



**TØI rapport
346/1997**

Kostnadseffektiv rushtrafikk

**Nytten av veikapasitet,
køprising og kollektivsatsing**

Odd I. Larsen

ISSN 0802-0175
ISBN 82-7133-997-4

Oslo, februar 1997

Tittel: *Kostnadseffektiv rushtrafikk.
Nytten av veikapasitet, køprising og
kollektivsatsing.*

Forfatter: Odd I. Larsen

TØI rapport 346/1997
Oslo, februar 1997
68 sider
ISBN 82-7133-997-4
ISSN 0802-0175

Finansieringskilde: Norges forskningsråd
(LOKTRA)

Prosjekt: O-2156 Optimal transportpolitikk
Prosjektleder: Odd I. Larsen

Emneord: Transportpolitikk
Bytrafikk
Optimalisering
Likevekt

Sammendrag:

Optimal transportpolitikk behandles med utgangspunkt i rushtidsreiser mellom et forsted og et bysenter. Offentlige virkemidler er køprising, kollektivtakst, frekvens på kollektivtilbudet og kapasitet pr ruteavgang. Disse fastlegges for å maksimere en målfunksjon for samfunnsmessig overskudd. En betingelse er at resultatet skal være en likevektsløsning. Ulike løsninger sammenlignes og evaluering i forhold til verdien på målfunksjonen. Også «nest best» løsninger og tiltak som endrer infrastrukturen vurderes. Køprising fremstår som et sentralt virkemiddel og fravær av køprising er vanskelig å kompensere for på en god måte med andre tiltak/virkemidler. Vi finner ikke belegg for Downs-Thomson's hypotese om at økt veikapasitet medfører en generelt dårligere situasjonen. Et slikt resultat kan bare oppstå i helt ekstreme situasjoner

Title: *Cost effective peak traffic.
Benefits of road capacity, congestion pricing and
public transport improvements.*

Author: Odd I. Larsen

TØI report 346/1997
Oslo, February 1997
68 pages
ISBN 82-7133-997-4
ISSN 0802-0175

Financed by: The Norwegian Research Council

Project: O-2156 Optimum transport policy
Project manager: Odd I. Larsen

Key words: Transport policy
Urban traffic
Optimisation
Equilibrium

Summary:

Optimum transport policy is analysed with reference to commuting from a suburb to a city center. An objective function that can be interpreted as «social surplus» is used to define the optimum policy. Policy instruments are congestion charge on cars and fare, frequency and capacity per departure for public transport, and solutions are constrained to equilibria. Benefits of infrastructure measures are estimated and compared for different «first best» and «second best» solutions. The difficulty of compensating for the absence of congestion charging by other means is clearly evident. Within the same framework we also confront the issue of «good» and «vicious» circles and Downs-Thomson's hypothesis on the futility of increasing road capacity. «Good» and «vicious» circles are clearly present in our model. The results with respect to impacts of increased road capacity are that only in very special situations will the benefits be zero or negative.

Language of report: Norwegian

*Rapporten kan bestilles fra:
Transportøkonomisk institutt, biblioteket,
Postboks 6110 Etterstad, 0602 Oslo
Telefon 22 57 38 00 - Telefax 22 57 02 90
Pris kr 150,-*

*The report can be ordered from:
Institute of Transport Economics, the library,
PO Box 6110 Etterstad, N-0602 Oslo, Norway
Telephone +47 22 57 38 00 Telefax +47 22 57 02 90
Price NOK 150,-*

Forord

Transportpolitikk i større byområder er et komplisert og kontroversielt tema. Foreliggende rapport som er utarbeidet under Norges forskningsråds program «Lokal areal- og transportpolitikk», tar for seg rushtidsproblemet med stikkord «optimal» transportpolitikk. Utgangspunktet er en enkel situasjon hvor det kun er reiser mellom et forsted og et bysenter som behandles og hvor de aktuelle reisemåter er bilfører og kollektivt. Forenklinger er gjort for å kunne belyse viktige problemstillinger og sammenhenger på en teoretisk tilfredsstillende og samtidig oversiktlig måte. Selv om utgangspunktet er enkelt, er dette ikke tilfelle for de sammenhenger mellom transportpolitikk, etterspørsel og transportsystem som må ivaretas. Det viser seg også at svært mange viktige spørsmål lar seg belyse med et såvidt enkelt utgangspunkt. Blant annet behandles følgende:

- Klargjøring av operative mål for transportpolitikken.
- Utforming av en politikk som best mulig ivaretar målene.
- Betydningen av ikke å ha en effektiv politikk når det gjelder veiprisning.
- Konsekvenser av å legge spesiell vekt på den offentlige sektors økonomi.
- Hvordan nytten av økt veikapasitet eller prioritering av kollektivtrafikk vil avhenge av den transportpolitikk som for øvrig føres.
- Den simultane tilpasning av transportpolitikk og etterspørsel når det gjelder bil- og kollektivtrafikk.
- Spørsmål knyttet til «bilfrie» bysentra.

I det videre arbeid innenfor prosjektet «Optimal transportpolitikk» vil analysen utvides med problemstillinger og sammenhenger som er mer kompliserte fra et analytisk synspunkt. Flere reiserelasjoner, reisemåter og reiseruter for en gitt reiserelasjon kompliserer bildet, men bidrar samtidig til mer realisme. Det samme gjør segmentering av etterspørselen og eksplisitt behandling av trafikantenes muligheter for å tilpasse reisetidspunkt. Sammenhengene mellom transport, arealbruk og miljø vil da også få en større plass enn i foreliggende rapport.

Rapporten er utarbeidet av forskningsleder Odd I Larsen og sekretær Bjørg Mannsverk har stått for den avsluttende tekstbehandling.

Oslo, februar 1997

TRANSPORTØKONOMISK INSTITUTT

Knut Østmoe
instituttssjef

Jon Inge Lian
avdelingsleder

Innhold

| | |
|---|-----------|
| 1 Innledning | 1 |
| 2 Optimalitet, likevekt og insentiver | 5 |
| 2.1 Målfunksjon og optimalitet | 5 |
| 2.2 Insentiver og likevekt | 7 |
| 3 Viktige sammenhenger i transportsystemet | 9 |
| 3.1 Stordriftsfordeler i kollektivtrafikk | 9 |
| 3.2 Køer, køprising og skalafordeler for veitrafikk..... | 10 |
| 3.3 Etterspørsel og transportstandard | 10 |
| 4 Modell for rushtidsreiser mellom forsted og bysenter | 11 |
| 4.1 Generelle forutsetninger | 11 |
| 4.2 Etterspørsel..... | 11 |
| 4.3 Kjøretid for biler..... | 14 |
| 4.4 Kostnadstruktur for kollektivtilbud | 14 |
| 4.4 Den samfunnsmessige nettoinntekt | 15 |
| 4.5 Numeriske forutsetninger | 16 |
| 5 Reisemiddelvalg med konstant totaletterspørsel etter reiser mellom forsted og bysenter | 21 |
| 5.1 Optimal transportpolitikk | 21 |
| 5.2 Transportpolitikk som ikke er «optimal» | 24 |
| 5.4 Maksimering av antall kollektivtrafikanter gitt en finansiell restriksjon | 29 |
| 5.5 Dynamikken i systemet. | 31 |
| 6 Variabel totaletterspørsel for reiser mellom forsted og bysenter | 35 |
| 6.1 Innledning..... | 35 |
| 6.2 «Optimal» transportpolitikk uten skyggepris på offentlige midler ... | 36 |
| 6.3 «Optimal» transportpolitikk med skyggepris på offentlige midler ... | 39 |
| 6.4 Kollektivtrafikk som forsinkes av køer på veien..... | 44 |
| 7 Er investering i økt veikapasitet håpløst når det gjelder rushtidsproblemer? | 53 |
| 7.1 Veivalgsproblemet..... | 53 |
| 7.2 Konsekvenser av økt befolkning og bilhold..... | 55 |
| 8 Lokale optima og miljøkostnader | 59 |
| 9 Tilskudd til kollektivtrafikk og kostnadseffektivitet | 63 |
| 10 Utvidelser mot mer realisme | 65 |
| 11 Referanser | 67 |

Sammendrag:

Kostnadseffektiv rushtrafikk

Anvendt økonomisk velferdsteori gir visse holdepunkter for å vurdere transportpolitikken i større byområder. Det er lett å konstatere at den transportpolitikk som faktisk føres, på viktige områder, avviker vesentlig fra det vi etter teorien kan betegne som «optimal» transportpolitikk. Dette er langt fra noe særnorsk fenomen. Selv om en teoretisk «perfekt» politikk i praksis er utenfor rekkevidde, vil «store» avvik fra denne kunne bety at de potensielle velferdsgevinster ved å endre politikken i riktig retning er betydelige, såvel på kort som på lang sikt. Effekten på lang sikt er ikke minst knyttet til lokaliserings- og aktivitetsforhold som er av betydning for utviklingen i transportbehovet.

Diskusjoner om bytrafikkproblemer fokuserer ofte på rushtrafikken. Det er her problemene er mest synlige og oppleves sterkest av de fleste. Det betyr allikevel ikke at andre trafikksituasjoner nødvendigvis er uproblematiske i transportpolitisk sammenheng. I de siste tiår har også miljøsidene ved bytrafikk fått større oppmerksomhet. Rushtrafikken er i denne forbindelse spesielt viktig. Det er i forhold til rushtrafikk at politikken i særlig grad synes å komme til kort.

I dette arbeid ser vi bare på rushtrafikk. Denne behandles forenklet og stilisert med utgangspunkt i reiser mellom et forsted og et bysenter, men med realistiske forutsetninger om adferd og kostnader. Vi opererer med en etterspørsel omtrent av den størrelse som vil legge beslag på ett kjørefelt på en innfartsvei. Forenklingene gjøres for å kunne belyse en del viktige sammenhenger og problemstillinger på en noenlunde oversiktlig måte. Et hovedpoeng er å illustrere hva «optimal» transportpolitikk under ulike forutsetninger og restriksjoner innebærer isolert, samt nyttesiden av noen infrastrukturtiltak. Nyttens måles ved verdien på en «målfunksjon». Verdien på målfunksjonen kan tolkes som det samfunnsmessige overskudd for de reiser vi betrakter.

Metoden vi benytter er komparativ statikk: Vi sammenlikner ulike likevekt-situasjoner som oppstår når ett (eller flere) tiltak gjennomføres. Likevekt medfører at alle relevante tilpasninger har funnet sted. Tilpasninger skjer både på trafikantsiden og i transportpolitikken hvor virkemidlene tilpasses «optimalt» til den nye situasjonen. Transportpolitiske virkemidler er i vår sammenheng prising av bil- og kollektivtrafikk og utforming av kollektivtilbud. I tillegg ser vi på tiltak som endring av veikapasitet og prioritering av kollektivtrafikk i form av økt kjørehastighet. Nyttens av tiltak eller velferdsmessige konsekvenser av restriksjoner som legges på bruken

av ett (eller flere) transportpolitiske virkemidler fremkommer som endringer i verdien på målfunksjonen.

I formell forstand gjennomføres analysen ved hjelp av ikke-lineær optimering med ikke-lineære bibetingelser.

«Gode» og «onde» sirkler

Både i norske og internasjonale diskusjoner om bytrafikkproblemer står forekomsten av såkalte «gode» og «onde» sirkler sentralt. Tankegangen er - litt løst formulert - at mer veikapasitet gir mer biltrafikk og redusert kollektivtrafikk. Dette gir dårligere kollektivtilbud som igjen fører til mindre kollektivtrafikk og mer biltrafikk og dårligere kollektivtilbud osv. Tilsvarende vil en bedring av kollektivtilbudet gi mer kollektivtrafikk, mindre biltrafikk og grunnlag for enda bedre kollektivtilbud osv. Andre tiltak som overfører trafikk fra bil til kollektivtrafikk vil i prinsippet kunne ha samme effekt som en bedring av kollektivtilbudet fordi en overføring i neste omgang åpner for en bedring av tilbudet. I det vi betegner som Downs-Thomson's hypotese er utslaget forutsatt å bli såvidt ekstremt at en økning av veikapasiteten gjør situasjonen verre for kollektivtrafikanter og ikke bedre for biltrafikanter. Dersom dette er en «riktig» virkelighetsbeskrivelse vil det bare være bedre kollektivtilbud - eller tiltak som indirekte medfører bedre kollektivtilbud - som kan gi bedre trafikkavvikling i større byer. Et viktig spørsmål er under hvilke forutsetninger slike ekstreme resultater eventuelt kan oppstå.

Vår analyse gir klart belegg for at de mekanismer som omtales i forbindelse med «gode» og «onde» sirkler er virksomme. Vi finner allikevel ikke grunnlag for å si at den nye likevekt som oppstår med økt veikapasitet, *nødvendigvis* er dårligere enn utgangspunktet. Mekanismene er ganske enkelt ikke sterke nok til det. Bare under helt spesielle omstendigheter og med helt spesiell transportpolitikk kan man få et slikt resultat og det medfører da normalt at vi kommer over i en ustabil likevekt. I en ustabil likevekt er dynamikken slik at en økning av veikapasiteten kan starte en «spiral» hvor til slutt kollektivtilbudet forsvinner og «all» trafikk går med bil. Slike «spiraler» er trolig mer aktuelle utenom rushtid. Da kan en reduksjon i etterspørselen etter kollektivreiser eller i kollektivtilbudet, *uansett årsak*, muligens starte en «ond» sirkel som ikke konvergerer mot en ny likevekt med et akseptabelt kollektivtilbud. De virkninger av økt veikapasitet som omtales av Downs og Thomson kan også tenkes å ha betydning i «bilbaserte» byer med dårlig kollektivtilbud og en «ikke-optimal» transportpolitikk. I vårt tilfelle gjør det en viss forskjell om vi regner med en gitt totaltrafikk mellom forsted og bysenter eller om vi regner med at også totaltrafikken påvirkes. Med variabel totaltrafikk dempes en «ond» sirkel, mens en «god» sirkel forsterkes. Variabel totaltrafikk er en realistisk forutsetning i litt lenger tidsperspektiv.

Det faktum at trafikkavviklingen i større byers veisystem ikke synes å bli særlig bedre, selv med omfattende veibygging, settes ofte i forbindelse med den «onde» sirkel. Resultatene her viser som sagt at avviklingen normalt blir bedre, selv om noe av den potensielle forbedring «spises opp» av økt biltrafikk. Det finnes imidlertid også andre mekanismer. Disse kan medføre at vi både på kort og lang sikt, rent faktisk, ikke behøver få en målbar forbedring på trafikkavviklingen i rushtiden når veiprojekter gjennomføres. Veiprojekter kan imidlertid være lønnsomme selv om de har liten eller ingen effekt på trafikkavviklingen *i rushtiden*.

Når vi ikke uten videre kan si at en ny situasjon med mer biltrafikk og mindre kollektivtrafikk til bysentret i rushtiden er dårligere enn utgangspunktet, er det bl a fordi vi forutsetter at «nye» biltrafikanter betaler for de ekstra miljøulemper de forårsaker. Dette synes tilnærmet å være tilfelle med dagens norske (distanseavhengige) avgifter for bensindrevne personbiler.

«Optimal» politikk

«Optimal» transportpolitikk behandles i to hovedalternativer. I det ene alternativ forutsetter vi at finansielle overføringer mellom privat og offentlig sektor er kostnadsfrie fra et samfunnsøkonomisk synspunkt. Denne forutsetning benyttes ofte i økonomiske analyser. I det andre alternativ regner vi med en egen kostnad for offentlige midler. Et skatte- og avgiftssystem som generelt påvirker tilpasninger i økonomien på en uheldig måte gjør dette realistisk. En «skyggepris» på offentlige midler betyr at transportpolitikken skal legge relativt mer vekt på finansielle inntekter og utgifter for det offentlige enn på trafikantnytte.

Tabell A viser resultater av «optimal» politikk med og uten skyggepris på offentlige midler i en situasjon med *gitt* infrastruktur. Skyggeprisen er satt til 0,25. Verdien av en «offentlig» krone blir da kr 1,25. Dette er neppe for høyt. Kjøprising gjør at den enkelte bilist betaler for de ekstra forsinkelser som påføres andre trafikanter når bilen brukes til reisen mellom forsted og bysenter. Kolonne 3 og 5 fremkommer når kjøprising ikke brukes som virkemiddel og de andre virkemidler tilpasses under denne forutsetning. I kolonne 2 og 4 kombineres bruken av alle virkemidler for å maksimere målfunksjonen.

Kolonne 2 er situasjonen som gjerne betegnes som «1. best». Både bilister og kollektivtrafikanter betaler det en (ekstra) reise koster og kollektivtilbudet er dimensjonert slik at nytte = kostnad på marginen. «Kjøprising» som er et *virkemiddel* ved optimering ligger på nivå med det vi andre sammen henger har beregnet som ekstern køkostnad for litt lenger sentrumsrettede bilturer i Oslo-området i rushtiden. Tilskuddsandelen for kollektivtrafikken blir 39,6 % og er også på linje med det som i andre arbeider er anslått for et kollektivsystem hvor man priser og dimensjonerer «riktig». Den blir et «biprodukt» av en optimal politikk på linje med andre variable som ikke er virkemidler.

Tabell A: «Optimal» transportpolitikk i basisalternativet med variabel totaltrafikk. Veikapasitet (i én retning) = 1600 biler/time. Kjørehastigheten for kollektivtrafikk er gitt (40 km/t) og upåvirket av biltrafikken.

| | Skyggepris=0 | | Skyggepris=0,25 | | |
|---|--------------|----------------|----------------------|----------------|----------------------|
| | 1 | Køprising 2 | Ikke kjøprising 3 | Køprising 4 | Ikke kjøprising 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris (kr/bil) | | 27,40 | 0 | 35,90 | 0 |
| Kollektivtakst (kr/reise) | | 15,20 | -5,70 | 26,90 | 7,10 |
| Frekvens (avganger/time) | | 20,0 | 22,6 | 17,4 | 19,7 |
| Kapasitet pr ruteavg. (plasser) | | 123 | 138 | 107 | 121 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ (kr/time) | | 115000+I | 104300+I | 100600+I | 75800+I |
| Nytte av kjøprising ²⁾ (kr/time) | | 10700 | | 24800 | |
| Transportkvalitet: ³⁾ | | | | | |
| Kjøretid bil (min/reise) | | 28,3 | 36,7 | 26,9 | 42,9 |
| Kjøretid koll.traf. (min/reise) | | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| Reiser: | | | | | |
| Totalt ant.reiser (reiser/time) | | 3000 | 3711 | 2576 | 3444 |
| Kollektivandel (%) | | 49,1 | 50,5 | 43,2 | 41,4 |
| Økonomi: | | | | | |
| Kollektivkost (kr/time) | | 37100 | 45100 | 29800 | 36200 |
| Trafikkinntekt (kr/time) | | 22400 | -10700 | 30000 | 10100 |
| Tilskuddsbehov (kr/time) | | 14700 | 55800 | -200 | 26200 |
| Tilskuddsandel (%) | | 39,6 | 123,8 | -0,8 | 72,2 |
| Køinntekt (kr/time) | | 41800 | 0 | 52400 | 0 |
| Netto offentlig sektor (kr/time) | | 27100 | -55800 | 52600 | -26200 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. Med skyggepris på 0,25 vektet trafikantnytt med 0,8 (1/1,25) og dette påvirker generelt nivået på overskuddet

2) Forskjell i overskudd med og uten kjøprising.

3) Frekvens på kollektivtilbud må også inngå i vurdering av transportkvalitet.

