

# Evaluering av samordnet arealbruks- og Transportplanlegging med bærekraft som mål

Harald Minken  
Hanne Samstad

Denne publikasjonen er vernet etter Åndsverklovens bestemmelser, og Transportøkonomisk institutt (TØI) har eksklusiv rett til å råde over artikkelen/ rapporten, både i dens helhet og i form av kortere eller lengre utdrag.

Den enkelte leser eller forsker kan bruke artikkelen/rapporten til eget bruk med følgende begrensninger:

Innholdet i artikkelen/rapporten kan leses og brukes som kildemateriale.

Sitater fra artikkelen/rapporten forutsetter at sitatet begrenses til det som er saklig nødvendig for å belyse eget utsagn, samtidig som sitatet må være så langt at det beholder sitt opprinnelige meningsinnhold i forhold til den sammenheng det er tatt ut av. Det bør vises varsomhet med å forkorte tabeller og lignende. Er man i tvil om sitatet er rettmessig, bør TØI kontaktes. Det skal klart fremgå hvor sitatet er hentet fra og at TØI har opphavsretten til artikkelen/rapporten. Både TØI og eventuelt øvrige rettighetshavere og bidragsyttere skal navngis.

Artikkelen/rapporten må ikke kopieres, gjengis, eller spres utenfor det private område, verken i trykket utgave eller elektronisk utgave. Artikkelen/rapporten kan ikke gjøres tilgjengelig på eller via Internett, verken ved å legge den ut på nettet, intranettet, eller ved å opprette linker til andre nettstedene enn TØIs nettsider. Dersom det er ønskelig med bruk som nevnt i dette avsnittet, må bruken avtales på forhånd med TØI. Utnyttelse av materialet i strid med Åndsverkloven kan medføre erstatningsansvar og inndragning, og kan straffes med bøter eller fengsel.

---

**Tittel:** Evaluering av samordnet arealbruks- og transportplanlegging med bærekraft som mål

**Forfatter(e):** Harald Minken; Hanne Samstad

TØI rapport 686/2003  
Oslo, 2003-11  
39 sider  
ISBN 82-480-0389-2  
ISSN 0802-0175

**Finansieringskilde:**

Norges forskningsråd; Transportøkonomisk institutt

**Prosjekt:** 2789 Strategisk analyse av helhetlig virkemiddelbruk

**Prosjektleder:** Harald Minken

**Kvalitetsansvarlig:** Kjell Werner Johansen

**Emneord:**

bærekraftighet; bytransport; evaluering

**Sammendrag:**

I EU-prosjektet PROSPECTS (<http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html>) har vi utarbeidet en håndbok for beslutningstakere og en metodehåndbok i samordnet arealbruks- og transportplanlegging med bærekraftighet som mål. Vi har også bygd opp et nettsted som skal gi vegledning om virkemidler (<http://www.transportconnect.net/konsult/index.html>). Rapporten gjør greie for operasjonaliseringen av bærekraftbegrepet i PROSPECTS og mulige tilnærminger til planlegging og evaluering av bærekraftighet på grunnlag av det.

---

**Title:** Appraisal in integrated land use and transport planning with sustainability objectives

**Author(s):** Harald Minken; Hanne Samstad

TØI report 686/2003  
Oslo: 2003-11  
39 pages  
ISBN 82-480-0389-2  
ISSN 0802-0175

**Financed by:**

The Research Council of Norway; Institute of Transport Economics

**Project:** 2789 Economic analyses of strategic plans

**Project manager:** Harald Minken

**Quality manager:** Kjell Werner Johansen

**Key words:**

sustainability, urban transport, appraisal

**Summary:**

The PROSPECTS project, financed by the European Commission under its Fifth Framework Programme, developed guidebooks in sustainable urban land use and transport planning. The current report presents the PROSPECTS concept of urban sustainability to a Norwegian audience and explains its implications for urban transport planning and appraisal. The theoretical foundation of the approach in welfare and resource economics is emphasised.

**Language of report:** Norwegian

---

Rapporten kan bestilles fra:  
Transportøkonomisk institutt, Biblioteket  
Gaustadalleen 21, 0349 Oslo  
Telefon 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

---

The report can be ordered from:  
Institute of Transport Economics, The library  
Gaustadalleen 21, NO 0349 Oslo, Norway  
Telephone +47 22 57 38 00 - [www.toi.no](http://www.toi.no)

---

# Forord

Arbeidet som legges fram her, ble utført som en del av PROSPECTS-prosjektet, som er finansiert av Europakommisjonen under femte rammeprogram, og med nasjonal finansiering fra Samferdselsdepartementet og Vegdirektoratet. Supplerende arbeid er finansiert under det strategiske instituttprogrammet "Strategiske analyser av helhetlig virkemiddelbruk". En foreløpig versjon av arbeidet ble framlagt på Nordisk forskningskonferanse om bærekraftig byutvikling, arrangert i Oslo 15. og 16. mai 2003 av NIBR. Forfatteren vil takke PROSPECTS-partnerne for utallige diskusjoner, men har sjøl ansvar for feil og mangler.

Som vedlegg er det tatt inn en oversikt over norske institusjoner, lover og bestemmelser av betydning for bærekraftig byplanlegging. Oversikten er utarbeidet for det EU-finansierte PLUME-prosjektet, som er en oppfølging av PROSPECTS og andre tilsvarende EU-prosjekter. Oversikten er utarbeidet av cand polit Hanne Samstad og er på engelsk.

Laila Aastorp Andersen har stått for det avsluttende sekretærarbeidet, og Kjell Werner Johansen har vært kvalitetssikrer.

Oslo, november 2003  
Transportøkonomisk institutt

*Sønneve Ølnes*  
konst. instituttsjef

*Kjell Werner Johansen*  
avdelingsleder



## Sammendrag:

# Evaluering av samordnet arealbruks- og transportplanlegging med bærekraft som mål

Bærekraftighet har vokst fram som det overordnede målet for arealbruks- og transportplanleggingen i storbyene i Europa og andre steder. Bærekraftig utvikling blei definert av Brundtlandkommisjonen (1987) som ”*utvikling som imøtekommer behovene nå uten å ødelegge muligheten for framtidige generasjoner til å imøtekomme sine behov*”. Alle målene i areal- og transportplanlegging i by kan innpasses under dette målet, og hovedformålet med denne rapporten er å vise hvordan det kan gjøres på en konsistent måte.

## PROSPECTS' tilnærming til transport- og arealplanlegging

PROSPECTS var et EU-prosjekt som hadde til formål å lage håndbøker i samordnet arealbruks- og transportplanlegging med bærekraftighet som mål. *Håndboka for beslutningstakere* retter seg mot politikere og andre som deltar i beslutningsprosessen. Den introduserer en strukturert tilnærming til slik planlegging. *Metodehåndboka*, som TØI hadde hovedansvar for, befatter seg med de tekniske metodene. Den retter seg mot transportplanleggere og bygger på den samme logiske strukturen som beslutningstakerhåndboka. *Virkemiddelhandboka* er ment som et oppslagsverk ved valg og sammensetning av virkemidler, på samme måte som miljøhåndboka og trafikksikkerhetshåndboka i Norge. En foreløpig versjon er å finne på <http://www.transportconnect.net/konsult/index.html>. Øvrig dokumentasjon fra prosjektet finnes på <http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html>. De tre systemene transport, arealbruk og miljø henger sammen. På den andre sida er forbindelsen til andre markeder og aktiviteter i en by såpass mye svakere at vi kan se bort fra dem og betrakte produksjonsvolum, inntektsnivå osv. som utenfra gitte forutsetninger. Dermed har vi avgrenset det systemet vi vil studere og planlegge for. Dette gjelder også i samband med bærekraftighet. PROSPECTS

anså det som meningsfylt å snakke om et bærekraftig arealbruks- og transportsystem, uten å blande inn hva slags annet forbruk eller produksjon som foregår i byen.

Planleggingen foregår naturligvis innfor en viss kontekst, bestående av de institusjonelle rammene, demografiske framskrivninger og forutsetninger om inntektsvekst, politikken på nasjonalt nivå, slik som bil- og bensinavgifter, tilgjengelig teknologi, gitte begrensninger på arealbruken osv. Denne konteksten, slik den utvikler seg over tid, kaller vi et *scenario*. Innfor rammene av et scenario eller i et mindre antall ulike scenarier tester vi ulike *strategier*, bestående av tilgjengelige virkemidler. Fortrinnsvis består testen i å implementere strategien i et modellsystem. Virkemidlene omfatter priser og avgifter, infrastrukturbygging, kollektivtransportpolitikk, restriksjoner osv. Beskrankninger på virkemiddelbruken og tilgjengelige midler må innarbeides.

For å kunne velge eller anbefale en beste strategi, eller for å rangere strategiene, forkaste de ubrukbare eller velge ut en del av dem for mer detaljert analyse, trenger vi et evalueringsopplegg. Hvordan skal vi evaluere bærekraftighet?

Vi tar utgangspunkt i en definisjon av et bærekraftig arealbruks- og transportsystem. PROSPECTS-definisjonen på et bærekraftig arealbruks- og transportsystem er:

*Et bærekraftig transport- og arealbrukssystem i en by*

- gir alle innbyggerne i byen tilgang til goder og tjenester på en effektiv måte
- bevarer miljøet, kulturarven og økosystemene for nålevende generasjoner
- uten å sette mulighetene i fare for at framtidige generasjoner skal kunne oppnå minst samme velferdsliv som de som lever nå, inkludert den glede og nytte de kan få av naturmiljøet og kulturarven..

Deretter avleder vi mål som rettelig hører hjemme under denne definisjonen, og utvikler indikatorer

på måloppfyllelse for alle målene. PROSPECTS brukte disse målene<sup>1</sup>:

- 1 samfunnsøkonomisk effektivitet
- 2 bevaring av miljøet
- 3 trivelige gater og boligområder
- 4 trafikkikkerhet
- 5 rettferdig fordeling og alles deltakelse i samfunnslivet
- 6 økonomisk vekst.

Men skal vi ta hensyn til disse målene på en slik måte at vi oppnår bærekraftighet, trenger vi et mål som ikke gjelder det enkelte år, men snarere hvordan vi prioriterer mellom måloppfyllelsen i ulike år. Derfor krever vi også

- 7 rettferdig fordeling mellom generasjonene.

En vanlig nyttekostnadsanalyse er en god indikator på graden av måloppfyllelse når det gjelder mål nr. 1, 2 og 4, og gir også visse indikasjoner når det gjelder mål nr. 6. For mål nr. 3 og 5 utviklet PROSPECTS egne indikatorer. Indikatorene som er utviklet for mål 1 – 6 kan kombineres til en målfunksjon eller brukes enkeltvis til å sette målsetninger som uttrykker hva vi anser for å være et bærekraftig nivå, eller eventuelt bare uttrykker milepæler på vegen til bærekraftighet. En tredje mulighet er å kombinere noen av indikatorene i en målfunksjon, men holde andre separat. Merk at indikatorene må kunne la seg beregne på grunnlag av det vi får ut av en modell, siden vi driver planlegging for framtida og ikke måling av framsteg i året som har vært.

Problemet er nå: Hvordan skal vi formulere målfunksjonen, og hvordan skal vi ta hensyn til mål nr. 7 i målfunksjonen?

## Chichilniskys teoremer

Chichilnisky (1996) mener bærekraftighet betyr at planleggingen skal ta hensyn til problemer som kan dukke opp svært langt fram i tid. Global oppvarming, radioaktivt avfall og biodiversitet er slike problemstillinger. I tråd med dette stiller hun to krav til en målfunksjon som skal gjenspeile rettferdig fordeling mellom generasjonene: Den skal ikke være et "framtidsskript", men heller ikke noe "nåtidsskript". Et framtidsskript er en målfunksjon der interessene til de som lever nå – og et hvilket som helst endelig antall år fra nå – er fullstendig underordnet når en skal velge strategi. Målfunksjonen tar bare hensyn til utfallet når tida går mot

uendelig. Et nåtidsskript er en målfunksjon der det som kan skje etter en viss tid – kort eller lang, og uansett hvor drastisk det måtte være – ikke har noen innvirkning på hvilken strategi som blir valgt. Når disse begrepene presiseres matematisk, kan hun bl.a. vise at en vanlig nyttekostnadsanalyse er et nåtidsskript, uansett hvor lavt man setter kalkulasjonsrenta. Hun kan også vise at en blanding (en lineær kombinasjon) av en vanlig nyttekostnadsanalyse og den udiskonterte årlige netto nytten når tida går mot uendelig, er den *eneste mulige* matematiske forma på en målfunksjon som verken er et nåtidsskript eller et framtidsskript.

Det er altså sterke teoretiske grunner for å anvende en slik matematisk form på en målfunksjon som skal ta hensyn til rettferdig fordeling mellom generasjonene.

Det er visse problemer med å anvende denne innsikten i areal- og transportplanlegging. Det er sterkt begrenset hvor mange år framover i tid det er fornuftig å lage prognoser for med en arealbruks- og transportmodell. 30 år virker som et absolutt maksimum. Hva gjør vi da?

## Evaluering i PROSPECTS

I PROSPECTS har vi brukt en målfunksjon som er en vektet sum av en nyttekostnadsanalyse over 30 år og den udiskonterte netto nytten i år 30. For at dette skal være fornuftig må forholdene i år 30 være en god indikator for de langsiktige konsekvensene. Grøntområder som er nedbygd da kan for eksempel anses tapt for alltid. I tillegg må vi prøve å gjøre år 30 så "bærekraftig" som mulig ved å stille krav til for eksempel CO<sub>2</sub>-utslippet i det året. Målsetninger med hensyn til rettferdig fordeling av nytte og kostnader, reduksjon i trafikkulykker, bevaring av naturområder m.m. bør også kunne oppstilles for år 30 for å få dette året til å likne mer på hva vi tror er den langsiktige bærekraftige situasjonen. Et underskudd i det offentlige finanser bør ikke tillates for år 30, siden slike underskudd ikke kan fortsette evig.

