

# **Reduktion af miljøbelastning med faktor 4 og faktor 10**

## **Case-studie i faktor 4/10 konceptet for personbilområdet**

Indlæg ved Trafikdage på Aalborg Universitet '99

Henrik Gudmundsson

Danmarks Miljøundersøgelser

PO Box 358, DK-4000 Roskilde

tel.: 46 30 12 00; fax.: 46 30 12 12

email: hgu@dmu.dk; internet: www.dmu.dk

### **1. Introduktion og oversigt**

Faktor 4/10 er et nyt koncept i den internationale udvikling på bæredygtighedsområdet. Tankegangen er at en bæredygtig udvikling vil kræve at input af materialer og energi til produktion og forbrug skal begrænses kraftigt i fremtiden. Samtidig skal de ydelser som efterspørges i samfundet så vidt muligt imødekommes uden forringelser. De nordiske lande besluttede at udforske konceptets konsekvenser i en sektor-sammenhæng. I Danmark blev det valgt at se på transportsektoren, nærmere bestemt kørsel i personbil.

Målet med analysen har været at belyse om man samlet set kan nå ned på 1/4 af miljøbelastningen i år 2030 og 1/10 i år 2050 ud fra dagens viden om reduktions- og omstillingsmuligheder, vel at mærke samtidig med at behovet for biler og mobilitet skal tilfredsstilles. De undersøgte miljøproblemer blev afgrænset til samlet materialeinput, energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udslip. Der blev til gengæld inddraget både fremstilling, brug og skrotning af personbiler og transportsystemets øvrige elementer.

I analysen vurderes miljømæssige potentialer indenfor 4 områder: Tekniske ændringer, omlægning til andre transportformer, ændring i rumlige strukturer, samt nye livsformer knyttet til IT. De skønnede potentialer opgøres kvantitativt og sammenholdes med dagens situation og et forventet "business as usual"-forløb. Undersøgelsen viser at transportens miljøbelastning kan reduceres betydeligt. Det bliver dog svært at nå de forudsatte mål om "faktor 4" i år 2030 og "faktor 10" i 2050 i absolutte størrelser, hvis man samtidig skal imødekomme efterspørgslen efter personbilens transportydelser (inklusive vækst heri). Selv hvis man kombinerer de forskellige tekniske og organisatoriske tiltag synes målene ikke lige at være inden for rækkevidde. Omvendt kan man sige at målene ikke er realistiske indenfor den angivne tidshorisont, med mindre man accepterer betydelige ændringer i behovet for personbiler.

Undersøgelsen vurderer de overordnede konsekvenser af at anvende faktor 4/10 konceptet som mulig langsigtet bæredygtighedsmålsætning på transportområdet. Vurderingerne er baseret på en række antagelser og skøn, og giver ikke præcise anvisninger hvilke tiltag der vil være nødvendige for at realisere de langsigtede mål. Undersøgelsen har været støttet af Miljøstyrelsen og Nordisk Ministerråd, og er afrapporteret i Nielsen & Gudmundsson (1999)

## 2. Baggrund

Faktor 4/10 konceptet er lanceret i den internationale debat om bæredygtig udvikling. Konceptet bygger på den opfattelse, at en bæredygtig udvikling vil kræve, at de mest velstående lande reducerer deres ressourceforbrug og miljøbelastning kraftigt på en række områder. Dels af hensyn til miljøet og dels af hensyn til en mere ligelig fordeling af det globale ressourceforbrug. "Faktor"-størrelsen refererer til hvor meget man mener det er nødvendigt og muligt at reducere; - faktor 4 sigter altså til et mål omkring 1/4 af dagens ressourceforbrug og forurening, faktor 10 stræber mod 1/10.

Faktor 4/10 målene er oprindeligt formuleret af en gruppe forskere og erhvervsfolk med tilknytning til det tyske Wuppertal institut i midten af 1990'erne (Factor 10 Club 1997; Weiszäcker et al 1997). Målene er her lanceret både som mikro-mål for enkelte produkter, processer og serviceydelser, og som forslag til mere makro-orienterede mål for omstillingen i de industrialiserede landes produktions- og forbrugssystemer. Et centralt element er at målene vel at mærke hævdes at kunne nås uden at reducere velstanden og velfærden. Det handler om et "dematerialisere" produktion og forbrug, - ikke om at spænde livremmen ind.