Med en «optimal» politikk uten kjøprising som virkemiddel blir resultatet som i kolonne 3. Kollektivtrafikantene må da få betalt for å reise kollektivt! Dette er nødvendig for å motvirke underpriset biltrafikk og sikre fremkommeligheten på vegnettet. Kollektivandelen endres lite, men antall reiser til bysenteret øker med 23,7 %. Grunnen til økningen er at de samfunnsøkonomisk dyre reiser til bysentret nå fremstår som privatøkonomisk relativt billige og etterspørselen øker. Nyttens av å drive kjøprising beregnes til kr 10700 for én times rushtrafikk på morgenen. Denne kan vurderes mot kostnaden ved å etablere et egnet system for kjøprising.

Med skyggepris på offentlige midler innebærer den «optimale» situasjon (kolonne 4) at både bilister og kollektivtrafikanter skal betale mer. Selv om kollektivsystemet har betydelige stordriftsfordeler så blir taksten såvidt høy at systemet går bedriftsøkonomisk i balanse. Med skyggepris får vi en lavere kollektivandel, men antall bilreiser til bysentret blir med denne transportpolitikk allikevel lavere enn i kolonne 2 fordi totalt antall reiser mellom forsted og bysenter reduseres såvidt mye.

Kolonne 5 ligger trolig nærmest den situasjon vi rent faktisk har i større byer. Her får vi ca 1/3 flere reiser til bysentret enn vi «bør» ha i morgenrushet. Kollektivandelen blir også for lav og totalt øker antall

bilreiser med 38 % fra kolonne 4 til 5 (eller reduseres med 27,5 % fra kolonne 5 til kolonne 4). Nivået på overskuddet i kolonne 4 er ikke direkte sammenlignbart med kolonne 2 fordi «trafikanntnyten» teller mindre når vi opererer med en skyggepris på offentlige midler. Nyttens av kjøprising øker imidlertid til vel det dobbelte når vi regner en skyggepris.

Et enkelt forsøk på generalisering kunne være å anta at den situasjonen som er vist i Tabell A, kolonne 5 er representativ for ett inngående kjørefelt på innfartsveier til Oslo i den mest trafikkbelastede time på morgenen. Hvis vi regner med 20 kjørefelt og 230 dager i året blir det en samfunnsøkonomisk nytte-effekt av kjøprising på 114 Mill kr *når alle tilpasninger har funnet sted*. Minst det tilsvarende kan vi regne med for makstimen på ettermiddagen og vi nærmer oss da 230-240 Mill kr. Tar vi hensyn til periodene i forkant og etterkant av «makstimene» hvor det også er til dels betydelige kødannelser, kan vi på årsbasis nærme oss en samfunnsøkonomisk nytte-effekt av størrelsesorden 300-350 Mill kr. NB! Dette er i forhold til den «beste» løsning som er mulig uten kjøprising.

Realisering av potensielle samfunnsøkonomiske gevinster knyttet til kjøprising, er kanskje først og fremst et politisk problem. Overgang fra en situasjon uten kjøprising til en situasjon med kjøprising vil av trafikantene oppleves som en reell forverring, også kollektivtrafikantene! Det vil derfor være politisk vanskelig å få gjennomslag for dette. «Vinneren» ved kjøprising er i første omgang den offentlige sektor (og miljøet). Fra kolonne 5 til kolonne 4 endres det finansielle resultat for det offentlige fra -26200 kr til +52600 kr, dvs med 78800 kr for én times rushtrafikk. Med hensiktsmessige kompensasjonsordninger er dette mer enn tilstrekkelig til å kompensere trafikantene for det initiale velferdstap.

Nytten av tiltak

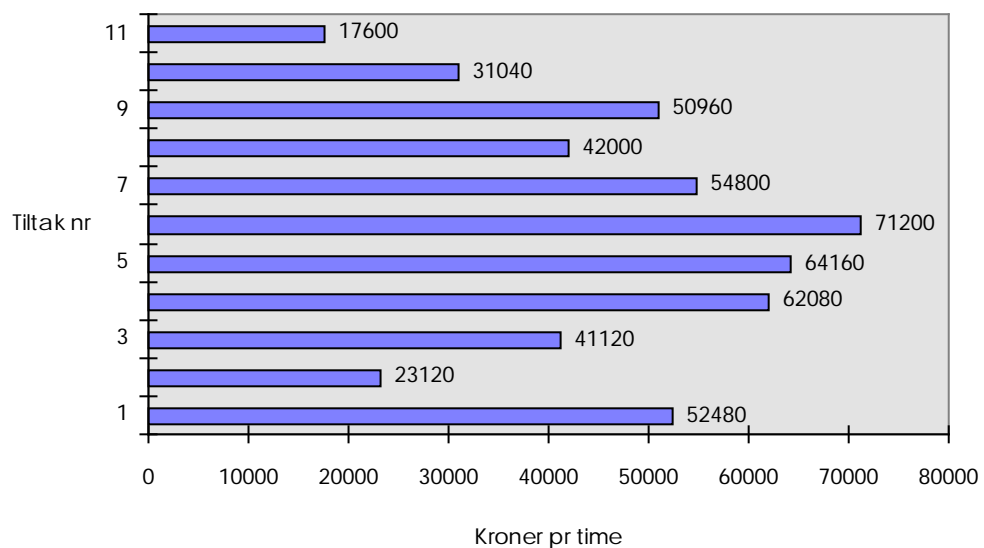
Nytten av et tiltak som dreier seg om infrastruktur fremkommer som forskjell i «samfunnsøkonomisk overskudd» med og uten det aktuelle tiltak. I Figur A er utgangspunktet en «dårlig» situasjon uten kjøprising. Veikapasiteten er 1600 biler pr time, men kollektivtrafikken forsinkes her i bilkøen og får den samme kjørehastighet som bilene. Nyttens er beregnet med en skyggepris på 0,25 for offentlige midler. Søylene viser økning i overskudd *i forhold til utgangssituasjonen* for ulike tiltak isolert og i kombinasjon når aktuelle virkemidler for øvrig hele tiden tilpasses optimalt. Ut fra forskjellen på ulike søyler kan vi også lese nytten av «differensprosjekter» eller nytten av et tiltak hvis et annet allerede er gjennomført.

De tiltak som er vist i figuren er:

| Nr | Tiltak: |
|----|--|
| 1 | Køprising, alene |
| 2 | Veikapasitet +25%, alene |
| 3 | Kollektivfelt (50 km/t), alene |
| 4 | Køprising og veikapasitet + 25% |
| 5 | Køprising+kollektivfelt |
| 6 | Køprising+kollektivfelt og veikapasitet + 25 % |
| 7 | Køprising+kollektivfelt og veikapasitet - 25 % |
| 8 | Køprising+kollektivfelt og veikapasitet - 50 % |
| 9 | Kollektivfelt og veikapasitet + 25 % |
| 10 | Kollektivfelt og veikapasitet - 25 % |
| 11 | Kollektivfelt og veikapasitet - 50 % |

Køprising (1) er det enkelttiltak som gir størst nytte. Nyten av kjøprising er her vesentlig større enn i Tabell A hvor det er forutsatt at kollektivtrafikken ikke forsinkes av bilkøer slik som i dette tilfellet. Køprising, samt 10 og 11, er av spesiell interesse fordi tiltakskostnadene er forholdsvis moderate. Tiltak 10 og 11 betyr at eksisterende veikapasitet (hhv 25 % og 50 %) tas i bruk som kollektivfelt. Begge tiltak har en vesentlig nytteeffekt om de gjennomføres alene. Med kjøprising (7 og 8) gir 10 fortsatt en liten nytteeffekt (7 minus 1), mens 11 kommer negativt ut (8 minus 1).

Figur A: Nytte av et utvalg tiltak i forhold til basisalternativet



Sammenholder vi 1, 2 og 4 ser vi at en økning av veikapasiteten med 25 % isolert har en nytte-effekt på 23120 kr, men at nytte-effekten av kapasitets-økningen synker til 9600 kr hvis vi har kjøprising (4 minus 1). I det hele tatt er det relativt stor avhengighet mellom nytten av ulike tiltak. I kapittel 6 er effektene av tiltak mer detaljert beskrevet.

I kapittel 8 tar vi opp spørsmålet om éntydige «optima». Teoretisk sett er det ikke umulig at en, i og for seg, økonomisk velbegrunnet transportpolitikk leder oss til et lokalt og ikke et globalt optimum. Dette problem behandles med utgangspunkt i at et «bilfritt» sentrum kan ha en miljømessig egenverdi utover den reduksjon i støy og luftforurensing vi får. Det viser seg at sentrumsbrukere ikke behøver ha spesielt høy betalingsvillighet for et gode som «bilfritt» sentrum før «bilfritt» sentrum - i vårt eksempel - kan fremstå som den beste løsning. Særlig gjelder dette hvis man ikke allerede har høy veikapasitet og derved også kan spare betydelige veiholdskostnader med en politikk som gir «bilfritt» sentrum.

Summary:

Cost effective peak traffic

Applied economic welfare theory gives us some possibilities to judge transport policy in large and densely populated urban areas. It is easy to observe that the actual policy, in some respects, is quite far removed from the theoretical ideals. While theoretical perfection in this respect is out of reach, there may be considerable welfare gains if we manage to change transport policy in the «right» direction.

Discussions of urban transport problems tend to focus on the traffic in rush hours and congestion. This is where problems are easily observed and experienced. However, important transport policy issues are not confined to these situations. In the last decades the environmental impacts of urban traffic have also become a major concern. Congested traffic situations play a major role also in this respect.

This report deals only with the rush hour situation. The approach implies a very simplified and stylised treatment of commuting from a suburb to a city centre. The simplifications are motivated by our objective which is to highlight important mechanisms and issues in a transparent manner. A main point is to show the implications of an «optimum» transport policy and evaluate different measures and policy options. The objective function used to evaluate measures and define «optimum» policy is the sum of users' benefits, revenue from congestion charges and public transport revenues less the cost of public transport services. External costs associated with environmental impacts, traffic accidents and road wear are, by assumption, internalised in the variable cost of car users. This is at present approximately the case for cars running on petrol in Norway. The cost that will be incurred if a measure is implemented is not treated explicitly. The reason is that such costs are difficult to treat in a general way. The cost of a particular measure, i. e. increasing road capacity or providing a separate bus lane, depends on the specific circumstances.

Demand is modelled by an aggregate logit model for mode choice and destination choice. The commuters have one (unspecified) destination as alternative to the city centre. Available modes are public transport and car driver and logsums are used as a measure of travellers benefits. A major advantage of the simple model used is that it allows for «correct» equilibrium solutions where congestion charges, public transport fares and -services as well as travel times are consistent with demand. Formally we solve problems of non-linear optimisation with non-linear constraints.

«Good» and «vicious» circles

A major issue in popular and professional discussions of transport policy in urban areas has been the (possible) existence of «good» and «vicious» circles. A «vicious» circle presumably exists when an increase in road capacity makes some travellers switch from public transport to the private car. The initial decrease in demand for public transport may induce a reduction public transport services which will further increase car traffic and so forth. An improvement in public transport services will - on the other hand - initiate a «good» circle because demand increases and paves the way for further improvement in services. To the extent increases in demand comes from previous car drivers, the remaining car drivers will also gain from improvement in public transport services due to reduced congestion. The extreme consequence of increased road capacity may be that everybody is worse off. Arguments for the existence of this extreme case is particularly associated with the writings of Downs and Thomson.

In order to judge the consequences of «good» and «vicious» circles we need to compare different equilibria. Our model allows us to do this, admittedly for a very stylised case. The results support the idea of «good» and «vicious» circles in the sense that the mechanisms described above are present and plays a role, even with the «best» transport policy. However, we find no evidence to support a claim that a «vicious» circle initiated by an increase in road capacity leads to a new equilibrium that in terms of welfare *necessarily* are worse than the initial situation. The driving mechanisms are simply not strong enough. When we refer to welfare, the assumption of internalised (marginal) external costs for cars should be kept in mind. More car traffic will certainly have a negative impact on the environment, but these impacts are already deducted in our measure of users benefits.

Only with very special assumptions with respect to initial situation and transport policy are we able to produce results where increased road capacity leads to reduced welfare, but the resulting situation will be unstable. A small increase in road capacity may induce a «spiral» where public transport effectively disappears and all trips goes by car. This is unlikely to happen in rush hours. A crucial conditions is also the extent to which reduced demand for public transport is met by reduction in frequency as opposed to reduction in capacity per departure. The existence of unstable equilibria is probably a more relevant problem in certain off peak situations. Off peak, the public transport services are usually run much less frequent than in peak periods. Any decrease in demand, irrespective of cause, may then initiate a «vicious» circle that does not converge to a situation with adequate public transport services. Off peak we also lack the counteracting force of increased congestion when travellers switch from public transport to private car.

The «best» transport policy

«Optimum» transport policy is analysed for two main alternatives; with and without a shadow price on public funds. Realistically transport policy should be designed with attention paid to the marginal cost of public funds, but theoretical and practical work have disregarded this issue to a large extent. By itself it is therefore of interest to investigate the policy implications of a reasonable shadow price.

Table A shows the results for «optimum» transport policy with and without congestion charging and with and without a shadow price on public funds. The results refer to one of our base cases.

Table A: «Optimum» transport policy in base case. Road capacity (one direction) = 1600 cars/hour. Public transport speed = 40 km/hour

| | | Shadow price=0 | | Shadow price=0,25 | |
|---------------------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|
| | | With optimum congestion charge | Without congestion charge | With optimum congestion charge | Without congestion charge |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Policy instruments: | | | | | |
| Congestion | charge | 27,40 | 0 | 35,90 | 0 |
| (NOK/car) | | | | | |
| Public | transport | fare | -5,70 | 26,90 | 7,10 |
| (NOK/trip) | | | | | |
| Frequency, | p.t. | 20,0 | 22,6 | 17,4 | 19,7 |
| (departures/hour) | | | | | |
| Capacity per departure | | 123 | 138 | 107 | 121 |
| Policy evaluation: | | | | | |
| Social | surplus ¹⁾ | 115000+I | 104300+I | 100600+I | 75800+I |
| (NOK/hour) | | | | | |
| Benefits | of | charging ²⁾ | | 24800 | |
| (NOK/hour) | | 10700 | | | |
| Level of service³⁾: | | | | | |
| Driving | time, | car | 28,3 | 36,7 | 26,9 |
| (min./trip) | | | | | |
| Driving time, p.t. | (min/trip) | | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| Demand: | | | | | |
| Total | demand | 3000 | 3711 | 2576 | 3444 |
| (trips/hour) | | | | | |
| Public transport share | (%) | 49,1 | 50,5 | 43,2 | 41,4 |
| Economic results: | | | | | |
| Public | transp. | cost | 37100 | 45100 | 29800 |
| (NOK/hour) | | | | | |
| Public | transp. | revenue | 22400 | -10700 | 30000 |
| (NOK/hour) | | | | | |
| Public | transp. | subsidy | 14700 | 55800 | -200 |
| (NOK/hour) | | | | | |
| Subsidy share of cost | (%) | 39,6 | 123,8 | -0,8 | 72,2 |
| «Congestion | revenue» | 41800 | 0 | 52400 | 0 |
| (NOK/hour) | | | | | |
| Public | sector | result | 27100 | -55800 | 52600 |
| (NOK/hour) | | | | | |

1) «I» is used as an unspecified benefit that travellers obtain from the trip. Social surplus is travellers «surplus» + congestion and public transport revenue - public transport cost

2) Difference in social surplus with and without congestion charging. 3) Frequency of p.t. service is also of major importance.

Column 2 may be called a «first best» optimum. Travellers by both modes pay marginal cost. The public transport service is designed such that benefit = cost for a small improvement in the level of service. Financial transfers are costless (shadow price = 0). The optimum congestion charge is of the same magnitude as we have estimated for the marginal (external) congestion cost caused by inbound trips of similar length in the morning peak in the Oslo region. The level of subsidy for public transport is, in percentage terms, also of «correct» magnitude.

Without congestion charging we get the «second best» solution in column 3. To compensate for missing congestion charging we shall actually pay commuters to use public transport. Driving speeds on the road decrease due to increased congestion and total demand increases by 23.7 %. Although the public transport share increases slightly, the number of car trips increase by 20.3 %.

The social benefit of optimum congestion charging amounts to $\frac{1}{4}$ of the revenue produced by charging. In a complete evaluation we should also deduct the cost of operating a congestion charging system.

With a shadow price on public funds, the «optimum» policy (column 4) implies that commuters in general shall pay substantially more and the public transport operation even shows a small profit. Total demand is reduced compared to column 2. In what is now the «second best» solution (column 5), the public transport fare becomes positive, but subsidies still amount to 72.2 % of cost.

The benefits of congestion charges increase substantially, even though private benefits now have a weight of 0.8 compared to public funds due the shadow price. Column 4 shows that benefits of congestion pricing now amounts to roughly 47 per cent of the revenue obtained.

Table A clearly shows that inclusion of a shadow price on public funds has a major impact on «optimum» transport policy and also on the magnitude of the welfare loss that can be imputed to a «second best» solution without congestion charging. Even the «best» alternative to congestion charging implies a substantial increase in costly commuting trips to the city centre. This is an effect that will have full force in the medium and long run.

To the extent we shall allow ourselves to draw general conclusions from this example, it is that the prevalence of a «sub-optimum» transport policy may have great impact on travel patterns and transport cost in our cities and impose considerable welfare loss on the population. We should also keep in mind that the «second best» alternative in column 5 probably is much better than actual transport policy in most cities.

The main problem of going from a situation like that in column 5 to the «first best» solution is probably one of public support. Initially all commuters will be worse off. The «winners» are the public sector where the balance changes from NOK -26300 to NOK +52600, i.e. by NOK 78800, and the urban environment.

To gain public support for a «first best» policy, the public sector may have to design some kind compensation scheme. In principle this it is possible for the «winners» to completely compensate the initial «losers» and still be better off.

Benefits of different measures

The benefits of different measures compared to a base case is the difference in social surplus between the old and the new equilibrium. Figure A shows the benefits of different measures with referense to a «poor» base case with no congestion charging and with public transport subject to the same congestion delays as car traffic. Initial road capacity is 1600 cars per hour. A shadow price of public funds equal to 0,25 is used, making a unit of private money or private benefit equal to 0.8 units of public money.

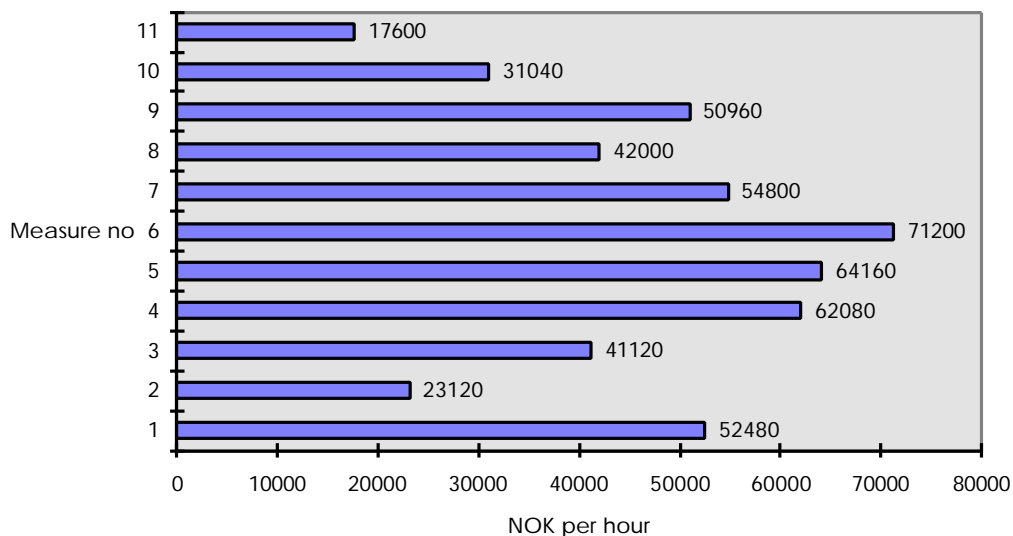
In this case the «optimum» congestion charge naturally increases since delays are also imposed on public transport riders.