Vi forkaster altså strategier som ikke oppnår de målsatte verdiene på utvalgte indikatorer i år 30, og rangerer de gjenværende strategiene etter hvor høyt de scorer på målfunksjonen. På denne måten tar evalueringssopplegget hensyn til alle de målene vi mener hører med under bærekraftighet:

- Målfunksjonen dekker samfunnsøkonomisk effektivitet, rettferdig fordeling mellom generasjonene, samt deler av miljø- og ulykkesmålene og målet om økonomisk vekst.

<sup>1</sup> Noen av målene representerer grupper av delmål snarere enn et enkelt mål. En må i så fall bestemme seg for hvilke delmål en vil ta med. Det gjelder særlig mål nr. 2 og 5.

- Målsetninger på andre områder – eller mer vidtgående krav om ulykkesreduksjon og utslippsreduksjon enn det som ligger i nyttekostnadsanalysen – kan ivaretas direkte ved å stille minimumskrav til disse indikatorene for år 30.

Kanskje det ikke er optimalt å tvinge fram at veien til bærekraftighet bare skal ta 30 år, og noen kompromisser må derfor tillates når målene for år 30 settes. Ikke desto mindre: Hvis vi ikke kan gjøre framskrivninger mer enn 30 år framover, må vi identifisere nytten når tida går mot uendelig med nytten i år 30 hvis vi skal anvende Chichilniskys målfunksjon i det hele tatt.

Under vår forutsetning om at bærekraftighet oppnås i år 30 kan vi anta at alle seinere år er identiske med år 30. Dermed kan vi la nyttekostnadsanalyse-delen av målfunksjonen gå fra år 0 til uendelig. Dette gjør vår målfunksjon helt identisk med Chichilniskys, og vi unngår samtidig visse diskontinuitets- og restverdiproblemer for år 30.<sup>2</sup>

Hele framgangsmåten krever et nært samarbeid med beslutningstakerne på flere punkter i prosessen, fra det å definere mål og prioriteringen mellom dem, til valg av virkemidler, fastlegging av målsetninger for indikatorene, og eventuelt å bruke resultatene til å revurdere målene og prioriteringene.

## Optimale strategier

Evalueringsopplegget i PROSPECTS kan brukes til å teste utvalgte strategier eller å finne den *best mulige* strategien med de tilgjengelige virkemidlene (optimering). Det er utviklet algoritmer for å finne den strategien som maksimerer målfunksjonen gitt at de andre indikatorene oppnår målsatt nivå, at strategien holder seg innafor tilgjengelige ressurser osv.

Disse algoritmene innebærer gjentatte kjøringar av modellsystemet, med endring av strategien fra gang til gang etter visse regler. Til en viss grad kan vi ta høyde for at virkemiddelbruken utvikler seg med tida. Dette er derfor å løse et dynamisk optimeringsproblem under bibetingelser. Til bruk i optimering bør modellsystemet være relativt enkelt, men det må likevel kunne ta hensyn til hele spekteret av atferdstilpasninger til strategien og gjenspeile ulykkesvirkningene og miljøvirkningene i tilstrekkelig detalj. I PROSPECTS har vi gjort de første forsøk med virkemiddelbruk som endrer seg optimalt med tida, og det ser ut til å kunne gi interessante nye innsikter.

Sjøl om vi ikke bør ”kjøpe” den ”optimale” løsningen uten videre, er dette likevel en verdifull øvelse. Den kan frambringe strategier som en ikke har tenkt på tidligere, og gi kunnskap om hvordan virkemidlene samvirker eller motarbeider hverandre når det gjelder måloppfyllelse med hensyn på de ulike målene.

<sup>2</sup> Dette forslaget, som ikke finnes i metodehåndboka, blei fremmet av Lars-Göran Mattsson.





Summary:

# Appraisal in integrated land use and transport planning with sustainability objectives

Sustainability has emerged as the overarching objective of urban land use/transport planning. In the words of the Brundtland Commission (1987), sustainable development is '*development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*'. It is possible to subsume all the objectives of urban land use/transport planning under this objective, and the main objective of the present report is to show how this can be achieved in a consistent way.

## The PROSPECTS approach to land use and transport planning

The PROSPECTS project, funded by the European Commission under its Fifth Framework Programme, has produced three guidebooks on urban land use and transport planning with sustainability objectives. *The Decision-Makers' Guidebook* is aimed at politicians and other stakeholders and introduces a structured approach to such planning. *The Methodological Guidebook* is concerned with the technical methods. It is aimed at planners and builds on the same logical structure as the Decision-Makers' Guidebook. *The Policy Guidebook* is a manual for picking policy instruments and composing strategies. A preliminary version is to be found on

<http://www.transportconnect.net/konsult/index.html>.

Other documents from the projects, including the guidebooks, are found on <http://www-ivv.tuwien.ac.at/projects/prospects.html>.

Transport, land use and the environment are linked together, and planning needs to take this into account. On the other hand, the links to other markets and activities in the city may be so much weaker that we can ignore them and treat the volume of production, the income level etc. as exogenously given. With this, we have defined the system that we are planning for. We consider it

meaningful to talk about a sustainable land use and transport system, without considering other consumption and production in the city.

Of course, the planning takes place within a certain given context, consisting of the institutional framework, demographic forecasts and assumptions about income growth, national policy such as car and fuel taxation, available technologies, given constraints on land use etc. This context, as it develops over time, is called a *scenario*. Within this, or across different scenarios, *strategies* consisting of a set of available policy instruments are tested by implementing them in a model system. The policy instruments include pricing instruments, infrastructure provision, public transport policies, restrictions etc. *Barriers* on the use of the policy instruments and on available finance will have to be considered.

To be able to select or recommend a best strategy, rank strategies, discard useless and unacceptable strategies or select a set for further study, an appraisal framework must be devised. How are we to appraise the sustainability of strategies?

Our starting point is to define a sustainable land use and transport system. The PROSPECTS' definition is:

*A sustainable urban transport and land use system*

- *provides access to goods and services in an efficient way for all inhabitants of the urban area*
- *protects the environment, cultural heritage and ecosystems for the present generation, and*
- *does not endanger the opportunities of future generations to reach at least the same welfare level as those living now, including the welfare they derive from their natural environment and cultural heritage.*

From this definition we derived the following six objectives, all of which belong as aspects of the overarching objective of urban sustainability<sup>1</sup>:

- 1 *economic efficiency*
- 2 *liveable streets and neighbourhoods*
- 3 *protection of the environment*
- 4 *equity and social inclusion*
- 5 *safety; and*
- 6 *contribution to economic growth.*

To take account of these objectives in a way that brings about sustainability, however, we need an objective that does not concern any single year. Rather, it concerns how we trade off the achievements in the various years against each other. So we require

- 7 *intergenerational equity.*

Standard cost-benefit analysis<sup>2</sup> will be a good indicator for the level of goal achievement with respect to objectives 1, 3 and 5, and to a certain extent also with respect to objective no. 6. For objectives 2 and 4, PROSPECTS developed own indicators. The indicators that were developed for objectives 1 – 6 could be combined to form an objective function or be used separately to set targets. (Targets are defined as the level of the indicators that is necessary to bring about a sustainable urban land use and transport system). A third possibility is to combine some of the indicators to form the objective function, while keeping others separate and set targets for them. Note that indicators will have to be computable from model output, since we are engaged in planning for the future, not in measuring present progress.

Our problem is now how to define the objective function, and how to take account of objective no. 7 in it?

## Chichilnisky's theorems

According to Chichilnisky (1996), sustainability implies that planning should take account of problems that may appear in the very distant future. Global warming, nuclear waste and biodiversity are examples that come to mind. Based on this, she formulates two requirements on an objective function that is going to be used to assess policies with long-term effects: It should neither be a dictatorship of the future nor a dictatorship of the present. A dictatorship of the future is an objective

function where the interests of those living now – or any given number of years from now – carry no weight. The objective function only cares about benefits and cost as time goes to infinity. A dictatorship of the present is an objective function where what happens after a certain point in time – closer or more distant, and regardless of the consequences it may entail – is of no importance for policy selection. When these concepts are made mathematically precise, she is able to show that a standard cost-benefit analysis is a dictatorship of the present, regardless of the discount rate chosen. She is also able to show that a weighted sum (a linear combination) of a standard cost-benefit analysis and the undiscounted annual net benefit as time goes to infinity is the only possible mathematical form of an objective function that is neither a dictatorship of the future nor a dictatorship of the present.

Thus there are strong theoretical grounds for adopting this mathematical form for an objective function that is meant to reflect intergenerational equity.

Applying this insight to land use and transport planning poses certain problems. It does not make sense to use an integrated land use and transport model to make forecasts very far into the future. 30 years seem to be a maximum. So how to handle long-term effects then?

## Appraisal in PROSPECTS

In PROSPECTS we used an objective function that was a linear combination of a standard cost benefit analysis and the undiscounted net benefits of year 30. For this to make sense, conditions in year 30 will have to be a good indicator of the long-term (i.e. sustainable) conditions. For instance, green areas built down in year 30 could be considered lost forever. In addition, we will have to try to make year 30 as “sustainable” as possible. So we require targets to be met in year 30 with respect to for instance CO<sub>2</sub>-emissions, intragenerational equity, traffic accidents, and conservation of green areas. A deficit in government account should not be allowed for year 30, since such deficits cannot be carried on indefinitely.

Thus we discard strategies that do not achieve targets for selected indicators in year 30, and rank the remaining strategies according to their objective function value. This way, the appraisal framework takes account of all objectives belonging under sustainability:

<sup>1</sup> Some of the objectives represent groups of sub-objectives rather than single objectives. This is particularly true for objectives 3 and 4.

<sup>2</sup> As performed in Norway, i.e. including costs of emission.

- The objective function covers the efficiency and intergenerational equity objectives as well as aspects of the environmental, accident and growth objectives.
- Other objectives, including more ambitious long-term accidents and emission objectives than those implied by the CBA values, are covered by setting targets for year 30.

It might not be optimal to force the path towards sustainability to take only 30 years, and so some compromises may have to be made in setting the targets. Nevertheless, if we cannot predict more than 30 years ahead, then if we want to apply the Chichilnisky objective function at all, we have to identify benefits as time goes to infinity with the year 30 benefits.

Under the assumption that sustainability is reached in year 30, we might as well assume that all years after that are identical. Thus we can let the CBA element of the objective function run from year 0 to infinity. This makes the objective function formally identical to Chichilnisky's function and solves some problems of discontinuity and scrap values at year 30.<sup>3</sup>

The approach requires the participation of decision-makers at various points in the planning process: defining objectives and their priorities, choosing possible policy instruments, setting targets and possibly using the results to reconsider priorities and targets.

## Optimal strategies

The PROSPECTS appraisal framework may be applied to test selected strategies or to find the best possible strategy, given the available policy instruments (optimisation). Algorithms have been developed to find the strategy that maximises the objective function subject to other indicators reaching their target levels. These algorithms consists in repeated runs of the model system, changing the strategy from run to run according to some rule. To a certain extent we are able to optimise dynamic strategies, where the levels of the policy instruments may change over time. For use in optimisation, the model system should be relatively simple, while still reflecting the whole range of behavioural responses and environmental impacts. PROSPECTS case studies made the first experiments to optimise with dynamical strategies, and it seems this might produce new insights.

Even if we are not prepared immediately to accept the "optimal" strategy, the optimisation procedure is useful. It is able to produce strategies previously not thought of and to produce new knowledge about the complex ways policy instruments interact.

---

<sup>3</sup> This idea was suggested to us by Lars-Göran Mattsson. It is not in the Methodological Guidebook.



# Innhold

<b>Sammendrag</b> .....	<b>I</b>
<b>Summary</b> .....	<b>i</b>
<b>1 Bakgrunn</b> .....	<b>3</b>
<b>2 PROSPECTS' tilnærming til transport- og arealplanlegging</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Evalueringsopplegget i PROSPECTS</b> .....	<b>8</b>
3.1 Målhierarkiet og indikatorene .....	8
3.2 Bruk av indikatorene .....	9
<b>4 Måling av bærekraftighet</b> .....	<b>11</b>
4.1 Velferdsmål .....	11
4.2 Chichilniskys teoremer.....	12
4.3 Diskusjon.....	14
4.4 Verdsetting av beholdninger av naturressurser .....	15
4.5 Anvendelse. Problemet med uendelighet .....	16
4.6 Flere problemer i anvendelsen .....	17
4.7 Rettferdig fordeling innen en generasjon .....	19
<b>5 Målfunksjonen i PROSPECTS</b> .....	<b>20</b>
<b>6 Konklusjon</b> .....	<b>22</b>
<b>7 Litteratur</b> .....	<b>25</b>
<b>Vedlegg: Sustainable transport and land use in Norway</b> .....	<b>27</b>



# 1 Bakgrunn

Privatbilen har formet byen på avgjørende vis. Den fører til mer spredt lokalisering av boligområdene og gir arealkrevende virksomhet mulighet til å lokalisere seg i utkanten av byområdet, der tomteprisen er lavere. Dermed undergraver den kollektivtransport, gang og sykkel, og fører til bilavhengighet i en sjølførsterkende og tilsynelatende irreversibel prosess (Newman and Kenworthy 1999).

Stadig økende bilhold og bilbruk medfører køproblemer, forurensning, flere trafikkulykker og mer støy i byer over hele verden. Alt dette truer folkehelsen og gjør bylivet mindre trivelig og trygt. Det kan også etter hvert lede til at de som ikke har tilgang på bil, utelukkes fra arbeidsmuligheter og sosiale aktiviteter. Infrastrukturbygging for å avhjelpe køproblemene kan true karakteren til den gamle bykjernen og føre til tap av kulturelle minnesmerker.

