Stavanger Energi etc.) og flere andre land tyder på at energiselskap inntar en sentral posisjon i arbeidet for å kommersialisere el-biler (Buland et al. 1996: 14, Fogelberg 1993: 168). De har interesse av å bygge ut infrastrukturen knyttet til el-biler og opparbeide kompetanse for brukerstøtte, i tillegg til å skape seg et miljøvennlig image. Dessuten har dereguleringen av det norske el-markedet ført til økt konkurranse mellom energiselskapene, noe som gjør det sentralt å ha porten åpen til et fremtidig el-bil-marked.

Kraftmarkedet vil sannsynligvis i nær framtid kunne tilby ulike "energipakker" til ulike priser. Som proaktiv el-bil-produsent vil vi etablere et samarbeid med et energiselskap som tilbyr leveranser som ikke kommer fra kjernekraft og fossile energikilder. Energiselskapet på sin side bør også signalisere at det prioriterer opprustning og mer effektiv bruk av eksisterende kraftverk fremfor utbygging av nye kraftverk. Selskapet bør også satse aktivt på å utnytte nye fornybare energikilder, hvorav bioenergi og vindkraft i øyeblikket kanskje er mest aktuelle i Norge, og stimulere utviklingen av et grønt el-marked. På denne måten vil vi sammen med energiselskapet tilby kjøperen av el-bilen det vi har valgt å kalle "grønn energi". Snakker vi om vindkraft vil denne realistisk kunne ligge på 25-40 øre/kWh, biomasse-energi på 40-80 øre/kWh, sammenliknet på dagens spottpriis, 13-37 øre/kWh⁴. Inkludert i el-prisen kan det ligge et premium på et visst antall øre/kWh øremerket til finansiering av bygging av vindmøller eller bioenergianlegg i energiselskapets regi. I egenskap av å være et kombinerte transport- og energiselskap vil vi så be myndighetene om å subsidiere differansen mellom prisen på spottmarkedet for energi til enhver tid og prisen for den miljøvennlige energiløsningen det nye selskapet tilbyr. Eksempler på andre virkemidler som vil favorisere dette konseptet, er økte bensinavgifter og veiavgifter pålagt brukerne av bensin- og dieslbiler.

Å inkludere en aksjeandel i en vindmølle og salg av grønn el i denne "pakkeløsningen" kan være en kreativ måte å stimulere markedene for grønn el i Norge på. Dette vil også bygge oppunder vårt image som miljøvennlig norsk el-bilprodusent, fordi elforsyningen til drift av bilen vil fremstå som mer miljøvennlig. Løsningen beskrevet over forutsetter et samarbeid med myndighetene. Den bør også være i myndighetenes interesse;

⁴ Statoil, Forskningscenteret, Trondheim, 1998.

Olje- og Energiminister Marit Arnstad benytter enhver anledning til å si at alle monner drar i arbeidet for å gjøre Norge selvforsynt med fornybar energi⁶⁵. Ovennevnte strategi vil også bygge oppunder vårt image som miljøvennlig norsk el-bilprodusent, fordi elforsyningen til drift av bilen vil fremstå som mer miljøriktig.

Når el-bilen har havnet hos kjøper, fokuserer vi på avhendingsdelen av el-bilen. Estimert levetid for bilen er som tidligere nevnt satt til 5000 driftstimer. For en vanlig personbil kan dette tilsvare et sted mellom 10 og 15 års levetid. Gjennom denne tiden har el-bilen som andre biler behov for service og utskifting/reparasjon av ulike komponenter. Blant annet mener PIVCO at batteriene til deres bil trenger utskifting av vann for hver 10.000 km. Vedlikehold av el-biler krever annen kompetanse enn dagens bilmekanikere sitter inne med. Som innovatør vil derfor av opplæring el-bilmekanikere og etablering av verksteder følge markedsintroduksjonen.

Dette er en tilrettelegging av infrastruktur som krever en god del ressurser. Uansett, ingen service, ingen brukere. Vi vil gjennomføre dette ved å opprette egne verksteder i de største byene, der hvor vi i første omgang introduserer el-bilen. Administrativt skal de også føre kontroll over eiers bruk av el-bilen. I tillegg vil vi vurdere samarbeid med eksisterende verksteder. Årsaken til den "strengte" kontrollen med el-bilen er ønsket om å etablere et tilnærmet lukket materialkretsløp. Uavhengig av transportløsning er dette avdelinger som skal yte tjenester til brukeren gjennom bilens bruksfase. Når bilen ikke lenger vurderes til å være i forsvarlig stand, har verkstedene ansvaret for demontering og distribusjon av bilens komponenter til leverandører, gjenvinningsanlegg og materialselskap etc.

Som vist under fig 6.2.1 vil andre el-produsenter være viktige aktører i vårt nettverk. Her vil vi introdusere bransjesamarbeid. Den danske el-bilprodusenten KEWET har allerede vært på markedet en stund. Deres el-biler har blant annet vært testet ut hos Postverket i Norge. Plastkarosseriet som benyttes på PIVCO CityBee har lenge vært i bruk på båter, men i forbedret kvalitet på bilen. I dette ligger det et potensial for samarbeid mellom konkurrenter og forhandlere av samme eller liknende type materialer. Å bygge opp et aktørnettverk rundt avhendingssiden som skal fungere både optimalt og rasjonelt har det vært lite fokusert på i utviklingen av el-biler hittil. Kommunikasjon og virksomhet som brukes på å finne bedre tekniske og økonomiske løsninger på det vi holder på med er et viktig element i den industriøkologiske tankegangen. Norsk El-bilforening (NORSTART) vil innta en naturlig en rolle for å finne forbedringer som kan tilrettelegge forholdene for el-bil bruk og el-bil virksomhet. Å finne aktuelle samarbeidspartnere for å kunne gjøre virksomheten mer lønnsomt på sikt, ser vi på som en av denne aktørens viktigste oppgaver. Aktørnettverket i fig. 6.2.1. eksisterer ikke som noe statisk nettverk, men en indikasjon på hvordan vi som el-bil-produsenter, sett utfra dagens status for el-biler, starter vår

⁶⁵ For eksempel i foredraget "Norsk energipolitikk i lys av Kyoto-avtalen", på seminaret "Hvordan stimulere vindkraftutbygging i Norge?", NHO og Fridtjof Nansens Institutt, NHO, 19-20.02.98.

markedsintroduksjon. Vårt ønske er at nettverket kontinuerlig skal få nye tilskudd.

7 DEN BÆREKRAFTIGE BILEN - FINNES DEN?

Dette kapittelet er en videreføring av den innledende diskusjonen i kapittel 6 som tok for seg dagens situasjon i et industrielt økologisk perspektiv. I dette kapittelet ser vi videre fremover i et 25 års perspektiv som proaktiv produsent av transporttjenester.

7.1 El-bil og bærekraftig mobilitet – uforenlige størrelser?

Betegnelsen "miljøbil" har blitt brukt om "alle kjøretøy som har et fremdriftssystem eller et drivstoff som av ulike grunner medfører mindre belastninger på miljøet enn de tradisjonelle bensinbilene" (Holden 1997). Men hovedspørsmålet i oppgaven må være hvorvidt – og, i tilfelle, hvordan – det er mulig å produsere en el-bil som kan fortjene å betegnes som en *bærekraftig bil*. Med dette mener vi en bil som kan brukes av brede befolkningsgrupper både i dag og i fremtiden uten at dette skjer på bekostning av naturens bæreevne. For at dette skal være mulig, må det skje store endringer, 1) med bilsamfunnet som sådan og 2) med el-bilen.