The measures shown in the figure are:

| No | Measure: |
|----|--|
| 1 | Congestion charging (alone) |
| 2 | Road capacity +25% (alone) |
| 3 | Separate bus lane (50 km/hour) (alone) |
| 4 | 1+2 |
| 5 | 1+3 |
| 6 | 1+2+3 |
| 7 | 1+3+(road capacity - 25 %) |
| 8 | 1+3+(road capacity - 50 %) |
| 9 | 2+3 |
| 10 | 3+(road capacity - 25 %) |
| 11 | 3+(road capacity - 50 %) |

The difference between some of the bares in Figure A will also give the benefits of on measure when one or two other measures already are implemented.

Figure A: Benefits of different measures in a base case



Optimum congestion charging (1) is the most beneficial «stand alone» measure. 10 and 11 are interesting because they can simulate the implementation of a separate bus lane by taking some of the existing road capacity for this purpose (25 % and 50 % respectively). The cost of these two measures should be negligible, and as «stand alone» measures they show substantial benefits. With congestion charging number 10 is still slightly beneficial (7-1), but 11 comes out in the red (8-1).

Increasing road capacity with 25 % (2) is better than 11 as a «stand alone» measure in terms of benefits, but the will be much more costly. With congestion charging, the benefits of 2 drops from NOK 28900 to NOK 12000 (4-1) and further to NOK 8800 with bus lane also available (6-5). In general the interdependence between the benefits from different measures is very evident. In Chapter 6 more details on different situations (similar to Table A) are presented.

In Chapter 8 we raise the issue of multiple optima. From a theoretical point of view we can envisage a - by itself - sound transport policy that leads us to a local and not a global optimum. The treatment is linked to the issue of «car free» city centres. A «car free» city centre may have an environmental value in its own right quite separate from the impacts it will have on noise and air pollution. Our simple model shows that the «willingness to pay» for this public good does not have to be unrealistically high before a policy that implies «car free» city centre may be the best. This is more evident if road capacity initially is low. Opting for a «car free» city centre can in this case also imply substantial savings in costs for the road system.

1 Innledning

Det har i mange sammenhenger blitt pekt på at den transportpolitikk som føres i større byer ikke er særlig god sett i forhold til de kriterier vi vanligvis legger til grunn når vi skal vurdere ressursbruk. Fraværet av en effektiv transportpolitikk kan ha betydelige konsekvenser både på kort og - ikke minst - lang sikt. Selv om dette er en gammel erkjennelse, så synes det å være særdeles vanskelig å få rettet opp selv alvorlige skjevheter som er lette å identifisere. En grunn til manglende (politisk) innsatsvilje på dette området kan være at det er vanskelig å overskue de sammenhenger som er ute å går. En annen grunn kan være de innebygde konflikter.

Betegnelsen «optimal» transportpolitikk refererer seg til kriterier som kan utledes fra økonomisk velferdsteori. En nærmere drøfting av hva «optimalitet» innebærer finnes bl a i Jansson (1984) og Larsen og Minken (1995). Grovt sagt er «optimalitet» definert ved den infrastruktur, transporttilbud og trafikk vi får når vi maksimerer trafikantnytte minus systemkostnader og konsekvenser for omgivelsene av trafikk og trafikkanlegg. Det siste omfatter både lokale og globale miljøulemper og konsekvenser av trafikkulykker. Systemkostnader omfatter alle (realøkonomiske) kostnader for veihold, kollektivsystem og kjøretøypark. Trafikantnytte er kanskje det vageste begrep her. Vi regner med at trafikantene har en nytte av en reise som vi ikke kan måle direkte. Når en reise faktisk foretas, regner vi imidlertid med at trafikanten har vurdert nytten som større enn oppofrelsen i form av direkte utgifter og egeninnsats og har visst «overskudd». Egeninnsatsen er den tid som medgår til reisen og det trafikanten ellers opplever av ulemper ved reisen.

En grunnleggende forutsetning for denne definisjon av «målfunksjon» eller samfunnsmessig «overskudd», er at vi aksepterer trafikantens egen vurdering av *egen* nytte og at denne også regnes med som en del av «samfunnets» nytte av reisen. Videre aksepteres trafikantens *egen* vurdering av sin *egeninnsats* ved ulike reisemåter som en del av «samfunnets» kostnad ved reisen. Utsagn om, f eks, «unyttige» bilreiser blir i denne sammenheng meningsløse. Dette forhindrer ikke at en trafikant selv *-etter at resultatet av en reise foreligger* - i blant vil kunne ha en klar formening om at reisen var unyttig eller bortkastet, eller at en annen reisemåte burde vært valgt. Det vi ikke uten videre behøver å akseptere er at en trafikants egen oppofrelse ved en reise sammenfaller med «samfunnets» oppofrelse eller kostnad ved den samme reise.

Formålet med dette arbeid er å belyse ulike transportpolitiske tiltak i et byområde med «optimal» transportpolitikk som referanseramme. Vi konsentrerer oss problemstillinger som er særlig aktuelle i forbindelse med rushtrafikk og benytter en enkel modell for rushtrafikk mellom et forsted og

et bysenter. Derved blir det mulig å rendyrke visse sentrale sammenhenger. En analyse av tilsvarende problemstillinger for et konkret byområde kunne selvsagt blitt mer direkte transportpolitisk relevant, men i denne omgang har det vært viktigere å få tatt hensyn til en del viktige sammenhenger på en oversiktlig måte. Skulle tilsvarende beregninger vært gjort for et konkret byområde, ville de analytiske problemer blitt betydelige og det prinsipielle ville lett forsvunnet i alle detaljer.

I formell forstand må «optimalitet» defineres i forhold til en målfunksjon. «Optimal» transportpolitikk finnes ved å maksimere denne funksjon med hensyn på det vi definerer som offentlige virkemidler. I dette dokument benytter vi en eksplisitt målfunksjon og maksimerer denne. Beveger vi oss fra en situasjon til en annen når det gjelder transportpolitikk eller transportsystem, vil den tilhørende endring i verdien på denne målfunksjon også gi et uttrykk for velferdsendringen. I mer kompliserte situasjoner kan det være svært problematisk å maksimere en slik målfunksjon direkte. Vi vil normalt være henvist til å undersøke om en endring fra en situasjon til en annen bidrar til å øke verdien på en målfunksjon for «samfunnets» velferd. Dette er utgangspunktet for nytte-kostnad analyser, se f.eks Eriksen, Killi og Minken (1994). I tradisjonelle nytte-kostnad analyser vil vi ofte ha problemer med å ta hensyn til alle de tilpasninger som vil eller bør finne sted når det gjennomføres et spesielt tiltak eller prosjekt. Problemet ligger ikke primært i nytte-kostnad analysen, men i vår evne til å ivareta effekten av alle tilpasninger som et tiltak i et komplisert transportsystem kan føre med seg.

Et hovedpoeng i dette arbeid er nettopp å få med effekten av noen slike tilpasningsmekanismer. Dette gjelder både for etterspørselen og for offentlige virkemidler når disse skal tilpasses «optimalt» til den situasjon som til enhver tid foreligger. Svært skjematisk kan vi si at offentlige myndigheter har 3 typer virkemidler i transportpolitikken:

- Priser, avgifter og tilskudd/subsidier
- Infrastruktur og transporttilbud
- Direkte reguleringer (forbud, påbud mm)

Fra et samfunnsøkonomisk synspunkt er det viktige forskjeller mellom disse tre typer virkemidler. Riktignok koster det noe å etablere et pris- eller avgiftssystem, men når dette først er på plass så vil pris- eller avgiftsendringer kreve helt minimalt med ressurser og vil kunne ha relativt stor effekt på etterspørselen. Vesentlige endringer i infrastruktur eller transporttilbud dreier seg på den annen side ofte om betydelig ressursbruk. Etterspørselsendringer som følger av de to typer tiltak vil også ha effekter på trafikantenes egeninnsats og endringer i egeninnsats må også betraktes som endring i ressursbruk. Direkte reguleringer brukes og bør brukes i en viss utstrekning, men har også sine klare begrensninger.

De beregninger som gjøres dreier seg som nevnt om rushtidsreiser mellom et forsted og et bysenter. Her gjøres en rekke forenklinger. For det første regner vi med at avstanden er såvidt lang at vi kan se bort fra gang og sykkel som reisemåte. For det andre later vi som om det ikke finnes bilpassasjerer. Videre forutsetter vi at trafikken vi ser på skal avvikles i løpet av en time på morgenen og at det ikke finnes annen trafikk i systemet. Trafikantene forutsettes også - i en viss forstand som vi skal komme nærmere tilbake til nedenfor - å utgjøre en homogen gruppe. Når vi her benytter betegnelsen «bysenter» så bør ikke dette tolkes som sentrumsområdet snevert geografisk avgrenset, men snarere som den sentrale områder i en by. Innenfor denne enkle ramme ser vi på to hovedalternativer når det gjelder etterspørsel:

1. *Konstant totalletterspørsel.* Etterspørselsendringer dreier seg da bare om reisemiddelvalg. Svært mye av diskusjonene om transportpolitikk i byer gjelder nettopp reisemiddelvalg og en sentral politisk målstørrelse er ofte kollektivandelen. På kort sikt vil man som regel også kunne forutsette at totalt antall arbeidsreiser til et bysenter er tilnærmet konstant.
2. *Variabel totalletterspørsel.* Dette vil være en rimelig forutsetning på litt lenger sikt. Slik vi skal behandle etterspørselen innebærer dette at jo bedre transporttilbudet er mellom forsted og bysenter, jo flere vil velge en kombinasjon av bosted i forstedet og arbeidsplass i bysentret, alt annet likt.

Selv med alle de forutsetninger og forenklinger som gjøres viser det seg at forbausende mange transportpolitisk viktige problemstillinger og sammenhenger i bytrafikk lar seg belyse innenfor et såvidt enkelt opplegg. Blant disse er også Downs-Thomson's hypotese, se bl a Tombre (1996). Trolig er det også slik at svært mange av de kvalitative konklusjoner som fremkommer har generell gyldighet selv om utslagene rent kvantitativt kan bli større eller mindre med modifiserte forutsetninger og mer kompliserte transportsystemer.

I oppfølgingen av dette arbeid er planen å utvide analysen med flere alternativer når det gjelder trafikantenes valgmuligheter med hensyn til reisemål, reisetidspunkt og reisemåte, segmentere etterspørselen og eksplisitt ivareta nettverksaspekter når det gjelder veisystem og kollektivtilbud. Et annet viktig aspekt som vil behandles er trafikk utenom rushtid og de sammenhenger som finnes mellom trafikk i ulike perioder. Med slike utvidelser vil også spørsmål knyttet til arealbruk og bymiljø få en mer fremtredende plass.

2 Optimalitet, likevekt og insentiver

2.1 Målfunksjon og optimalitet

Som nevnt kan begrepet «optimalitet» bare gis et konkret innhold i forhold til en veldefinert målfunksjon. Den «målfunksjon» som er antydnet ovenfor kan - med rette - oppfattes som veldig snever i forhold til man i transportpolitikken rent faktisk legger vekt på.

I politiske beslutningsprosesser blir det f eks ofte lagt betydelig vekt på hvem som «vinner» og hvem som «taper» hvis et gitt tiltak gjennomføres. Fordelingsproblemer av denne type blir det lagt liten vekt på i det følgende, selv om noen momenter blir kommentert underveis. Det er 3 grunner til dette:

1. Inntektsfordeling *i vid betydning* er særdeles viktig. Til enhver tid vil vi imidlertid ha den inntektsfordeling som det er politisk grunnlag for og fra et faglig synspunkt kan vi ikke gjøre så mye mer enn å akseptere denne som «riktig». Hvis inntektsfordelingen i utgangspunktet er «riktig» betyr det også at små endringer i denne ikke bør være noe problem. Tar vi 100 kr fra Per og gir til Pål, så skal ikke dette representere noe problem i forhold til en inntektsfordeling som i utgangspunktet er «riktig».
2. Enkelt tiltak kan i utgangspunktet medfører relativt store utslag i fordeler og ulemper for ulike grupper eller enkeltindivider og kan derfor ikke betegnes som «små». Det forhold en målfunksjon blir bedre, vil imidlertid også innebære at «vinnerne» i prinsippet skal kunne kompensere «taperne» og allikevel komme bedre ut enn før. Ikke minst hvis «vinneren» i første omgang er den offentlige sektor, burde en viss form for kompensasjon også rent faktisk kunne finne sted. Fantasien mht til å utforme og gjennomføre hensiktsmessige kompensasjonsordninger som gjør at fordelingsmessig problematiske tiltak lar seg gjennomføre, synes imidlertid ikke å være påfallende stor i praksis.
3. Hvis bytrafikkproblemene er så store som mange mener, vil det av og til kanskje være nødvendig å gjennomføre tiltak som de fleste vil anse som uheldige fra et fordelingspolitisk synspunkt. Uansett kan det også ha en viss interesse å undersøke hva man eventuelt gir avkall på ved å ta fordelingspolitiske hensyn. Det skjer ofte at foreslåtte tiltak umiddelbart stemples som fordelingspolitisk umulige uten at man undersøker verken de fordelingsmessige virkninger eller de potensielle samfunnsøkonomiske gevinster nærmere.

I dette dokument tar vi også forholdsvis lett på miljø- og ulykkeskostnader. Miljø- og ulykkeskostnader forårsaket av veitrafikk er utvilsomt meget store både i og utenom storbyområder. Her må vi imidlertid skille mellom marginal- og total kostnader. Marginalkostnaden refererer seg til hvordan totale miljø- og ulykkeskostnader påvirkes av en liten endring i trafikkvolumet. Marginalkostnaden er ikke nødvendigvis høy selv om totalkostnaden er betydelig.

For bensindrevne personbiler synes det, med de anslag vi i dag «offisielt» opererer med for marginale miljø- og ulykkeskostnader, som om disse kostnader omtrent dekkes av distanseavhengige særavgifter, se f.eks. Eriksen og Hovi (1996). Anslagene kan selvsagt bli revurdert, men inntil så skjer vil endringer i miljøkostnader forbundet med (moderate) endringer i trafikkvolum omtrent balansere mot en tilsvarende endring i trafikantnytte representert ved endring i offentlige avgiftsinntekter. I samfunnsøkonomisk forstand får vi derfor beskjedne nettoeffekter knyttet til miljøvirkninger ved moderate endringer i trafikkvolum. Vi ser derfor bort fra dette aspekt og tillater oss her å rendyrke transportøkonomi. Ikke desto mindre vil transportøkonomisk gunstige tiltak ofte kunne gi en betydelig miljømessig bonus.

Det kan godt tenkes at de marginale miljø- og ulykkeskostnader er undervurdert i områder med høy befolkningskonsentrasjon og da særlig konsekvensene av luftforurensing. På den annen side er dette gjerne geografiske områder hvor fremkommeligheten for veitrafikken er forholdsvis dårlig, spesielt i perioder med mye trafikk og høy konsentrasjon av forurensing. Da er også drivstofforbruk pr km høyt og følgelig vil også betalte særavgifter pr kjørt km bli vesentlig høyere enn i mer spredtbygde strøk.

Veier og andre trafikkanlegg er i seg selv viktige i miljø sammenheng. Dette er imidlertid et område hvor det er vanskelig å trekke konklusjoner på generelt grunnlag. De miljømessige konsekvenser av ny infrastruktur (eller fjerning av eksisterende) må vurderes fra prosjekt til prosjekt og effektene kan være både positive og negative. I tillegg er disse konsekvenser ofte særdeles vanskelige å verdsette. Vi lar derfor dette problem ligge.

Det er ikke uten videre utelukket at en transportpolitikk utformet etter, i og for seg riktige, samfunnsøkonomiske prinsipper leder oss til et «feil» optimum med for mye veitrafikk og for dårlig miljø. Det finnes mange eksempler på funksjoner som ikke har entydige maksima eller minima og de betingelser vi kan utlede fra økonomisk velferdsteori garanterer bare et lokalt optimum. Dette spørsmål kan ikke tas opp i full bredde her, men enkelte aspekter blir belyst.

En målfunksjon av den type vi her opererer med forutsetter at resten av økonomien i en viss forstand er tilpasset «optimalt» og at vi derfor kan konsentrere oss utelukkende om transportsektoren. Denne forutsetning er opplagt ikke helt holdbar, men konsekvensene er neppe stor hvis det ikke opp-

trer skjevheter som er av vesentlig betydning i forhold til de spørsmål vi her ønsker å belyse.

Vi skal allikevel ta eksplisitt hensyn til at offentlige midler har sin egen «pris» på grunn av et skatte- og avgiftssystem som skaper ulike former for (uheldige) skattemotiverte tilpasninger. Det meste av transportøkonomisk teori «later som» dette problem ikke eksisterer. I transportsektoren hvor det offentlige er en såvidt viktig aktør blir imidlertid dette et viktig moment. En «pris» på offentlige midler innebærer i økonomisk forstand at vi får «nest best» løsninger. Andre «nest best» løsninger kan man få ved å legge ulike former for restriksjoner på optimaliseringsproblemet. Av de mer aktuelle spørsmål i denne sammenheng er egenskapene ved de «nest best» løsninger vi får hvis man, av en eller annen grunn, ikke kan eller vil bruke kjøprising. En fordel ved det enkle opplegg som benyttes er at vi får et eksakt mål på velferdstapet ved en «nest best» løsning.

2.2 Insentiver og likevekt

Med utgangspunkt i en målfunksjon kan vi i prinsippet regne oss frem til en «optimal» løsning og deretter implementere denne med detaljerte reguleringer. I vårt stiliserte eksempel ville det innebære at vi måtte ta for oss hver enkelt person og bestemme om vedkommende skulle få arbeide i bysentret og deretter bestemme hvordan vedkommende eventuelt skulle reise de enkelte dager. Dette er selvsagt håpløst. I praksis er dette avgjørelser som blir og bør bli tatt av de individer det gjelder.

Skal summen av individuelle avgjørelser gi «riktig» antall reiser og «riktig» reisemiddelfordeling må imidlertid enkeltindivider ta hensyn til de fulle konsekvenser av sine valg, både for seg selv og andre. Konsekvensene for andre betegnes ofte eksterne kostnader. Som nevnt skal vi regne med at bilistene (indirekte) tar hensyn til de miljømessige konsekvenser på grunn av de statlige avgifter på eie og bruk av bil, dvs miljøkostnadene er internalisert. Avgiftene er så høye at de trolig også dekker økt ulykkesrisiko som påføres andre og i tillegg veislitasjen. I tillegg må trafikantene også ta hensyn til konsekvensene av sine individuelle avgjørelser for andre trafikanter og for transportsystemets kostnader og eventuelt også for offentlige utgifter. Dette vil de gjøre hvis de betaler «kostnadsriktige» priser for kollektivreiser og bilkjøring.

I det vi her betegner som «optimal transportpolitikk» er priser/avgifter å oppfatte som virkemidler som skal gi trafikantene insentiver til å foreta korrekt avveining mellom nytte og kostnad for alternative valg når det gjelder reisemål og reisemåte. Poenget med eventuelle høye takster for kollektivreiser eller høye avgifter på bilbruk er *ikke* at det offentlige skal få større inntekter. Får den offentlige sektor derved «for høye» inntekter kan skatter og avgifter som motiverer til uheldige samfunnsøkonomisk tilpasninger i stedet reduseres. Denne tankegang ligger bl a bak innstillingen fra «Grønn skattekommissjon» (NOU 1996:9).