På den andre sida har bilpendling gitt bedriftene tilgang til et større arbeidsmarked. Det fremmer spesialisering og øker produktiviteten. Arbeiderne trenger ikke lenger bo nær arbeidsplassen. Det gjør dem friere til å velge arbeid, og gir dem kanskje en sterkere stilling i forhold til arbeidsgiveren. Med én bil i familien vil familier med to yrkesaktive kanskje bosette seg nær kollektivtransport eller nær jobbmulighetene for den ene, men med to biler i familien faller til og med denne begrensningen. En kan spekulere på om det er bilholdet som har fremmet kvinnes yrkesaktivitet, eller om det omvendt er kvinnefrigjøringen som delvis er ansvarlig for det økt bilholdet. Husholdningenes bruk av bilen til innkjøp gir butikkene tilgang til en større kundekrets, øker konkurransen i handelsnæringen og kan kanskje fremme spesialisering og økt utvalg. Disse økonomiske virkningene kan være en del av forklaringen på hvorfor økt bilavhengighet virker som en uavvendelig prosess.

I transportsystemet kommer disse positive virkningene til uttrykk som en økning i systemets 'entropi', dvs. i hvilken grad folk vil spre sine reiser over hele byen og velge bestemmelsessted ut fra andre hensyn enn transportkostnadene. Slik sett er økt entropi ett gode, og det blir altfor ensidig å hevde at minimering av transporten eller de totale samfunnsøkonomiske kostnadene knyttet til transport skal være målet for transportplanleggingen, slik mange gjør.

Det er oppgava til strategisk arealbruks- og transportplanlegging å gjøre noe med alle problemene som bilen skaper uten å underminere nyttevirkningene. Dette er opplagt et arbeidsfelt med mange og motstridende mål. Det trengs to hovedredskaper på feltet, et modellsystem for å beregne virkningene av tiltak og strategier, og et evalueringsopplegg. Evalueringsopplegget må ta alle målene i betraktning. Modellsystemene må utvikles for å gi en bedre gjengivelse av de kompliserte sammenhengene innenfor og mellom transportsystemet, arealbrukssystemet, miljøet og økonomien. Situasjonen er ikke som for 30 eller 40 år siden, da transportplanlegging besto i å bygge ny infrastruktur til den voksende bilparken på den mest effektive måten.

Praktiske erfaringer og modellberegninger sier oss at arealbruks- og transportpolitikken i mange (eller alle?) større byområder ikke er bærekraftig og må legges vesentlig om. Å fortsette som nå vil medføre alvorlige og delvis irreversible kostnader for framtidige generasjoner i form av miljøødeleggelser og nedbygging av grøntarealer, og i form av køproblemer som undergraver enhver fordel bilen måtte ha gitt. Ikke minst har global

oppvarming vokst fram som en større trussel som gjør det helt nødvendig å redusere forbruket av fossilt drivstoff i transport og bygninger i byene.

Bærekraftighet har derfor vokst fram som det overordnede målet for arealbruks- og transportplanleggingen i storbyene. Bærekraftig utvikling blei definert av Brundtlandkommisjonen (1987) som *"utvikling som imøtekommer behovene nå uten å ødelegge muligheten for framtidige generasjoner til å imøtekomme sine behov"*. Alle målene i areal- og transportplanlegging i by kan innpasses under dette målet, og hovedformålet med dette paperet er å vise hvordan det kan gjøres på en konsistent måte.

Nye framsteg i velferdsteorien og ressursøkonomien (Chichilnisky 1996, Heal 2000) har gitt oss et sunt teoretisk grunnlag for planlegging med bærekraftighet som mål. EU-prosjektet OPTIMA var det første som prøvde å anvende dette teoretiske grunnlaget på bytransportplanlegging (OPTIMA 1998, Minken 1998). Eriksen (1999) understreker betydningen av Chichilniskys og Heals arbeid for konsekvensanalyser i transport og gjorde et første forsøk på å anvende det i samband med en generell likevektsmodell. EU-prosjektet PROSPECTS (Minken et al 2003, May 2003) forbedret opplegget fra OPTIMA ved å ta hensyn til et breiere sett av mål og ved en bedre behandling av CO<sub>2</sub>-kostnadene, og anvendte evalueringsopplegget i en breiere sammenheng som også tok hensyn til arealbruk.

I det følgende redegjør vi for opplegget i PROSPECTS for evaluering av større strategiske grep med sikte på bærekraftighet i areal- og transportpolitikken i byer. Avsnitt 2 presenterer PROSPECTS' tilnærming til strategisk planlegging. Resten av paperet dreier seg om evaluering innen denne rammen. I avsnitt 3 skisserer vi Chichilniskys og Heals bidrag og drøfter noen problemer for anvendeligheten av deres teori på byplanlegging. Avsnitt 4 presenterer evalueringsopplegget i PROSPECTS. Avsnitt 5 drøfter sambandet mellom modellsystem og evalueringsopplegg i denne forbindelsen, og avsnitt 6 trekker konklusjoner.



## **2 PROSPECTS' tilnærming til transport- og arealplanlegging**

En arealbruksplan, slik som f.eks. regulering av nye områder til boligformål, utløser tilpasninger fra ulike aktørers side. Utbyggere kan beslutte seg for å bygge, byggingen fører til at husholdninger flytter, og dette kan igjen få servicevirksomheter til å flytte, etc. Alt dette berører transportsystemet. Antall reisende til ulike bestemmelsessteder og deres valg av transportmiddel og rute vil endre seg, og kanskje også reisefrekvens og bilhold. Dermed endrer trafikkstrømmene seg i de ulike delene av transportsystemet. Dette har virkning på utslipp, støy og ulykker. Det har også virkninger for velferd og fordeling, når systemet beveger seg mot nye likevekts tomtepriser, boligpriser og transportkostnader. Bevegelsen mot likevekt i de ulike delsystemene tar ulik tid, fra dager til år. De langsomme prosessene når kanskje aldri fram til likevekt før en ny endring finner sted (Wegener 1994).

På samme måte kan en transportplan påvirke arealbruken. De reisende endrer rutevalg nokså raskt og deretter kanskje bestemmelsested og transportmiddel og til og med bilhold og bosted. Igjen har dette miljø- og ulykkesvirkninger, og velferdsvirkninger gjennom transportkostnadene og boligutgiftene.

De tre systemene, transport, arealbruk og miljø, er altså lenket sammen i den grad at planleggingen bør ta hensyn til det. På den andre sida er forbindelsen til andre markeder og aktiviteter i byen såpass mye svakere at vi kan se bort fra dem og betrakte produksjonsvolum, inntektsnivå osv. som utenfra gitte forutsetninger. Dermed har vi avgrenset det systemet vi vil studere og planlegge for. Dette gjelder også i samband med bærekraftighet. Vi anser det som meningsfylt å snakke om et bærekraftig arealbruks- og transport-system, uten å blande inn hva slags annet forbruk eller produksjon som foregår i byen.

Dette systemet er komplisert. Det er vanskelig å skjønne umiddelbart hvordan ulike strategier virker på de ulike delene av systemet. Derfor trengs det et matematisk formulert modellsystem for å utrede virkningene. Sjølsagt finns det også empirisk basert kunnskap, og en av håndbøkene i PROSPECTS tar nettopp sikte på å oppsummere empirisk basert kunnskap om de ulike aktuelle virkemidlene og hvordan de kan brukes for å oppnå de målene som hører inn under bærekraftighet. Dette er kunnskapsdatabasen KonSULT, (<http://www.transportconnect.net/konsult/index.html>). Men denne kunnskapen er ikke alltid overførbart fra by til by. Det finnes dessuten lite kunnskap om mange virkemidler, og særlig om hvordan de kan brukes sammen for å oppnå målene. Et modellsystem for den enkelte byen er derfor uunnværlig når det gjelder å gjennomføre konkrete analyser. Dersom det er bygd på sunne økonomiske teorier kan det også brukes til å belyse og supplere den empirisk baserte kunnskapen og finne nye allmenne sammenhenger og handlingsregler.

Integrerte arealbruks- og transportmodeller er konstruert for å fange opp virkningene av areal- og transportplaner. Det må innrømmes at de ofte gjør det på et nokså aggregert og grovt nivå. Det kan variere hvor mange markeder og sammenhenger slike modeller tar hensyn til. Opplegget i PROSPECTS bør i prinsippet kunne anvendes i forbindelse med modeller som fanger opp fra noen få til alle sider av forbruket i byen. Det kan imidlertid ikke brukes til å bedømme bærekraftigheten av produksjonen som foregår i byen, ettersom den vil være del av et verdensomspennende produksjons- og handelssystem og må bedømmes innenfor slike rammer. Vi tror dette er et viktig poeng.

Emnet for PROSPECTS er altså planlegging for bærekraftig arealbruk og transport i by. Målet – bærekraftighet – er veldig generelt, perspektivet er hele arealbruks- og transport-systemet i et byområde, tidsperspektivet er nokså langsiktig og vi vurderer hele pakker av virkemidler, så denne forma for planlegging må absolutt kunne kalles strategisk. Beslutningstakerhåndboka i PROSPECTS (May 2003) går gjennom de ulike momentene, problemene og handlingsmulighetene i slik planlegging og foreslår en logisk struktur for gjennomføringen.

Planleggingen foregår naturligvis innafor en viss kontekst, bestående av de institusjonelle rammene, demografiske framskrivninger og forutsetninger om inntektsvekst, politikken på nasjonalt nivå, slik som bil- og bensinavgifter, tilgjengelig teknologi, gitte begrensninger på arealbruken osv. Denne konteksten, slik den utvikler seg over tid, kaller vi et *scenario*. Innafor rammene av et scenario eller i et mindre antall ulike scenarier tester vi ulike *strategier*, bestående av tilgjengelige virkemidler. Fortrinnsvis består testen i å implementere strategien i modellsystemet. Virkemidlene omfatter priser og avgifter, infrastrukturbygging, kollektivtransportpolitikk, restriksjoner osv. Beskrankninger på virkemiddelbruken og tilgjengelige midler må innarbeides.

For å kunne velge eller anbefale en beste strategi, eller for å rangere strategiene, forkaste de ubrukbare eller velge ut en del av dem for mer detaljert analyse, trenger vi et evalueringsopplegg. Hovedhensikten med dette paperet er å skissere og begrunne evalueringsopplegget. Som vist i avsnitt 4 tar det utgangspunkt i en definisjon av et bærekraftig arealbruks- og transportsystem, avleder mål som rettelig hører hjemme under denne definisjonen, og utvikler indikatorer på måloppfyllelse for alle målene. Indikatorene kan kombineres til en målfunksjon eller brukes enkeltvis til å sette målsetninger som uttrykker hva vi anser for å være et bærekraftig nivå, eller eventuelt bare uttrykker milepæler på veien til bærekraftighet. Merk at indikatorene må kunne la seg beregne på grunnlag av det vi får ut av modellen, siden vi driver planlegging for framtida og ikke måling av framsteg i året som har vært.

Mesteparten av metodehåndboka i PROSPECTS (Minken et al 2003) handler om evalueringsopplegget, målene, indikatorene og hvordan de kan brukes for å bedømme bærekraftigheten av strategiene.

Et særtrekk ved tilnærmingen i PROSPECTS er bruken av optimering. Det er utviklet algoritmer for å finne den strategien som maksimerer målfunksjonen gitt at de andre indikatorene oppnår målsatt nivå, at strategien holder seg innafor tilgjengelige ressurser osv. Disse algoritmene innebærer gjentatte kjøringar av modellsystemet, med endring av strategien fra gang til gang etter visse regler. Til en viss grad kan vi ta høyde for at virkemiddelbruken utvikler seg med tida. Dette er derfor å løse et dynamisk optimeringsproblem under bibetingelser. I PROSPECTS har vi gjort de første forsøk med virkemiddelbruk som endrer seg med tida, og det ser ut til å kunne gi interessante nye innsikter.

Sjøl om vi ikke bør ”kjøpe” den ”optimale” løsningen uten videre, er dette likevel en verdifull øvelse. Den kan frambringe strategier som en ikke har tenkt på tidligere, og gi kunnskap om hvordan virkemidlene samvirker eller motarbeider hverandre når det gjelder måloppfyllelse med hensyn på de ulike målene.

Opplegget krever medvirkning av beslutningstakerne og andre interesserte parter på alle steg i prosessen – når det gjelder å klargjøre målene, velge de mulige virkemidlene, sette målsetninger, bruke resultatene til å øke sin kunnskap om sammenhengene og revurdere sine prioriteringer og målsetninger, osv. For at det skal brukes slik, bør modellene helst være kompakte og raske å kjøre. En slik skisseplanleggingsmodell er utviklet i prosjektet, og det arbeides videre med denne typen modeller. Ett av siktemålene er å anvende PROSPECTS-opplegget i samband med en type optimering som er bedre i stand til å velge ut pakker av infrastrukturprosjekter når det finns avhengighet mellom prosjektene (Ivanova og Minken 2003). Dermed vil vi kunne analysere bærekraftigheten av en type

strategier som nå utvikler seg i mange norske byer, nemlig pakker av infrastrukturforbedringer både på veg og i kollektivsystemet, finansiert av bomringer som også tjener vegprisingsformål, og gjennomført i kombinasjon med arealbrukstiltak.

## 3 Evalueringsopplegget i PROSPECTS

### 3.1 Målhierarkiet og indikatorene

PROSPECTS tok utgangspunkt i en definisjon av målet, et bærekraftig arealbruks- og transportsystem. Fra denne definisjonen utledet vi delmål som alle har sin legitime plass under hovedmålet. Disse blei presisert videre til det punkt hvor det var mulig å lage en indikator på måloppfyllelse for hvert delmål eller hvert aspekt av et delmål. Indikatorene måtte kunne beregnes fra output fra et modellsystem.

PROSPECTS-definisjonen på et bærekraftig arealbruks- og transportsystem er:

*Et bærekraftig transport- og arealbrukssystem i en by*

- *gir alle innbyggerne i byen tilgang til goder og tjenester på en effektiv måte*
- *bevarer miljøet, kulturarven og økosystemene for nålevende generasjoner*
- *uten å sette mulighetene i fare for at framtidige generasjoner skal kunne oppnå minst samme velferdsnivå som de som lever nå, inkludert den glede og nytte de kan få av naturmiljøet og kulturarven.*

Merk at velferd i form av effektiv tilgang til goder og tjenester er et legitimt delmål under bærekraftighet – i hvert fall så lenge det ikke går på bekostning av miljømålene. Videre vil det åpenbart være rom for delmål angående miljøet. Merk også henvisningen til ”alle innbyggere”. Den inneholder muligheten til å sette mål om rettferdig fordeling, likhet og alles deltakelse i samfunnslivet. Alle slike mål bør være legitime delmål under bærekraftighet. Dette uttrykkes ofte som at vi krever både en bærekraftig økonomi, et bærekraftig miljø og et bærekraftig samfunn.