Tankegangen er siden taget op til nærmere overvejelse i en række sammenhænge. På FN's særlige konference i 1997 om opfølgning af Agenda 21 vedtog de industrialiserede lande således at gennemføre studier af mulighederne for at forøge ressourceproduktiviteten med faktor 4 hhv. 10 (United Nations 1997). Som opfølgning heraf blev det i Nordisk Ministerråds regi i 1998 besluttet at gennemføre en række case studier vedr. implementering af faktor 4/10 strategier i forskellige sektorer i de nordiske lande. Tidshorisonten blev angivet som ca. år 2030 for faktor 4 målet og ca. 2050 for faktor 10.

I Danmark blev det valgt at fokusere på transportsektoren, nærmere bestemt personbiltransport, som er den dominerende transportform. Miljøstyrelsen bad Danmarks Miljøundersøgelser om at forestå det danske case-studie vedr. transport.

## 3. Metodeovervejelser

Målet om faktor 4/10 kan fortolkes på mange måder og det har ikke tidligere været anvendt til at analysere hele sektorer i samfundet. Derfor måtte undersøgelsen anlægge en række fortolkninger til brug for analysen.

Et vigtigt skel går mellem om faktorerne opfattes som *relative* eller *absolutte* målsætninger.

Relative målsætninger knytter sig til effektiviteten af den enkelte produktions- eller forbrugsproces. Det gælder her om at opnå samme ydelse med mindre indsats af ressourcer, eller større ydelse, uden øget ressourceindsats. Dette er bl.a. udmøntet i konceptet om miljøeffektivitet eller *eco-efficiency*, som en lang række erhvervsvirksomheder og organisationer har tilsluttet sig i deres strategier for bæredygtig udvikling. (OECD 1998)

Man kan imidlertid også opfatte det som absolutte målsætninger. Her kan effektiviseringer også indgå, men de ses nærmere som et middel til at nå en samlet reduktion. Baggrunden for denne tanke er at miljøets bæreevne (eller krav om retfærdig fordeling) i sidste ende ikke

afhænger af den relative effektivitet hvormed ydelser fremstilles osv., men af den samlede mængde ressourcer eller forurening. Dette kan siges at ligge i tanken om *det økologiske råderum*, som bl.a. indgår i den danske miljøpolitik (Miljø- og Energiministeriet 1995).

Faktor 4/10 konceptet indeholder begge tankegange, men bygger ikke på nogen nøjagtig enighed om hvordan de skal vægtes. Det er klart at tekniske effektiviseringer har en fremtrædende plads i konceptet, fordi sigtet grundlæggende set er "at producere mere med mindre", som det blev formuleret i Brundtlandrapporten. Samtidig bygger konceptet på at der er absolutte grænser for jordklodens bæreevne, som må respekteres.

I denne undersøgelse hvor der er fokus på en hel sektor og ikke et enkelte produkt blev det valgt at anlægge en overvejende absolut tolkning. Sigtet er altså at *undersøge muligheder for at opnå absolutte reduktioner i ressourceforbrug og miljøbelastning med hhv. faktor 4 (2030) og faktor 10 (2050), set i forhold til i dag*. Der tages dog også højde for den relative forståelse, idet der især lægges vægt på miljø-effektivisering som middel, jf. nedenfor.

Andre centrale metode-aspekter i faktor 4/10 konceptet blev håndteret som følger:

- **vægt på livscyklusbetragtninger**, dvs. der fokuseres i konceptet på miljøbelastning fra både fremstilling, anvendelse og bortskaffelse af produkter mv. Rationalet er at man ellers blot flytter miljøproblemerne fra en fase til en anden. Denne tankegang blev også anvendt i dette studie. Dog ses der bort fra den såkaldte "økologiske rygsæk", som bl.a. omfatter flytning af materialer, jord, vand mv. i forbindelse med udvinding af mineraler.

- **fokus på samlede ressourcestrømme**, dvs. at målet om faktor 4/10 reduktion ikke specificeres for hver enkelt detaljeret type af miljøbelastning, men for de overordnede ressourcestrømme i samfundet. Rationalet er her at en samlet reduktion af de store strømme langt hen ad vejen også vil medføre reduktioner i de specifikke belastninger. Det kan derfor vil være en nyttig forenkling i overordnede sammenhænge. I dette studie blev det valgt at undersøge 3 strømme, nemlig de samlede materialestrømme (i tons); det samlede energiforbrug samt det samlede CO<sub>2</sub>-udslip; andre typer miljøbelastning fra transport behandles kvalitativt.