Den pris som betales for en reise fungerer også delvis som et mål på nytten av reisen. Med våre forutsetninger vil trafikantene bare foreta en reise når nytten er større enn oppofrelsen i form av direkte utgifter og egeninnsats. Når vi her opererer med begrepet trafikantnytte så dreier det seg om trafikantenes «overskudd», dvs (nytte - oppofrelse). En del av «nyttene» i form av betalingsvillighet for reiser registreres som trafikkinntekter for kollektivsystemet eller offentlige inntekter fra køavgifter.

Den analysemetode vi benytter kan betegnes som komparativ statikk. Dette innebærer at vi sammenligner ulike likevektsituasjoner. Enkelt sagt innebærer en likevekt at ingen aktør ønsker å gjøre noe annet enn det vedkommende faktisk gjør. I vår sammenheng innebærer «likevekt» bl a at det er full konsistens mellom transportkvalitet (reisetider mm) og etterspørsel.

Vi hører i blant utsagn som f eks:

*«Økt veikapasitet gir bare mer biltrafikk og ikke bedre fremkommelighet»
- eller,
«Økt veikapasitet fører til en ond sirkel fordi reiser overføres fra kollektivtrafikk til bil og derfor må man redusere kollektivtilbudet og dette reduserer ytterligere kollektivtrafikken osv».*

Begge utsagn dreier seg om komparativ statikk i den forstand at de innebærer hypoteser om forskjellen på to likevektsituasjoner. En fordel med den enkle modell vi benytter, er at vi kan beregne «korrekte» likevektsløsninger hvor alle aktuelle tilpasninger har funnet sted. Likevektsløsningene vil også kunne sammenlignes både når det gjelder etterspørsel, transporttilbud, kostnader og «velferd» mm.

3 Viktige sammenhenger i transportsystemet

3.1 Stordriftsfordeler i kollektivtrafikk

Hvis vi på en kollektivrute i utgangspunktet har tilpasset kapasitet og frekvens «riktig» i forhold til trafikkgrunnet vil en trafikkøkning kunne møtes på tre måter:

1. Frekvensen kan økes i takt med trafikkøkningen. Da er trafikantenes komfort upåvirket, men åpen og/eller skjult ventetid eller egeninnsats for de trafikanter man hadde i utgangspunktet reduseres. Kostnaden for kollektivsystemet vil øke tilnærmet proporsjonalt med trafikkøkningen, men de *samfunnsøkonomiske* kostnader øker mindre enn proporsjonalt med trafikkvolumet på grunn av redusert egeninnsats. Dette innebærer at vi har stordriftsfordeler.
2. Kapasiteten pr ruteavgang kan økes tilsvarende trafikkøkningen. Eksisterende trafikanters egeninnsats i form av åpen og/eller skjult ventetid eller reisekomfort vil da være upåvirket. Kollektivsystemets kostnader øker imidlertid bare med merkostnaden ved å benytte transportmidler som har større kapasitet. Sjøførkostnaden blir bl a upåvirket og den samfunnsøkonomiske kostnad øker mindre en proporsjonalt med trafikkvolumet. Dette gir også stordriftsfordeler.
3. Vi kan akseptere mer trengsel og dårligere reisekomfort. Da vil eksisterende trafikanter bære det meste av kostnaden ved en trafikkøkning i form av redusert reisekomfort og eventuelt økt reisetid på grunn av forsinkelser. Det er klare grenser for hvor stor trafikkøkning som kan tas med denne form for tilpasning isolert.

Ved et «optimalt» utformet kollektivtilbud skal kostnaden ved en «liten» trafikkøkning være den samme enten man velger 1., 2. eller 3. Dette innebærer at et kollektivsystem generelt har stordriftsfordeler i den forstand at kostnaden pr trafikant (kostnad da regnet som summen av trafikantenes egeninnsats og kollektivsystemets kostnader) synker med trafikkvolumet. Det kan riktignok finnes unntak hvis man kommer opp i trafikkvolum hvor både kapasitet pr ruteavgang og frekvens *samtidig* blir underlagt fysiske begrensninger eller på meget kort sikt hvis frekvens og kapasitet holdes konstant.

Stordriftsfordeler er en klassisk begrunnelse for at en aktivitet bør subsidieres. Dersom kollektivtrafikantene bare skal betale merkostnaden som oppstår i forbindelse med reisen, så vil ikke trafikkinntektene dekke kost-

naden for kollektivsystemet. Viktigere i vår sammenheng er det imidlertid at kvaliteten på kollektivtilbudet systematisk skal variere med etterspørselen og at etterspørselen også vil avhenge av kvaliteten på tilbudet.

3.2 Kjør, kjøprising og skalafordeler for veitrafikk

Gjennomsnittlig kapasitet pr ruteavgang og frekvens på et rutetilbud er forhold som vanligvis kan justeres på relativt kort sikt. For biltrafikk har vi også en form for stordriftsfordeler i den forstand at jo mer trafikk det er i et veisystem jo bedre skal det «optimale» system være, gitt at kostnaden pr km ny vei ikke stiger for sterkt. I et byområde vil både anleggskostnader (inkl grunnverv) og miljømessige ulemper ved selve anlegget kunne variere svært mye fra prosjekt til prosjekt og det er derfor vanskelig å si noe generelt om hvorvidt man har stordriftsfordeler eller ikke når trafikantenes egeninnsats, systemkostnader og miljøkostnader ses samlet. Av disse grunner skal vi også i dette arbeid begrense oss til å se på nyttesiden av økt veikapasitet og hvordan denne påvirkes av ulike tiltak. I tillegg skal vi se på hvordan veikapasiteten påvirker nytten av andre tiltak.

Når veisystemet er gitt, er det definitivt ikke stordriftsfordeler. Jo mer trafikk det er i systemet jo høyere blir egeninnsatsen pr kjøretøy i form av tidsbruk og jo høyere blir vanligvis driftskostnader pr kjøretøy. Miljøkostnadene pr kjøretøykm relatert til avgassutslipp øker også på grunn av høyere drivstofforbruk, men sammensetningen mht avgasskomponenter endres samtidig slik at denne sammenheng er forholdsvis komplisert. Med gitt veisystem nærmer vi oss egentlig en situasjon som ligner pkt 3 ovenfor, hvor nesten hele kostnaden ved en trafikkøkning bæres av de eksisterende trafikanter. Når systemets kapasitetsgrense blir kostnadene ved en ytterligere trafikkøkning bli meget store. Poenget med «kjøprising» er å få den enkelte trafikant til å ta hensyn til de kostnader som en ekstra biltur påfører de øvrige veitrafikanter i et gitt veisystem. «Speilbildet» av køkostnader er de økte veiholdskostnader vi får dersom fremkommeligheten skal holdes konstant når trafikken øker.

3.3 Etterspørsel og transportstandard

Etterspørselen etter reiser mellom ulike steder og etterspørselen for ulike reisemåter vil avhenge av kvaliteten på transporttilbudet. På den annen side vil kvaliteten på transporttilbudet, som ovenfor påpekt, avhenge av reisevolumet. Dette representerer viktige sammenhenger å ta hensyn til både på kort og lang sikt.

«Korrekt» behandling av disse sammenhenger innebærer at vi må operere med likevektløsninger som innebærer at etterspørselen bestemmes av den samme transportstandard som vi faktisk har i transportsystemet ved denne etterspørsel.

4 Modell for rushtidsreiser mellom forsted og bysenter

4.1 Generelle forutsetninger

Anta at vi har et bysenter (S) og et forsted (F). Mellom S og F går det en vei som bare benyttes av reisende mellom F og S. Dette finnes også et kollektivtilbud som går direkte uten stopp mellom F og S. De reisende kan velge mellom å reise (alene) med bil eller å reise kollektivt. Reisene avvikles i løpet av én time. Det finnes bare én reiserute med hhv bil og kollektivtrafikk eller eventuelle alternativer er så dårlige at de ikke er aktuelle.

4.2 Etterspørsel

Logit-modeller er nå så godt som enerådende når det gjelder praktisk modellering av reisemiddelvalg. I det følgende skal vi ta teorien bak logit-modeller for gitt (Small og Rosen 1981, Domencich og McFadden 1975, Ben-Akiva og Lerman 1985). Denne teorien er ikke den eneste mulige, men den bygger på en konsistent teori og gir numerisk håndterbare uttrykk selv for relativt kompliserte situasjoner med mange valgalternativer og valgtyper.

La generalisert reisekostnad med bil være gitt ved uttrykket:

$$CBIL = -\beta \cdot (a_0 \cdot km + a_1 \cdot kjoretid + putg + k\oavgift) \quad (1)$$

der *putg* = parkeringsutgift

Her forutsetter vi som en forenkling at kjørekostnadene er faste pr km og uavhengig av kjøreforhold/hastighet. En enkel måte å modifisere denne forutsetning på vil være å forutsette at en komponent i distanseavhengige kjørekostnader også varierer kjøretid pr km slik at man f eks får en kostnadsfunksjon med et minimum på ca 60 km/t.

La videre generalisert reisekostnad med kollektivtransport være gitt ved uttrykket:

$$CKOLL = \alpha - \beta \cdot (takst + a_2 \cdot kjoretid + a_3 \cdot f) \quad (2)$$

f = frekvens

Generalisert reisekostnad er altså en veiet sum av reiseutgifter og trafikantenes egeninnsats. I (1) og (2) er denne sum multiplisert med parameteren β og i (2) har vi med konstantleddet α .

Sannsynligheten for at en vilkårlig person skal reise med bil (som bilfører) er da gitt ved:

$$P^{bil} = \frac{e^{CBIL}}{e^{CBIL} + e^{CKOLL}} \quad (3)$$

Valgsannsynlighetene blir her de samme om vi adderer en vilkårlig konstant til $CBIL$ og $CKOLL$. Dette innebærer at variable som i og for seg betyr noe for reisemiddelvalget, men som ikke varierer i en analyse, kan summeres opp i en alternativ-spesifikk konstant som α .

Antall bilreiser er da gitt ved:

$$X^{bil} = P^{bil} \cdot N \quad (N = \text{totalt antall reiser mellom } S \text{ og } F) \quad (4)$$

(4) kan betraktes som etterspørselsfunksjonen for bilreiser.

Det følger også at antall kollektivreiser er gitt ved;

$$X^{koll} = (1 - P^{bil}) \cdot N \quad (N = \text{totalt antall reiser mellom } S \text{ og } F) \quad (5)$$

(5) kan tilsvarende betraktes som etterspørselsfunksjonen for kollektivreiser.

Av teorien for logit-modeller følger at trafikantenes nytte (ved konstant totaltrafikk) kan skrives som:

$$UT = N \cdot \frac{1}{\beta} \ln(e^{CBIL} + e^{CKOL}) + I \quad (6)$$

Her er nytten av arbeidsreisen gitt og lik for begge reisemåter og betegnes med I . Det er således de generaliserte reisekostnader som utgjør første ledd i UT . Divisjon med β i (6) innebærer at vi normerer «kostnadene» slik at de måles i kroner.

Tolkningen av logit-modellen er i vårt tilfelle at vi tenker oss et representativt individ som stilles ovenfor generaliserte reisekostnader gitt ved (1) og (2). De individer som det faktisk er tale om skiller seg imidlertid fra det representative individ på en tilfeldig måte som kan uttrykkes ved et stokastisk ledd i (1) og (2) som varierer fra individ til individ og for et gitt individ fra reisedag til reisedag. Disse stokastiske ledd medfører at ikke alle velger

samme reisemåte, men at vi i stedet får en markedsandel for bil definert ved (3).

I en del av analysene skal vi regne med at totalletterspørselen etter rushtidsreiser mellom F og S er variabel og avhenger av transportstandarden og reisekostnadene på denne reiserelasjon. Teorien for logit-modeller innebærer at logsummen fra reisemiddelvalgmodellen kan tolkes som generalisert reisekostnad for en reiserelasjon. Logsummen (LS) er definert ved:

$$LS = \ln(e^{CBIL} + e^{CKOL}) \quad (7)$$

Sannsynligheten for at en vilkårlig person bosatt i F skal velge å reise til (arbeide i) S kan da skrives:

$$Q^S = \frac{a \cdot e^{LS}}{B + a \cdot e^{LS}} \quad (8)$$

Konstanten a gir her uttrykk for bysentrets relative attraktivitet som reisemål og B gir uttrykk for kombinasjonen av relativ attraktivitet og generalisert reisekostnad for det alternative reisemål. En forutsetning om konstant B er mest naturlig dersom alle reiser til det alternative reisemål kan forutsettes å bli foretatt med bil eller gang/sykkel og det ikke finnes kapasitetsproblemer/køer for bilreisene. Uten en forutsetning av denne type bør vi strengt tatt ta hensyn til at endringer i antall reiser til bysentret også får konsekvenser for transportstandarden for reiser til det alternativ reisemål. Dette betyr i såfall at B ikke vil være konstant. Vi kan merke oss at dersom Q^S og LS er gitt og vi fikserer a til en vilkårlig verdi, så er B gitt av (8). Dette skal vi benytte oss av i de numeriske beregninger siden det bare er forholdet B/a som har betydning for sannsynligheten.

Etterspørselsfunksjonen for arbeidsreiser til S er da gitt ved:

$$N = N^{TOT} \cdot Q^S \quad (9)$$

Der N^{TOT} = totalt antall reiser fra (yrkesaktive i) F.

Trafikantenes nytte vil nå i følge teorien for logit-modeller kunne uttrykkes ved:

$$UT' = N^{TOT} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \ln(B + a \cdot e^{LS}) + I' \quad (10)$$

Her er I' en vilkårlig konstant som er den samme for begge reisemål.

4.3 Kjøretid for biler

Kjøretiden med bil skal vi forutsette er gitt ved funksjonen:

$$t^{bil} = t^0 \cdot (1 - \lambda \cdot x + \lambda \cdot x \cdot e^{\mu \sqrt{x}}) \quad (11)$$

der t^0 = kjøretid ved fri fart ($=60 \cdot D/v^0$, v^0 er kjørehastighet ved fri fart eller skiltet hastighet og D kjørelengden mellom F og S) og x = kapasitetsutnyttelse (= kjt pr time/kapasitet). Vi skal konsekvent bare regne kapasitet i én retning.

λ og μ er to parametre som vi selv kan bestemme. Funksjonen er slik at reisetiden øker svakt med kapasitetsutnyttelsen når denne er lav og stiger stadig brattere ved økende kapasitetsutnyttelse. Kapasiteten på en vei eller et kjørefelt er ikke en definitiv størrelse. Konvensjonelt defineres kapasiteten ved det antall biler som dobler kjøretiden (halverer kjørehastigheten) i forhold til fri fart. Dette innebærer at det vil være en sammenheng mellom λ og μ som gjør at uttrykket i parenteser i (11) blir 2 når $x=1$.

Forsinkelsefunksjoner som er vanlig å benytte i transportmodeller har den egenskap til felles med (11) at kjørehastigheten avtar kontinuerlig med trafikkvolumet. Det kan imidlertid bety at vi ved meget høy kapasitetsutnyttelse får en kombinasjon av trafikkvolum og hastighet som ikke er forenlig i den forstand at det innebærer urealistisk tetthet i form av kjøretøy pr km. På den annen side kan forsinkelsesfunksjonen også betraktes som en tilnærming til den «ventetid» som oppstår i forbindelse kødannelse ved effektive flaskehals, se f eks Larsen (1984). Da har man ikke denne type «konsistensproblemer».

4.4 Kostnadstruktur for kollektivtilbud

Kjørehastigheten for kollektivtransport er vk . Turnustiden er da gitt ved :

$$turt = 60 \cdot 2D/vk + rt \quad (12)$$

der rt = reguleringstid. Vi regner altså med samme kjørelengde mellom F og S som for bil. Forutsetningen om konstant kjørehastighet for kollektivtrafikk vil bli modifisert i analysene.

Antall enheter som trengs i trafikk med frekvens = f blir da:

$$TE = f \cdot turt/60 \quad (13)$$

Kapasiteten pr ruteavgang (y) er variabel. Nødvendig antall ruteavganger i løpet av en time blir da:

$$f \geq X^{koll}/(y \cdot \varphi) \quad (14)$$

φ er belegg eller kapasitetsutnyttelse som vi skal forutsette er konstant og bestemt av krav til reisekomfort. (14) representerer en bibetingelse som innebærer at kollektivsystemet alltid skal ha tilstrekkelig kapasitet. Vi konsentrerer oss her om rushtrafikken og «later» som det ikke er kollektivtilbud ellers på dagen. Det er forholdsvis trivielt å modifisere denne forutsetning.

Kostnadene for kollektivtrafikk består av sjåførkostnader, driftskostnader, kapitalkostnader og en fast kostnad pr passasjer knyttet til billettering mm. Kostnadene for én times rushtrafikk kan vi da skrive på formen:

$$C = TE \cdot cf\varphi + f \cdot (c_0 + c_1 \cdot y) \cdot 2D + TE \cdot (c_0 + c_1 \cdot y) \cdot d \\ + \theta \cdot TE \cdot (k_0 + k_1 \cdot y) \cdot \gamma + cn \cdot (1-P) \cdot N$$

(15)

| | |
|---------------------|--|
| $cf\varphi$ | = sjåførkostnad pr avgang. For ekstra-innsats i rushtiden regner vi med at det må betales for 2.5 - 3 timer selv om en rundtur bare tar en time. |
| c_0 | = en fast driftskostnad pr km som er uavhengig av kapasiteten |
| c_1 | = en tilleggs kostnad pr enhet kapasitet |
| θ | = annuitetsfaktor på kapital (renter + avskrivning) |
| $k_0 + k_1 \cdot y$ | = kapital pr enhet (kostnad for transportmiddel mm) |
| γ | = justeringsfaktor for reservekapasitet og antall rundturer på årsbasis |
| cn | = en fast kostnad pr kollektivtrafikanter knyttet til billettering mm |
| d | = ekstra km til/fra oppstillingsplass |

4.4 Den samfunnsmessige nettoinntekt

Siden vi forutsetter at eksterne (marginale) miljø-, ulykkes- og vedholdskostnader er internalisert i distanseavhengige kjørekostnader, kan vi se bort fra disse i formuleringen av en «målfunksjon» for samfunnsmessig nytte. Derksom vi ikke kan betrakte dette som en tilnærmet holdbar forutsetning må vi i målfunksjonen eksplisitt ta hensyn også til disse kostnader og hvordan de varierer med volumet på bil- og kollektivtrafikk. På den annen side må vi da også ha med det offentlige inntekt av særavgifter på denne trafikk. Gitt denne forutsetning om internalisering kan nå «målfunksjonen» skrives som:

$$\Pi = ka \cdot P \cdot N + q \cdot (1-P) \cdot N - C + UT \quad (16)$$

der ka = køavgift på biltrafikk
og q = kollektivtakst

Velferden eller nytten - i samfunnsøkonomisk forstand - er altså definert som summen av monetære inntekter pluss trafikantoverskudd minus kostnader for kollektivsystemet. Dette betyr at de transportøkonomiske problemstillinger kan rendyrkes. Vi forutsetter også at biltrafikanter betaler samfunnsøkonomiske parkeringskostnader. Konstanten α i (2) vil da reflektere nettoeffekten av ikke-spesifiserte variable som påvirker etterspørselen, men som her forutsettes å være konstante.

«Optimal transportpolitikk» kan nå defineres ved de verdier på ka , q , f og y som maksimerer Π gitt at (3) og (11) skal oppfylles og at kollektivsystemet skal ha nok kapasitet til å dekke etterspørselen, (14) .

Når vi operer med variabel totaletterspørsel blir UT erstattet med UT' fra (10). Regner vi med en skyggepris på offentlige midler modifiseres (16) til:

$$\Pi = ka \cdot P \cdot N + q \cdot (1-P) \cdot N - C + UT/(1+\gamma) \quad (17)$$

Der γ er skyggeprisen på offentlige midler. Vi velger altså å dividere UT med $(1+\gamma)$ fremfor å multiplisere de øvrige ledd denne konstant. Dette er et konvensjonelt valg og har ingen praktisk betydning.