En spørreundersøkelse som blei besvart av 54 europeiske byer bekreftet at de følgende seks målene hører hjemme under det overordnede målet, en bærekraftig by:

- 1 *samfunnsøkonomisk effektivitet*
- 2 *bevaring av miljøet*
- 3 *trivelige gater og boligområder*
- 4 *trafiksikkerhet*
- 5 *rettferdig fordeling og alles deltakelse i samfunnslivet*
- 6 *økonomisk vekst*

Noen av målene, som bevaring av miljøet, trenger åpenbart å bli spesifisert nærmere. Se Minken et al (2003) angående en slik videre oppdeling. De seks målene vil trolig være viktige for byen på ethvert tidspunkt, enten det er 2010 eller 2100. Men skal vi ta hensyn til disse målene på en slik måte at vi oppnår bærekraftighet, trenger vi et mål som ikke gjelder det enkelte år, men snarere hvordan vi prioriterer mellom måloppfyllelsen i ulike år. Derfor krever vi

- 7 *rettferdig fordeling mellom generasjonene.*

Vi kunne kanskje tatt med helse-målsetninger som eget punkt. Men helse er tatt vare på gjennom trafiksikkerhetsmålet, gjennom delmål vedrørende lokal luftforurensning under miljømålet, og som nytte for gående og syklende under målet om samfunnsøkonomisk effektivitet.

En strategi bør fortrinnsvis kunne gi bra resultater uansett hvilket scenario som blir virkelighet. Vi kan derfor ha som mål at

*8 strategien skal være robust.*

Siden framtida nødvendigvis er usikker, er det verdifullt at en strategi er robust. Hvor robust den er, bedømmes ved å teste den i mange slags scenarier. Dette målet er derfor av en annen type enn de foregående.

Endelig kan byene ha mål som angår planleggingsprosessen i seg sjøl, snarere enn utfallet. De kan oppsummeres som

*9 en demokratisk planleggingsprosess.*

Siden dette målet ikke dreier seg om resultatene som kan oppnås i den enkelte strategien, kan det ikke innpasses i vårt evalueringsopplegg. Det må snarere ivaretas gjennom offentlighet, beboermedvirkning, reformering av planprosessene og enkle og klare måter å presentere resultatene på.

Når vi har fastlagt målene, blir spørsmålet hvordan måloppfyllelsen kan måles. Samfunnsøkonomisk effektivitet lar seg måle med nyttekostnadsanalyse, der vi inkluderer kostnadene ved lokal luftforurensning, støy og ulykker. I kapittel 4 vil vi kommentere hvordan CO<sub>2</sub>-utslipp og verdien av ubrukt land skal måles. Vi har også beskrevet indikatorer for fordelingspolitiske mål i PROSPECTS. Trafikksikkerhet kan måles ved ulykkeskostnader eller antall ulykker. De problematiske områdene er da trivelige gater og boområder og økonomisk vekst. I PROSPECTS antyder vi at kostnaden ved ulykker der myke trafikanter skades av bil kan brukes som indikator for trivelige gater og boområder. Det gjenstår å se hvor godt det fungerer. Økonomisk vekst er fortsatt et problemområde, til tross for det utmerkede arbeidet i SACTRA (1999). Vi antyder i PROSPECTS at netto nytte for husholdninger, bedrifter og det offentlige kan brukes for å vise potensialet for økonomisk vekst i en strategi.

## 3.2 Bruk av indikatorene

Den enkleste forma for evaluering er åpenbart å beregne indikatorene for hver strategi og overlate til beslutningstakerne å velge strategi, basert på denne informasjonen og eventuell annen informasjon de måtte ha. Siden det ikke brukes noe formelt kriterium for å rangere strategiene eller dele dem i anbefalte og forkastede, kan denne forma for evaluering kalles uformell. Men den er likevel basert på et systematisk sett av kvantifiserte indikatorer som dekker hele bredden av mål.

Under de formelle formene for evaluering gjør vi et skille mellom de som resulterer i en komplett ordning av strategiene (fra beste til verste) og de som ikke gjør det. Å *sette målsetninger* er grunnlaget for evaluering som ikke resulterer i en komplett ordning. Å *danne en målfunksjon* er grunnlaget for evaluering som gir en komplett ordning.

En målfunksjon er en (lineær) funksjon av en delmengde av indikatorene, til bruk ved (fullstendig eller delvis) evaluering av strategiene eller til optimering. I avsnitt 5 skisserer vi den allmenne forma for en målfunksjon som inneholder målet om rettferdig fordeling mellom generasjoner, målet om samfunnsøkonomisk effektivitet og i det minste noen av miljømålene, nemlig CO<sub>2</sub>-målsetninger og lokale mål for arealbruk, utslipp og støy.

Evalueringsopplegget i PROSPECTS er fleksibelt, og det er slett ikke obligatorisk å bruke denne målfunksjonen. Men hvis vi velger å gjøre det, må vi ta stilling til hva vi skal gjøre med målene som ikke er tatt inn i målfunksjonen. Det dreier seg i hvert fall om fordelingsmålene innafor en generasjon. Det finns tre muligheter: (a) å danne en multi-kriterie-målfunksjon ved å føye til ledd med disse indikatorene i målfunksjonen, (b) å sette målsetninger for dem og inkludere målsetningene som bibetingelser i optimerings-

problemet, og (c) å beregne dem og presentere dem som supplerende informasjon til beslutningstakerne.

Vi definerer *målsetninger* som det nivået for indikatorene som er nødvendig for å oppnå et bærekraftig arealbruks- og transportsystem. Det trengs mye subjektivt skjønn for å sette målsetningene, og meningene er nødvendigvis delte om dem. Jo lenger inn i framtida vi prøver å se, jo mindre kan vi vite, så det er ikke mye vits i å lage detaljerte prediksjoner og beregne indikatorer mer enn 30 år fram i tid. Men vi kan ikke vente at byen er bærekraftig i streng mening innen 30 år. Derfor må vi bruke skjønn og bestemme oss for hvilke målsetninger som må bli oppnådd om vi skal kunne være noenlunde trygge på at situasjonen om 30 år vil utvikle seg videre til å bli helt bærekraftig.

Hvis vi tillater at målsetningene ikke blir nådd fullt ut, vil vi omtale dem som sluttmaal snarere enn målsetninger. Sluttmaalene representerer idealet eller slutttilstanden vi sikter mot, mens målsetningene representerer minimumskrav som vi ikke vil gå under for noen pris. *Graden av måloppfyllelse* med hensyn til et sluttmaal er 0 i nåtilstanden og 1 om sluttmalet oppnås. For mellomtilstander kan vi definere den som forskjellen mellom oppnådd nivå og nåtilstanden, delt på forskjellen mellom sluttmalet og nåtilstanden. Med denne målestokken kan bibetingelser i optimeringsproblemet uttrykkes ved å kreve at en indikator skal være større enn et visst tall mellom null og en i et visst år. Det siste året er det viktigste i denne sammenhengen.

Målsetninger kan settes også for indikatorer som allerede er inkludert i målfunksjonen. For eksempel kan det tenkes at byen har en målsetning for ulykker, samtidig som ulykkeskostnader er inkludert i målfunksjonen. Hvis denne målsetningen viser seg å være en bindende bibetingelse i optimeringen, betyr det at beslutningstakerne verdsetter unngåtte ulykker høyere enn det som ligger i den vanlige enhetskostnaden.

## 4 Måling av bærekraftighet

Hensikten med dette kapitlet er å finne en generell matematisk form på en målfunksjon som skal inkludere målet om rettferdig fordeling mellom generasjonene, målet om samfunnsøkonomisk lønnsomhet og i det minste noen av miljømålene. For å finne teoretiske holdepunkter for dette vender vi oss til økonomien.

### 4.1 Velferdsmål

For økonomer er samfunnet lite annet enn en samling av individer. En *allokering* er en tildeling av en godevektor (kurv av varer og tjenester) til hvert individ. La oss ikke bry oss om hvordan tildelingen skjer. Hvordan kan vi avgjøre om en allokering er bedre enn en annen?

Et velferdskriterium er en regel som kan brukes til å gjøre slike vurderinger om allokeringer, i det minste i noen tilfeller. Enhver vil sikkert ha sin egen regel, men økonomene er på utkikk etter en regel som inneholder så lite verdier (i Kr.F-betydning) som mulig. Det har de funnet i Kaldor-Hicks-Samuelson-kriteriet (KHS) (Chipman and Moore 1994). Et underliggende premiss er at hvert individ er i stand til å rangere alle godevektorer hun kan få – dvs. hun har en nyttefunksjon. Enhver allokering inneholder bestemte totalkvanta av hvert av godene. Betrakt allokeringen A. Vi kaller en allokering som holder seg innafor samme totalkvanta som A for en omfordeling av A. Ifølge Kaldor-Hicks-Samuelson-kriteriet er da allokering A bedre enn allokering B hvis det for enhver mulig omfordeling B' av godene i allokering B finns en omfordeling A' av allokering A slik at alle individer i samfunnet er minst like fornøyd med sin godevektor i A' som det de oppnår i B'.

Merk at KHS-kriteriet bare baserer seg på individenes egne preferanser pluss den relativt ukontroversielle verdidommen at hvis et individ (uansett hvilket) mener å ha fått det bedre og ingen andre mener å ha fått det verre, så er dette en forbedring for samfunnet (Pareto-egenskapen). Men det er et stort men. For at A skal bli bedømt å være bedre enn B trengs det ikke at Paretoforbedringen (omfordelingen som gjør at alle blir minst like fornøyd) faktisk blir gjennomført. Dette er det svake punktet ved KHS. På den andre sida: Hvis vi krevde en faktisk Paretoforbedring, ville vi ikke kunne avgjøre om A var bedre enn B i særlig mange tilfeller.

Spørsmålet er så om KHS gir en avgjørelse i alle tilfeller. Svaret er ja, forutsatt at individenes nyttefunksjoner har en spesiell matematisk form – Gormans polære form – og at de maksimerer nytte under en vanlig budsjettbetingelse. Vi nevner det fordi aktørene i våre modeller ofte har indirekte nyttefunksjoner med denne formen. I dette tilfellet kan vi konstruere et *velferdsmål*, som er slik at hvis allokering A er bedre enn B, så gir velferdsmålet høyere verdi for A enn for B. Dette er fordi når nyttefunksjonene har Gormans polære form, finnes det en representativ konsument. Velferdsmålet er den indirekte nyttefunksjonen eller levekostnadsfunksjonen til den representative konsumenten.<sup>1</sup>

Uansett forma på nyttefunksjonene kan vi naturligvis lage et velferdsmål, om vi bare er villige til å gjøre tilstrekkelig sterke normative antakelser på vegne av samfunnet. En

---

<sup>1</sup> Se Varian (1992) eller en annen lærebok for definisjonene av disse funksjonene.

hvilken som helst funksjon definert over allokeringer gjør nytten, men økonomene vil vanligvis kreve at velferdsålet i det minste skal respektere individenes preferanser. En *velferdsfunksjon* er et velferds mål definert over individenes nyttefunksjoner i stedet for direkte over allokeringer, og som er strengt tiltakende i hvert argument. Velferdsfunksjonen som rett og slett består av summen av individenes nytte kalles en *utilitaristisk velferdsfunksjon*. Nyttekostnadsanalyse gjennomføres enten ved å anta en utilitaristisk nyttefunksjon der alle individuelle nytter er målt i samme pengeenhet, eller ved å anta en representativ konsument. Når det finns en representativ konsument i den underliggende modellen er de to tilnærmingene identiske. Hvis samfunnet består av grupper, hver med sin representative konsument, kan de to tilnærmingene kombineres.

Samfunnsvitere innvender mot nyttekostnadsanalyse at samfunnet ikke lar seg redusere til sine enkeltindivider, eller at individene ikke kan reduseres til nyttemaksimerere. Miljøvernere framholder at miljøet ikke kan verdsettes med individenes betalingsvillighet som grunnlag. Mange akademiske økonomer mener nyttekostnadsanalyse i praksis blir for naivt. Kan et gyldig mål på bærekraftighet konstrueres på et slikt grunnlag? Vi får se.

## 4.2 Chichilniskys teoremer

Vi forutsetter en uendelig rekke av generasjoner,  $g = 1, 2, \dots, \infty$ . En *intertemporal* velferdsfunksjon må defineres over nyttene til alle disse generasjonene. Den må være strengt tiltakende i nytten til enhver generasjon (Pareto-egenskapen) og må kunne tilordne et reelt tall – samfunnets velferdsnivå – til enhver allokering av goder til generasjonene. Her spiller generasjonene samme rolle som individene i forrige avsnitt, men det faktum at generasjonene er ordnet etter hverandre i tida og er uendelig mange, gjør en forskjell. Uten noen form for vektning av de individuelle nyttene vil den intertemporale velferden bli uendelig i mange tilfeller. Men det gjør sammenlikning umulig, og er utelukket pr. definisjon av en velferdsfunksjon.

Hvorfor antar vi da en uendelig rekke generasjoner? Hvorfor ikke definere en tidshorisont som vi holder oss innafor? For det første fordi en slik horisont er helt vilkårlig. Fra et bærekraftighetssynspunkt bør vi også være interessert i hva som skjer etter dette tidspunktet. For det andre er det begrepsmessig greiere å behandle samfunnets undergang (om så skjer) som en begivenhet som finner sted innafor vår tidshorisont. Tross alt kan vi kanskje gjøre noe for å påvirke den eller utsette den.