7.1.1 Dagens "automobile" samfunn

En dobling av dagens utvinning og produksjon av sentrale materialressurser som jern, stål, plastikk, aluminium og sement ville vært nødvendig – uansett om alle biler vi produserer fra nå av gjenvinnes fullt og helt. Også energibruken og utslipp av CO₂-ekvivalenter ville måtte mer enn doubles. Økning i forbruket av arealressurser til infrastrukturformål ville bli på formidable 890%, noe som ville okkupere så store jordbruksområder at det ville vært klart i strid med hensynet til grunnleggende menneskelige behov.

Det analytiske verktøyet *økologisk rom* inkluderer alle ledd i de globale ressursstrømmene som de ulike virksomhetene bygger på, og har forutsetningen om global rettferdig fordeling innebygget. Ved bruk av dette verktøyet har Holden (1997) funnet at kravene med hensyn til materialressurser til transportinfrastruktur setter en øvre grense på antallet personbiler på 40-70 mill. Kravene til energiresursbruk (1.3 mrd. biler), og utslipp av CO₂-ekvivalenter og arealbruk (450-570 mill. biler) er løsere.

I følge denne analysen er det altså ikke økologisk rom for privatbiler. Den begrensede bruken som er tilrådelig, ville dessuten være i strid med prinsippene inkludert i begrepet bærekraftig utvikling om

- (1) å få mest mulig ut av tilgjengelige ressurser
- (2) rettferdig fordeling av goder og byrder (bare en svært liten del av befolkningen ville få tilgang til bil).

Et overordnet spørsmål i forlengelsen av dette, som produsenten vanskelig kan forholde seg direkte til, er hvordan en politikk som motvirker unødvendig forflytning av varer, tjenester og mennesker, kan utformes. Det synes sentralt å fokusere på å endre *strukturene og holdningene* som skaper behovet for fleksibel mobilitet over lange avstander, og ikke bare et av transportmidlene som brukes for å tilfredsstille dette behovet.

Det betinger at vi beveger oss bort fra det funksjonalistiske paradigmet, hvor hver funksjon forutsettes utført av adskilte enheter på ulike tider og steder, og i retning av et mer integrert syn på funksjoner. Det er ikke nødvendigvis slik at man behøver å jobbe fra 09.00 til 16.00 på den ene siden av byen og bo resten av dagen på den andre. Det er heller ikke slik at utviklingen av ulike transportformer kan planlegges hver for seg. Tvert i mot må det stimuleres til en klarere arbeidsdeling mellom transportformer i de viktigste korridorene inn mot storbyene

7.1.2 *El-bilen – en overgangsløsning som virker mot sin hensikt?*

Det er naturlig å spørre seg om det er hensiktsmessig å fremme el-bilen som en midlertidig løsning på veien mot et bærekraftig transportsystem hvor bilen har utspilt sin rolle. Velger man å lansere el-bilen som midlertidig løsning, dukker et nytt spørsmål opp: Er det ønskelig på lang sikt å opprettholde et transportsystem som for en stor del er basert på individuell transport, slik el-bilen, i det minste slik den fremtrer i dag, oppfordrer til? En slik utvikling innebærer stadig mindre effektiv material-, ressurs- og energiforbruk i forhold til funksjonell enhet.

Å tilrettelegge og stimulere for økt bruk av el-biler, vil føre til at mange av infrastrukturproblemene fjernes og kan føre til en overgang fra kollektivtrafikk til el-bil. Man kan med andre ord oppleve det paradoks at en satsing på el-biler bidrar til at flere kjører bil. Dette viser begrensningene ved en ensidig fokusering på tilgjengelighet (transport som et middel til å nå mål); utbygging av ny transport-infrastruktur dekker ikke bare et transportbehov – den genererer også nye behov (Høyer 1996). En slik utvikling kan bare unngås ved en helhetlig samferdselspolitikk.

El-bilen har flere karakteristika som langt fra gjør den til et opplagt miljøvalg. For eksempel gjør PIVCO et nummer av at CityBee er et svar på dagens individualiserte bilbruksmønster, noe som også gjenspeiles i navnet: Personal Independent Vehicle. På grunn av el-bilens begrensninger er det også tvilsomt om den vil være bilen for kjøperne – sannsynligvis vil den komme som bil nr. 2. For grupper med lav inntekt, men et visst transportbehov innenfor et begrenset område, kan el-bilen være et alternativ som bil nr. 1. Vi tenker her først og fremst på nyetablerte par og eldre par som ikke har bil i dag. Men dette betyr uansett at man henvender seg til *nye* kundegrupper, og dermed *utvider* den norske bilparken.

Mye kan altså tyde på at el-bilen i første omgang kun vil kunne etablere seg på det norske markedet som et *supplement* til dagens bensin- og dieseldrevne kjøretøyer, og ikke som en *erstatning* for disse. Når så brenselcellebilene kommer på markedet, vil de kunne overta den tradisjonelle bilens rolle som familiebil, mens el-bilen kan tre inn i rollen som nærtrafikkbil og konebil, altså en typisk bil nr. 2.

Det aspektet ved rammevilkårene som ble definert for oppgaven som var mest problematisk for vår rolle som produsenter av transporttjenester, var utvilsomt at antallet biler forutsettes å holdes på dagens nivå i fremtiden. Det er vanskelig, om ikke umulig, å forene bilprodusentens bedriftsøkonomiske perspektiver med langsiktige mål om bærekraftig mobilitet. Det er opplagt at vi som el-bilprodusent vil havne i et dilemma hvis vi, samtidig som vi oppmuntrer til en ytterligere segmentering av fremtidens bilmarked i forhold til bruksmønster (kjøre lengde etc.) vil bidra til at antallet biler øker⁶⁶.

Dette stiller oss som produsent av el-biler overfor et valg; skal vi fortsette å konsentrere vår virksomhet om el-biler, og ta sikte på å levere en vare som kan dekke alle behov og som ikke tenkes å ta en støtterolle for el-biler med lengre kjøre lengde, eller utvide fokus til andre biltyper? Dette vil bli forsøkt besvart i kap 7.1.5.

Høyer (1996) mener det er mulig å oppnå en mobilitet på 5000 personkilometer ved å mer enn doble kapasitetsutnyttelsen innenfor dagens system for kollektivtransport, og legge forholdene bedre til rette for sykling og gåing. Dette mobilitetsnivået mener han at hele verdens befolkning kan oppnå innen utgangen av det 21. århundre på en økologisk forsvarlig måte. Men som produsent av el-biler kan man vanskelig vente at vi skal forholde oss til denne utviklingen på annen måte enn å produsere. Vi er per definisjon nødt til å ha tro på teknologiske løsninger på dilemmaet om bærekraftig utvikling. Derfor vil vi i det følgende skissere noen teknologiske og – ikke minst – organisatoriske endringer som det kan være verdt å se nærmere på før man for alvor vinker farvel til el-bilen.

7.1.3 Telematikk⁶⁷ og transporttjenester – nye muligheter

Hvilke muligheter kan håndtering av informasjon ved hjelp av telenettet, datamaskiner og programvare åpne for fremtidens sjåfør (og bilprodusent)? Det er tvilsomt om bilprodusenter generelt er særlig opptatt av å utnytte mulighetene innenfor telematikk til å oppnå bærekraftig bilbruk. For å utvikle en el-bil-prototyp som tar telematikk-mulighetene i bruk er det

⁶⁶ Selv om mange husholdninger allerede har 2 biler, slik at el-bil som bil nr. 2 ikke nødvendigvis innebærer et økt antall biler totalt sett.