Formelt sett har vi her et ikke-lineært optimeringsproblem med ikke-lineære bibetingelser. Fremfor å gi de teoretiske løsningsbetingelser (Kuhn-Tucker betingelsene) løses problemet numerisk basert på forutsetninger om størrelsen på parametre/koeffisienter. Dette gjør også at vi kan studere effekten av å endre på ulike inngangsdata. To nærliggende parametre å endre på er veikapasiteten og kjørehastighet for kollektivtransport. Dette kan simulere effekten av systemendringer som krever offentlige investeringer og bl a står sentralt i diskusjonen rundt Downs-Thompson's hypotese.

Det som primært skiller modellen ovenfra fra mer tradisjonelle transportmodeller, er at fullstendige likevektssituasjoner beregnes for rushtrafikk. Heri ligger også at kollektivtilbudet tilpasses mht frekvens og kapasitet pr ruteavgang. I praksis lar dette seg ikke gjøre innenfor de nettverksbaserte transportmodeller som i dag benyttes. På den annen side forsvinner noen av de aspekter som er spesifikke for sonebaserte modeller som er tilknyttet nettverk («systemdesign» og alternative veivalg).

4.5 Numeriske forutsetninger

Som grunnlag for de numeriske beregninger er det valgt verdier på inngangsvariable som er rimelige i forhold til ett kjørefelt. I de beregninger hvor totaletterspørselen er gitt skal vi operere med $N=3000$ og når etterspørselen er variabel blir totalt antall reiser fra F lik N^{TOT} . Avstanden mel-

lom forstedet og bysentret settes til 15 km og maksimum kjørehastighet til 60 km/t som gir en kjøretid på 15 min ved ubelastet vei.

Generelle parametre

| | |
|------------------|-----------------|
| N^{TOT} | 4500 (reiser/t) |
| N | 3000 (reiser/t) |
| D | 15 km |
| v^0 | 60 km/t |

I beregningene som gjøres i dette dokument rendyrker vi kapasitetsaspektet. Ser vi hva som i praksis skjer i forbindelse med veiprosjekter, så vil *som regel* både D og v^0 endres samtidig med kapasiteten. Det skjer altså en kvalitativ forbedring samtidig som kapasiteten øker. Denne type kvalitative forbedringer er en fordel for all veitrafikk, ikke bare rushtrafikken, og gjør at selv i byer med betydelige kapasitetsproblemer i veinettet så er ikke nødvendigvis kapasitetsøkning den viktigste effekt av et veiprosjekt.

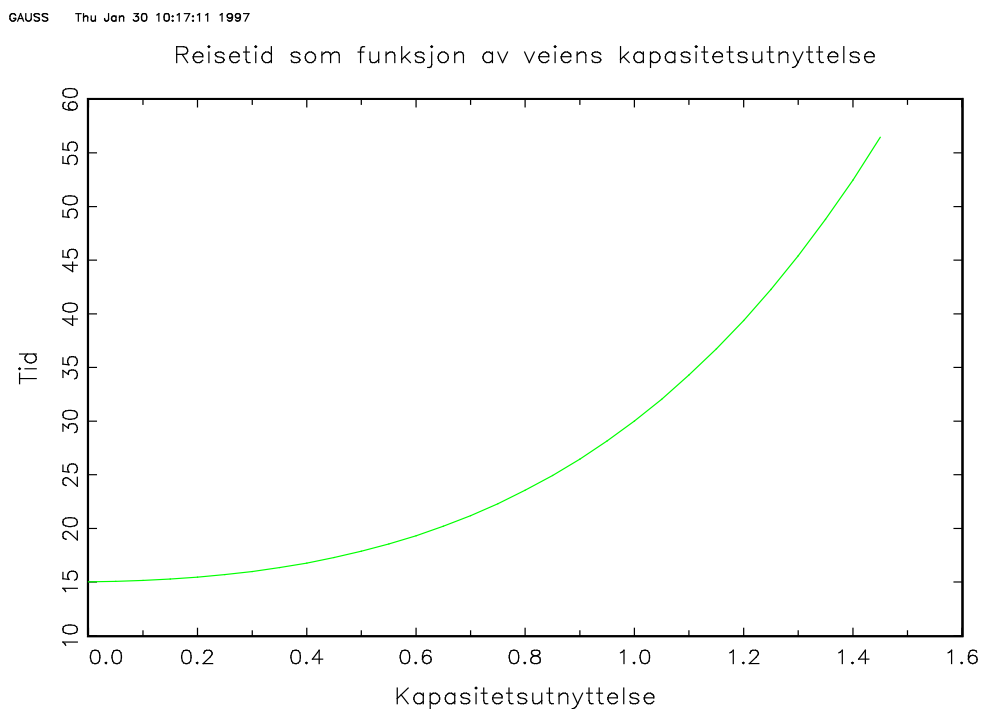
Logit-modellen

For logit-modellen gjør vi følgende forutsetninger mht parameter-verdier:

| | |
|----------|---------|
| β | 0.04 |
| α | -1 |
| a_0 | 1 kr/km |
| a_1 | 0.8 |
| a_2 | 0.7 |
| a_3 | 200 |

Verdien på a_1 og a_2 innebærer at tidsverdien for bil er 48 kr/time og for kollektivtrafikk 42 kr/time. Lavere tidsverdi for kjøretid med kollektive transportmidler er det vanlig å finne ved estimering av logit-modeller. Det har kanskje sin bakgrunn i at folk finner det mer «behagelig» å sitte på et kollektivt transportmiddel enn å kjøre egen bil. Verdien av β og tidsverdiene er av den størrelsesorden som estimering av logit-modeller for reisemiddelvalg gir. Kollektivtrafikk har en negativ alternativspesifikk konstant (α) som summerer opp nettoeffekten av alle andre variable, inkl eventuelt parkeringsutgift for bilister og gangtid for kollektivtrafikanter. Koeffisienten for frekvens er satt relativt høyt tatt i betraktning at frekvensen primært på-

Figur 1:



Når fremkommeligheten med bil i en viss periode blir dårlig nok vil vi i praksis finne at bilreiser skyves i tid og vi får en lenger og flatere rushtidstopp i veisystemet. Denne form for tilpasning skal vi ikke ta hensyn til i dette dokument.

Kostnader for kollektivtrafikk

Forutsetningene om kostnader som er benyttet nedenfor gir vesentlig høyere kostnad pr km kjørt i rute enn det vi normalt regner med i forbindelse med busstrafikk. En grunn til dette er at kapitalen her rentebelastes. Langt viktigere er imidlertid det at vi regner på kostnader som ligger nær opp mot dem man har for ekstrainsats i rushtiden hvor vognmateriell bare benyttes for en rundtur og hvor sjåførene betales for vesentlig mer enn den tid som medgår til rutebetjeningen.

Parametre i kostnadsfunksjonen og bibetingelsen (13) er forutsatt som følger:

| | |
|-----|--------|
| cfø | 600 |
| c0 | 0.5 |
| c1 | 0.05 |
| k0 | 250000 |
| k1 | 25000 |
| θ | 0.1 |
| γ | 0.025 |
| cn | 1 |
| φ | 0.6 |

Policy-variable

I basisalternativet forutsetter vi en veikapasitet på 1600 biler (i én retning). Kapasiteten er ikke definitiv, men er konvensjonelt definert som det trafikkvolum som vil doble kjøretiden eller halvere hastigheten i forhold til fri fart. Med en kapasitet på 1600 biler/t kan vi altså få mer trafikk enn dette, men da blir kjøretiden mer en fordoblet i forhold til «fri fart». Videre forutsetter vi i basisalternativet at gjennomsnittshastigheten for kollektivtrafikk i rute er 40 km/t og ikke påvirkes av fremkommeligheten på veien. Denne forutsetning blir imidlertid moderert i noen beregninger. De «systemtiltak» vi ser på er endring i veikapasitet og endring i kjørehastigheten for kollektivtrafikk. I tillegg betrakter vi altså køavgift, kollektivtakst og frekvens/kapasitet pr ruteavgang som «offentlige» virkemidler.

5 Reisemiddelvalg med konstant totaletterspørsel etter reiser mellom forsted og bysenter

5.1 Optimal transportpolitikk

Det første alternativ vi ser på er det vi kan betegne som «1.best» transportpolitikk. Alle virkemidler kan her disponeres fritt og overføringer mellom privat og offentlig sektor betraktes som kostnadsfrie. Dette alternativ er ofte grunnlaget for teoretiske betraktninger.

Tabell 5.1: Virkninger av alternative tiltak på infrastrukturens side med «optimal» transportpolitikk

| | Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køavgift | (kr/bil) | 27,40 | 22,00 | 24,60 | 19,60 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 15,20 | 15,20 | 13,60 | 13,60 |
| Frekvens | (avgang- er/time) | 20,0 | 18,3 | 22,0 | 20,3 |
| Kapasitet pr ruteavgang | | 123 | 112 | 116 | 107 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | I-117400 | I-108300 | I-108200 | I-100400 |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 9100 | 9200 | 17000 |
| Transportstandard ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 28,3 | 26,0 | 27,1 | 24,9 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Kollektivandel | (%) | 49 | 41 | 51 | 43 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkostnad | (kr/time) | 37000 | 32200 | 34800 | 30600 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 22400 | 18700 | 20800 | 17700 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 14600 | 13400 | 14000 | 12900 |
| Tilskuddsandel | (%) | 39 | 42 | 40 | 42 |
| Køinntekt | (kr/time) | 41800 | 39000 | 36200 | 33200 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert nytte som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantoverskuddet (UT) + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

I en modell hvor totalt antall reiser er gitt, vil ikke prisene være determinert, bare differansen mellom dem. Marginalkostnaden for kollektivreiser kan imidlertid beregnes direkte når hastigheten er gitt. Med gitt kollektivtakst (=marginalkostnad) vil vi ved maksimering av Π få bestemt optimal kjøavgift, frekvens og kapasitet pr ruteavgang.

I Tabell 5.1 ser vi på 3 alternativer i tillegg basisalternativet. Alternativene er veikapasitet på 2000 biler pr time, økning av hastigheten for kollektivtilbudet fra 40 km/t til 50 km/t og den situasjon vi får når disse to tiltak kombineres.

For hver situasjon beregnes den likevekt vi får når de offentlige virkemidler tilpasses for å maksimere Π . I basisalternativet (kolonne 2) får vi altså en kollektivandel på 49 %. Bilistene skal betale en kjøavgift på kr 27,40, dvs ca kr 1,80 pr km og dette gir en inntekt for en morgenrushtime på 41800 kr. Vi kan merke oss at kjøavgiften er av en helt annen størrelsesorden enn særavgiftene. Ved lav og ujevn hastighet med tilhørende høyt drivstofforbruk, kan dagens distanseavhengige særavgifter for personbiler komme opp i kr 1,00 - 1,50 pr km. Gjennomsnittshastigheten for biltrafikken blir 32 km/t. Kollektivtrafikken skal ha betydelige tilskudd og tilskuddsandelen blir 39 %. Dette er på linje med det man har funnet i andre beregninger der optimal prising og dimensjonering av kollektivtilbud behandles, f eks Larsen (1993). Kapasitet pr ruteavgang er omtrent på det nivå vi vil ha med dagens leddbuss.

Et veiprojekt som øker kapasiteten med 25 % (kolonne 3) gir en økning i biltrafikken og reduserer kollektivandelen fra 49 til 41%. Kjøretiden for bil går ned, selv når vi som her tar hensyn til at kollektivtilbudet blir dårligere i form av redusert frekvens og at kjøavgiften samtidig også reduseres. Den samfunnsmessige nytte av å øke kapasiteten er 9100 kr pr time og da har vi altså tatt hensyn til den «onde sirkel» som skyldes at kollektivtrafikken har synkende gjennomsnittskostnad. Tiltakets lønnsomhet kan vi imidlertid ikke si noe om uten å kjenne kostnaden ved kapasitetsutvidelse.

I diskusjoner om veiprojekter blir det ofte, med henvisning til miljøulempene, fremhevet som uheldige at økt veikapasitet gir mer biltrafikk. Med internaliserte miljøkostnader blir ikke dette et relevant argument. Dette betyr selvsagt ikke at miljøkostnadene forsvinner, men bare at de oppveies av nytten av bilreisene og at de allerede er fratrukket i det trafikantoverskudd vi regner med (UT). Med dette utgangspunkt får vi altså beregnet en positiv nytte av et tiltak selv om biltrafikken øker og kollektivtilbudet blir dårligere.

I motsetning til økt veikapasitet, gir en økning av kjørehastigheten for kollektivtrafikk (kolonne 4) en bedring både for kollektivtrafikk og biltrafikk. Vi får en moderat økning i kollektivandelen selv om både kjøretid med bil og kjøavgift reduseres. Tilfeldigvis gir dette en inntekt som er av samme størrelsesorden som ved utvidelse av vegkapasiteten. Resultatet understreker også et viktig poeng som ofte glemmes:

Forbedring av et kollektivtilbud kan ha stor nytteeffekt og være meget lønnsomt selv om det betyr relativt lite for kollektivandelen og volumet på biltrafikken.

Igjen er det slik at tiltakets lønnsomhet må vurderes på bakgrunn av kostnaden ved tiltaket. Vi ser også at summen av de to tiltak gir mindre nytteeffekt enn om vi adderer effekten av tiltakene gjennomført hver for seg. Det er altså avhengighet mellom prosjektene på nyttesiden, men avhengigheten er her ikke påfallende sterk.

Forklaringen på redusert marginalkostnad for kollektivtrafikk når hastigheten øker er at den reduserte turnustid innebærer at kapasitetsbehovet i form av materiell reduseres fordi man klarer flere avganger pr time med et gitt materiell. Kostnader knyttet til kapasitet blir derved mindre pr reise.

Kjøretid som angitt i denne og senere tabeller må ikke forveksles med total reisetid. Total reisetid vil også inkludere gangtid og ventetid (kollektivtrafikk). Tabell 5.1 gir likevektsløsninger som er karakterisert ved at de priser, tider og frekvenser som styrer reisemiddelvalget også er de verdier vi faktisk har når trafikk og kollektivtilbud er tilpasset.

Den hovedkonklusjon vi kan trekke av dette eksempel hvor totaltrafikken (summen av bil- og kollektivreiser) er gitt, er at gevinsten ved en investering i økt veikapasitet ikke «spises opp» av mer vegtrafikk og en «ond sirkel» for kollektivtrafikken. *Begge fenomener er imidlertid til stede.* Eksemplet viser også at en bedring av kollektivtilbudet - i motsetning til en rendyrket økning av veikapasiteten - er til fordel for begge trafikantgrupper, men at utslaget på reisemiddelvalget av bedret kollektivtilbud totalt sett er forholdsvis beskjedent selv om nytte-effekten er betydelig.

Eksemplet sier ikke noe om hvilket tiltak det eventuelt er mest lønnsomt å satse på - eller om noen av tiltakene overhodet er samfunnsøkonomisk lønnsomme. For å kunne si noe om dette må vi som nevnt kjenne tiltaks-kostnaden. Selv om de to tiltak har ulik effekt på kollektivandelen er det saklig sett ikke noen grunn til å foretrekke det ene fremfor det andre med de forutsetninger vi legger til grunn. I praksis kan det også tenkes tiltak som samtidig bedrer kjørehastighet for kollektivtrafikk og øker kapasiteten for biltrafikk.

Resultatene ovenfor fremkommer under en forutsetning om «optimal» prising av bil- og kollektivtrafikk og optimal dimensjonering av kollektivtilbud. Høye tilskudd til kollektivtrafikken er en direkte følge av betydelige stordriftsfordeler i kombinasjon med takst = marginalkostnad og en dimensjonering av kollektivtilbudet slik at nytte = kostnad for den «siste» krone brukt på forbedring av kollektivtilbudet. Et like interessant spørsmål er: Hvordan vil nytten av ulike tiltak være dersom transportpolitikken ikke er «optimalt» utformet?

Et enkelt spesialtilfelle er fravær av køprising og en politikk som er «optimal» med dette som bibetingelse. Innenfor denne modell med konstant totaltrafikk, er det som nevnt bare forskjellen mellom køavgift og kollektiv-

takst som er determinert. Setter vi kjøvgiften til null og maksimerer mhp de øvrige variable finner vi samme (real)løsning som ovenfor i form av reise-middelfordeling og kollektivtilbud mm, men kollektivtaksten blir -12 kr! Dersom totalt antall reiser er gitt og vi ikke vil drive kjøprising, så er «nest-best» like bra, men betyr at kollektivtrafikantene skal få *betalt* 12 kr pr reise. **Dette gjelder imidlertid bare for konstant totaletterspørsel og når vi ikke regner med at det er realøkonomiske kostnader forbundet med finansielle overføringer til/fra den offentlige sektor.**

En konsekvens av denne «nest best» løsning er at de reiser vi her betrakter, for trafikantene privatøkonomisk, vil fremstå som 27 kr billigere enn det de samfunnsøkonomiske faktisk er. Med variabel totaletterspørsel vil en slik prispolitikk kunne få relativt store konsekvenser for trafikken, spesielt på litt lenger sikt. *I et litt bredere perspektiv er det derfor ikke likegyldig hvordan man oppnår «optimal» kollektivandel og «optimalt» kollektivtilbud.*

5.2 Transportpolitikk som ikke er «optimal»

I det følgende skal vi gjøre forutsetninger som mer eller mindre godt kan beskrive «dagens» politikk. Denne politikk kan vanskelig formuleres som løsningen på et optimaliseringsproblem hvor man maksimerer en veldefinert målfunksjon under visse bibetingelser. I stedet må vi finne en likevekts-løsning som tilfredsstiller de forutsetninger vi gjør om «dagens politikk».

Som en stilisering av «dagens transportpolitikk» skal vi forutsette:

- Ingen kjøprising
- Kollektivtakst = 80 % av marginalkostnad for en kollektivreise
- Kapasitet pr ruteavgang = 120
- Frekvensen tilpasses slik at kapasitetsbehovet dekkes

Hvis vi da regner ut likevektsløsninger for de 4 alternativer i Tabell 5.1 får vi de resultater som er vist i Tabell 5.2.

For det første ser vi her at fraværet av en «optimal transportpolitikk» i initialsituasjonen (kolonne 2) medfører at kollektivandelen reduseres fra 49% til 33%. Vi får et velferdstap i forhold til basisalternativet i Tabell 5.1 som er lik forskjellen i overskudd på 14400 kr pr time (131800-117400). Dette utgjør 34 % av kjøvgiften i Tabell 5.1.

En potensiell samfunnsøkonomisk gevinst på 14400 kr i vårt eksempel kan være vanskelig å forholde seg til. En generalisering til en by av Oslo's størrelse ville bety at vi f eks regnet med 20 kjørefelt i hver retning på innfartsårer. Dersom vårt eksempel kan tas som typisk for ett kjørefelt og denne type rushtrafikk forekommer i 230 dager pr år, så ville «optimal» transportpolitikk (i forhold til en politikk som i Tabell 5.2) gi en årlig samfunnsøko-

nomisk gevinst på ca 66 Mill kr for en morgenrushtime. En gevinst av minst tilsvarende størrelse ville man ha i forbindelse med ettermiddagsrushtet. Timene før og etter «makstimen» ville kanskje bidra med ytterligere 50-100 Mill kr. Den årlige samfunnsøkonomiske nytte-effekt ved «optimal» transportpolitikk i rushtiden ville da kanskje bli av størrelsesorden 200-300 Mill kr. Fra dette må man eventuelt trekke kostnadene ved å operere et kjøprisingsystem.