- **fokus på serviceydelse**, dvs. målet er at samfundets efterspørgsel efter ydelser skal imødekommes lige så godt, selv om ressourceforbruget reduceres. Fx skal en bil være lige så god for forbrugeren selvom den måske er tre gange så miljøvenlig. Rationalet bag denne tankegang er at behovene ofte er knyttet til en ydelse og ikke til de materielle produkter i sig selv. Derfor kan man ofte opnå samme service med langt mindre materialeforbrug. Det er heller ikke realistisk at tro at folk vil acceptere en nedgang i serviceydelserne (=velstanden) af hensyn til miljøet. Derfor er det vigtigt at satse på ændringer som ikke medfører at folk oplever forringet service.

Denne tankegang volder visse vanskeligheder på transportområdet, især hvis man løfter blikket fra den enkelte bil og ser på hele "personbilsektoren". Hvad er det nemlig for en ydelse som efterspørges her? Det er fx let at postulere at folk reelt efterspørger serviceydelser som "mobilitet" eller "tilgængelighed", når de køber en bil, men i praksis er det meget svært at specificere et mål på disse størrelser, som er ækvivalente med det at have adgang til bil.

I studiet er valgt en kombineret fremgangsmåde. Vi tog udgangspunkt i at behovet for personbiler som det kommer til udtryk i efterspørgslen, så vidt muligt skal tilgodeses, dvs. at

miljøforbedringer primært kan nås gennem tekniske ændringer, der ikke grundlæggende ændrer muligheden for privat bilkørsel. Kun i det omfang potentialet for tekniske ændringer ikke er tilstrækkeligt, inddrages andre former for mobilitet og tilgængelighed. Vi valgte her at se på potentialer for hhv. at overflytte trafik til kollektiv, cykel og andre former for bilbrug end privatbilisme. Potentialerne skønnes ud fra at der skal være tale om en nogenlunde personbil-ækvivalente ydelser af mobilitet. Dernæst ser vi på muligheder for helt at erstatte mobilitet med andre former for tilgængelighed gennem hhv. ændrede rumlige strukturer og brug af telekommunikation.

Potentialerne opgøres kvantitativt, baseret på overvejelser om hvor store omstillinger som kan nås indenfor de angivne tidshorisonter og indefor en genkendelig samfundsstruktur. Dette er naturligvis afgørende antagelser, som vil kunne diskuteres og gøres anderledes med andre resultater til følge. Vi tror dog på at de overordnede resultater er robuste.

Undersøgelsen er bygget op som følger:

- først opgøres ressourceforbrug, energiforbrug og CO<sub>2</sub>-udslip fra den danske personbilpark i dag set i et livscyklusperspektiv; dette danner grundlag for at præcisere målene, idet dagens tal divideres med hhv. 4 og 10 for 2030 og 2050.

- herefter foretages en business-as-usual-fremskrivning for at tage højde for den forventede vækst i efterspørgslen efter biler og bilkørsel; dette muliggør vurdering af hvor langt ned miljøbelastningen reelt skal skæres, hvis de ovenstående mål /set i forhold til i dag) skal nås.

- dernæst analyseres de forskellige typer af potentialer hver for sig for at afdække de realistiske muligheder for at nå målene. På den baggrund opstilles et samlet scenarie hvor de forskellige potentialer kombineres for at se hvor langt det er muligt at komme, og der diskuteres nogle yderligere muligheder hvis faktor 4/10 målene skal nås fuldt ud.

- til slut drøftes nogle forskellige barrierer der må forventes at være, hvis man fra samfundets side ville forsøge at realisere faktor 4/10 målene, samt hvilke mulige tiltag myndighederne kunne benytte. Denne analyse er kvalitativ da der ikke findes kvantitative metoder til at analysere så vidtgående samfundsmæssige omstillinger som der her er tale om.

Undersøgelsen afsluttes med at konkludere samlet på mulighederne for at nå faktor 4/10 målene, og der diskuteres styrker og svagheder ved faktor 4/10 tankegangen som målsætning og analysekoncept på sektorniveau.

I det følgende trækkes nogle hovedresultater ud af undersøgelsen, der som helhed er afrapporteret i Nielsen & Gudmundsson (1999)

#### **4. Miljø og ressourcer i den danske vejtransport**

Opgørelserne af materiale- og energiforbrug, samt CO<sub>2</sub>-emission i kapitlet omfatter 3 hovedgrupper:

- 1) vejbyggeri og vejvedligeholdelse,
- 2) forbrug af motorbrændstof og energi til fremstilling heraf,
- 3) forbruget af biler, reservedele og energi til fremstilling af biler.