⁶⁷ Kommer av telekommunikasjon og informatikk. Fellesbetegnelse for håndtering av informasjon ved hjelp av telenettet, datamaskiner og programvare. Kombinerer fagområdene elektronikk, datateknikk og informatikk.

naturlig for oss som fremtidsrettet og miljøbevisst el-bilprodusent å inngå et nært samarbeid med relevante aktører på dette området.

General Motors har lansert ideen om at enhver bileier kan ha en egen nettside for bilen sin, hvor ulike funksjoner og aktører i tilknytning til bilen er samlet. Mer skjermbaserte dashbordfunksjoner ligger neppe langt frem i tid. Vi ser for oss hvor brukeren logger seg inn på dashbordet, hvorpå bilen konfigureres etter brukerens ønske om kjørekomfort fargevalg etc, omtrent slik en PC fungerer i dag⁶⁸. En slik løsning er god reklame for oss som bilprodusent, og den kan være spennende for den enkelte bileier. Men mest interessant hadde den kanskje vært hvis den ble lansert som del av en transporttjenesteløsning med el-bil som en viktig komponent.

I tråd med forlenget produsentansvar forplikter vi som el-bilprodusent oss til å undersøke tilstandsrapportene om el-bilen på nettsiden rutinemessig, og varsle brukeren om vedlikehold når dette anses som nødvendig. Slik kan verdifulle kroner i vedlikehold spares. Samme prinsipp kan gjelde forsikringsselskapet som forsikrer bilen.

Kunden kan også enkelt kommunisere med energiselskapet som leverer elektrisitet til bilen. Han/hun kan få en oppdatering på kraftprisene i øyeblikket, og dermed vite når det lønner seg å lade opp batteriene – og om det faktisk kan lønne seg å lade opp batteriene kommende natt for deretter å selge elektrisiteten til leverandøren når forbruket er som høyest neste dag.

Telematikk-konseptet kan utvides til også å omfatte funksjoner knyttet til brukerens bolig. Et aktuelt eksempel i forbindelse med denne oppgaven er effektiv husoppvarming. Mange kan allerede i dag aktivisere oppvarmingen av hyttene sine per telefon. Man kan tenke seg at brukeren ved innlogging hver dag får spørsmål om temperaturen i boligen skal justeres når han/hun setter seg i bilen og oppgir destinasjonen ”hjem” eller ”jobb”.

Nettsiden bør også inkludere et bilkollektiv-konsept, hvor brukerne angir preferanser innen gitte frister, men hvor også impuls løsninger må forsøkes etterlevd. Man kan også tenke seg internettbaserte transportmarkeder, hvor enkeltpersoner eller firmaer averterer en ønsket transporttjeneste og tilbyr en gitt pris for å få denne utført. På denne måten kan kanskje flere aktører oppfylle sine transportbehov på en mer optimal måte – dog innenfor en ramme som hindrer at ordningen isteden medfører økt transport.

Mulighetene for å sette opp en fornuftig reiserute for en gitt strekning ved kombinasjoner av ulike transportmidler skulle kunne gå relativt smertefritt om ikke altfor lang tid. Svært mange av disse tjenestene er langt på vei utbygd i dag per telefon, og i løpet av våren 1998 vil man kunne undersøke avgangstider, togoppsett, planlegge reiseruter, bestille billetter og få

⁶⁸ Man kan tenke seg at en slik løsning kan utnyttes til å stimulere en endring i holdninger til bilbruk og transport hos brukeren, ved å gjøre det enkelt å overføre en ”bil-identitet” fra en bil til en annen. Slik kan brukeren venns til en situasjon hvor han/hun ikke lenger eier en bil (alene).

informasjon om spesielle tilbud på NSBs nettsider⁶⁹. Kartet bør også inkludere punkter for mulig bytte til biler som kan kjøre lengre distanser, for eksempel hybridbiler, og muligheter for kommunikasjon med disse.

Det er viktig å se potensialet på dette teknologiområdet i et energi-, material- og ressursperspektiv, og ikke miste helhetsperspektivet. Selv om både kollektiv- og privattransport kan høste gevinster av denne utviklingen, er det nok en gang grunn til å minne om at økt fremkommelighet kan føre til at flere går over fra kollektive transportmidler til personbil. Det nederlandske transportdepartementet har gjennomført et prosjekt for å utprøve såkalt ”knutepunkts-telematikk” (Co-ordination Point Telematics, CPT). van Lieshout (1993) hevder at prosjektet har utviklet seg fra å være rettet mot bærekraftighet til å bli et middel for å oppfylle teknologi- og næringspolitiske mål.

Men samtidig kan mulighetene knyttet til bruken av telematikk i logistikk-øyemed bety mer effektiv utnyttelse også av kollektive transportmidler. Det er derfor ikke selvsagt at telematikk-utviklingen vil føre til et rush fra kollektivtransport til personbiltransport. van Lieshout hevder teknologien på kort sikt vil generere nesten like mye ny trafikk som det den erstatter, men at bildet vil bli mer positivt på sikt.

Overgangen fra fysisk til elektronisk kommunikasjon hører også hjemme i en diskusjon om effektiv, miljøvennlig og samordnet transport. Stadig flere mennesker i Norge har tilgang til elektronisk kommunikasjon, og teoretisk er mulighetene store. van Lieshout (1993:301) antyder at det å handle, studere, gå i banken etc. via internett og/eller telefon kan erstatte 10-15% av tilbakelagte personkilometer i 2025. Muligheten til å arbeide hjemme vil kunne redusere transportbehovet. Men dette må veies mot verdien av å opprettholde møter ansikt til ansikt og fysisk kontakt; der gårsdagens arbeidsplasser var arenaer for sosial *kontroll*, er dagens arbeidsplass en arena for sosial *kontakt*.

Man kan eventuelt tenke seg en smartkort-nøkkel til el-bilen. Kortet vil for eksempel også kunne brukes i forbindelse med både veipricing, parkering og månedskort for bruk av kollektivtransport. Et mulig problem kan være at mange vil føle dette som et ”Storebror ser deg-kort”. Bruk av telematikk til å endre sosiale mønstre forutsetter endringer i et samfunns normer og verdier. Det er sentralt at teknologien veileder, ikke velger; individet må selv ta stilling til hvilken transportløsning det mener er riktig til enhver tid.

Et slikt konsept burde kunne ligge vel til rette for et samarbeid både med teleselskaper og energiselskaper – for PIVCOs del vil for eksempel Telenor og Oslo Energi kunne være relevante samarbeidspartnere, ettersom de allerede deltar på eiersiden. Det er ikke usannsynlig at skillet mellom de to sistnevnte aktørene vil bli mer diffust med tiden, ettersom mulighetene for å kombinere tilknytning til tele- og elektrisitetsnett synes å være tilstede.

⁶⁹ Se for eksempel ”På skinner – NSBs Kundemagasin”, nr. 1 1998, s. 3. Se ellers NSBs nettsider: <http://www.nsb.no>.

7.1.4 Stasjonsbil-konseptet

En fremtidig løsning hvor datastyrte el-biler frakter reisende til og fra kollektivtrafikk-knutepunkter, kan gjøre buss, tog etc. mer attraktivt, fordi de kommer nærmere bilsamfunnets ideal om "instant mobility". Kollektivtrafikken oppfattes av mange i Norge i dag som lite kundevennlig og ineffektiv. Den har utvilsomt vanskelig for å møte et bredt spekter av individuelle reisepaner, av ulike utgangspunkt og mål, og reisebehov som skifter fra dag til dag. Økt praktisering av fleksibel arbeidstid gjør det neppe lettere å planlegge kundestrømmene fremover.