Tabell 5.2: Virkninger av alternative tiltak på infrastrukturensiden med «dagens» transportpolitikk

| Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|----------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køavgift | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 12,20 | 12,20 | 10,90 | 10,90 |
| Frekvens | (avgang- er/time) | 13,6 | 9,9 | 14,7 | 11,5 |
| Kapasitet pr ruteavgang | | 120 | 120 | 120 | 120 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | I-131800 | I-121200 | I-120500 | I-110800 |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 10600 | 11300 | 21000 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 43,1 | 36,3 | 40,0 | 33,6 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Kollektivandel | | 33 | 24 | 35 | 28 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkostnad | (kr/time) | 24800 | 18200 | 23800 | 18600 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 11900 | 8700 | 11600 | 9100 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 12900 | 9500 | 12200 | 9500 |
| Tilskuddsandel | (%) | 52 | 52 | 51 | 51 |
| Køinntekt | (kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. . 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Alle situasjonene som vises i Tabell 5.2 vil av trafikantene oppfattes som dårligere enn tilsvarende i Tabell 5.1. Dette skyldes at, særlig bilistene, sparer mye i reiseutgifter ved den politikk som føres i Tabell 5.2 og dette mer enn oppveier den reduserte transportstandard i form av økt kjøretid med bil og redusert frekvens på kollektivtilbudet. I Tabell 5.1, kolonne 2, har det offentlige et finansielt overskudd på 27200 kr, mens Tabell 5.2, kolonne 2, gir et finansielt underskudd på 12900 kr. Forskjellen på til sammen 40100 kr kan etter eventuelt fradrag for kostnadene ved å drive et kjøprisingsystem, brukes til å kompensere trafikantene slik at de etter en slik kompensasjon vil

oppfatte situasjonen i Tabell 5.1, kolonne 2, som bedre enn tilsvarende situasjon i Tabell 5.2.

Dette illustrerer problemet med å endre transportpolitikken i retning av det som vil være samfunnsøkonomisk «riktig»: Før man ser på de kompensasjonsmuligheter som ligger i nettoresultatet for det offentlige, så kan det store flertall av trafikanter oppfatte en «optimal» transportpolitikk som en reell forverring. Følgelig vil det også være politisk vanskelig å gjennomføre en slik politikk. «Vinnerne» før man ser på kompensasjonsmuligheter er «miljøet» og den offentlige sektor.

Også i denne situasjon med «ikke-optimal» transportpolitikk gir en utvidelse av vegkapasiteten en gevinst, og den er nå større enn ved «optimal» transportpolitikk. Dette er en indikasjon på et kjent resultat: *Ved underpriset biltrafikk vil man kunne få en tendens til å overinvestere i veikapasitet fordi kapasitetsøkning blir mer lønnsomt.* Også her har vi en «ond sirkel» i den forstand at kollektivtilbudet reduseres og økt biltrafikk «spiser opp» noe av fordelene ved økt veikapasitet. De forutsetninger som denne enkle likevektsmodell er basert på, er imidlertid ikke tilstrekkelig til å frembringe det fenomen som Downs-Thomson's hypotese omhandler selv om de mekanismer som der fremheves er til stede. Skal en utvidelse av vegkapasiteten totalt sett virke negativt må kollektivtilbudet reduseres mer enn det som er tilfelle her.

Vi ser i Tabell 5.2 at tilskuddet til kollektivtrafikken reduseres når veikapasiteten øker. Med konstant tilskudd vil kollektivtrafikken derfor kunne komme bedre ut når veikapasiteten øker enn det som kolonne 3 viser. Det vil i såfall innebære høyere frekvens og en viss overkapasitet når kapasitet pr ruteavgang holdes konstant. I dette eksemplet er kollektivtilbudet redusert på den minst gunstige måte, nemlig ved bare å redusere frekvensen. Dette er trolig realistisk som et uttrykk for «dagens politikk». Kapasitet pr ruteavgang er ofte gitt på kort sikt som en følge av den materielle som kollektivselskaper disponerer. Derfor er det relativt vanlig at en trafikkreduksjon (og inntektssvikt) primært møtes med en reduksjon i rutetilbudet.

En bedring av kollektivtilbudet i form av økt kjørehastighet gir med den transportpolitikken som føres i Tabell 5.2 en større gevinst enn tilsvarende i Tabell 5.1 selv om antall kollektivtrafikanter i utgangspunktet er lavere. Ved økning av kjørehastigheten får vi også et klart uttrykk for en «god sirkel» i den forstand at marginalkostnadene for kollektivreiser (og taksten) reduseres samtidig med at frekvensen øker, men heller ikke her får vi noe stort utslag på kollektivandelen. Grunnen er at likevektsløsningen også tar hensyn til at overføring til kollektivtrafikk reduserer kjøretiden med bil.

Kombinasjonen av de to tiltak gir mindre nytteeffekt enn summen av de to tiltak vurdert isolert. Hvis en økning av kjørehastigheten for kollektivtrafikk gjennomføres først, vil nytten av økt veikapasitet reduseres fra 10600 kr til 9700 kr.

Er der noen forutsetninger vi kan gjøre mht «dagens» transportpolitikk som innenfor denne enkle modell vil frembringe det fenomen som Downs-Thomson's hypotese omhandler og som vil medføre negativ nytteeffekt av en kapasitetsøkning på veisiden? Både Tabell 5.1 og Tabell 5.2 gir resultater hvor de mekanismer som eventuelt kan frembringe et slikt resultat er i virksomhet, men mekanismene er ikke sterke nok. Kollektivandelen reduseres når veikapasiteten øker, men dette er i seg selv ikke negativt.

Holder vi fast ved at bare frekvensen justeres slik at kapasitetsbehovet akkurat dekkes, er det de to andre forutsetninger vi kan endre, nemlig kapasitet pr ruteavgang og takstforutsetningen.

Sammenlikner vi dagens politikk når det gjelder dimensjonering av kollektivtilbudet med en «optimal» politikk på dette området synes det å være en utbredt tendens i kollektivsystemer til å kjøre med for lav frekvens og for høy kapasitet pr ruteavgang, se f eks Larsen (1993).

Hvis vi regner ut likevektsløsninger som i Tabell 5.2 for økende kapasitet pr ruteavgang og med tilsvarende lavere frekvens, viser det seg at nytten av en kapasitetsøkning på veisiden gradvis reduseres. I intervallet 150-151 plasser pr ruteavgang blir nytten av en kapasitetsøkning fra 1600 til 2000 biler pr time lik null og deretter negativ. Med over 151 plasser pr ruteavgang finnes det imidlertid ikke noen likevektsløsning som fordeler reisene mellom bil og kollektivtrafikk med de forutsetninger vi her benytter.

Reisemiddelfordelingen går da i realiteten mot en situasjon hvor alt går med bil. Selv om nytten ved en kapasitetsøkning blir null så reduseres også i denne situasjon kjøretiden med bil. Det som skjer er at gevinsten ved redusert kjøretid med bil og reduserte kostnader for kollektivsystemet ikke lenger oppveier den negative effekt av redusert frekvens for kollektivtrafikantene. Tabell 5.3 viser resultatet for tilsvarende tiltak når kapasitet pr ruteavgang holdes fast på 151 plasser. I tabellen har vi en utgangssituasjon hvor økning av vegkapasiteten gir negativ nytte selv om reisetiden med bil går ned. En bedring av kollektivtilbudet gir en like stor gevinst i form av redusert kjøretid med bil som en utvidelse av veikapasiteten og dessuten en betydelig nyttegevinst.

Tabell 5.3: Virkninger av alternative tiltak på infrastrukturens side med «dagens» transportpolitikk, «høy» kapasitet pr ruteavgang

| | Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|--|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køavgift | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 12,20 | 12,20 | 10,90 | 10,90 |
| Frekvens | (avganger/time) | 10,0 | 5,4 | 10,9 | 7,6 |
| Kapasitet pr ruteavgang | | 151 | 151 | 151 | 151 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | I-139000 | I-139500 | I-126900 | I-120700 |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | -500 | 12100 | 18300 |
| Transportkvalitet:³⁾ | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 46,1 | 42,6 | 42,6 | 36,9 |
| Kjøretid koll.traf. min/reise) | | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Kollektivandel | (%) | 30 | 16 | 33 | 23 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkostnad | (kr/time) | 21000 | 11400 | 20400 | 14200 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 11000 | 5900 | 10800 | 7500 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 10000 | 5500 | 9600 | 6700 |
| Tilskuddsandel | (%) | 48 | 48 | 47 | 47 |
| Køinntekt | (kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Selv i dette alternativ får vi altså ikke det ekstreme tilfellet hvor en økning av vegkapasiteten ikke gir noen forbedring i reisetiden med bil som Downs og Thomson omtaler, men vi får en situasjon hvor en økning av vegkapasiteten gir en negativ nytteeffekt. Hvis kollektivtilbudet i utgangspunktet blir dårlig nok, får vi imidlertid også en situasjon hvor det ikke er noen stabil likevekt.

Eksemplene i Tabell 5.2 og 5.3 tyder på at det kan være visse kritiske situasjoner hvor det ikke er noen nytte-effekt ved å investere i mer veikapasitet selv om det er betydelige køer, men at dette ikke er noe generelt fenomen. Et slikt resultat krever helt spesielle konstellasjoner mht avviklingsforhold i veisystemet og kollektivtilbud, i hvertfall innenfor den enkle modell vi her anvender. Det krever også spesielle forutsetninger mht kollektivsystemets tilpasning. Vi ser f eks av Tabell 5.3 at det vil være en positiv effekt nytteeffekt av å investere i økt veikapasitet dersom man først gjennomfører tiltaket som øker kjørehastigheten for kollektivtrafikken. Det er videre helt avgjø-

rende at «kollektivsystemet» reagerer med å redusere frekvensen og ikke kapasitet pr ruteavgang når trafikken går ned.

Finansielle restriksjoner på kollektivtrafikken vil først være problematiske hvis taksten ligger over marginalkostnaden. Da vil en trafikkreduksjon redusere inntektene med mer enn det kostnadene kan reduseres hvis man regulerer kapasitet pr avgang. For å holde tilskuddsbehovet konstant vil det da bli nødvendig å redusere frekvensen.

5.4 Maksimering av antall kollektivtrafikanter gitt en finansiell restriksjon

En helt «passiv» tilpasning for kollektivsystemet slik som eksemplene i Tabell 5.2 og 5.3 innebærer er kanskje urealistisk. «Maksimal handlefrihet» for kollektivsystemet kunne f eks innebære at takst, frekvens og kapasitet pr ruteavgang kunne fastsettes slik at antall kollektivtrafikanter ble maksimert gitt et fast tilskudd. Uttalelser både fra kollektivselskaper og politikere kan ofte tolkes i retning av at de ønsker å maksimere antall kollektivreiser gitt en begrensning på tilskuddets størrelse.

Som eksempel skal vi da anta at tilskuddet tilsvarer det vi har i basisalternativet i Tabell 5.1, nemlig 14600 kr. Vi tenker oss da en situasjon uten kjøprising, men hvor tilskuddene til kollektivtrafikken motsvarer det den skal ha i «1. best situasjonen» Hva er det «beste» resultat under disse forutsetninger?

Sammenlignet med resultatene i Tabell 5.1 får vi i basisalternativet i Tabell 5.4 nærmest et rendyrket uttrykk for velferdstapet ved fravær av kjøprising. Dette er på 12700 kr/time og tilsvarer ca 4 kroner pr reise til bysentret.

Tabell 5.4 viser også, som påpekt ovenfor, hvor viktig det er å møte en trafikkreduksjon med å regulere kapasitet pr ruteavgang og ikke bare redusere frekvensen.

Også i Tabell 5.4 finner vi tegn på en «ond sirkel» for kollektivtrafikken, men med opprettholdelse av tilskuddet og «optimal» tilpasning forøvrig kommer kollektivtrafikken relativt godt fra en økning av veikapasiteten. Vi ser imidlertid at nytten av økt veikapasitet blir vesentlig høyere enn med en «1. best» løsning som i Tabell 5.1.

Det er tydelig at kollektivtrafikken selv med tilskudd som i en «1. best» situasjon og en for øvrig effektiv prising og tilbudsdimensjonering på langt nær kan kompensere for fraværet av kjøprising. I utgangssituasjonen ligger kollektivandelen 15 prosentenheter lavere enn med «optimal» transportpolitikk.

Tabell 5.4: Virkninger av alternative tiltak på infrastrukturens side med fast tilskudd og maksimering av antall kollektivreiser

| | Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køavgift | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 12,30 | 10,70 | 10,60 | 9,40 |
| Frekvens | (avgang- er/time) | 15,9 | 14,7 | 17,8 | 16,7 |
| Kapasitet pr ruteavgang | | 106 | 96 | 103 | 95 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | I-130100 | I-115200 | I-118200 | I-105900 |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 14900 | 11900 | 24200 |
| Transportkvalitet: ³⁾ | | | | | |
| Kjøretid bil | min/reise) | 42,2 | 33,5 | 38,8 | 31,3 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Kollektivandel | (%) | 34 | 28 | 37 | 32 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkostnad | (kr/time) | 27100 | 23700 | 26400 | 23600 |
| Trafikkinntekt | kr/time) | 12500 | 9100 | 11800 | 9000 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 14600 | 14600 | 14600 | 14600 |
| Tilskuddsandel | (%) | 54 | 62 | 55 | 62 |
| Køinntekt | (kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Vi kan merke oss at i tabellen 5.2 - 5.4, som i varierende grad vil reflektere trekk ved det vi kan kalle «dagens» transportpolitikk, så ligger tilskudds-andelen for kollektivtrafikken vesentlig over det vi kan observere i de større norske byområder. Det vi her har forutsatt mht kostnader ligger imidlertid opp mot kostnadene for ekstrainsats i rushtidene. Den faktiske tilskudds-andel for denne del av tilbudet ligger trolig vesentlig høyere enn for totaltrafikken. De resultater for tilskuddsandel som vi her opererer med er derfor ikke nødvendigvis «urealistiske». Et kompliserende forhold er også at kollektivtrafikk i Norge er fritatt for merverdiavgift på sisteleddet. I forhold til biltrafikk innebærer dette en subsidiering.

5.5 Dynamikken i systemet.

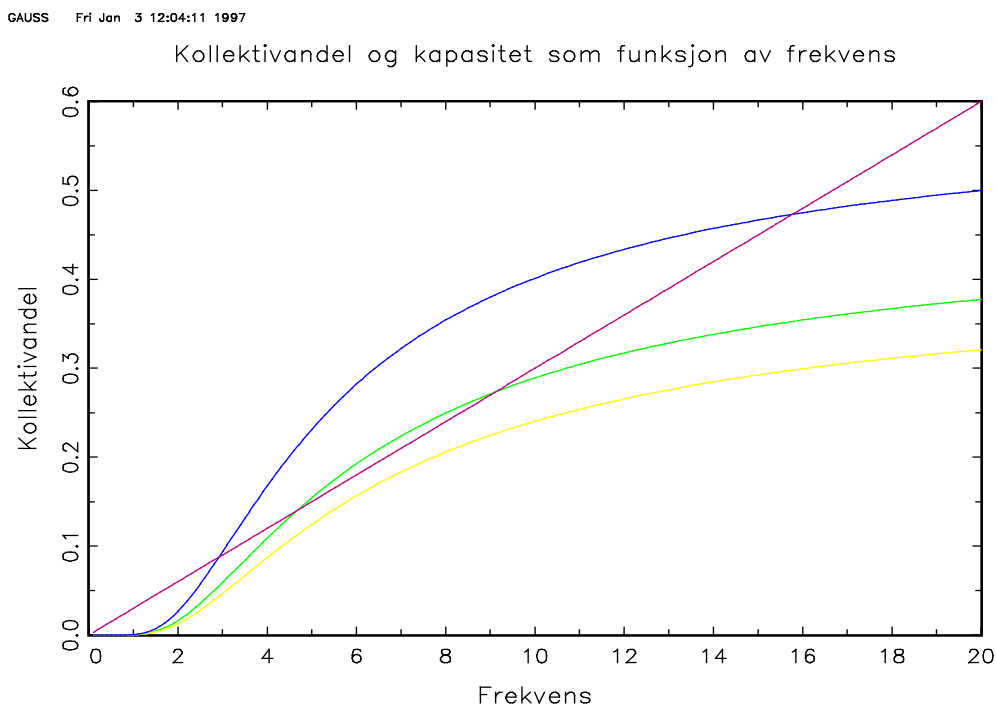
I Tabell 5.3 fant vi at ved tilstrekkelig høy kapasitet pr ruteavgang og tilsvarende lav frekvens så kommer kan vi komme over i en situasjon hvor det ikke er noen nytte av å investere i økt veikapasitet. Vi får dessuten en labil situasjon dersom en kapasitetsøkning faktisk finner sted. Det samme fenomen oppstår i det alternativ som er vist i Tabell 5.2 dersom veikapasiteten økes videre fra 2000 til 2400. Poenget er egentlig at dersom kollektivtilbudet blir «dårlig nok» i form av frekvens og samtidig veikapasiteten blir «god nok», så kommer man inn i en «ond sirkel» som ikke har en likevektsløsning før all trafikk går med bil.

Dette skyldes primært at behovet for kapasitet er forutsatt å være proporsjonalt med antall kollektivreiser, mens kvaliteten på kollektivtilbudet er omvendt proporsjonalt med frekvensen. Det siste betyr at en gitt reduksjon i frekvensen gir større utslag på transportkvaliteten for kollektivtrafikk og etterspørselen jo lavere frekvensen er i utgangspunktet.

Figuren nedenfor illustrerer hva som skjer ettersom veikapasiteten øker hvis kapasiteten i kollektivsystemet reguleres ved frekvensen. Vi har tre kurver som viser kollektivandel som funksjon av frekvens på kollektivtilbudet ved hhv lav, middels og høy kapasitet på veien. Den rette linjen viser sammenhengen mellom kapasitet på kollektivtilbudet og frekvens når kapasitet pr ruteavgang holdes konstant. To av kurvene skjærer kapasitetslinjen i 2 punkter. Det øverste av disse punkter er en stabil likevekt i den forstand. Beveger vi oss bort fra dette punkt så vil en tilpasning av kapasitet og markedsandel bringe oss tilbake til utgangspunktet. Det nederste punktet representerer en labil likevekt. Kommer vi under dette punkt vil systemet bevege seg videre mot en situasjon uten kollektivtrafikk. Kommer vi over dette punkt vil systemets dynamikk føre oss til en likevekt i det øverste punkt.

Den siste kurven for sammenheng mellom frekvens og markedsandel skjærer ikke kapasitetslinjen. Da er det ikke er noen likevektsløsning bortsett fra med frekvens og markedsandel for kollektivtrafikk lik null. I praksis blir situasjonen sjelden så ille som den siste kurven viser. Det vil som regel være noen trafikanter som ikke kan benytte bil og som derfor vil bidra til å opprettholde et visst kollektivtilbud. Ved «optimal» dimensjonering av kollektivtilbudet skal frekvensen variere tilnærmet proporsjonalt med kvadratroten av antall kollektivtrafikanter, se f eks Jansson (1984). Da kan etterspørselen kan tåle et betydelig større negativt skift før vi får problemer med likevekt.

Figur 2:



For de 4 eksempler som Tabell 5.1-5.4 representerer er ikke problemet de nye likevektsløsninger med mindre kollektivtrafikk som oppstår ved økt veikapasitet. Det alvorlige problem oppstår i en situasjon hvor det ikke finnes noen likevekt slik som den nederste kurven i Figur 2 viser, eller hvis vi har to likevektssituasjoner som ligger meget nær hverandre, hvorav den ene er ustabil. I det siste tilfellet kan «tilfeldigheter» gjøre at systemet «tipper over» i en nedadgående prosess. Når en slik prosess først starter, så vil den gå av sin egen tyngde uten at man behøver investere i mer veikapasitet. Det er tilstrekkelig at frekvensen på kollektivtilbudet justeres i takt med etterspørsel.