Den samlede opgørelse er opdelt så en vis del er allokeret til personbilkørsel. Resultatet er vist i tabel 1. Tabel 2 viser de beregnede faktor 4/10 mål for hhv. 2030 og 2050

#### *Materiale- og energiforbrug samt CO<sub>2</sub>-emission i dagens situation*

	Personbilkørsel pr. år	Pr. kørt km	Pr. bil pr. år
Materialeforbrug	3.5-3.9 mio. ton	0,11 - 0,12 kg	1,8 - 2,1 ton
Energiforbrug	105 - 117 PJ	3,2 - 3,65 MJ	54 - 62 GJ
CO <sub>2</sub>	7,4 - 8,9 mio. ton	0,23 - 0,28 kg	3,9 - 4,7 ton

*Tabel 1. Materialer og energi, samt CO<sub>2</sub>-emission relateret til personbiltransporten i Danmark, samt den tilhørende intensitet opgjort pr. bilkm og pr. bil pr. år.*

#### *Forudsatte mål ved faktor 4/10 reduktion*

	I dag (iflg. opgørelse i tabel 1)	Faktor 4 år 2030	Faktor 10 år 2050
Materialer	3,5 - 3,9 mio. ton	ca. 900.000 ton	350.000 ton
Energi	105 - 117 PJ	ca. 26.000 TJ	10.500 TJ
CO <sub>2</sub>	7,4 - 8,9 mio. ton	1.900.000 ton	740.000 ton

*Tabel 2. Mål for det årlige energi- og materialeforbrug samt CO<sub>2</sub>emission fra personbilkørsel i Danmark angivet som faktor 4 og 10 i forhold til den nedre del af forbrugsopgørelsens interval i dagens situation.*

## **5. Potentialer for reduktion**

De potentialer som betragtes i dette studie omfatter:

- tekniske forbedringer
- ændret organisering af transporten
- ændrede bystrukturer, samt
- ændringer i livsformer (herunder brug af IT)

Der tages som nævnt afsæt i efterspørgsel efter transport med den kvalitet som dagens personbiler leverer. Derfor er de teknologiske muligheder behandlet først. De øvrige muligheder/potentialer kan opfattes som større eller mindre afvigelser fra personbilens transportkvalitet. I et følgende angives hvilke potentielle elementer som er inddraget i undersøgelsen. Den kvantitative vurdering af potentialerne fremgår af den samlede opgørelse

### **Teknik-potentiale**

De tekniske potentialer som inddrages omfatter mere effektiv brændstofanvendelse i bilerne, alternative energikæder, samt effektiviseringer i fremstillingen af biler og veje mv.

Reduktioner i *bilernes energiforbrug* under kørslen kan især opnås ved at reducere køretøjernes vægt, men også ved at reducere luftmodstand, frontareal og rullemodstand. Det er også muligt at erstatte de traditionelle brændstoffer benzin og diesel, med mere effektive brændstoffer og brændstofkæder. El-drevne biler er et særligt interessant alternativ fordi der er et stort potentiale for effektiv udnyttelse af energi i el-motorer og fordi *energiforsyningen*

til el-bilerne kan baseres på vedvarende energikilder som f.eks. vindkraft og solceller. Disse potentialer er inddraget i vurderingen.

Der er også muligheder for reduktioner i energiforbruget indenfor de industrigrene som danne grundlag for personbiltransporten: jern- og metalforarbejdning, raffinaderier mm. Der er ligeledes set på muligheder for at *genbruge* en større andel af biler og reservedele.

### **Ændret organisering af transporten**

Ændringer i transportens fordeling på transportmidler hvor personbilkørsel erstattes med samkørsel, kollektiv trafik eller cykel er også måder hvorpå energi- og materialeforbrug kan reduceres.

*Kollektiv transport* kan effektivisere persontransporten ved at mange transporteres i samme transportmiddel. At kunne konkurrere med privatbilens transportkvalitet kræver dog en høj frekvens og dermed meget kørsel, hvilket alt andet lige reducerer belægningen i transportmidlerne og øger energiforbruget. Det antages at det største potentiale ligger i at indføre et fleksibelt kollektivt system i byerne. Systemet udnytter de store personstrømme på de tidspunkter og i de områder hvor de findes, og tilbyder derudover fleksibel, evt. opkaldsstyret, transport hvor en lav udnyttelse må accepteres.