Tusenvis av pendlere står timesvis i kø i rushtiden hver dag for å komme til arbeidet, mens toget suser forbi få meter unna. De gjør det fordi transportforbindelsene til og fra kollektivtransport er for dårlig, eller fordi nåværende løsninger for kollektivtransport er så kronglete at de ikke lønner seg verken tidsmessig eller økonomisk⁷⁰. Dette jomfruelige pendlermarkedet vil vi som el-bilprodusent se nærmere på.

Som leverandør av transporttjenester ser vi det som vår naturlige oppgave å samarbeide med kollektivtransportselskaper for å utarbeide helhetlige og bedriftsøkonomisk lønnsomme transportløsninger. Myndighetene har gjort seg tilsvarende tanker, slik at et samarbeid burde være mulig. I "Norsk veg- og vegtrafikkplan 1998 – 2007" understrekes det blant annet at valg av transportmiddel på korte personreiser avhenger av tidskostnader, parkeringsmuligheter, og fleksibilitet i ankomst- og avgangstidspunkt. Man vil "videreutvikle knutepunkter for kollektivtrafikken for å gjøre slik transport mer attraktiv", og legger vekt på "et nært samarbeid mellom forskjellige aktører når det gjelder stasjons- og terminalutvikling".

Stasjonsbil-konseptet utprøves for øyeblikket i San Francisco-området, i regi av Bay Area Rapid Transit, og med PIVCO CityBee⁷¹. Gjennom prosjektet *Praxitele* satser franskmennene på at ikke bare el-bilene, men også stasjonsbil-konseptet, skal bli en fransk eksportvare. I Saint Quentin en Yvelines utenfor Paris, og i byen Tours stilles el-biler (Renault Clio) til rådighet for befolkningen som kan abonnere på å bruke bilene til og fra toget. Et selvbetjeningssystem basert på smartkort og seks terminaler sørger for automatisk lading og avgift per tur. Bilene er utstyrt med radiosendere, slik at de kan spores opp hvis de forsvinner.

Antallet togstasjoner i Norge har blitt kuttet ned. Lokale bussavganger blir innstilt. Stasjonsbiler kan gjøre det mulig å rettferdiggjøre at antall stopp

⁷⁰ For eksempel må en kunde som pendler fra området som omfattes av Stor-Oslo Lokaltrafikk så vidt vites fortsatt ha 2 månedskort hvis vedkommende ønsker å benytte Oslo Sporveiers kollektivtransport-tilbud for å komme nærmere arbeidsplassen i Oslo by. Istedenfor å tilby en totalløsning til gunstig pris, medfører altså denne manglende koordineringen at kunden må betale mye for en lite tilfredsstillende løsning.

⁷¹ <http://www.stncar.com/>

reduseres, og dermed gjøre kollektivtilbudet mer effektivt, uten samtidig å svekke tilgjengeligheten for den enkelte kunde.

Stasjonsbil-konseptet vil også kunne redusere nødvendigheten av statlige subsidier til dagens kollektivtrafikk, ettersom antallet reisende per avgang vil øke i perioder med lav belastning. Kapasitetsproblemer kan helt klart oppstå i rush-periodene. Slike scenarier forutsetter derfor en helt annen statlig satsing enn i dag på opprustning og utvidelse av jernbanenettet i bynære strøk

I tillegg vil løsningen redusere behovet for en bil nr. 2, og gjøre det mulig å velge kjøretøy som er bedre tilpasset reisen som skal gjennomføres. De fleste av dagens nr. 2-biler har en voldsom overkapasitet i forhold til det reelle behovet som eksisterer, både hva angår yteevne og rekkevidde. Arealbruken knyttet til parkering for el-biler vil bli minimert ved innføring av et stasjonsbil-konsept, i hvert fall i pendlerkommunene, ettersom det her allerede eksisterer lite belastede parkeringsarealer i tilknytning til de fleste jernbanestasjoner. At parkeringsplasser reservert for el-biler fortrenger parkeringsplassene for tradisjonelle biler i byene, vil sannsynligvis være irriterende for bilbrukerne – og derfor ikke noe dårlig miljøtiltak i seg selv.

En samarbeidsløsning hvor kollektivselskapene legger infrastrukturen til rette, og hvor brukerne betaler for hele transporttjenesten under ett, kan bli attraktiv for oss som el-bilprodusent. Som proaktiv produsent satser vi også på å tjene penger på selve utleietjenesten. Hovedmålgruppen for et slikt tiltak bør være pendlere som bor og arbeider innenfor en radius av ca. 0.5 - 15 km fra kollektivtilbudet som benyttes i dag, eller hvor transportløsningen videre fra kollektivtilbudet er dyrere, mer tidkrevende og/eller mindre komfortabel enn stasjonsbil-varianten. I tillegg håper vi å nå folk som bruker bilen til ærend, møter etc. i arbeidstiden

Bildeling vil kutte el-bilkostnadene for hver enkelt bruker vesentlig. Vi sier oss villig til å gi rabatter til bilkollektiver, selv om det kan stilles spørsmålsteget ved om dette er forenlig med bedriftsøkonomiske idealer. Uansett: rabatt gis faktisk i dag ved prøveprosjektene i USA.

Bidlingsringer er formelt sett andelslag, som leaser biler og leier dem videre ut til medlemmene. Problemet knyttet til løsningen med bilkollektiver er at etterspørselen vil konsentreres til kvelder, helger og ferier. For å optimalisere bruken av bildelingsringene kan det derfor være nødvendig å ha et høyt antall medlemmer. Statistisk sett vil det da alltid være noen som bruker bilene, og det vil ikke være nødvendig å dimensjonere den tilgjengelige bilparken med tanke på at alle medlemmene etterspør biler samtidig.

En slik stasjonsbil-ordning kan også kobles med utslippskvoter for større arbeidsgivere, og en omlegging av skattesystemet slik at kun "miljøvennlige" pendlere får skattefradrag. Dette føyer seg inn i rekken av mulige grønne skattereformer.

7.1.5 Andre drivstoff- og batteriløsninger

Som fremtidsrettet el-bilprodusent vil det være i vår interesse å gardere oss mot at dagens el-bil, for å omskrive et forslitt uttrykk, faller mellom to S-kurver. En sentral del i strategien for å unngå at vi som produsent satser store summer på et bilkonsept uten fremtid, er å undersøke hvorvidt andre mulige drivstoffer innenfor overskuelig framtid vil utkonkurrere dagens el-bilkonsept. Ettersom batteriene anses som en viktig miljøulempe ved bilen både på grunn av miljøskadelige stoffer og vekt, og dessuten er den enkeltkomponenten i bilen som koster mest, er det også naturlig å fokusere på utviklingen på dette feltet.

Nye batteriløsninger

Den enkeltkomponenten i el-bilen det bør fokuseres mest på i produktforbedringer fremover, ser ut til å være batteriet. Dette har bakgrunn i både bedriftsøkonomiske betraktninger og livsløpsvurderinger. Batterikostnadene må reduseres kraftig hvis bilene skal bli konkurransedyktige i pris. Sikkerheten må også forbedres. Dagens batterier inneholder dessuten tungmetaller som er svært miljøskadelige også i små mengder. Dessuten er ikke tilgangen på disse metallene ubegrenset.