I realiteten er kanskje konsekvensene av denne type mekanismer større utenom rushtid. I lavtrafikkperioder kan økt bilhold og bilbruk redusere markedsgrunnlaget for kollektivtrafikk uten at utviklingen av veisystemet behøver bety noe særlig. Hvis etterspørselsreduksjonen da følges av en reduksjon i kollektivtilbudet, så har man ikke den samme bremsen som ligger i dårligere fremkommelighet med bil når biltrafikken øker. Samtidig er tilbudet i utgangspunktet normalt dårligere og en frekvensreduksjon betyr mer for transportkvaliteten.

Ved en «optimal» transportpolitikk har man ikke de samme tendenser til ustabilitet. Nytte-effekten av å investere i mer veikapasitet synker med kapasiteten og går mot null. Med det utgangspunkt vi har i Tabell 5.1 er imidlertid nytten fremdeles positiv når kapasiteten økes fra 3200 til 3600 biler pr time. Selv ved en kapasitet på 3600 biler pr time har vi fremdeles en stabil

likevekt. Downs-Thomson's hypotese synes således å være basert på en forutsetning om at det føres en relativt «primitiv» transportpolitikk. I *visse situasjoner* kan dette, som vi har vist, føre til at en økning i veikapasiteten gir en «ond sirkel» som ikke har en stabil likevekt før (nesten) all trafikk går med bil.

De konklusjoner vi får med denne enkle modell er forholdsvis greie. Mer populære diskusjoner av transportpolitikk i byer føres imidlertid ofte innenfor «tankemodeller» som er såvidt enkle og dreier seg i stor grad om reise-middelvalg og kollektivandel. Av den grunn har det også en viss verdi å se hvor en mer formell analyse med dette utgangspunkt bringer oss.

Det viser seg altså at økt veikapasitet «normalt» gir bedre fremkommelighet og lavere kollektivandel. I seg selv behøver ikke dette være negativt. Tilsvarende vil en bedring av kollektivtilbudet gi høyere kollektivandel (og bedre fremkommelighet for bilistene). Et gjennomgående trekk er at et bedret kollektivtilbud i form av høyere fremføringshastighet, etter at alle tilpasninger har funnet sted, bare gir en forholdsvis moderat økning i kollektivandelen selv om tiltakets nytte-effekt er forholdsvis stor.

I meget spesielle situasjoner kan en økning av veikapasiteten bringe systemet ut av en stabil likevekt og over i en situasjon hvor den eneste mulige likevekt er at (nesten) all trafikk går med bil.

I det følgende kapittel løser vi opp forutsetningen om konstant totaltrafikk og gå nærmere inn på en del andre problemstillinger.

6 Variabel totaletterspørseel for reiser mellom forsted og bysenter

6.1 Innledning

I kapitel 5 var forutsetningen et fast antall reiser mellom et forsted og et bysentrum. Disse reiser ble fordelt mellom bil og kollektivtrafikk i henhold til en logit-modell for reisemiddelvalg. Med konstant totaltrafikk vil det da alltid være mulig å oppnå den «optimale» løsning uten å bruke køprising. Forutsetningen er at folk *betales* (relativt mye) for å reise kollektivt.

Her utvider vi modellen med variabel totaletterspørseel. Totaletterspørseelen for rushtidsreiser mellom forsted og bysentrum forutsettes å avhenge av «generalisert reisekostnad» definert som logsummen i reisemiddelvalgmodellen. En forutsetning om variabel totaletterspørseel etter rushtidsreiser mellom et forsted og et bysenter er realistisk hvis vi har et litt lenger tidsperspektiv. Da kan valg av bosted og arbeidssted påvirkes av transportsituasjonen og i tillegg kan bedrifters lokalisering påvirkes.

Et annet forhold vi skal se på, er konsekvensene av å operere med en skyggepris på offentlige midler. Fiskalt motiverte skatter og avgifter vrir ulike former for tilpasning i økonomien og innebærer et samfunnsøkonomisk tap i form av redusert samfunnsøkonomisk effektivitet. Det finnes nå mange studier, både norske og utenlandske, som gir anslag på effektivitetstapet «på marginen», se f eks Vennemo (1992) eller Brendemoen og Vennemo (1993). Effektivitetstapet «på marginen» oppsummeres ofte i det som på engelsk betegnes «the marginal cost of public funds». Denne størrelse gi uttrykk for hva det koster i form av effektivitetstap å kreve inn en ekstra skattekrone med det eksisterende skattesystem.

En «optimal» transportpolitikk bør egentlig ta sitt utgangspunkt i at økonomien er i en «nest best» situasjon på grunn av de fiskalt motiverte skatter og avgifter. Da bør vi operere med en «skyggepris» på offentlige midler, se f eks Larsen (1986,1993), i forbindelse med pris- og investeringspolitikk i transportsektoren. Denne skyggepris bør ideelt sett motsvare marginalkostnaden for offentlige midler.

Vi skal operere med de samme numeriske forutsetninger som tidligere, men tar i tillegg med (8) og (9) og erstatter (6) med (10).

Parameteren a settes lik 10 og B bestemmes ut disse forutsetninger slik at basisalternativet tilsvarer kolonne 2 i Tabell 5.1 med 3000 reiser mellom F og S. Vi har nå en modell hvor totaletterspørseelen i prinsippet kan øke til 4500 eller med 50 % i forhold til basisalternativet og gå mot null dersom de

generaliserte reisekostnader til sentrum blir ekstremt høye såvel for bil som for kollektivtrafikk.

En vesentlig forskjell fra situasjonen med konstant etterspørsel er at optimalisering (maksimering av Π mht køavgift, kollektivtakst, frekvens og kapasitet pr ruteavgang, gitt likevektsbetingelser og tilstrekkelig kapasitet) nå lar oss bestemme både køavgift og kollektivtakst separat og ikke bare differansen mellom disse.

6.2 «Optimal» transportpolitikk uten skyggepris på offentlige midler

Tabell 6.1 viser resultatene av en slik optimalisering for basisalternativet og med tiltak som innebærer øket veikapasitet og/eller høyere fremføringshastighet for kollektivtrafikken. Basisalternativet (kolonne 2) er altså identisk med det tidligere resultat for konstant totaletterspørsel i Tabell 5.1, bortsett fra at overskuddets størrelse er endret på grunn av en modifisert målfunksjon. Den absolutte størrelse på overskuddet er imidlertid ikke viktig. Forskjellen i målfunksjonen mellom ulike situasjoner hvor samme målfunksjon er benyttet angir størrelsen på endringen i «samfunnsmessig overskudd» eller velferd. Det er denne forskjell som i prinsippet skal legges til grunn ved nytte-kostnad analyser.

En økning i veikapasiteten på 400 biler eller 25 % gir her en økning i totaltrafikken mellom F og S på 119 reiser eller 4 %. Antall bilreiser øker med 17,3 % og antall kollektivreiser reduseres med 9,9 %. Reisetiden med bil reduseres, men ikke så mye som ved konstant totaletterspørsel. Kollektivandel og antall kollektivreiser reduseres heller ikke så mye som ved konstant etterspørsel og det samme gjelder frekvensen på kollektivtilbudet. I det hele tatt innebærer variabel etterspørsel at den «onde sirkel» i dette tilfellet blir mindre markert; biltrafikanterne får en mindre forbedring enn før og kollektivtrafikanterne en mindre forverring av tilbudet. Nyttene av en kapasitetsøkning øker svakt i forhold til situasjonen med konstant totaltrafikk og skyldes i første rekke nytten av nygenerert totaltrafikk mellom F og S.

Med variabel totaletterspørsel kommer en økning av fremføringshastigheten for kollektivtrafikk relativt sett noe bedre ut. Grunnen er at den «gode sirkel» forsterkes når den initiale etterspørselsøkning for kollektivtrafikken blir større. Etter forbedringen har man allikevel mer biltrafikk enn når kollektivtilbudet forbedres i situasjonen med konstant etterspørsel, dette til tross for at kollektivandelen er blitt høyere enn det vi hadde med konstant etterspørsel i Tabell 5.1. Det mest påfallende er imidlertid hvor lite en overgang fra fast til variabel totaletterspørsel påvirker nytten av tiltak på system-siden.

Tabell 6.1: 1. best «optimal» transportpolitikk. Ingen skyggepris på offentlige midler

| | Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 27,40 | 22,90 | 25,70 | 21,30 |
| Kolltakst | (kr/reise) | 15,20 | 15,20 | 13,60 | 13,60 |
| Frekvens er/time) | (avgang- | 20,0 | 19,0 | 22,9 | 21,9 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 123 | 116 | 121 | 116 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 115000+I | 124300+I | 124600+I | 133100+I |
| Nytte av tiltak | (kr/time) | | 9300 | 9600 | 18100 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Biltid | (min/reise) | 28,3 | 26,3 | 27,6 | 25,6 |
| Koll.kjøretid | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 3000 | 3119 | 3164 | 3265 |
| Kollektivandel | (%) | 49,1 | 42,5 | 52,8 | 46,5 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 37100 | 34200 | 37300 | 34500 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 22400 | 20200 | 22700 | 20700 |
| Tilskuddsbehov | kr/time) | 14700 | 14000 | 14600 | 13900 |
| Tilskuddsandel | (%) | 39,6 | 40,9 | 39,1 | 40,2 |
| Køinntekt | (kr/time) | 41800 | 41100 | 38300 | 37300 |
| Netto off. sektor | (kr/time) | 27100 | 27100 | 23700 | 23400 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Nytten av begge tiltak samtidig øker f eks bare fra 17000 kr til 18100 kr. Også i tilfellet med variabel etterspørsel ser vi at det er avhengighet mellom prosjektene. Gjennomføres en forbedring av kjørehastigheten for kollektivtrafikk først, så synker nytten av økt veikapasitet fra 9300 kr til 8800 kr (18100-9300). Her som tidligere ligger tilskuddsandelen ved «1. best» politikk på ca 40 % i alle alternativer. Den «optimale» kjøpris som er beregnet for de ulike alternativer kan umiddelbart synes høy, men den ligger på samme nivå som det vi har beregnet for tilsvarende bilturer i Oslo-området med en detaljert nettverksmodell, Larsen og Rekdal (1996) og Grue m fl. (1997).

Hva er den «optimale» politikk i alternativet hvor vi ikke regner med en skyggepris på offentlige midler dersom man ikke kan eller vil drive kjøpri-

sing? Tabell 6.2 viser resultatene av optimalisering under denne forutsetning.

Tabell 6.2: «Optimal» nest-best politikk ved fravær av kjøprising. Ingen skyggepris på offentlige midler

| Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|-----------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtaks | (kr/reise) | -5,70 | -3,60 | -6,50 | -4,00 |
| Frekvens | (avganger/time) | 22,6 | 21,1 | 25,3 | 23,7 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 138 | 129 | 134 | 126 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 104300+I | 116600+I | 116000+I | 127000+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ | kr/time) | | 12300 | 11700 | 22700 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 36,7 | 31,9 | 34,4 | 30,2 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 3711 | 3730 | 3796 | 3801 |
| Kollektivandel | (%) | 50,5 | 44,9 | 53,5 | 47,2 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 45100 | 40400 | 43700 | 39500 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | -10700 | -5800 | -13200 | -7200 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 55800 | 46300 | 56900 | 46700 |
| Tilskuddsandel | (%) | 123,8 | 114,4 | 130,2 | 118,3 |
| Køinntekt | (kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto off sektor | (kr/time) | -55800 | -46300 | -56900 | -46700 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Også i tilfellet med variabel totalletterspørsel får vi en «nest-best» løsning hvor kollektivtrafikantene skal få *betalt* for å reise kollektivt, men ikke så mye som ved konstant totaltrafikk. Vi ser også at fraværet av kjøprising her reduserer det samfunnsmessige overskudd med 10700 kr pr time, mens overskuddet ikke blir redusert i «nest-best» løsningen for konstant totalletterspørsel. Hvis kostnadene ved å etablere et egnet kjøprisingssystem er mindre enn dette skal man, utfra en nytte-kostnad vurdering, gjennomføre kjøprising. Nyten av å innføre kjøprising er 87 % av den nytte man får ved å øke veikapasiteten med 1/4.

Totaltrafikken øker med 23,7 % fra Tabell 6.1, kolonne 2 til Tabell 6.2, kolonne 2 og er den viktigste grunn til at det samfunnsmessige overskudd re-

duseres. Man får totalt sett en «overoptimal» etterspørsel etter rushtidsreiser til bysentret og dette er også grunnen til at kollektivtakstene ikke blir enda lavere. Transportkvaliteten for kollektivreiser blir bedre og kollektivandelen blir høyere enn i den optimale situasjon, men antall bilreiser er også 20,3 % høyere.

Alle tiltak gir ca 1/3 mer nytte enn i den «optimale» situasjon. Det ligger således til rette også for en «overinvestering» både når det gjelder veikapasitet og kollektivtilbud i forhold til alternativet med kjøprising. Tilskuddsandelen blir på over 100 % og slik sett må en «nest-best» løsning av denne type betraktes som helt urealistisk. Selv om man enkelte steder i korte perioder har eksperimentert med gratis kollektivtrafikk, har man ingen steder gått så langt at folk har fått betalt for å reise kollektivt.

En viktig grunn til at kollektivtrafikk i praksis ikke prises til null (eller under) selv om dette er «riktig» ved manglende kjøprising ifølge den modell vi her har benyttet (og sikkert også liknende modeller), er en eksplisitt eller implisitt erkjennelse av at offentlige midler har en «pris».

6.3 «Optimal» transportpolitikk med skyggepris på offentlige midler

Hva er så «optimal» transportpolitikk gitt at offentlige midler har en skyggepris? Resultatene i Tabell 6.3 er basert på optimalisering med skyggeprisen på offentlige midler satt til 0,25. I forhold til Tabell 6.1 er forskjellene dramatiske. Kjøprisen går betydelig opp og i enda større grad gjelder dette kollektivtaksten. Totaltrafikken går ned med nesten 15 %, prosentvis sterkest for kollektivtrafikk slik at kollektivandelen også reduseres i forhold til Tabell 6.1. Kollektivtilbudet i form av frekvens reduseres også og vi ser at kollektivsystemet går i økonomisk balanse med et lite finansielt overskudd. Reisetiden med bil går også ned.

Mens det offentlige i Tabell 6.1 (2. kolonne) har et finansielt overskudd på 27100 kr som er lik inntekten av kjøprising minus tilskuddet til kollektivtrafikken, er dette finansielle overskudd i Tabell 6.3 øket til 52600 kr, dvs nesten til det dobbelte. Ved en tilpasning som ytterligere forbedrer det finansielle resultat for det offentlige vil vi nå ha få et velferdstap som tilsvarer kr 0,25 pr krone forbedring av resultatet for det offentlige, dvs offentlige midler koster nå det samme som på andre områder i økonomien. Med «riktig» kjøprising er det altså ikke lenger nødvendig å gi tilskudd til kollektivtrafikken.

Resultatet av å kunne drive kjøprising og for øvrig føre en «optimal» politikk gitt en ikke ubetydelig skyggepris på offentlige midler er altså at vi i langt større grad «priser ut» samfunnsøkonomisk dyre rushtidsreiser. Vi ser imidlertid at den samfunnsøkonomiske nytte av bedret veikapasitet og raskere fremføring av kollektivtrafikk er redusert i forhold til Tabell 6.1. En viktig grunn til dette er at trafikantnyttene, med en skyggepris på 1.25, får vekten

0,8 i målfunksjon og overskudd. Dvs en kroners verdi av trafikantenes egeninnsats og utgifter teller nå bare som kr 0,80.

Tabell 6.3: «Optimal» transportpolitikk. Skyggepris på offentlige midler =0,25

| Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 35,90 | 32,20 | 35,2 | 31,70 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 26,90 | 27,70 | 26,20 | 26,90 |
| Frekvens er/time) | (avgang- | 17,4 | 16,4 | 20,1 | 19,1 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 107 | 101 | 107 | 101 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 100560+I | 108240+I | 108080+I | 115120+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 7680 | 7520 | 14560 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 26,9 | 24,9 | 26,2 | 24,3 |
| Kjøretid koll.traf. | min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 2576 | 2689 | 2713 | 2809 |
| Kollektivandel | (%) | 43,2 | 36,8 | 47,4 | 41,1 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 29800 | 27200 | 30300 | 27900 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 30000 | 27400 | 33700 | 31100 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | -200 | -200 | -3400 | -3200 |
| Tilskuddsandel | (%) | -0,8 | -0,9 | -11,2 | -11,7 |
| Køinntekt | (kr/time) | 52400 | 54700 | 50200 | 52300 |
| Netto off sektor | (kr/time) | 52600 | 54900 | 53600 | 55500 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Realistisk sett bør man trolig kalkulere med en skyggepris på offentlige midler som minst er av den størrelsesorden som her er benyttet. Men hva blir da den «optimale» transportpolitikk *gitt at man ikke kan eller vil drive kjøprising?* Tabell 6.4 gir resultatene under disse forutsetninger:

I motsetning til Tabell 6.2 gir dette alternativet en positiv kollektivtakst, men taksten er under 1/3 av det den er i Tabell 6.3. Totalt antall reiser blir betydelig høyere enn i Tabell 6.3, men kollektivandelen er lavere. Antall bilreiser øker med 26 % fra basisalternativet i Tabell 6.3 til basisalternativet i Tabell 6.4. Kollektivtrafikken øker også og kollektivtilbudet får høyere frekvens og antall kollektivreiser ligger omtrent på samme nivå som for det

tilsvarende basisalternativ i Tabell 6.1. Tilskuddsbehovet er imidlertid større og tilskuddsandelen er her oppe i 72%.

Tabell 6.4: «Nest-best» transportpolitikk uten kjøprising. Skyggepris på offentlige midler = 0,25

| Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 50 km/t | 2000 biler/t 50 km/t |
|---|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 7,10 | 7,20 | 6,30 | 6,60 |
| Frekvens (avgang- er/time) | | 19,7 | 18,5 | 22,3 | 21,1 |
| Kapasitet (plas- ser/avgang) | | 121 | 113 | 118 | 112 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 75760+l | 86560+l | 85040+l | 94880+l |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 10800 | 9380 | 19120 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 42,9 | 36,2 | 40,7 | 34,4 |
| Kjøretid koll.traf | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 3444 | 3539 | 3545 | 3619 |
| Kollektivandel | (%) | 41,4 | 35,6 | 44,9 | 39,0 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 36200 | 32800 | 35800 | 32600 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 10100 | 9000 | 10000 | 9400 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 26200 | 23800 | 25800 | 23200 |
| Tilskuddsandel | (%) | 72,2 | 72,5 | 72,2 | 71,3 |
| Køinntekt | (kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto off sektor | (kr/time) | -26200 | -23800 | -25800 | -23200 |

1) «l» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Samfunnsøkonomisk er «nest-best» løsningen uten kjøprising relativt dårlig og vi har et samfunnsøkonomisk tap i forhold til Tabell 6.3 på 24800 kr pr time, dvs en vesentlig økning i forhold til en situasjonen uten skyggepris. Nyten av å innføre kjøprising nå har øket til 230 % av nyten ved å øke veikapasiteten med 1/4. En tilsvarende generalisering til en by på Oslo's størrelse som i kapitel 5, vil nå innebære en potensiell nytte av kjøprising (NB! i forhold til det **beste** alternativ og ikke «dagens» politikk) som er av størrelsesorden 300-350 Mill kr pr år.

Ikke uventet fører altså bruk av en skyggepris på offentlige midler til at kjøprising blir vesentlig mer lønnsomt enn om man ikke regner med en slik

skyggepris. Tilskuddsandelen uten kjøprising blir nå vesentlig høyere enn det vi i dag har for kollektivtrafikken totalt i større byer. Det er imidlertid ikke sikkert at tilskuddsandelen *for ekstrainsats i rushtiden, isolert*, er vesentlig forskjellig fra den vi har beregnet i Tabell 6.4. Vi kan imidlertid merke oss at den absolutte størrelse på tilskuddene her er vesentlig større enn i Tabell 6.1. Selv med skyggepris på offentlige midler får vi altså meget høye tilskudd i en «nest-best» løsning uten kjøprising. Vi kunne selvsagt også se på en løsning hvor tilskuddet fastsettes lavere enn det vi får i Tabell 6.4. Dette ville imidlertid ikke ha andre implikasjoner enn en høyere skyggepris.