*Delebil-ordninger* indebærer at flere personer deles om at låne bil efter behov. Erfaringer med delebil-ordninger i udlandet viser at der både kan spares et antal biler på denne måde, og at opnås en reduktion af bilkørslen. Delebil-ordninger indebærer at serviceydelsen i en vis udstrækning er en anden end den almindelige i dag, hvor nemlig den enkelte husholdning råder over egen bil. På den anden side er delebil-ordninger oprettet i udlandet af frivillighedens vej og det må formodes at den bilkørsel som deltagerne i ordningerne "undværer" er den del af bilkørslen der er mindst nødvendig og mindst værdsat. I potentiale vurderingen er det antaget at dele-biler kan være attraktivt for bilister, der overvejende anvender bilen i fritiden og som har et lavt kørselsbehov.

*Samkørsel*, hvor flere personer kører sammen i én bil i stedet for at køre i flere biler, rummer også et potentiale for at reducere trafikken. Samkørsel adskiller sig fra konventionel kørsel i egen bil ved at kræve større grad af koordination og punktlighed. I potentiale vurderingen er det antaget at samkørsel primært er en mulighed på bolig-arbejdsstedsrejsen, og at det overvejende kan være attraktivt for bilister, der i dag benytter bil fordi det er en praktisk transportform mellem hjem og arbejde.

Overflytning af bilkm til *cykel* kan også bidrage til at reducere materiale- og energiintensiteten. Rækkevidden og dermed mulighederne for at overflytte dagens bilture begrænses især af tid og fysisk kondition, men også af praktiske forhold som indkøb og kombinerede turformål. Der er dog også steder og destinationer hvor cyklen ud fra en samlet betragtning kan siges at give en bedre (eller en lige så god) tilgængelighed end bilen. Dette gælder formodentlig først og fremmest turene fra byernes boligområder til centrum. I potentiale vurderingen er der taget udgangspunkt i Vejdirektoratets såkaldte, hvor der er opstillet et såkaldt "udvidede potentiale" for cykeltrafik. Det er baseret på en vurdering af det ekstra tidsforbrug til cykling, samt personers egne udsagn om hvad der kan få dem til at cykle i stedet for at køre bil (Krogsgaard et al 1995).

### **Ændringer af rumlige strukturer**

Ændringer i de *rumlige strukturer* vil generelt kunne medvirke til at reducere behovet for såvel transport som bilejerskab, ved at turene bliver kortere og ved at der bliver bedre muligheder for at gennemføre sine ærinder på cykel eller med kollektiv trafik. Sammenhænge er dog ikke særlig velbelyste. Norske undersøgelser, samt undersøgelser af transport til og fra arbejdspladser i Danmark, peger på at især *adgangen til kollektiv trafik, afstanden til centrum og tætheden i et boligområde* kan have stor betydning for biltrafikkens størrelse. Potentiale vurderingen er her vurderet på baggrund af 2 typer oplysninger. For det første tal for typisk transportgenerering i forskellige typer boligområder. For det andet en vurdering af hvor stor en del af den samlede bebyggelse, som teoretisk kan være udformet som områdetyper med relativt lavt transportarbejde, inden år 2030 og år 2050.

### **Nye livsformer med informationsteknologi**

Ændringer i livsformer der betyder at bilkørsel erstattes eller suppleres med *andre former for kommunikation* rummer også et potentiale for at personbiltransportens miljøbelastning.

*Informationsteknologien* giver f.eks. en række muligheder for både at erstatte transport og for at koordinere transporterne, så de gennemføres energi- og miljømæssigt mere effektivt. Det er sandsynligt at disse nye muligheder kommer til at spille en større rolle både i år 2030 og år 2050. De mest diskuterede muligheder er i dag tele-arbejde, samt serviceydelser og indkøb. Potentialet for anvendelse af disse kommunikations og bestillingsformer som substitut for biltransport er i undersøgelsen vurderet ud fra at transporten mellem hjem og arbejde reduceres med en størrelsesorden, der modsvarer tele-arbejdets udbredelsespotentiale, og at indkøbsturene reduceres med en størrelsesorden der modsvarer vurderingerne af tele-arbejdets markedsandel.