Den egentlige el-bilen kommer ikke før neste batterigenerasjon er klar. Problemet hittil har vært at energitetthet – som muliggjør raskere akselerasjon og lengre kjørelengde – går på bekostning av batteriets levetid. I bransjen er det en viss frustrasjon å spore over at arbeidet med utvikling av nye batterier ikke har kommet på langt nær så langt som man trodde for 10 år siden – men samtidig er optimismen med henblikk på kommende prototyper stor⁷².

De mest avanserte el-bilene kjøres nå på nikkel-kadmium-batterier. Flere og flere seriøse bilfabrikker og batterikonsortier satser på batteritypen nikkel-metall-hydrid (NiMH). Denne anses å utgjøre en god mellomløsning, for de nærmeste ti årene. Det er foreløpig vanskelig å spå når de nye batterigenerasjonene kommer, men det synes klart at fremtidens batteri vil være basert på metallet litium, som transporterer elektroner svært effektivt⁷³. De litiumbaserte batteriene vil sannsynligvis også være vesentlig mer miljøvennlige: de inneholder ikke kadmium, et tungmetall som er svært giftig og kreftfremkallende. Varianten som sannsynligvis vil kommersialiseres først, er litium-ione-batteriene. Deretter vil litium-polymer-batteriet (LiPol), utviklet av United States Advanced Battery Consortium (USABC) - komme. USABC er dannet av GM, Ford, Chrysler, Electric Power Research Institute og US Department of Transportation. Produsenten, 3M, regner med å ha de første LiPol-batteriene klare i produksjon om åtte år – det er akkurat så lenge til at bilfabrikantene får tid til å utvikle lette, smarte og mellomstore el-biler. Disse batteriene er imidlertid

⁷² Personlig kommunikasjon med Bjørnar Kruse, Bellona.

⁷³ *Teknisk Ukeblad*, 05.12.96.

fortsatt på eksperimentstadiet. Mye gjenstår med hensyn til å få kartlagt yteevne, produksjonskostnader, levetid etc.

Nye drivstoffløsninger

Biodrivstoff

Biodiesel og bio-etanol kan produseres fra en rekke landbruksvekster. Biodrivstoffene kan sies å være fornybare ressurser så lenge de ikke medfører at uttaket av biomasse overstiger ny produksjon: dyrking av vekstene krever CO₂, som slippes ut igjen i atmosfæren ved forbrenning av drivstoffet landbruksvekstene produserer⁷⁴. Problemet er at det å så, dyrke, høste og foredle vekstene krever store mengder energi, og i tillegg gjødsel, som også har miljøkonsekvenser. Og deler man energimengden som produseres i form av drivstoff på energimengden som kreves for å produsere drivstoffet, viser studier at energi-effektiviteten er lav (Elzen 1993)⁷⁵. I tillegg kommer arealbehovet til slik produksjon. Likevel har flere omfattende programmer blitt satt i gang, blant annet som følge av ønsker om å være selvforsynt med energi (Brasil) og diversifisere energiporteføljen (USA).

I fjor solgte tyske bensinstasjoner 100000 tonn biodiesel, mot 5000 tonn i 1993. Raps presses til olje og blandes med metanol, med glyserol som verdifullt biprodukt (brukes både i matvarer og medikamenter). Deretter ekstraheres biodieselen fra blandingen, og raffineres.

I Tyskland håper man på en økning i markedsandel fra dagens 0.55 til 5% i 2005. Biodieselproduksjonen mottar EU-subsidier på ca. 1 dollar literen – den er med andre ord ikke konkurransedyktig innenfor dagens prissystem hvor miljøkostnader ikke er internalisert. Grunnen til at slik produksjon har fått grobunn i Tyskland, er blant annet EU-regelen som sier at 15% av jordbrukslandet hvert år ikke kan brukes til matproduksjon. Volkswagen, Audi, Skoda og Seat har tilpasset flere av dieselmotorene sine til biodiesel, og BMW og Mercedes – som ønsker biodiesel som drivstoffløsning for taxiparken i Tyskland - følger. Enkelte bensinstasjoner i Norge markedsfører også dette drivstoffet, som produseres på Hadeland.

Komprimert luft

I Frankrike har det blitt lansert en bilmotor som går på komprimert luft. Foreløpig brukes motoren i såkalte Zero Pollution Urban Taxis (ZPUT), men den er senere også tenkt installert i busser og vans. Trykkluften oppbevares i tanker, og komprimeres under høy temperatur i bilens ekspansjonskammer. Små porsjoner trykkluft slippes inn i forbrenningskammeret, slik at trykket

⁷⁴ Mye av informasjonen i avsnittene om biodrivstoffer og komprimert luft er hentet fra Geary, James: "Green Machines", *Time Magazine*, 23.03.98, s. 87-92.

⁷⁵ Enkelte studier opererer med estimater ned mot – og under – 1. Det kan altså hende at det krever mer energi å produsere hver enhet drivstoff enn energimengden drivstoff enheten "tilbyr" i form av ferdig drivstoff.

øker nok til å drive motorens sylindre. Bilen ”inhalerer” frisk luft på spesielle service-stasjoner mens trafikken stopper, eller ”fylles” hjemme ved hjelp av en elektrisk kompressor – en prosess som tar 4 timer. Mexicos regjering har bestilt 40000 (!) eksemplarer av ZPUT til bruk i Mexico City, byen som kanskje er plaget med verdens verste luftforurensning. Den første bilen skal settes i drift i 2000. Bilen er i tillegg utstyrt med et karbonfiltreringssystem som suger inn luft for rensning ved bremsing. Resultatet er at luften bilen slipper ut faktisk er *renere* enn luften ellers. Et mulig ankepunkt i forbindelse med denne oppfinnelsen er energibruken: hvor mye energi krever det å komprimere luft på denne måten?

Hybridbilen

I tillegg til en elmotor, har en hybridbil et diesel- eller bensinaggregat. Drivstofforbruket ved bruk av slike biler er vesentlig lavere enn ved dagens bensinbiler, men effekten er lavere enn brenselcellebiler (se under). Det satses på tre ulike hybridteknologier – med vanlig bensinmotor, gassturbin, og brenselcelle, ettersom man er usikker på hvilken av teknologiene som faktisk kommer til å dominere markedet. På samme måte forskes det på ulike drivsystemer – hhv. parallell- og seriesystemer. I førstnevnte system driver to små elmotorer bakhjulene og en liten bensinmotor forhjulene. En datamaskin styrer hvilke(t) drivsystem som til enhver tid aktiviseres. I seriesystemet drives bilen hele tiden av el, fra et batteri som drives av en gassturbin. Man tenker seg grovt sett at hybridbilene skal gå på el i byområder og bensin på lengre turer.

Hybridbilen Audi Duo er i dag i masseproduksjon, og Toyota har nylig lansert THS (Toyota Hybrid System), hybridversjonen av modellen Prius. Den har en 1.5 liters bensinmotor, og en elmotor drevet av et nikkelmetallhybridbatteri. Fords P2000 er basert på et såkalt parallell-hybrid-system, og hevdes å være 35% mer energieffektiv enn tradisjonelle bensinbiler⁷⁶. Franske Renault tror politikere og miljøopinion kommer til å tvinge hybridbiler inn på markedet mellom 2002 og 2007⁷⁷.

Brenselcelle-bilen

I sin sammenligning av mulighetene for å nå definerte miljømål ved bruk av ulike drivstoffer, trekker Karl G. Høyer (1996) frem flytende, nedkjølt hydrogen som en mulig løsning, men konstaterer at dette vil medføre at persontransportens energiforbruk øker 137%, og arealforbruket 177%. Men dette er neppe den beste måten å utnytte potensialet til hydrogen som drivstoff i personbiler på.