Den vektningen av nytten til de individuelle generasjonene som normalt brukes, er sjølsagt diskontering. Det trenger ikke være diskontering med en konstant kalkulasjonsrente: Enhver form for vektning av enkeltgenerasjonenes nytte som fører til at velferdsfunksjonen konvergerer, vil gjøre nytten. I tråd med Chichilnisky (1996) vil vi anta at det finnes en øvre og nedre grense for nytten til enkeltgenerasjonene. Da kan en hvilken som helst funksjon av  $g$ ,  $\Delta(g)$ , som tilfredsstill  $\Delta(g) \geq 0$  for alle  $g$  og  $\sum_g \Delta(g) < \infty$  gjøre nytten. Vi kaller  $\Delta(g)$  en diskonteringsfaktor.

Nytten til generasjon  $g$  betegnes  $U_g$ . En *utilitaristisk intertemporal* velferdsfunksjon  $W_u$  kan nå defineres som

$$W_u = \sum_{g=1}^{\infty} U_g \Delta(g)$$

Bortsett fra (a) at tida går til uendelig i stedet for en tilfeldig tidshorisont og måles i generasjoner i stedet for i år, og (b) at diskonteringsfaktoren er mer generell enn vi vanligvis bruker, er  $W_u$  det samme som vi måler i en helt vanlig nyttekostnadsanalyse.  $W_u$  er en komplett ordning av nyttestrømmer og tilfredsstill Pareto-egenskapen.



Er  $W_u$  et godt mål på bærekraftighet? Vi kunne for eksempel spesifisere en diskontingsfaktor på grunnlag av en kalkulasjonsrente som avtok med tida, i stedet for den vanlige konstante renta. Det er stor interesse for slike fallende kalkulasjonsrenter som et redskap til å evaluere klimapolitikk (IPCC 2001). Men i følge Chichilnisky (1996) er  $W_u$  ubrukbar som mål på bærekraftighet.

La oss da vurdere en helt annen mulighet. Vi definerer det *bærekraftige nyttenivået*  $SU$  til en nyttestrøm  $\{U_g\}_{g=1,2,\dots}$  som nyttenivået når tida går mot uendelig:

$$SU = \theta \lim_{g \rightarrow \infty} U_g$$

Her er  $\theta$  en tilfeldig konstant.  $SU$  er ingen *velferdsfunksjon*, siden den ikke er strengt tiltakende i alle  $U_g$  og siden den ikke er definert for nyttestrømmer som ikke går mot en bestemt grense. Likevel kan  $SU$  være basis for et *velferds-kriterium*, nemlig at av to nyttestrømmer foretrekker samfunnet den som er best på meget lang sikt (forutsatt at det kan fastslås). En mulig tolkning av bærekraftighetsbegrepet til Brundtlandkommisjonen er at av to mulige politiske linjer, hver med sin nyttestrøm og med en  $U_g$  for de nålevende generasjonene som er tilstrekkelig høy i begge, bør vi velge den med høyest  $SU$ . Å velge på grunnlag av  $SU$  aleine er enda mer framtidorientert. Det innebærer at vi er villige til et hvilket som helst offer nå hvis det bare øker velferden på meget lang sikt.

Et annen mulig velferds-kriterium kunne være Rawls-kriteriet: Av to nyttestrømmer, velg den hvor den *minste*  $U_g$  er størst.

Chichilnisky (1996) foreslår to aksiomer som en intertemporal velferdsfunksjon bør følge – hun kaller dem ”ikke noe framtid-diktatur” og ”ikke noe nåtids-diktatur”. Anta vi har to nyttestrømmer  $U = \{U_1, U_2, \dots\}$  og  $V = \{V_1, V_2, \dots\}$  og endrer dem til  $U^k$  og  $V^k$  ved å sette inn minimumsverdier for  $U_g$  og  $V_g$  etter et visst tidspunkt  $k$ . (Vi minner om at vi forutsatte at det fantes et største og et minste nyttenivå). Hvis vi nå anvender et velferds-kriterium på de nye nyttestrømmene  $U^k$  og  $V^k$  finner vi for eksempel at  $U^k$  er best. Nå går vi tilbake til våre opprinnelige nyttestrømmer og anvender vårt velferds-kriterium på dem. Hvis det finnes en  $k$  slik at vi *alltid* kan avgjøre hvilken av  $U$  og  $V$  som er best utelukkende ved å se på hvilken som er best av  $U^k$  and  $V^k$ , så er velferds-kriteriet vi bruker et nåtids-diktatur.

Med et nåtids-diktatur kan ingenting som hender etter et visst tidspunkt gjøre noen forskjell for rangeringen. Det tidspunktet kan være langt inn i framtida hvis forskjellen i nytte ”nå” (før  $k$ ) er liten, men det finns.

I et framtid-diktatur, derimot, kan ingenting som hender før et visst tidspunkt gjøre noen forskjell for rangeringen.

Aksiomet ”ikke noe nåtids-diktatur” uttrykker at vi bryr oss om hva som skjer i en fjern framtid i slike saker som global oppvarming, lagring av atomavfall, biodiversitet osv. Mange vil føle at det svarer til deres forestilling om hva bærekraftighet handler om.

Teorem 1 i Chichilnisky (1996) sier at velferdsfunksjonen  $W$  definert ved

$$W = W_u + SU$$

tilfredsstillende de to aksiomene og er verken et nåtids- eller et framtid-diktatur. Teoremet sier også at  $W_u$  er et nåtids-diktatur, uansett hva slags kalkulasjonsrente eller diskontingsfaktor vi bruker.  $SU$  er på den andre sida åpenbart et framtid-diktatur. Kombinasjonen av de to mangelfulle kriteriene gir derimot et tilfredsstillende kriterium.<sup>2</sup>  $W$  har også

---

<sup>2</sup>  $SU$  som her definert er i virkeligheten bare en av en hel klasse funksjoner som gir en  $W$  som tilfredsstillende kriteriene. Alle slike funksjoner har å gjøre med hvordan nyttestrømmen oppfører seg når tida går mot uendelig.

Pareto-egenskapen og gir avgjørelse for alle nyttestrømmer, så den kan rettelig kalles en velferdsfunksjon.

Chichilniskys Teorem 2 er virkelig forbløffende. Det sier at hvis vi vil at den intertemporale velferdsfunksjonen skal ha Pareto-egenskapen og tilfredstille de to aksiomene om diktatur, og i tillegg være kontinuerlig og lineær i generasjonenes nytte, så er  $W$  slik som her definert (se også fotnote 2) den *eneste mulige kandidaten*.<sup>3</sup>

Teorem 3 sier grovt sagt at det er ikke alltid vil være mulig å finne en tilnærmet riktig løsning til det dynamiske optimeringsproblemet å maksimere bærekraftighetsfunksjonen  $W$  ved å bruke en høvelig spesifisert  $W_u$  i stedet. "Bærekraftoptima og diskonterte optima kan være langt fra hverandre". Tilsvarende vil det ikke alltid være mulig å angi priser for hver år som er slik at hvis du maksimerer nåverdien av forbruket til disse prisene, oppnår du den bærekraftige løsningen.

I sin alminnelighet kan ikke markeder løse bærekraftighetsproblemer. Ikke engang en samfunnsplanlegger som bruker nyttekostnadsanalyse kan det.

### 4.3 Diskusjon

Hvis vi godtar forutsetningene, har Chichilniskys arbeid både filosofiske og praktiske implikasjoner.

På det filosofiske planet kan vi spørre (som Chichilnisky sjøl gjør) hvem sine preferanser det er som gjenspeiles i  $W$ . Hvis individene er nyttemaksimerere uten altruistiske elementer i nyttefunksjonen, er det ingen enkeltindivider som har slike preferanser. Sjøl om vi regner med at individene tar med miljøkvaliteter i nyttefunksjonen, kan vi trolig aldri få fram den sanne verdien for samfunnet av disse kvalitetene ved å spørre individene hvor mye de er villig til å betale for å opprettholde dem. Vi spurte ikke alle generasjoner. Samfunnet, som noe annet enn dets enkelte medlemmer, bringes kanskje inn igjen i velferdsøkonomien gjennom Chichilniskys arbeid.

Samfunnet vil også måtte ta på seg den praktiske oppgava med å planlegge for bærekraftighet, finne de riktige skyggeprisene eller samfunnsøkonomiske kostnadene til varer og tjenester som påvirker nyttenivået på langt sikt, og gjennomføre bærekraftighetsplanen gjennom avgifter og regulering. I følge Coase (1960) kunne samfunnet alternativt ha internalisert eksternalitetene ved å definere eiendomsrettigheter og etablere de manglende markedene, men siden framtidige generasjoner ikke kan ta del i disse markedene og ingen nyttemaksimerende aktører kan representere deres interesser fullt ut, vil denne løsningen ikke alltid holde.

Men ikke alle våre handlinger nå påvirker nyttenivået på langt sikt. Hvis vi bruker Chichilnisky-kriteriet til å evaluere handlinger og planer som bare gjør en forskjell på kort sikt, reduserer det seg til en vanlig nyttekostnadsanalyse.

Et stykke på veg kan Chichilniskys arbeid løse det vanskelige problemet om hvilken rente som skal brukes i nyttekostnadsanalyser av planer med langsiktige konsekvenser (se Portney og Weyant 1999, Weitzman 1998 og IPCC 1996 og 2001 angående debatten om dette). I bærekraftighetsvelferdsfunksjonen er kalkulasjonsrenta løst fra oppgava å gjenspeile vår bekymring for hva som skjer på langt sikt, og er fri til å gjenspeile tidsprefransene til de enkelte nyttemaksimererne. Det kan framleis diskuteres om det skal brukes en konstant kalkulasjonsrente eller en rente som faller med tida. En konstant rente gir

---

<sup>3</sup> Igjen holder teoremet under litt mer generelle vilkår: linearitet kan erstattes med et vilkår kalt uavhengighet.

konsistens i de individuelle preferansene, mens en fallende rente gir "tidsinkonsistens"<sup>4</sup>, men ser ut til å gjenspeile folks faktiske valg bedre (Heal 2000).

Imidlertid har Chichilniskys løsning så langt ikke hatt særlig innvirkning på diskusjonen om diskontering. For eksempel er den ikke nevnt i IPCC (2001).

Tidsinkonsistens er ikke noe problem i forhold til bærekraftighetsmålfunksjonen  $W$ , siden vi ikke antar at den skal reflektere preferansene til et nyttemaksimerende individ som lever uendelig lenge. Tvert imot er det bedre å se den som en funksjon som gjenspeiler vårt syn på rettferdig fordeling mellom generasjonene, i tillegg til målet om effektivitet. Dette trekkes ved  $W$  viser seg i den tilfeldige konstanten  $\theta$  som vi tok med i  $SU$ . Faktisk er den ikke tilfeldig, men gjenspeiler hvilken vekt vi legger på velferden til fjerne framtidsgenerasjoner i forhold til velferden nå.

#### 4.4 Verdsetting av beholdninger av naturressurser

Bevaringshensyn er bare implisitt tilstede i Chichilniskys aksiomer om "ikke noe nåtidsdiktatur" og "ikke noe framtidsdiktatur". Heal (2000) foreslår at kjerna i bærekraftighetsbegrepet kan uttrykkes ved tre aksiomer:

1. "En behandling av nåtid og framtid som gir en positiv vekt til det som skjer på meget lang sikt".
2. "Ta hensyn til alle måter som miljøressurser bidrar til økonomisk velferd på".
3. "Ta hensyn til begrensningene som ligger i miljøressursenes dynamiske utvikling".

Det første punktet har vi alt dekket. En grov første tilnærming til det tredje punktet er å dele naturressursene inn i fornybare og ikke fornybare. Det virkelige nye ligger i andre punkt.

Andre punkt fanger opp miljøbevaringstanken som ligger i bærekraftighetsbegrepet. Naturressurser bør verdsettes ikke bare som noe som kan forbrukes (i forbruk eller produksjon), men som beholdninger som vi har nytte av sjøl når de ikke forbrukes. Den grunnleggende grunnen til det er at vi er avhengige av noen grunnleggende kvaliteter ved økosystemene vi lever i for å oppnå livskvalitet og rett og slett for å fortsette å eksistere.

For å ta hensyn til dette punktet introduserer Heal beholdninger som argumenter i nyttefunksjonen, dvs.  $u = u(c, s)$ , der  $c$  er forbruk og  $s$  er beholdningens størrelse ( $c$  og  $s$  kan være skalarer eller vektorer). Dette leder til en grønnere optimal løsning sjøl når vi anvender en utilitaristisk tilnærming med neddiskontering. Men beholdninger som gir nytte kan sjølsagt også tas inn i Chichilniskys velferdsfunksjon.

For å komme fram til Heals formulering av velferdsfunksjonen kan vi først merke oss at hvis årlige nytter kan summeres over generasjonene som lever i det året, og hvis nytten til en generasjon er en lineær funksjon av nytten i hvert år, kan Chichilniskys funksjon formuleres med årlig nytte i stedet for nytte pr. generasjon. Vi forutsetter at den årlige nyttefunksjonen har samme matematiske form for alle år. Den årlige nytten må nå tolkes som samfunnets velferdsfunksjon for det året. Når vi gjør tida kontinuerlig i stedet for diskret og multipliserer med konstanten  $\alpha = (\theta + 1)^{-1}$  får vi:

---

<sup>4</sup> Anta du løser et dynamisk optimeringsproblem og begynner å implementere den optimale løsningen. Hvis du løser det tilsvarende problemet på et seinere tidspunkt og finner at du fra nå av vil gjøre noe annet enn det du fant første gang, så har du en målfunksjon (en intertemporal nyttefunksjon) som er tidsinkonsistent.

$$W = \alpha \int_0^{\infty} u(c(t), s(t)) \Delta(t) dt + (1 - \alpha) \lim_{t \rightarrow \infty} u(c(t), s(t))$$

Her er  $c(t)$  konsumet på tidspunkt  $t$  (kan være en vektor),  $s(t)$  er beholdningen av naturressurser på tidspunkt  $t$  (kan også være en vektor), og  $\Delta(t)$ , normalisert uten tap av generalitet slik at  $\int_0^{\infty} \Delta(t) dt = 1$ , er diskonteringsfaktoren. Konstanten  $\alpha$  avgjør hvor stor vekt vi skal legge på nytte langt fram i tid i forhold til nytte nå (dvs. i forhold til en vanlig nyttekostnadsanalyse).