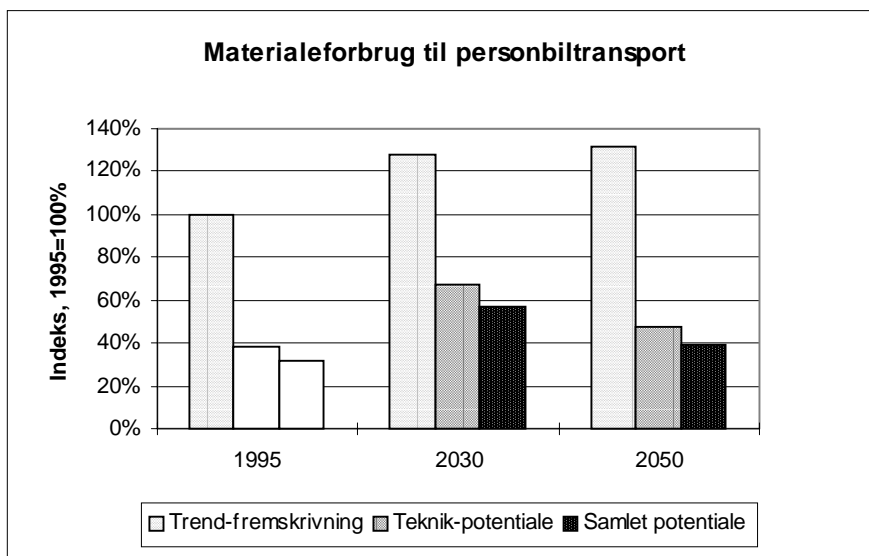
### **Samlet potentiale**

For hver af de 4 typer potentiale er der opstillet kvantitative skøn for hvor langt de hver især kan bidrage til at reducere hhv. materiale- og energiforbrug samt CO<sub>2</sub>-emission. De enkelte vurderinger er herefter opgjort i et samlet potentiale, under hensyntagen til "business as usual" fremskrivningen i transportefterspørgsel, mv. Det samlede potentiale (samt de tekniske ændringers andele heraf) er illustreret i figur 1 og 2 samt tabel 3.

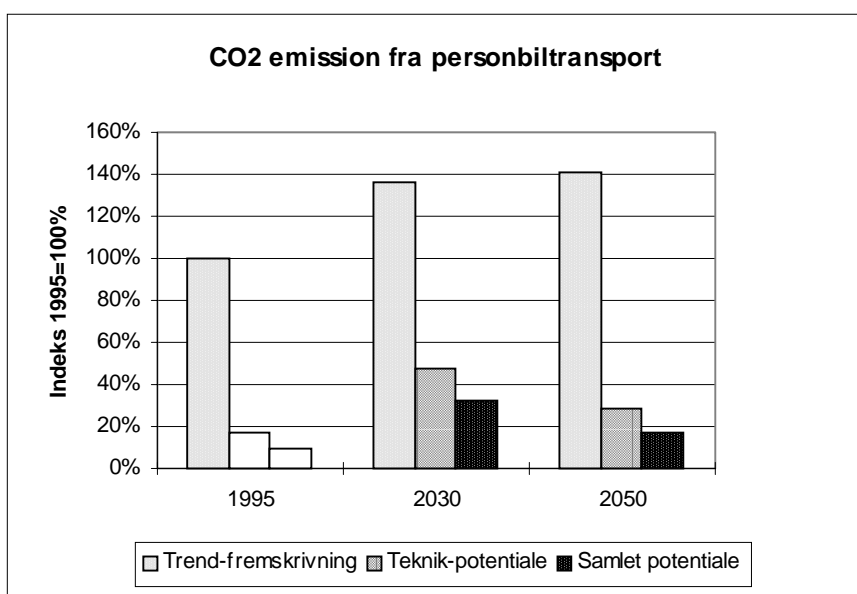
Det samlede potentiale for faktor-reduktion illustrerer at der er muligheder for at opnå store reduktioner i personbiltransportens miljøbelastning set i forhold til i dag. Størst reduktioner kan opnås for CO<sub>2</sub>-udslip, fulgt af energiforbruget (ikke vist), og mindst reduktioner nås for materialeforbrug.

De største bidrag fremkommer ikke overraskende ved realisering af det tekniske potentiale, især når der samtidig forudsættes vidtgående omlægninger i energisystemet over mod vedvarende energi. Dette skyldes at en stor del af potentialet i transportsektoren antages at ligge i omlægning til el-drift baseret på vedvarende energi.

Som det ses ligger de skitserede muligheder dog fortsat langt fra målene om faktor 4/10-reduktion. Selv ikke ved kombination af samtlige potentialer vil det være muligt at nå målene hvis trafikken samtidig forudsættes at vokse med den takt det i dag forventes.



Figur 1. Materialeforbrug til personbiltransport. (1)



Figur 2. CO<sub>2</sub>-emission fra personbiltransport (1).