Hydrogen er en *energibærer*, ikke en *energikilde* (Elzen 1993), og må derfor produseres enten fra fossile energikilder eller vann. Dette

⁷⁶ ”Ford Unveils Hybrid Car” - <http://evworld.com/evarticles/fordev.html>.

⁷⁷ ”Franska hybrider ska klara Europas miljökrav”, *Ny Teknik* 6/96 - <http://www.et.se/nyteknik/arkiv96/96-06/96-06-hybridbil.html>.

produksjonsleddet må også tas med i vurderingen av hvor miljøvennlig denne drivstoffteknologien vil være. Det vil for eksempel være sentralt hvorvidt elektrisiteten som brukes for elektrolyse av vann kommer fra nye fornybare energikilder eller kullkraft.

Brenselcelledrevne el-biler vil kunne slå ut dagens batteridrevne el-biler i fremtiden. Hovedgrunnene til dette er høyere virkningsgrad (produksjon og forbruk av elektrisitet skjer mer effektivt), men ikke minst at bilene vil være både stillegående og miljøvennlige. Sammenlignet med de batteridrevne el-bilene, vil el-biler drevet av brenselceller gi vesentlig mindre utslipp av klimagasser. Brenselcellene kan "fyres" med hydrogen, metan eller metanol. Virkningsgraden blir best med hydrogen. Da kan ca 60 prosent av energien omdannes til elektrisitet. Selv om cellene fyres med metan eller metanol, oppnås en virkningsgrad på vel 50%. Bensinmotoren i en vanlig bil klarer knapt 20%. Brenselcellen er ikke bare overlegen når det gjelder å utnytte energien i brenslaget. Den gir også lavere utslipp av drivhusgasser. Dessuten er den selvfølgelig attraktiv på grunn av reduksjoner i lokal luftforurensning. Dessuten vil brenselcellebiler kunne tilby brukeren de samme funksjonene som verdsettes ved dagens støyende og forurensende biler: fart, akselerasjon og kjørelengde.

Ballard Power Systems Inc. i Canada har inngått en avtale med Daimler Benz AG om å utvikle og produsere en brenselcellebil som er markedsklar innen 8 år⁷⁸. Det interessante med Daimler Benz' avtale med Ballard er at rasjonale *ikke* er miljøkrav, men utsiktene til å kunne produsere en langt mer effektiv motor⁷⁹. Dette henger selvfølgelig sammen med at målet for samarbeidet ikke er et avgrenset nisjemarked for miljøentusiaster, men masseproduksjon – i første omgang 100000 enheter fra 2005. Et annet veldig interessant aspekt ved dette prosjektet er at Daimler Benz og Ballard har valgt å overføre teknologien også til andre bilprodusenter, med et uttalt ønske om at ulike varianter av teknologien fra ulike produsenter skal nå markedet samtidig. General Motors, Honda, Nissan, Chrysler, Hitachi, Volkswagen Volvo og Ford bruker alle teknologien i sine utviklingsprogrammer. Kombinasjonen av høye kapitalkostnader og lave driftskostnader betyr at brenselcellebiler sannsynligvis vil gjøre sitt inntog raskere hvis elektrisitetsprisene i en periode går vesentlig opp.

Brenselcellene omdanner drivstoffer til elektrisitet ved en elektrokjemisk reaksjon, uten å gå veien om et forbrenningsledd. Det er platinaen elektrodene er dekket med som koster penger – men man har klart å redusere mengden som er nødvendig i produksjonen kraftig, og dermed har brenselcelleprodukter blitt vesentlig billigere å produsere. Fra 1994 til 1996 har man dessuten oppnådd en reduksjon i størrelsen på brenselcellen med en

⁷⁸ "Daimler Benz, Ballard launch Fuel Cell Electric Car", Electrifying Times: <http://teleport.com/~benzcar.html>.

⁷⁹ Mye av informasjonen i avsnittet om brenselcellebiler er hentet fra Ballards hjemmeside: <http://www.ballard.com>

faktor på 5 – interessant både fra et økonomisk og miljømessig synspunkt. Foreløpig koster brenselceller ca. 10-12000 kr/kW, men levetiden er relativt lang, og brenselcellene krever minimalt vedlikehold. Prisen kan komme til å falle til 2000-3000 kr/kW, så snart masseproduksjon kommer i gang.

De siste brenselcelle-prototypene kjører på metanol. Ford er i dag den eneste bilprodusenten som satser på å bruke hydrogen direkte, uten veien om et annet drivstoff. Fordelen med metanolløsningen er at den er bedre tilpasset dagens infrastruktur. Metanol kan tankes på bensinstasjoner på samme måte som bensin og diesel i dag hvis bensinpumpene utstyres med korrosjonsbeskyttelse. Dessuten har man kvittet seg med hydrogentankene, som foreløpig veier for mye, og derfor skaper problemer i forbindelse med lagring og transport. Metanol som drivstoff vil føre til CO₂-utslipp; mengden vil variere etter hvordan metanol produseres, men vil uansett være vesentlig mindre enn utslippene fra dagens biler. Dette kan ses på som et mellomstadium på veien mot at lagret hydrogen brukes direkte.

Hovedproblemet med å fyre brenselceller med hydrogen direkte er at det finnes minimalt med infrastruktur tilpasset hydrogen som drivstoff per i dag. Mens satsingen på stikkontakter som lademulighet for el-biler passer meget godt til norske forhold, hvor elforsyningssystemet er godt utbygd, er distribusjonen mer problematisk for brenselcellebiler. Komprimert hydrogen kan lagres i sylindre. Problemet er at disse hittil har måttet være store og tunge, for å hankses med hydrogenets lave energitetthet og volatilitet. Hydrogen sliter også med et rykte som svært farlig, noe som stemmer dårlig med virkeligheten⁸⁰ (Brændeland 1998).

Men det utvikles også elektrolyse-løsninger som både kan produsere hydrogen og bruke det (reversible brenselceller). Norsk Hydro Electrolyzer driver forskning innenfor dette området. I fremtiden kan man kanskje tenke seg elektrolyseører tilgjengelig på bensinstasjoner. Denne løsningen gir – foreløpig – langt lavere effektivitet enn den ikke reversible løsningen med protonutvekslingsmembran ("PEM-cellen") – men kan mate elektrisitet inn på nettet igjen.

Blant de heteste forskningsfeltene innenfor brenselcelle-området akkurat nå er såkalte "kullkassetter" – oppbevaringsenheter for superrent karbonpulver (carbon black). Enkelte forskere påstår at de fra dette karbonpulveret har klart å utvinne 75% vektprosent hydrogen. Dette betyr i så tilfelle 800 mils kjøring på 1 kassett (!), noe som ville gjøre rekkevidden for brenselcellebilen svært mye bedre enn dagens bensinbiler. Disse resultatene betviles, men det er påvist en vektprosent i området 10-15% – mer enn langt nok til å konkurrere med bensintank. Man kan se for seg at slike kassetter kan tilbys på bensinstasjoner, slik at argumentet om manglende infrastruktur for hydrogenbasert bilbruk faller bort. Hvis det da i

⁸⁰ Personlig kommunikasjon med Dr. Robert Williams, Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University.

det hele tatt vil være nødvendig med denne typen infrastruktur, gitt det lave behovet for bytting av kassettenene.