Om vi antar en konstant kalkulasjonsrente, kan diskonteringsfaktoren i det kontinuerlige tilfellet skrives  $e^{-it}$ , der  $i$  er den konstante kalkulasjonsrenta. Men vi kan også bruke en kalkulasjonsrente som faller med tida. Faktisk argumenterer Heal (2000) gjentatte ganger for logaritmisk diskontering, dvs. å bruke  $e^{-i \ln t}$  i stedet.

$W$  som angitt her tilfredsstillter Chichilniskys to aksiomer og kravene til en utilitaristisk velferdsfunksjon. I følge Chichilniskys andre teorem er  $W$  den eneste funksjonen som gjør det.

Et bærekraftighetsproblem – eller et Chichilniskyproblem, som vi skal kalle det – kan nå formuleres slik:

$$\text{Max } W = \alpha \int_0^{\infty} u(c(t), s(t)) \Delta(t) dt + (1 - \alpha) \lim_{t \rightarrow \infty} u(c(t), s(t))$$

gitt  $s'(t) = r(s(t)) - c(t), \quad 0 < \alpha < 1.$

Her er  $r(s(t))$  naturressursens regenerasjonsrate eller vekstrate, som er en funksjon av størrelsen eller hvor mye det finns av den. For ikke fornybare ressurser er vekstraten alltid null, så slike ressurser har en enkel dynamikk: beholdningen minker med det som blir forbrukt.

Heal studerer løsninger på dette problemet under ulike forutsetninger. For vårt formål trenger vi bare å nevne noen av resultatene.

Når det gjelder ikke fornybare ressurser er det vel kjent at når beholdninger ikke gir nytte, skal det optimale uttaket følge en bane der beholdningen nærmer seg null når tida går mot uendelig (Hotelling 1931). Når beholdninger gir nytte, vil eventuelt noe av beholdningen bli bevart for alltid. Det optimale uttaket i et Chichilniskyproblem vil bevare minst like mye av beholdningen for alltid som i det utilitaristiske tilfellet der beholdninger gir nytte. Så kombinasjonen av punktene (1) og (2) ovenfor fører faktisk til en grønnere politikk.

Når det gjelder fornybare ressurser er det ingen løsning på Chichilniskyproblemet med mindre kalkulasjonsrenta går mot null når tida går mot uendelig. Men om vi bruker en slik rente, er løsningen den samme i Chichilniskyproblemet som den ville vært i et utilitaristisk problem med samme rente.

## 4.5 Anvendelse. Problemet med uendelighet

Uendelighet er sentralt i argumentene som ledet til  $W$  og i bevisene for teoreme. I praktiske anvendelser må vi imidlertid holde oss til en endelig tidshorison. Åpenbart kan vi ikke spå om konsekvenser med noe som likner nøyaktighet bortenfor en horison på la oss si 30 år. Om SU vil vi ha svært lite å si. Gjør dette hele konstruksjonen overflødig, slik at vi er tilbake til vanlig nyttekostnadsanalyse? Vi tror ikke det. Vi *ønsker* å ta hensyn til de langsiktige konsekvensene, og på sett og vis er det denne tanken som teller. Det vi må gjøre er å bruke forholdene i det siste året vi gjør framskrivninger for (la oss si år 30) som en indikator for de langsiktige konsekvensene. Grøntområder som er nedbygd da kan for eksempel anses tapt for alltid. Ved å anvende  $W$  med år 30 som indikator for SU kan noe av disse langsiktige kostnadene (og nytten) fanges opp. Vi kan også sette mål for år

30 med hensyn til miljøkvaliteter for å få dette året til å likne mer på hva vi tror er den langsiktige bærekraftige situasjonen. Et underskudd i det offentlige finanser bør ikke tillates for år 30, siden slike underskudd ikke kan fortsette evig.

Hvis vi bruker subjektivt skjønn for å fastlegge hvor mye av de ikke-fornybare ressursene vi skal beholde fra og med år 30, oppstår spørsmålet om vi egentlig trenger SU og konstanten  $\alpha$ . Generelt må svaret være ja, for vi er ikke bare interessert i å sikre et minimumsnivå med hensyn til naturressurser, men også i å gjøre velferden langt fram i tid høyest mulig gitt de begrensningene som bevaring av naturressursene gir. Det er godt mulig at vi vil ha tilstrekkelig mange virkemidler til å kunne påvirke velferden sjøl etter at vi har sikret miljømålene. Men merk at hvis målsetningene for år 30 er for mange eller for høye, er det mulig at vi ikke har rom for å påvirke SU, velferden på langt sikt, eller at  $\alpha$  blir uten betydning for resultatet.<sup>5</sup> I så fall blir hele strategivalget et eksempel på det som kalles backcasting. Følsomhetsanalyser kan avsløre om en eller noen få av de normative valgene har vært helt avgjørende for hele løsningen.

Kanskje det ikke er optimalt å tvinge fram at vegen til bærekraftighet bare skal ta 30 år, og noen kompromisser må derfor tillates når målene for år 30 settes. Ikke desto mindre: Hvis vi ikke kan gjøre framskrivninger mer enn 30 år framover, må vi identifisere SU og år 30 hvis vi skal anvende W i det hele tatt.

## 4.6 Flere problemer i anvendelsen

Forhåpentligvis har vi nå vist at det strategiske planleggingsproblemet som blei skissert i avsnitt 2 kan formuleres som et Chichilniskyproblem med noen ekstra bibetingelser. Det viktigste argumentet for en slik tilnærming er at det fanger opp målsetningene om samfunnsøkonomisk effektivitet, rettferdig fordeling mellom generasjonene og bevaring av naturmiljøet på en grei måte med solid teoretisk grunnlag i velferdsøkonomien. Målsetninger på andre områder kan da innarbeides som nye bibetingelser.

Denne tilnærmingen samsvarer godt med optimeringstilnærmingen til strategisk planlegging slik vi brukte den i PROSPECTS, og den innebærer bare små forandringer i forhold til de beregningene vi vanligvis utfører i nyttekostnadsanalyser av transportmiddelovergrepene planer. Vi tolker  $u(c,s)$  som den årlige netto nytten av en strategi – bestående av brukernytte, produsentoverskudd, konsekvenser for offentlige budsjetter og besparelser i eksterne kostnader. Nyttens av å *forbruke* naturressurser inngår i brukernytten og produsentoverskuddet. Når den beste alternative anvendelsen av ressursen er å beholde den som den er, er den virkelige samfunnsøkonomiske kostnaden av ressursbruken lik grensenytten av å bevare ressursen urørt, målt i penger. Denne grensenytten – betalingsviljen for å bevare ressursen – kan hensiktsmessig anslås med betalingsvillighetsundersøkelser når det gjelder lokale ressurser. Kjenner vi den, vil korreksjonen fra opplevde kostnader til samfunnsøkonomisk riktige kostnader i nyttekostnadsanalysen kunne gjøres ved å bruke de opplevde kostnadene på konsumentenes eller produsentenes konto, føre eventuelle skattevirkninger på det offentlige konto og føre forskjellen mellom ressurskostnaden målt i markedspris og målt i ”bevaringsverdi” på kontoen til samfunnet for øvrig (se Minken et al 2003, kapittel 10). Det dette viser, er at årlig netto nytte kan skrives som  $u(c,s) = u_1(c) + p(s)s$ , der

---

<sup>5</sup> Disse kommentarene er i overensstemmelse med proposisjon 16 hos Heal (2000), som sier at hvis vi er i stand til å finne ut hvor mye av ressursen i Chichilniskyproblemet som skal beholdes for evig, kan problemet omformes til det utilitaristiske problemet å maksimere  $W_u$  under bibetingelsen at forbruket skal holde seg innfor denne grensa.

- $u_1(c)$  er netto nytte for brukerne og produsentene, inkludert opplevde kostnader ved å anskaffe ressursen, dvs. markedsprisen inklusive skatter og avgifter, pluss netto nytte for det offentlige, inkludert inntekter fra skatter på ressursen,
- $p(s)$  er forskjellen mellom betalingsviljen for å beholde ressursen urørt og markedsprisen, slik at  $p(s)ds$  er den eksterne miljøkostnaden ved å bruke ressursen.

Den eksterne kostnaden  $p(s)$  kan være en funksjon av beholdningen av ressursen, og vi må anta at den øker når beholdningen reduseres. En riktig nyttekostnadsanalyse vil altså verdsette beholdninger av ressurser, og resultatet er en årlig netto nytte som kan deles i nytten av å forbruke ressursen og den reduserte nytten av å beholde den.

De to viktigste *fornybare* ressursene som opptrer i arealbruks- og transportplanlegging i byer er lokal luftkvalitet og stillhet. De behandler vi som vanlig i nyttekostnadsanalyser, eller eventuelt ved å formulere politiske målsetninger. Generelt tar vi ikke dynamikken til de fornybare ressursene så tungt i strategiske arealbruks- og transportanalyser, siden regenerering av disse ressursene tar kort tid. Vårt planleggingsproblem befatter seg derfor eksplisitt bare med de ikke-fornybare ressursene.

De viktigste ikke-fornybare lokale ressursene er ulike typer av "ubrukte" eller "lite utnyttede" arealer, fra skog til jordbruksland, parker, gamle fabrikktomter eller til og med kulturminner. Vi må gjøre oss opp en oppfatning av hvor mye av hver type areal vi ønsker å bevare urørt for ettertida. Dette vil inngå i scenariorutsetningene. Differansen mellom arealene vi bruker nå og arealene som er satt av til bevaring utgjør den ressursen som kan forbrukes eller bevares. Verdien av å bevare den avgjøres av betalingsvillighetsundersøkelser. Den kan justeres noe oppover etter hvert som ressursen avtar.

Den ikke-fornybare ikke-lokale ressursen vi må ta med er "klima", som forbrukes gjennom CO<sub>2</sub>-utslipp som fører til global oppvarming. Når det gjelder denne ressursen, er verdsettingen nokså forskjellig fra de lokale ressursene. Skyggeprisen på CO<sub>2</sub>-utslipp er (ideelt sett) resultatet av et helt annet Chichilniskyproblem, nemlig for verden som helhet. Den riktige skyggeprisen brukes i vår analyse som en gitt størrelse. Et lokalt CO<sub>2</sub>-mål er trolig ikke så klokt, siden det impliserer en skyggepris på CO<sub>2</sub> som er ulik fra by til by, og dermed fører til ineffektivitet i strategiene for CO<sub>2</sub>-reduksjon.

Ideelt sett ville vi altså ønske at CO<sub>2</sub>-kostnadene som kan finnes i IPCC (2001) eller andre steder, og som er utledet i en utilitaristisk ramme, blei justert oppover i våre analyser for å ta bedre hensyn til den fjerne framtida. Det ser vi om vi betrakter Chichilniskyproblemet med separabel nyttefunksjon,  $u(c,s) = u_1(c) + u_2(s)$ . Ressursen "klima" antas å være ikke-fornybar. Heal (2000) viser at skyggeprisen  $\hat{\lambda}$  i stasjonærtilstanden, dvs. når forbruket har opphørt, er

$$\hat{\lambda} = u_2'(\hat{s}) \left( \frac{1}{i} + \frac{1-\alpha}{\alpha} \right)$$

Her er  $\hat{s}$  beholdningen av ressursen som bevares for alltid.  $u_2'$  er grensenytten av å beholde beholdningen, så  $u_2'(1/i)$  er nåverdien av en uendelig strøm av konstant nytte av størrelsen  $u_2'$ . Verdien for samfunnet av hver enhet av ressursen som bevares for alltid, er altså nåverdien eller kapitalverdien slik individene som lever i den bærekraftige tilstanden vil oppleve den, justert oppover for å ta hensyn til rettferdig fordeling mellom generasjonene.<sup>6</sup>

Problemet med å bruke en slik oppjustert CO<sub>2</sub>-verdi er at få eller ingen andre gjør det, og at det ikke finnes noen omforent  $\alpha$  i verdensmålestokk. Dermed vil vår særegne verdi

---

<sup>6</sup> Skyggeprisen på et tidspunkt før stasjonærtilstanden kan ikke gis på en enkel formel.

innebære at vi på marginen pådrar oss større kostnader enn andre for å redusere CO<sub>2</sub>-utslipp, og det gir ikke noen kostnadseffektiv strategi i verdensmålestokk. På den andre sida er det de andre som ser bort fra de virkelige langsiktige virkningene. Det finnes ingen god løsning på dette dilemmaet, men siden noen må gå foran, vil vi foretrekke den lokale løsningen. Vi foreslår altså å bruke en enhetskostnad på CO<sub>2</sub> som er i tråd med IPCC (2001). Når den brukes i vårt lokale Chichilniskybaserte planleggingsproblem, vil CO<sub>2</sub> implisitt få en skyggekostnad som likner Heals formel etter hvert som vi nærmer oss år 30.

## **4.7 Rettferdig fordeling innen en generasjon**

Rettferdig fordeling innen en generasjon er et aspekt ved begrepet bærekraftig utvikling som åpenbart ikke er dekket i Heals definisjon i avsnitt 3.4 eller i Chichilniskyproblemet. Det er et mål (eller et sett av mål) i seg sjøl, og samtidig en forutsetning for å oppnå bærekraftig bruk av ressursene. Vi kan ikke sikte mot å takle fattigdommen i verden gjennom arealbruks- og transportplanlegging i byene i den rike del av verden. Likevel er det viktige rettferdighetshensyn og fordelingsspørsmål knyttet til våre strategier, og vi må ta dem på alvor. De gjelder den geografiske fordelingen av nytten i strategiene, potensialet til strategiene når det gjelder å motvirke en ulik inntektsfordeling, ulikheten mellom de som har tilgang til bil og de som ikke har det, og spørsmålet om nytten skal holdes innenfor byområdet eller spres ut til hele landet, slik den eventuelt kan gjøre hvis strategien drar inn mye penger til det offentlige.