Note (1): De ufarvede søjler under 1995, er potentialet for år 2050, under forudsætning om at biltrafikken og bilparken bliver på det niveau det er på i dag.



## Samlede faktor-reduktioner

	Materialer		Energi		CO2	
	2030	2050	2030	2050	2030	2050
Teknik-potentiale	1,5	2,2	1,8	2,5	2,1	3,5
Teknik-potentiale - uden alternativ el-forsyning	1,5	1,5	1,8	2,5	1,5	2,0
Teknik-potentiale og ændret organisering	1,6	2,4	2,0	2,9	2,7	4,6
Samlet potentiale	1,8	2,6	2,3	3,6	3,1	5,7

Tabel 3. Faktor-reduktionerne er beregnet som forholdet mellem dagens forbrug af materialer og energi, samt CO<sub>2</sub>-emission og de niveauer, som det på baggrund af potentialevurderingerne, vil være teoretisk muligt at nå.

## 6. Barrierer og tiltag

Omstilling mod faktor 4/10 målene kan ikke forventes at ske af sig selv, men vil kræve en betydelig indsats fra alle samfundsmæssige aktører, herunder også myndigheder på alle niveauer. Der vil være en række barrierer for at realisere målsætningerne, herunder tekniske, økonomiske, magtrelaterede og holdningsmæssige barrierer. Derfor vil det være nødvendigt at anvende en bred vifte af virkemidler for at bevæge udviklingen i retning af faktor 4/10.

Undersøgelsen ser på fordele og ulemper ved følgende typer af virkemidler:

- Afgifter på fossile brændstoffer og ressourceforbrug
- Krav til bilers CO<sub>2</sub> emissioner, mv.
- Krav til bilers materialeforbrug og genanvendelighed
- Udbygning med avanceret kollektiv trafik mv.
- Stop for udbygning af vejnettet
- Lokaliseringspolitik for reducerede transportbehov
- Skatteregler i forhold til transport og lokalisering
- Forsøg med nye transportformer og -organiseringer
- Generelle tiltag, herunder udbredelse af vedvarende energikilder, generelle skatteomlægninger (fx i form af "økologisk skattereform") og øget synlighed af miljøkonsekvenser i beslutninger

Det anses ikke for muligt opgøre "hvor meget" af hver type virkemiddel der skal til, eller hvad der vil være den optimale pakke af initiativer for at nå målene. Der er tale om grundlæggende omstillinger som indebærer komplekse dynamikker og samspil. For at kunne gennemføre den slags omstillinger er det afgørende at der sideløbende kan ske en udvikling i befolkningens præferencer. Forandringer af denne art kan ikke tvinges igennem fra oven. Man må derfor forestille sig en omstilling i flere faser, hvor der først hen ad vejen opstår accept for langsigtede mål og tiltag.

Hvis man skulle pege på en strategi i en mulig første fase vil det sandsynligvis være nødvendigt at initiere omstillinger på forskellige fronter på en gang. Der kan peges på tre typer af initiativer som tilsammen vil kunne understøtte en proces mod både kortsigtede og langsigtede forandringer:

**a) Tiltag som *bremser op på væksten i transportens miljøbelastning, herunder:***

- reduktion og omstilling i udbygninger af infrastrukturen
- tekniske aftaler/ krav til transportmidlerne vedr. energiforbrug og genbrug
- stop for uhensigtsmæssige lokaliseringsbeslutninger

**b) Tiltag som *skaber grobund for en ændret udvikling, herunder:***

- øget kommunikation om miljøproblemer og -konsekvenser
- forsøg og eksperimenter med nye transport- og livsformer
- forskning i nye materialetyper mv.
- analyser og konsensuskonferencer om mulige langsigtede strategier

**c) Tiltag som *baner vej for langsigtede omstillinger, herunder:***

- indførelse af nye afgiftssystemer (road-pricing mv.)
- fortsat udbygning og omstilling mod vedvarende energikilder
- omlægning af beskatningen så miljømål i stigende grad indbygges i skattegrundlaget
- indarbejdelse af miljømål og hensyn i andre beslutningssammenhænge (økonomisk politik, mv.)

I en senere fase (fx efter 5 år) kan man forestille sig at der herigennem kan være skabt bedre forudsætninger for at initiere mere grundlæggende omstillinger, understøttet af fx nye skatte- og afgiftssystemer, bolig- og byformer, tekniske gennembrud mv.