7.2 Oppsummering og tanker videre

Av de mulige fremtidige alternativene til dagens el-bil som er diskutert over, synes en brenselcellebil "fyrt" med hydrogen å kunne oppfylle både kravene som dagens transport-infrastruktur stiller, og funksjonene som knyttes til bilbruk i dag. Dette er også bilalternativet som i størst grad synes å være i tråd med idealet om bærekraftig mobilitet. Derfor vil vi som el-bilprodusent i vår langsiktige strategi legge opp til produksjon av slike biler.

Kostnadene ved produksjon av brenselcellebiler kan reduseres ved hjelp av løsninger som gjør det mulig å benytte spillvarmen fra forbrenningen til husoppvarming⁸¹. Dette er en interessant måte å se husoppvarmings- og el-bil-caset i sammenheng på. Ved introduksjon av brenselcellene kan energiforbruket for en vanlig bil reduseres til en firedel. Med en elektrisk ytelse fra brenselcellene på 20 kW, vil en personbil kunne utgjøre et lite kraftverk som kan dekke effektbehovet til varme og elektrisitet i en vanlig husholdning. En el-bil med brenselceller vil selvfølgelig også kunne sende strøm inn på nettet når den ikke er i bruk⁸².

Dette viser at det vil være naturlig med et tettere samarbeid med energiselskapet i framtiden. Rask interaksjon kunde-energiselskap, desentral energiproduksjon⁸³ og teknologier som muliggjør energilagring vil sannsynligvis overta for dagens sentraliserte kraftverk (Patterson 1998; Flavin og Lenssen 1996). Netttilkoblede forbrukere med egen produksjonskapasitet vil vekselvis være nettoforbrukere og netto-produsenter, slik at skillet produsent-konsument gradvis viskes ut⁸⁴. Både el-bilen slik den fremstår i dag og fremtidens brenselcellebil vil være blant disse. Det som i dag vil tilbys som en mulighet til også å la avtalen om grønn elforsyning gjelde bolig (se kap. 6.2), vil dermed i framtiden kunne bli en integrert del av en pakkeløsning bestående både av energi- og transporttjenester.

7.2.1 Barrierer

I dag er det ikke prisnivået som hindrer el-bilen – etterspørselen har vært langt større enn tilbudet, begrensningen har rett og slett vært tilgangen på

⁸¹ Personlig kommunikasjon med Kristian Tangen, forsker, Fridtjof Nansens Institutt.

⁸² New Scientist, 12. Oktober 1996, s. 47

⁸³ Med desentral energiproduksjon menes et system bestående av mindre, brukernære produksjonseenheter

⁸⁴ Personlig kommunikasjon med Dr. Robert Williams, Center for Energy and Environmental Studies, Princeton University.

biler⁸⁵. I morgen vil barrierene være av det institusjonelle slaget. Det petroindustrielle kompleks⁸⁶ vil ikke nødvendigvis være spesielt interessert i å fremme brenselcellebilen, ettersom den vil gå på et drivstoff det vil være mulig å framstille kun ved hjelp av vind- og vannkraft. Også aktørene som dominerer i dagens struktur for elektrisitetsforsyning – for eksempel mange energiselskaper, og energimyndighetene – kan komme til å se på brenselcellebilen som en trussel. Den åpner nye muligheter for desentral kraftproduksjon – som gjør dagens sentraliserte elverk utdaterte, og som vil bli vanskelig å kontrollere. Det er også verdt å merke seg at en av de viktigste forkjemperne for bensinbilen i sin tid var Veidirektoratet, og at Regjeringen, Stortinget, den politiske eliten, Arbeiderpartiet, økonomer, ingeniører, Transportøkonomisk Institutt og interesseorganisasjoner for bilbruk alle sammen også var viktige aktører i denne sammenhengen (Østby 1993).

⁸⁵ Personlig kommunikasjon med Per G. Karlsen, NORSTART.

⁸⁶ Personlig kommunikasjon med Kristian Tangen, Fridtjof Nansens Institutt.

8 OPPSUMMERING OG KONKLUSJON

El-biler, brenselcellebiler og ulike typer hybridbiler vil alle kunne kategoriseres som miljøbiler. Utviklingen av disse bilteknologiene vil være et steg i retning mot en bærekraftig utvikling. Bilbransjens forsøk på å utvikle et substitutt for dagens automobile løsninger, er av interesse både for bransjen selv, politikere og bilister. Transportløsningene vi har foreslått vil teoretisk sett kunne bli introdusert relativt tidlig i perioden på 25 år definert i avsnittet om systemgrenser. En tilstrekkelig implementering vil likevel sannsynligvis ikke ha skjedd innen år 2023. Aktørene som har interesse av å opprettholde dagens bensin- og dieselbaserte persontrafikk er såpass innflytelsesrike at det vil ta mer enn 25 år å fase ut fossile brenslere i landbasert transport av varer og mennesker i Norge.

Hva betyr så disse nyvinningene i et industri-økologisk perspektiv? Vi introduserer S-kurvene i et forsøk på å trekke en konklusjon om koblingen mellom industriell økologi og den bærekraftige bilen. Med utgangspunkt i den funksjonelle enhet vil det da være naturlig å spørre seg om hvor vi befinner oss på den første S-kurven. I hvilken grad vil påtrykket av miljøvennlige transportløsninger, hvor el-bil er en av disse, trekke oss i retning av en ny teknologi og et nytt sosioteknisk paradigme? Et alternativt scenario er at vi fortsetter videre oppover langs S-kurven som vi allerede befinner oss på, en utvikling basert på dagens teknologiske løsninger. Dermed utsetter vi vår intensjon om å takle de utfordringene som vi står overfor, og vil ikke entydig kunne slå fast at alle de nye transportløsningene som vil bli introdusert er bærekraftige. Dersom det siste utfallet blir tilfellet, vil vår rolle som el-bilprodusent vanskelig la seg forene med det langsiktige målet om bærekraftig mobilitet - spesielt ikke hvis dette impliserer et samfunn uten biltrafikk overhodet.

LCA har blitt betraktet som et verktøy for å oppnå bedre forståelse av et produkts miljøbelastninger. Vi har kommet fram til at anvendelse av resirkulert aluminium kan være et bidrag til forbedringen av el-bilens totale belastning. Denne kvantitative undersøkelsen er et eksempel på at LCA kan få virkning på et overordnet nivå dersom resultatene tas i bruk. I vår produsentrolle, som tar utgangspunkt i en aksept av forlenget produsentansvar, ville eksempelet kunne hjulpet oss med organiseringen av materialets avhending og gjennomføringen av dette. I gjennomgangen av LCA-analysen må systemgrenser, vektingsmetodikk og datagrunnlag komme i betraktning av de konklusjonene man trekker fra resultatene. Vektingsmetodikken er en korrelativ sammenstilling vurdert ut fra subjektive oppfatninger. Usikkerheten rundt de ulike vektingsmetodene, og det faktum at LCA ikke tar for seg forhold som risikovurderinger og samfunnsmessige belastninger, hindrer oss i å kunne anvende LCA-verktøyet i en diskusjon for bærekraftige tiltak på et globalt nivå.

Dagens bensinbil er et resultat av våre etablerte oppfatninger av hva begrepet bil innebærer. Selv om dagens brukermønster overhodet ikke gjenspeiles i måten bilene faktisk er designet på, vil dette i praksis si at for å

Oppsummering og konklusjon

lykkes, må alternative bilkonsepter innebære minst mulig endringer i infrastrukturen bygget opp rundt produksjon og bruk av dagens biler, og færrest mulig krav til endringer i bruksmønster⁸⁷. Hvis man ikke lykkes i å definere en egen "el-bil-identitet", vil el-bilen kunne komme til kort i sammenligning med tradisjonelle biler hva gjelder evnen til å oppfylle de funksjoner vi i dag forbinder med tradisjonelle biler.