Alle disse fordelingsaspektene kan åpenbart være av avgjørende betydning for om strategien lar seg gjennomføre. Det vil imidlertid finnes muligheter til å rette på ulikheter og kompensere tapere ved å bruke de offentlige inntektene i strategien. Hvordan inntektene blir brukt bør derfor planlegges som et av virkemidlene i strategien. I Norge er det for eksempel gjort i forbindelse med vegprising, i og med at det er bestemt at inntektene skal brukes i det lokale transportsystemet.

Minken et al (2003) foreslår en rekke ulikhetsmål som kan brukes som indikatorer på alle de fordelingsaspektene som er nevnt. Målsetninger med hensyn på de viktigste aspektene i det konkrete tilfellet – målt etter at inntektene er fordelt ut igjen! – kan brukes som bi-betingelser i optimeringsproblemet.

Potensielt er det en skarp konflikt mellom effektivitet og fordelingspolitiske mål i arealbruks- og transportplaner. Det ser vi hvis vi tenker på at de viktigste skatteformene påvirker effektiviteten i økonomien negativt. Hvis derfor inntektene i strategien brukes til skattelettelse, får vi en ekstra effektivitetsgevinst. Problemet med å bruke inntektene for å oppnå fordelingsmål er altså at vi går glipp av denne gevinsten (Fridstrøm et al 1999, Parry og Bento 1999). En avveining må gjøres når bruken av inntektene fastlegges i strategien.

## 5 Målfunksjonen i PROSPECTS

Vi kan nå sammenfatte diskusjonen i avsnittene foran. Vi bruker en tidshorisont på 30 år, og har innført visse restriksjoner på miljøtilstanden, fordelingen mellom ulike samfunnsgrupper osv. som gjør at vi kan betrakte år 30 som en bærekraftig tilstand. Vi antar derfor at ingenting vil forandre seg i arealbruks- og transport systemet etter den tid. Gitt disse kravene til enhver strategi som skal kunne godkjennes, foreslår vi å bruke en målfunksjon av følgende form for å evaluere bærekraftigheten til akseptable enkeltstrategier, og for å finne optimale strategier:<sup>7</sup>

$$W = \sum_{t=0}^{\infty} \alpha_t (b_t - c_t - I_t - \gamma_t g_t) + \sum_{it} \mu_{it} y_{it}$$

hvor

$$\alpha_t = \alpha \frac{1}{(1+r)^t} \text{ for alle år unntatt år } t^*, \text{ det siste modellerte året (år 30), } r \text{ er}$$

kalkulasjonsrenta, og  $\alpha$ , konstanten for fordeling mellom generasjonene, er en konstant mellom 0 og 1 som gjenspeiler den relative vekten som legges på velferd nå i forhold til velferd for framtidige generasjoner,

$$\alpha_{t^*} = \alpha \frac{1}{(1+r)^{t^*}} + (1-\alpha)$$

$b_t$  og  $c_t$  er nytte og kostnader i år  $t$ , inkludert brukernytte, produsentoverskudd, overskudd på offentlige budsjetter og eksterne kostnader. Investeringene  $I_t$  er skilt ut som en særskilt form for kostnad.

$\gamma_t$  er skyggeprisen på CO<sub>2</sub>-utslipp, som gjenspeiler nasjonale CO<sub>2</sub>-målsetninger for år  $t$ ,

$g_t$  er volumet av CO<sub>2</sub>-utslipp i år  $t$ ,

$\mu_{it}$  er skyggekostnaden ved å oppnå målsetningen for år  $t$  for delmål  $i$ ,

$y_{it}$  er nivået på indikator  $i$  i år  $t$ .

Mange av disse variablene har naturligvis egne verdier i hver strategi, men vi har utelatt egen indeks for strategi her.

Bærekraftighetsmålfunksjonen  $W$  samsvarer med definisjonen av bærekraftighet, siden den inneholder en vektet sum av en nyttekostnadsanalyse og årlig netto nytte i et sisteår (dette er den første summen i  $W$ , Chichilniskyfunksjonen) pluss "straffeled" som skal sikre at dette siste året holder seg innafor bærekraftige grenser for miljøet og den offentlige økonomien (dette er den siste summen av ledd). Optimering kan gjennomføres med denne målfunksjonen eller med første del av den (Chichilniskyfunksjonen), dersom en velger å bruke målsetningene for enkeltindikatorer som bibetingelser i stedet for å bruke

---

<sup>7</sup> Summeringen til uendelig er ikke i den opprinnelige PROSPECTS-formelen, men blei foreslått for meg på et seinere tidspunkt av Lars-Göran Mattsson. Den løser et problem med restverdier som kunne føre til urimelige optimeringsresultater i PROSPECTS-opplegget.



straffeledd. De indikatorene som mest sannsynlig vil bli brukt som bibetingelser er fordelingsindikatorene, ulykkesindikatoren, indikatorer på utslipp til luft og budsjettbetingelser. En betingelse om overskudd i budsjettet i år  $t^*$  bør alltid tas med.

For å kunne anvende et slikt kombinert opplegg med en målfunksjon og enkeltstående målsetninger, må beslutningstakerne kunne treffe normative avgjørelser på tre punkter: For det første må de diskutere målene og nå fram til en klar forståelse av hvordan de prioriterer mellom dem. Det bestemmer hva slags indikatorer som skal brukes. For det andre må de kunne beslutte seg hvor hvilken  $\alpha$  de skal bruke. For det tredje må de kunne bestemme seg for målsetninger. Fortrinnsvis bør de få en mulighet til å revurdere sine valg når de ser resultatene. Det er en viktig grunn for at modellsystemet bør være raskt å kjøre.

Naturligvis kan vi ikke vente at beslutningstakerne skal fortelle oss at ” $\alpha$  må være 0,3” eller noe slikt. En mulighet er da å løse optimeringsproblemet for ulike  $\alpha$  og vise hvordan valget har betydning for måloppfyllelsen for de ulike målene. Fortrinnsvis bør beslutningstakerne ha en mulighet til å omvurdere alle sine normative valg når de ser resultatene. Det er en viktig grunn til at modellsystemet bør være raskt å kjøre.

Evalueringsopplegget i PROSPECTS krever at modellsystemet er i stand til å beregne miljøvirkninger og ulykkesvirkninger. Dersom vi er i stand til å beregne brukernytte, utgjør ikke beregningene av fordelingsvirkninger noe ytterligere problem.

## 6 Konklusjon

Planlegging for et bærekraftig arealbruks- og transportsystem er en oppgave med mange mål. Nylig har Chichilnisky (1996) og Heal (2000) vist at tre av målene – rettferdig fordeling mellom generasjoner, samfunnsøkonomisk effektivitet og bevaring av naturressursene – kan håndteres konsistent og fullstendig innenfor velferdsøkonomiens rammer. Problemet med å finne en bærekraftig arealbruks- og transportplan kan derfor formuleres som det dynamiske optimeringsproblemet å maksimere en Chichilnisky velferdsfunksjon under høvelige bibetingelser.

De viktigste ikke-fornybare ressursene i denne sammenheng er “land” og “klima”. Målsetninger som gjenspeiler våre beste gjetninger om hvor mye av de ulike typene ”ubrukt” land som bør beholdes for alltid, må tas med som bibetingelser i optimeringsproblemet. For arealbruk som holder seg innafor disse grensene trenger vi anslag på betalingsvilligheten for å unngå at arealene blir nedbygget. Den samfunnsøkonomiske kostnaden av CO<sub>2</sub>-utslipp i framtida bør utledes av de internasjonale og nasjonale politiske målene som man antar vil gjelde på det aktuelle tidspunktet.

Ulykkeskostnader, støykostnader og kostnader ved utslipp til luft vil som regel inngå i nyttekostnadsanalyser i transportsektoren, og kan derfor godt regnes som en del av indikatoren på samfunnsøkonomisk effektivitet. Samtidig er det ikke noe til hinder for å stille lokale mål for ulykker, støy og luftkvalitet og bruke dem som bibetingelser i optimeringsproblemet.

De gjenværende bærekraftighetsmålene er rettferdig fordeling innafor generasjonene, å unngå at noen blir utelukket fra arbeid og andre aktiviteter, trivelige gater og boligstrøk og økonomisk vekst. Sammen med de finansielle skrankene er rettferdighetshensyn avgjørende for gjennomførbarheten av arealbruks- og transportstrategiene, og må tas med som bibetingelser i problemet. PROSPECTS utviklet et bredt utvalg av indikatorer på rettferdig fordeling for bruk i bærekraftighetsanalyser. Det trengs mer arbeid for å utvikle indikatorer på hvor trivelige gatene og boligstrøkene er. Virkningene på økonomisk vekst er framleis vanskelige å beregne.

Evaluering av bærekraftighet i henhold til dette opplegget vil hovedsakelig skille seg fra en vanlig nyttekostnadsanalyse på tre punkter:

1. Vi bruker en parameter for rettferdig fordeling mellom generasjonene. Dette kan sees som en form for neddiskontering med en rente som avtar med tida.
2. Skyggeprisen på ubrukte arealer og CO<sub>2</sub>-reduksjon settes for å gjenspeile verdien av ressursen som beholdning, og antas å øke med tida så lenge beholdningen reduseres.
3. Vi forkaster strategier som ikke når bestemte miljømål, mål for offentlige budsjetter og andre politiske mål ved utløpet av evaluingsperioden.

Dette opplegget eliminerer problemet om det skal brukes en egen kalkulasjonsrente i prosjekter med langsiktige virkninger. Vår løsning på problemet vil altså ikke innebære at ”bærekraftighet” brukes som unnskyldning for å stille lavere avkastningskrav til alle strategier som betegnes som langsiktige. I stedet krever vi at år 30 skal oppfylle visse minstekrav. For eksempel vil investeringer bare være ”lønnsomme” om de reduserer CO<sub>2</sub> og arealbruk på lang sikt eller bidrar til andre legitime bærekraftighetsmål.

Evalueringsopplegget i PROSPECTS kan brukes til å teste utvalgte strategier eller å finne den best mulige strategien med de tilgjengelige virkemidlene. Til bruk i optimering bør modellsystemet være relativt enkelt, men det må likevel kunne ta hensyn til hele spekteret av atferdstilpasninger til strategien og gjenspeile ulykkesvirkningene og miljøvirkningene i tilstrekkelig detalj. Erfaringer med opplegget viser at det er i stand til å produsere rimelige optimale strategier i modeller som tar hensyn til både de kortsiktige og de langsiktige tilpasningene i transport- og arealbrukssystemet. Opplegget vil egne seg til å evaluere virkemiddelbruk som endrer seg med tida i modeller som tar hensyn til utviklingen av virkningene over tid. Det har allerede vært eksperimentert med dette, og det er sannsynlig at nye typer handlingsregler kan utvikles fra slike forsøk.



## 7 Litteratur

- Brundtland Commission (World Commission on Environment and Development) (1987). *Our Common Future*. Oxford University Press, UK.
- Chichilnisky, G. (1996). An axiomatic approach to sustainable development. *Social Choice and Welfare* **13**(2), 231-257.
- Chipman, J.S and J.C. Moore (1994). The Measurement of Aggregate Welfare. In Eichhorn, W. (ed) *Models and Measurement of Welfare and Inequality*. Springer-Verlag, Berlin.
- Coase, R.H. (1960). The problem of social cost. *The Journal of Law and Economics* **3**, October issue, 1-44.
- Eriksen, K.S. (1999). Sustainability and the Transportation Sector. In Beuthe, M. and P. Nijkamp (eds) *New Contributions to Transportation Analysis in Europe*. Ashgate, Aldershot, UK.
- Fridstrøm, L., Minken, H., Moilanen, P., Shepherd, S.P and A. Vold (2000). *Economic and equity impacts of marginal cost pricing in transport. Case study from three European cities*. VATT Research Reports 71, Helsinki.
- Heal, G. (2000). *Valuing the Future. Economic Theory and Sustainability*. Economics for sustainable earth series. Columbia University Press, New York.
- Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *Journal of Political Economy* **39**, 137-175.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (1996). *Climate Change 1995: Economic and Social Dimensions of Climate Change*. Contribution of Working Group III to the second assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC (2001). *Climate Change 2001: Mitigation*. Contribution of Working Group III to the third assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge.
- Ivanova, O. og H. Minken (2003). *Et generelt verktøy for prosjektvalg under avhengighet*. TØI-rapport under utgivelse.
- May, A.D. (2003). *Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies. A Decision Makers' Guidebook*. PROSPECTS Deliverable 15.
- Minken, H. (1999). A sustainability objective function for local transport policy evaluation. Page 269-279 in Meersman, van de Voorde and Winkelmanns (eds) *Selected proceedings of the 8<sup>th</sup> World Conference on Transport Research. Volume 4: Transport policy*. Pergamon, Amsterdam.
- Minken, H., D. Jonsson, S.P. Shepherd, T. Järvi, A.D. May, M. Page, A. Pearman, P. Pfaffenbichler, P. Timms and A. Vold (2002). *Developing Sustainable Urban Land Use and Transport Strategies. A Methodological Guidebook*. PROSPECTS Deliverable 14. TØI Report 619/2003, TØI, Oslo.
- Newman, P. and J. Kenworthy (1999). *Sustainability and Cities. Overcoming Automobile Dependence*. Island Press, Washington D.C.

- OPTIMA Consortium (1998). *OPTIMA. Optimisation of policies for transport integration in metropolitan areas*. Office for official publications of the European Communities, Luxembourg.
- Parry, I.W.H., and A.M.R. Bento (1999). *Revenue Recycling and the Welfare Effects of Road Pricing*. World Bank Policy Research Working Paper 2253, Washington DC.
- Portney, P.R. and J.P. Weyant (eds.) (1999). *Discounting and Intergenerational Equity*. Resources for the Future, Washington DC.
- Standing Advisory Committee on Truck Road Assessment (SACTRA) (1999). *Transport and the Economy*. Department of the Environment, Transport and the Regions, UK.
- Sweet, R.J. (1997). An aggregate measure of travel utility. *Transportation Research B* **31**(5), 403-416.
- Varian, H.R. (1992). *Microeconomic Analysis. Third Edition*. W.W. Norton & Company, N.Y.
- Wegener, M. (1994). Operational urban models: State of the art. *Journal of the American Planning Association* **60**, 17-29.
- Weitzman, M. (1998). Why the Far-Distant Future Should Be Discounted at Its Lowest Possible Rate. *Journal of Environmental Economics and Management* **36**, 201-208.