## **7. Konklusion**

Undersøgelsen viser at der teoretisk set er mange muligheder for at mindske transportens miljøbelastning kraftigt. Det bliver dog i praksis meget svært at nå de opstillede mål om at reducere den samlede miljøbelastning fra biltransport i Danmark med en faktor 4 i år 2030 og en faktor 10 i 2050. Selv hvis man kombinerer de forskellige tekniske og organisatoriske tiltag synes disse mål ikke lige at være inden for rækkevidde.

Dette gælder vel at mærke hvis man forestiller sig at behovet for transport og mobilitet samtidig skal imødekommes i nogenlunde det efterspurgte omfang, herunder at efterspørgselen efter transport fortsætter med at vokse. Med andre ord kræver målene om at reducere med faktor 4 og 10 i hhv. år 2030 og 2050 at der sker betydelige omlægninger i transportmønstrene og en omvendning af tendenserne på transportområdet. Transportens omfang og bilparkens størrelse må kraftigt ned, hvis de vidtgående mål skal nås. Eller omvendt: Målene er ikke realistiske hvis man samtidig vil tillade transporten at vokse med efterspørgselen.

Blandt de vigtigste konklusioner i undersøgelsen er :

- Tekniske løsninger vil kunne give det største bidrag til at reducere de udvalgte miljøproblemer, men andre tiltag vil også være nødvendige.
- Blandt de mest slagkraftige tekniske muligheder er en langsigtet omstilling af biltransporten til el-drift baseret på vedvarende energikilder i form af vind- og solenergi.

- Ud af de tre undersøgte miljøproblemer er det vanskeligst at reducere det samlede materialeforbrug; mens største potentialer findes for CO<sub>2</sub>-udslippet. Dette skyldes især at omstilling til vedvarende energi giver mest i forhold til CO<sub>2</sub>.
- Der er ikke nogen let vej for myndighederne til at realisere de teoretiske potentialer i fuldt omfang; det vil være nødvendigt at kombinere forskellige styringstiltag i og udenfor transportsektoren. Det vil desuden være nødvendigt at ønske om mindre transportbehov og langt mere miljøvenlig transport vokser frem i befolkningen. Målene kan ikke nås ved "styring" alene

Det kan endvidere konkluderes at sektoranalyser ud fra faste miljømæssige mål såsom "faktor 4/10" kan være oplysende, fordi de belyser, hvor de største muligheder samlet set ligger og hvor der mindre at hente. Dermed kan de være nyttig "modgift" mod overdrevne forventninger til spektakulære enkeltstående muligheder såsom mere energieffektive biler, bedre kollektiv transport eller massiv udbredelse af hjemmearbejde, mv. Når man ser på det samlede billede så bliver effekten at hver af disse typer af tiltag begrænset.

Undersøgelsen viser dog også, at det er vanskeligt at anvende faktor 4/10 konceptet på transportsektoren isoleret. Udviklingen i transporten (både efterspørgsel og teknologi) vil afhænge af den øvrige samfundsudvikling, og den samlede miljøbelastning vil afhænge af samspillet mellem transporten og de øvrige områder, herunder ikke mindst udviklingen på energiområdet. Desuden er det vanskeligt at benytte reduktion i det samlede materialeforbrug som den vigtigste indikator på miljømæssig bæredygtighed, som det ellers har været foreslået. For det første synes der at mangle data på området, og for det er miljøbelastningen naturligvis ikke den samme fra et tons stål og et tons grus.

## Referencer

Factor 10 club 1997, Carnoules Statement to Government and Business Leaders- A ten-fold leap in energy and resource efficiency. [URL:<http://www.baltic-region.net/science>]

Krogsgaard, K.M.L., Jensen, O.K., Nilsson, R.K., Herrstedt, L., 1995, "Cyklens potentiale i bytrafik", Vejdirektoratet og Transportrådet, Trafiksikkerhed og miljø, rapport 17, Vejdirektoratet, København 1995

Miljø- og Energiministeriet, Natur- og Miljøpolitisk redegørelse. Miljø- og Energiministeriet, København 1995

Nielsen, T.S. & Gudmundsson, H. Reduktion af biltransportens miljøbelastning med faktor 4 og faktor 10 - case studie af eco-efficiency i transportsektoren. Miljøprojekt Nr. 445, Miljøstyrelsen, København, 1999.

OECD, Environment Policy Committee: Eco-efficiency. Env/EPOC/MIN(98)7/REV1, 05 marts 1998. OECD, Paris 1998

Weizsäcker, Ernst von, Amory B. Lovins & L. Hunter Lovins: Factor four-doubling wealth, halving resource use. Earthscan, London, 1997.