⁸⁷ Det antas at en av hovedgrunnene til at diesel i sin tid ble akseptert på linje med bensin, var at dieselmotorer kunne lages gjennom samme produksjonsprosess som bensinmotorer (Hård og Knie 1993).

9 REFERANSER

- Aggeri, Hatchuel og Lefebvre (1993), in Sørensen (ed.) see below.
- Arnstad, Marit: "Norsk energipolitikk i lys av Kyoto-avtalen", foredrag, seminaret "Hvordan stimulere vindkraftutbygging i Norge?", NHO og Fridtjof Nansens Institutt, NHO, 19-20.02.98.
- Brattebø, Helge, forelesning Industriell Økologi, 19.09.97.
- Brændeland, Gyrð (1998), "Teknovisjoner: Drøm eller reell løsning?", kommer i *Prosus – Tidsskrift for et bærekraftig samfunn* 1/1998.
- Buland, Trond, Heidi Gjøn and Michael Hård (1996), "The Electric Vehicle in Norway: Scenarios and user patterns", STS Working Paper 12/96
- Christensen, J.A. (1998), *Materialflyt, resirkulering og økologisk effektivitet for aluminium i Norge*, Hovedoppgave, Institutt for geologi og bergteknikk, Trondheim: NTNU.
- Dagsvik, John K. og Rolf Aaberge (1996), "Potensiell etterspørsel etter alternativ bilteknologi: En økonometrisk analyse basert på intervjudata", *Norsk Økonomisk Tidsskrift* 110, s. 291-318
- Dagsvik, John K., Dag Wetterwald og Rolf Aaberge (1996), "Potential Demand for Alternative Fuel Vehicles", Discussion Papers No. 165, Statistics Norway
- Elbil-nytt nr. 1-9, Norsk Elbil-forening (NORSTART), 1997 og 1998.
- Electric and Hybrid Vehicles: An Overview of the Benefits, Challenges and Technologies.
- Elzen, Boelie (1993), "Strategies for Influencing the Car System", in Sørensen (ed.) see below.
- Flavin, Christopher, og Nicholas Lenssen (1995), *Power Surge – A guide to the Coming Energy Revolution*, London: Earthscan.
- Fogelberg, Hans (1993), "Is it possible to develop clean cars by means of constructive technology assessment?", in Sørensen (ed.) see below.
- Geary, James: "Green Machines", *Time Magazine*, 23.03.98, s. 87-92
- Giegrich, Jürgen og Stefan Schmitz, "Valuation as a Step in Impact Assessment: Methods and Case Study", kap. 13 i Curran, M.A. & Vigeon, B. (1996), *Life Cycle Assessment*, McGraw-Hill, N.Y.
- Gjøn, Heidi og Trond Buland: "Energiteknologiske dilemmaer - utvikling av gassbuss og elektrisk bil i Norge", SINTEF-IFIM-rapport STF38 A96505, Feb. 1996
- Hanssen, Ole Jørgen, forelesning, Industriell Økologi, 04.11.97
- Holden, Erling (1996), "Den miljøvennlige bilen – finnes den?", *Prosus – Tidsskrift for et bærekraftig samfunn*, nr. 4/96, s. 25-31.
- Høyer, Karl G. (1996),: "På reisefot – men ikke til fots", *Prosus – Tidsskrift for et bærekraftig samfunn*, 4/96, s. 13-19
- Høyer, Karl G. (1996), "Bærekraftig mobilitet – finnes det et globalt rettferdig nivå?", *Prosus – Tidsskrift for et bærekraftig samfunn*, nr. 4/96, s. 39-44.

- Hård, Mikael og Andreas Knie (1993), "The Ruler of the Game: The Defining Power of the Standard Automobile", in Sørensen (ed.) see below.
- Johansen, Lars Brede (1997), søknad om dr.ing.-stipend ved Institutt for industriell økonomi og teknologiledelse, NTNU.
- Krohn, Søren: "Dagens og fremtidens politikk for vindkraft i Danmark ved deregulering av det danske kraftmarked", foredrag, seminaret "Hvordan stimulere vindkraftutbygging i Norge?", NHO og Fridtjof Nansens Institutt, NHO, 19-20.02.98
- Kuhn, Thomas (1970), *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago.
- Lunde, Finn Helge (1998), "Beskrivelse av LCA-studie på Pivco CityBee i SimaPro"
- Naturvernforbundet (1997), *Motmelding mot norsk samferdselspolitikk 1998-2007*, Natur og Ungdom/Naturvernforbundet
<http://www.ngo.grida.no/naturvern/rapport/197-0.htm>
- Norges Industriattachéer – Paris: "Nyhetsbrev nr 2 - Elektriske biler og teknologiutvikling"
- Patterson, Walt, *Transforming Electricity*, London: Royal Institute of International Affairs, publiseres 1998 – se arbeidsnotater:
<http://www.riia.org/eepwp.html>.
- PRé Consultants (1996), SimaPro 4 Windows, Amersfoort, Nederland.
- PRé Consultants (1996), "SimaPro", <http://www.pre.nl/simapro.html#1>
- PRé Consultants (1996), "Eco-Indicator 95", <http://www.pre.nl/eco-ind.html>
- Rideng, 1992: *Transportytelser på norsk område 1946-1991*, TØI-rapport 129/1992
- Samferdselsdepartementet - pressemeldinger: "Forsøk med bruk av el-drivne bilar" (04.08.95) og "11 millioner kroner til forsøk med alternative drivstoff" (29.07.97).
- Sauar, Erik (1997), "Thermodynamics as a tool for energy analysis and improved energy efficiency"
- Society of Environmental Toxicology and Chemistry (1993), *Guidelines for Life-Cycle Assessment, A "Code of Practice"*, Brussel, Belgia.
- Statistisk Årbok (1996), Statistisk Sentralbyrå.
- St. meld. nr. 58 (1996 - 97), *Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling* (<http://odin.dep.no/repub/96-97/stmld/58/>)
- Sørensen, Knut H. (ed.), *The Car and its Environments – The Past, Present and Future of the Motorcar in Europe*, Proceedings from the COST A4 Workshop in Trondheim, Norway, May 6-8 1993, European Commission, Directorate-General XIII – Science, Research and Technology
- Sørgaard, Jon (1994). Bilens integrasjon i hverdagslivet, STS Arbeidsnotat 12/94
- Tangen, Kristian (1998), "Desentral elektrisitetsforsyning – drivkrefter og framtidsutsikter", upublisert notat.
- Teknisk Ukeblad*, 20. mars 1998
- Van Lieshout, Marc (1993), "The "Smart" Car in a "Smart" Environment", in Sørensen (ed.) see above.

Referanser

- Østby, Per (1993), "Escape from Detroit – The Norwegian conquest of an alien artifact", in Sørensen (ed.) see above.
- Aall, Carlo (1996), "Vegen er målet", *Prosus – Tidsskrift for et bærekraftig samfunn*, nr. 4/96, s. 32-38.

Rapporter utgitt av
Program for industriell økologi
Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet

1/1999	Ingvild V. Malvik, Elin Mathiassen, Terje Semb	<i>Bærekraftig mobilitet – en visjon for framtiden?</i>
--------	---	---