# Vedlegg





# **Sustainable transport and land use in Norway**

**Author: Hanne Samstad**

**Institute of Transport Economics**

## **Contents**

1. National approaches to sustainable development .....	31
2. Strategies regarding land use and transport issues .....	31
2.1 Organisational structure in land use and transport planning .....	31
2.2 The Planning and Building Act .....	32
2.3 Reports related to environment in urban areas .....	33
2.4 Transport policy and the National Transport Plan.....	33
3. Critical analysis of problems and barriers to implementation .....	35
4. Inputs expected from land use and transport research.....	35
5. Exploitation channels .....	36
References .....	39



## 1. National approaches to sustainable development

In 1987 the World Commission on Environment and Development presented its report and launched sustainable development as a common goal for the world. Particularly in Norway a lot of attention was paid to this work, since the former Prime Minister Brundtland chaired the World Commission.

Two key principles for the Norwegian Government's environmental policy became

- not to exceed the levels of critical loads on ecosystems, and
- to act precautionary

The latter is due to the fact that we cannot have full knowledge of all effects in the complex interrelationships of the natural environment and the economy.

Several reports (or white papers) from the Ministries to the parliament Stortinget have discussed topics related to sustainable development. A national strategy for sustainable development was drawn up in 2002. It includes the following overall objective:

*The overriding objective for Norway and the international community is to make development ecologically, economically and socially sustainable. The basis for continued utilization of nature and natural resources must be maintained. Within these constraints we will promote stable, healthy economic development and a society with a high quality of life, and we will play a part in helping the poor people of the world to achieve material welfare and a higher quality of life. (Ministry of Foreign Affairs, 2002.)*

Achieving this objective requires (according to the national strategy):

- International cooperation to promote sustainable development (One of the goals of Norway's foreign policy)
- Healthy and stable economic development within a sound environmental framework
- Security and personal development
- Strong, cost-effective environmental protection
- Long-term natural resource management

## 2. Strategies regarding land use and transport issues

### 2.1 Organisational structure in land use and transport planning

The three levels of government in Norway are central, county and municipal government. Of the 17 ministries of the central government, two are of particular relevance in this context: the Ministry of Transport and Communication and the Ministry of the Environment. Responsibility for regional planning is placed with

the latter. Railways and national roads are the responsibility of the Ministry of Transport and Communication.

The counties' responsibilities with respect to transport include public transport and county roads. With respect to planning, county plans are required by law.

Municipal planning according to legislation includes long-term plans, financial plans, programme of actions (sector-wise goals and strategies) as well as sector plans and land-use planning. Strategic plans must be publicly available. In the transport sector, municipalities are responsible for municipal roads. Further, they can influence the need for transport through their land use planning. They are also a contributor in the provision of public transport infrastructure such as facilities for modal change.

## **2.2 The Planning and Building Act**

The Planning and Building Act of 1985 is the corner stone legislation in land use planning. It aims at coordination of planning at the different levels of government. Other objectives are to provide for planning that balances the interests of different groups of individuals, and planning that balances use and protection of resources. Impact assessment is required for all plans that are expected to have a significant influence on the environment, natural resources or society. All road planning is subject to this law since 1994.

Two documents pursuant to the Planning and Building Act should be mentioned:

- National Policy Guidelines for coordinated land-use and transport planning
- National regulation regarding temporary stop in establishment of shopping malls outside central parts of towns

National Policy Guidelines for coordinated land-use and transport planning were given in 1993, applying to the national, regional as well as the local level. The objectives of the guidelines are to promote efficient use of resources, environmentally sound solutions, safe communities and neighbourhoods, and safe and efficient transport. By exploiting the possibilities for increasing the density of developments in already built-up areas, both the need for transport and the need for disturbing agricultural and nature areas will be reduced. The guidelines also states that "*when the capacity of the road network is insufficient, equal consideration shall be given to alternatives other than increasing the capacity of the roads, such as, regulating the traffic, improving public transport services*". Further, references are made to the encouragement of public transport provision, cycling as a transport form, planning for pedestrians and handicapped people, transport of hazardous goods and location of undertakings creating heavy transport. Finally, the responsibility for implementation of the guidelines is addressed. Counties should play an important role and initiate cooperation with municipalities and representatives of national authorities. The principles of the

guidelines should be embodied in county plans and followed up in municipal master plans.

In 1999 the Government made use of a possibility embedded in the Planning and Building Act, to prevent new establishments of (and further development of existing) shopping malls outside the centres of cities and towns. This was considered necessary to prevent urban sprawl and increased dependency on transport by private car. This regulation is legally binding. It is temporary with duration of up to five years, starting 1999.

### **2.3 Reports related to environment in urban areas**

Since 1999, on an almost annual basis, the Ministry of the Environment has published a report regarding the environmental policy of the Government and the environmental condition of the nation. Sustainable development for urban areas was particularly addressed in the 2000-2001 edition and also in a separate report the following year. These documents stress the importance of cooperation between different levels of government, between municipalities and between sectors, and the need for long-term, coordinated planning. Objectives for urban areas include high quality of life for the population, attractiveness for a competitive business sector, stimulation of a healthy lifestyle, a functional and environmentally sound transport system with stronger commitments to public transport, walking and cycling, and care for nature and the cultural environment. The health dimension is a relatively new aspect in transport and land use planning policy.

Initiated by the Ministry of the Environment, from 1993 to 2000 five Norwegian cities were involved in a programme (Miljøbyprogrammet) aimed at developing more environmentally sound cities. The programme focused on five areas: Land use and transport planning; inner city development; living in the city / local communities; green areas, nature and recreation; and cultural heritage. The results of the programme were a set of reports, declarations and recommendations to authorities on the national, regional and local level. The experiences from the programme are contributions to the Government's policy for urban development.

### **2.4 Transport policy and the National Transport Plan**

In 2000 the National Transport Plan 2002-2011 was published by the Ministry of Transport and Communication. Since then the traditional sector plans for road, railway, air and sea transport are replaced by a common transport plan in order to view the transport forms as parts of an integrated system. The National Public Roads Administration, the National Rail Administration, Avinor (former Norwegian Air Traffic and Airport Management) and the National Coastal Administration all contribute in this work, and the plan is subject to public hearings. The plan is to be revised every fourth year, and the National Transport Plan 2006-2015 is expected early 2004.

The objectives of the Government's transport policy are to contribute to overall welfare objectives and to ensure settlement and development of a vigorous business sector in all parts of the country. An integrated and efficient transport system must be developed within the frames of the Government's traffic safety and environmental policy objectives. Areas discussed in the National Transport Plan 2002-2011 are:

- Transport infrastructure for the business sector
- Traffic safety
- Environment
- Accessibility to transport services
- Cycling
- Four transport sectors – one transport system
- National transport corridors
- Allowing competition in freight transport on the railway
- Logistics in sea transport
- Emphasis on operation and maintenance
- Transport infrastructure in the regions
- Environment and mobility in urban areas
- Reconsideration of models for strategic land use and transport planning at the regional level, especially for urban areas
- Effective production in the transport sector
- Private-public partnership in transport infrastructure provision

As mentioned above, responsibilities are rather split in the transport sector. The Ministry of Transport and Communication has launched a programme starting in 2004 in which four city regions will try out new models. More of the responsibilities in the transport sector will be placed with one level of government. At the same time, cities that provide for letting public transport modes capture a large part of the growth in travelling, might apply for extra financial support from the central government. Another policy measure supporting public transport is a tax reform. So far, transport of persons has not been subject to value added tax. In 2004 a 6 percent VAT will be introduced on fares. The public transport operators will then be allowed to get refunds for the 24 percent VAT they pay on their purchases.

In 2002, on the same day that the Ministry of the Environment published their report "Improving urban environment", there was a report from the Ministry of Transport and Communication about improvement of public transportation. The report points at increasing public funding, better organisation of responsibilities, and increasing competition.

### **3. Critical analysis of problems and barriers to implementation**

One obstacle to implementation of the good intentions of policy documents might be that the objectives are difficult to interpret in practical terms. Even broad agreement about a plan does not necessarily imply that it will be implemented.

The need for cooperation between different levels of government and between different sectors is pointed out over and over again. There are examples of well working cooperation as well as the opposite. According to interviewees in the PROSPECTS project, there is an element of coincidence in the establishment of cooperation. Informal contacts might play a role.

The organisational structure is not always providing the right incentives for the actors in urban development, the result being sub-optimisation.

Responsibilities for public transport are on the hands of different levels of government. Experiments with new organisational models are now taking place in a few urban areas. However, there might be conflicts of interest between the involved actors that could be an obstacle to a successful result. Nevertheless these experiments are steps in the search for more efficient models for public transport responsibilities.

One of the main objectives of the Government's policy with respect to urban development is concentration. Fortunately, this goes well with the trend that people (at least since the 1990s) seem to prefer living in or near urban centres. The activities that cities can offer have become increasingly popular. It is an objective of the Government that the resulting growth in urban areas should take place in an environmentally sound way, by transforming existing built-up areas and provide for concentration. But building in central urban zones is usually more expensive than building elsewhere. One solution to the financial problem this might give rise to, is private-public partnership. It is important that the legal framework does not prevent creative solutions to this end.

Impact assessments contribute to a rational basis for decisions. However, the results of this kind of analyses do not necessarily play a significant role in decision-making processes. Other considerations may be important in the political "game". For example, politicians might prefer plans that provide for short-term and visible results.

Plans go through a process of public hearing that involves many actors. This makes the planning process slow, but on the other hand it ensures that a wide range of actors and stakeholders have their say.

### **4. Inputs expected from land use and transport research**

From planners' perspective, for research to contribute in this area it must be as relevant to decision-makers as possible. Politicians are often well informed about research results and indicators that support their case. As important as further

research into land use and transport problems is perhaps studies of how research results might be used on the political arena. Key words are power and possibilities for the different actors.

In the transport sector, the cost-benefit method is well established. However, there are measures in urban development plans that are not primarily aimed at improvements in transport. Planners feel that there is a need for further research about consequences other than transport, even though quantifying all aspects of a "better" city is of course impossible.

## **5. Exploitation channels**

At the local and regional level, target groups could be planners and decision-makers involved in land-use and transport planning.

At the national level there is the Ministry of the Environment and in particular its department for Regional Planning, in which there is a section for Urban Development, Land-use Planning and Transport Planning. There is also the Ministry of Transport and Communication, which includes, among other relevant sections, a Planning Section and a Public Transport and Environmental Affairs Section. Further, it could be useful to address the actors involved in the process of the National Transport Plan.

Table 1 lists a few institutions in the planning, transport and research sectors in which possible contacts could be made.



**Table 1: List of institutions**

**Environment and planning**

Ministry of the Environment, <http://odin.dep.no/md/engelsk>

The Norwegian Association of Local and Regional Authorities, [www.ks.no](http://www.ks.no)

**Transport**

Ministry of Transport and Communication, <http://odin.dep.no/sd/engelsk>

Nasjonal transportplan, [www.vegvesen.no/ntp](http://www.vegvesen.no/ntp)

National Public Roads Administration, [www.vegvesen.no](http://www.vegvesen.no)

National Rail Administration, [www.jbv.no](http://www.jbv.no)

Avinor, [www.avinor.no/english](http://www.avinor.no/english)

National Coastal Administration, [www.kystverket.no](http://www.kystverket.no)

NSB AS, [www.nsb.no/internet/en/About\\_NSB/index.jhtml?language=en](http://www.nsb.no/internet/en/About_NSB/index.jhtml?language=en)

Transportbrukernes Fellesorganisasjon, [www.tf.no](http://www.tf.no)

Transportbedriftenes Landsforening, [www.transport.no](http://www.transport.no)

Norwegian Hauliers Association, [www.lastebil.no/nlf\\_in\\_english.phtml](http://www.lastebil.no/nlf_in_english.phtml)

**Research**

SINTEF Civil and Environmental Engineering, [www.sintef.no](http://www.sintef.no)

Norwegian Institute for Urban and Regional Research,  
<http://www.nibr.no/article/archive/2/>

Western Norway Research Institute, [www.vestforsk.no/english](http://www.vestforsk.no/english)

Møreforskning Molde, [www.mfm.no](http://www.mfm.no)

Centre for Development and the Environment, [www.sum.uio.no](http://www.sum.uio.no)

CICERO (Center for International Climate and Environmental Research – Oslo),  
[www.cicero.uio.no/index\\_e.asp](http://www.cicero.uio.no/index_e.asp)

**Table 2: Norwegian strategies relating to sustainable development of land use and transport**

Year	General sustainability policy	Environment	Transport	Planning
1985				Planning and Building Act
1993				“National Policy Guidelines for coordinated land use and transport planning”
1999		“The Government's Environmental Policy and the State of the Environment”		Temporary stop in establishments of new shopping malls outside city and town centres
2000			National Transport Plan replaces separate plans for road, rail, air and sea transport	
2001		“The Government's Environmental Policy and the State of the Environment”		
2002	“National Strategy for Sustainable Development”		“Bedre kollektivtransport” (“Better public transport”)	“Improving urban environment”
2003		“The Government's Environmental Policy and the State of the Environment”		

## References

Ministry of the Environment: *The Government's Environmental Policy and the State of the Environment*. Reports no. 8 (1999-2000), no. 24 (2000-2001) and no. 25 (2002-2003) to Stortinget.

Ministry of the Environment (2002): *Improving urban environment*. Report no.23 to Stortinget (2001-2002).

Ministry of the Environment (1999): *Rikspolitisk bestemmelse om midlertidig etableringsstopp for kjøpesentre utenfor sentrale deler av byer og tettsteder*.

Ministry of the Environment (1993): *National Policy Guidelines for coordinated land-use and transport planning*.

Ministry of Foreign Affairs (2002): *National Strategy for Sustainable Development*.

Ministry of Transport and Communication (2002): *Bedre kollektivtransport*. Report no. 26 to Stortinget (2001-2002).

Ministry of Transport and Communication (2000): *Nasjonal transportplan 2002-2011*.