Vi ser også at denne «nest best» løsningen gir større nytte av investering i økt veikapasitet og økt kjørehastighet for kollektivtrafikken enn Tabell 6.3.

Ingen av tabellene ovenfor viser påfallende store utslag i retning av en «ond sirkel» dersom det investeres i økt veikapasitet, men fenomenet er tydelig til stede. Økes veikapasiteten får vi mer biltrafikk og mindre kollektivtrafikk. Reisetiden med bil gått litt ned og kollektivtilbudet har blitt litt dårligere i den nye likevekt, men variabel etterspørsel virker i en viss forstand stabiliserende i forhold til tilfellet med fast totaletterspørsel. Grunnen er enkelt sagt at når veikapasiteten øker så vil «nye» trafikanter absorbere en del av denne kapasitet og det blir ikke like gunstig for eksisterende kollektivtrafikanter å skifte reisemåte. Dermed vil også kollektivtilbudet i større grad opprettholdes. Siden det først og fremst er reduksjon i kollektivtilbudet som er «pådriver» i en «ond sirkel», så blir denne effekt altså *bremsset* av variabel totaletterspørsel. På den annen side medfører variabel totaletterspørsel at økt veikapasitet gir en mindre bedring i fremkommeligheten for biltrafikken og at biltrafikken øker noe mer enn om det bare er reisemiddelvalget som påvirkes.

Det kanskje mest påfallende trekk ved disse beregninger er at de «nest best» løsninger vi finner når det ikke drives kjøprising, gir vesentlig flere sentrumsreiser i rushtiden, ikke minst med bil. Antall kollektivreiser øker imidlertid også fordi manglende kjøprising skal motvirkes med betydelige subsidier til kollektivtrafikken. Det gjør samtidig at de samfunnsøkonomisk sett dyre sentrumsrettede rushtidsreiser blir privatøkonomisk billige og vi får økt totaletterspørsel. En naturlig konsekvens blir at investeringer på både vei- og kollektivsiden gir større nytteeffekt.

På samme måte som i kapitel 5 er det her slik at trafikantene samlet vil oppfatte en situasjon med kjøprising som dårligere enn «nest best» løsningen uten kjøprising. Det de vinner i transportstandard ved en løsning med kjøprising oppveier ikke de økte utgifter. Tilsvarende er det også her slik at forskjellen i finansielt nettoresultat for det offentlige vil gi rom for å kompensere trafikantene for det de i første omgang taper i velferd ved innføring av kjøprising. Ikke minst er dette tilfelle når transportpolitikken også tar hensyn til skyggeprisen på offentlige midler.

Med de forutsetninger vi ellers har lagt til grunn her når det gjelder avgifter, skal den nytte som er beregnet for ulike investeringstiltak også gi et «kor-

rekt» uttrykk for samfunnsøkonomisk nytte. Når dette er sagt må det også understrekes at både fravær av køprising og økt veikapasitet gir mer biltrafikk til bysentret og kan slik sett betraktes som miljømessig uheldig. I en samfunnsøkonomisk kalkyle vil imidlertid endring miljøkostnader balansere mot endring i offentlige avgiftsinntekter. Samfunnsøkonomisk nulles derfor miljøeffektene ut og vi står igjen med «ren» transportøkonomi. Ikke desto mindre er det grunn til å peke på at «optimal» transportpolitikk med køprising kan gi en vesentlig miljømessig bonus i forhold til «nest best» alternativene.

Et aspekt ved miljøproblematikken som forsvinner i dette bildet, er at selv om bilistene miljømessige «betaler for seg» pr forutsetning i vårt opplegg, så dreier dette seg om de *marginale* miljøkostnader. Dessuten betaler ikke trafikantene til dem som rammes av miljøulempene. Det siste er i første rekke et fordelingsproblem.

Hvordan forholder den nytte som er beregnet for økning av veikapasiteten i Tabell 6.4 seg til nytten, slike som den tradisjonelt beregnes av veietaten i Norge? Vanlig praksis er her å beregne nytte i form av tidsbesparelser for en konstant biltrafikk og man kalkulerer ikke med en en skyggepris på offentlige midler.

Antall bilturer i basisalternativet (Tabell 6.4) er 2017 og kjøretiden altså 42,9 minutter. Tidsbesparelser verdsettes her til kr 0,80 pr minutt. Med et konstant trafikkvolum på 2017 biler pr time vil en økning av kapasiteten fra 1600 til 2000 medføre at kjøretiden reduseres til 30,3 minutter. Nytt i form av sparte tidskostnader vil da beregnes til 20300 kr med denne metode. Den økning i trafikantnytte som lar seg beregne av Tabell 6.4 er 10500 kr. «Vanlig» metodikk vil altså overvurdere gevinsten for rushtrafikken av en kapasitetsøkning. Skal man vurdere eventuelle praktiske konsekvenser av dette, må man imidlertid ta hensyn til at tidsgevinster for rushtrafikk *normalt* er en forholdsvis begrenset del av den samlede nytteeffekt som beregnes for veiprojekter i byer. Her har vi imidlertid rendyrket denne effekt og sett bort fra andre effekter.

Hvis veietaten på den annen side benytter en «riktig» etterspørselsmodell ved beregning av ny kjøretid (36,2 min.), men bare regner med denne tidsbesparelse for eksisterende biltrafikk (2017), ville nytten av prosjektet bli 10900 kr, dvs omtrent riktig. Regnes det med nytte av nygenerert biltrafikk og man benytter «rule of the half», dvs gjennomsnitt av biltrafikk før og etter kapasitetsøkning, til å beregne nyttegevinsten, kommer man til 11600 kr, dvs en moderat overvurdering av nytten. Resultatet blir altså ikke så galt om man regner med konstant trafikk så lenge det tas (riktig) hensyn til effekten av etterspørselsendringer når det gjelder kjøretid i den nye likevekt.

Hvis vi ikke regner med at økt biltrafikk «spiser opp» en del av tidsgevinsten ved en kapasitetsøkning vil vi altså komme til å overvurdere lønnsomheten relativt mye. I en nest-best situasjon kompliseres generelt nytte-kostnad kalkyler ved at vi må ta hensyn til hvor de nye bilreiser kommer fra.

6.4 Kollektivtrafikk som forsinkes av køer på veien

I eksemplene ovenfor er det forutsatt at kjørehastigheten for kollektivtrafikken er upåvirket av bilenes kjørehastighet. Dette vil være tilfelle dersom det er egne bussfelt eller kollektivtrafikken går på egen trasé. I praksis vil det ofte være anlagt egne kollektivfelt for deler av en innfartsvei. I såfall blir kollektivtrafikken noe forsinket av køer, men ikke så mye som biltrafikken. Hvis biltrafikken forsinkes vil de marginale køkostnader bli høyere enn om det bare er de andre bilister som blir forsinket. Dels skyldes dette forsinkelser for kollektivtrafikanter og dels skyldes det økte kostnader for kollektivsystemet.

Vi skal her bare se på ekstremtilfellet hvor kjøretiden fra F til S for kollektivtrafikken blir den samme som med bil. Dette vil være tilfellet hvis det er tale om busser som kjører direkte mellom F og S og det ikke finnes kollektivfelt. Da blir bussene stående i de samme køer som bilene. Vi skal forutsette at en buss legger beslag på en veikapasitet som tilsvarer 2.5 biler, uavhengig av kapasiteten på bussen. Dette betyr at bussene også forsinkes av bilene og den enkelte buss vil også forsinke andre busser. Isolert sett skulle dette bidra til at kollektivtilbudet får lavere frekvens og noe høyere kapasitet pr ruteavgang enn om bussene ikke påfører systemet køkostnader.

Turnustiden for busser blir i dette tilfellet = kjøretid med bil + 22,5 min.(retur) + reguleringstid. Vi forutsetter altså at returen foregår med samme hastighet som tidligere.

Tabell 6.5 viser resultatet av en optimalisering med endogen kjøretid for kollektivtrafikken mellom forsted og bysentret, med og uten «optimal» kjøprising, når vi ikke regner med skyggepris på offentlige midler. Sammenlikner vi kolonne 2 i Tabell 6.5 med kolonne 2 i Tabell 6.1, ser vi at endogenisering av kjøretiden for kollektivtrafikk gir forholdsvis dramatiske utslag på «køprisen». Totalt antall reiser reduseres, men kollektivandelen øker fra 49,1% til 57,4%.

Tabell 6.5: Optimalisering med endogen kjøretid for kollektivtrafikk. Ikke skyggepris på offentlige midler.

| Veikapasitet: | | Med køprising | | Uten køprising | |
|---|---------------|---------------|--------------|----------------|--------------|
| | | 1600 biler/t | 2000 biler/t | 1600 biler/t | 2000 biler/t |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 40,70 | 33,10 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 15,30 | 15,30 | -31,90 | -20,90 |
| Frekvenser/time) | (avgang- | 19,6 | 18,9 | 23,8 | 21,7 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 137 | 129 | 187 | 164 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 108700+I | 120200+I | 80400+I | 100800+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 11500 | | 20400 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 23,0 | 22,8 | 26,8 | 27,3 |
| Kjøretid koll.traf . | (min/reise) | 23,0 | 22,8 | 26,8 | 27,3 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 2811 | 2957 | 4063 | 3931 |
| Kollektivandel | (%) | 57,4 | 49,5 | 65,6 | 54,3 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 39200 | 36300 | 61300 | 51500 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 24700 | 22400 | -84900 | -44500 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 14500 | 13900 | 146200 | 96000 |
| Tilskuddsandel | (%) | 37,0 | 38,4 | 238,5 | 186,6 |
| Køinntekt | (kr/time) | 48700 | 49400 | 0 | 0 |
| Netto off sektor | (kr/time) | 34200 | 27000 | -146200 | -96000 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Hhv overskudd kolonne 3-kolonne 2 og overskudd kolonne 5 - kolonne4. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Kollektivtilbudet endres i den retning som forventet og kollektivtaksten endres nesten ikke. Forskjellen i overskudd på 6300 kr i de to tabeller gir et uttrykk for «nyttien av eget kollektivfelt» hvor det altså er forutsatt en kjørehastighet på 40 km/t. Forskjellen i overskudd i forhold til kolonne 4 i Tabell 6.1 på 15900 kr gir tilsvarende et uttrykk for nyttien av kollektivfelt med kjørehastighet på 50 km/t.

Vi ser også at nyttien av økt veikapasitet øker sterkt når vi kjørehastigheten for kollektivtrafikk blir bestemt av fremkommeligheten på veien, men i dette tilfellet blir nyttien vesentlig mindre enn for eget kollektivfelt med 50 km/t.

«Nest best» løsningen når det ikke drives køprising innebærer en dramatisk subsidiering av kollektivreiser, hvor trafikantene faktisk skal få **betalt** over

30 kr pr reise. Mens tapet ved «nest best» løsningen tidligere var 10700 kr pr time (forskjellen mellom Overskudd i kolonne 2, Tabell 6.1 og 6.2), så kommer den nå opp i 28300 kr pr time. Nyten av å drive veiprising kan altså øke dramatisk hvis kjøretiden for kollektivtrafikken bestemmes av fremkommeligheten i veinettet, men det samme gjør nyten av å investere i mer veikapasitet hvor økningen er vel 50 %.

Samtidig kan vi merke oss at kapasiteten pr ruteavgang i Tabell 6.5, kolonne 4 og 5 blir større enn det vi realistisk sett kan regne med for (ledd)buss. Når det ikke drives kjøprising ser vi også at en utvidelse av veikapasiteten her faktisk skal føre til at kjøretiden øker og kollektivandelen reduseres. Totalt sett få trafikantene et dårligere tilbud og trafikken til bysentret reduseres. Når alternativet allikevel gir en samfunnsøkonomisk bedre situasjon er det på grunn av kostnadsbesparelser for kollektivtrafikken og fordi man presser ut reiser til bysentret hvor nyten av reisen er mindre enn den koster. Dette kan man tillate seg når det ikke i samme grad må kompenseres for underpriset biltrafikk. Ikke desto mindre får vi her et eksempel på at kjøretiden øker ved økt veikapasitet når alle tilpasninger har funnet sted.

Den mest dramatiske forbedring får man imidlertid ved å investere i kollektivfelt med kjørehastighet 50 km/t. Sammenlikner vi overskuddet i Tabell 6.5, kolonne 4 med Tabell 6.2, kolonne 4, ser vi at overskuddet ved en «nest best» politikk øker fra 80400+I til 116000+I, dvs med 35600 kr pr time.

Hvorvidt kollektivtrafikken forsinkes vesentlig av bilkøer eller ikke har altså - ikke helt uventet - relativt store konsekvenser både for nyten av veiprising og nyten av infrastrukturinvesteringer.

Tabell 6.6 viser resultatet av de tilsvarende beregninger når vi regner med en skyggepris på offentlige midler som i Tabell 6.3 og 6.4. Som ventet blir det også i dette tilfellet et relativt stort påslag på kjøavgiften. Tapet ved en «nest best» løsningen hvor man ikke driver kjøprising blir også vesentlig høyere.

Forskjellen mellom overskudd i kolonne 2 og 4 er nå på 52480 kr pr time, dvs den samfunnsøkonomiske nytte-effekt av kjøprising blir 95 % køinntekten!. Årsaken til det store tap ved fravær av kjøprising er først og fremst at man nå må inn med vesentlig større tilskudd til kollektivtrafikken og får en negativ kollektivtakst også med skyggepris på offentlige midler.

Forskjellen mellom optimal politikk med og uten kjøprising utgjør 15 prosentenheter på kollektivandelen og fraværet av kjøprising innebærer at antall bilturer totalt øker med 58 %. Vi ser også at nyten av å utvide veikapasiteten fra 1600 til 2000 øker med mer enn 100 % når vi ikke driver kjøprising.

Tabell 6.6: Optimalisering med endogen kjøretid for kollektivtrafikk. Skyggepris på offentlige midler=0,25.

| Veikapasitet: | Med køprising | | Uten køprising | | |
|---|---------------|--------------|----------------|--------------|---------|
| | 1600 biler/t | 2000 biler/t | 1600 biler/t | 2000 biler/t | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris (kr/bil) | | 45,70 | 39,40 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst (kr/reise) | | 26,10 | 26,90 | -4,10 | -5,30 |
| Frekvenser/time (avgang-er/time) | | 17,1 | 16,5 | 14,2 | 16,2 |
| Kapasitet (plaser/avgang) | | 118 | 111 | 134 | 135 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ (kr/time) | | 96400+I | 106000+I | 43920+I | 67040+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ (kr/time) | | | 9600 | | 23120 |
| Transportkvalitet³⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil (min/reise) | | 23,0 | 22,4 | 47,5 | 36,2 |
| Kjøretid koll.traf. (min/reise) | | 23,0 | 22,4 | 47,5 | 36,2 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser (reiser/time) | | 2420 | 2567 | 3231 | 3553 |
| Kollektivandel (%) | | 50,2 | 42,7 | 35,2 | 37,0 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost (kr/time) | | 31300 | 28800 | 36800 | 37700 |
| Trafikkinntekt (kr/time) | | 31800 | 29400 | -4700 | -7000 |
| Tilskuddsbehov (kr/time) | | -500 | -600 | 41500 | 44700 |
| Tilskuddsandel (%) | | -1,4 | -2,2 | 112,7 | 118,6 |
| Køinntekt (kr/time) | | 55100 | 57900 | 0 | 0 |
| Netto off sektor (kr/time) | | 55600 | 58500 | -41500 | -44700 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Hhv overskudd kolonne 3-kolonne 2 og overskudd kolonne 5 - kolonne 4. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Ved å sammenholde overskuddet i Tabell 6.6, kolonne 4, med overskuddet i Tabell 6.4, kolonne 4, ser vi at et kollektivfelt med 50 km/t har en nytteverdi på 41120 kr pr time.

Konklusjonene når kjøretiden for kollektivtrafikken blir bestemt av køene i veisystemet går altså i den retning man skulle vente:

- Lønnsomheten av køprising øker sterkt og den optimal kjøavgift øker. Subsidiering av kollektivtrafikk blir vesentlig større ved fravær av kjøprising.

- Lønnsomheten ved å investere i mer veikapasitet øker, og i særlig grad gjelder dette når man ikke har køprising.
- Lønnsomheten av å investere i kollektivfelt/egen trasé for kollektivtrafikken blir meget høy, og spesielt gjelder også dette når man ikke har køprising.
- Selv om busser også bidrar til køer så gir dette ikke nevneverdig utslag i kollektivtakster. Grunnen er at ekstra kollektivreiser kan avvikles med høyere kapasitet pr avgang uten at dette behøver gi mer forsinkelse.

Et forholdsvis drastisk tiltak som det av og til har kommet forslag om, er å etablere kollektivfelt ved å redusere ordinær veikapasitet. Dette vil investeringsmessig være et meget billig tiltak som ikke krever mer enn den nødvendige skilting og oppmerking. Effekten av et slikt tiltak kan man belyse ved å sammenlikne kolonne 2 og 4 i hhv Tabell 6.5 og Tabell 6.6 med en situasjon hvor man har redusert veikapasiteten og etablert et kollektivfelt med kjørehastighet på 50 km/t. Vi skal her se på 2 alternativer hvor veikapasiteten reduseres med hhv 25 % og 50 % fra utgangssituasjonen med 1600 biler pr time.

Av Tabell 6.7 fremgår det at selv i en «first best» situasjon kan det være lønnsomt å ta eksisterende veikapasitet i bruk som kollektivfelt hvis kollektivtrafikken i utgangspunktet blir forsinket av bilkøer. Bilistene vil da spare i form av lavere kjøavgift fordi de ikke lenger forsinkes av kollektivtrafikken, men får til gjengjeld økt reisetid. Vi ser imidlertid at nytten av dette tiltak avtar raskt med den veikapasitet man derved legger beslag på og tiltaket gir negativ nytte ved et sted mellom 25% og 50% reduksjon i veikapasiteten.

I en «nest best» situasjon uten køprising blir nytten vesentlig større, men avtar også her med den veikapasitet man legger beslag på ved å etablere kollektivfelt. Selv ved 50 % reduksjon i veikapasiteten det allikevel relativt stor nytte-effekt og det dreier seg altså om et tiltak som koster svært lite i form av investeringer. I motsetning til en situasjon med køprising går det i dette tilfellet sterkt på bekostning av biltrafikantene. De får en kraftig økning i kjøretiden. Kollektivtrafikantene får redusert kjøretid og økt frekvens, men får mindre **betalt** for å reise kollektivt.

Hvis man i utgangspunktet har en situasjon uten køprising hvor bilkøer påfører både bil- og kollektivtrafikken betydelige forsinkelser, er det altså ikke bare en stor samfunnsøkonomisk gevinst ved å innføre køprising, investere i egne kollektivfelt eller i økt veikapasitet. Det mest «lønnsomme», hensyn tatt til tiltakskostnader, kan faktisk være å overføre en betydelig del av den eksisterende veikapasitet til kollektivfelt.

Tabell 6.7: Optimalisering med redusert veikapasitet og kollektivfelt. Skyggepris på offentlige midler=0.

| Veikapasitet: | | Med køprising | | Uten køprising | |
|---|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | | 1200 biler/t | 800 biler/t | 1200 biler/t | 800 biler/t |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 31,20 | 39,00 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 13,60 | 13,60 | -8,90 | -7,60 |
| Frekvenser/time) | (avgang- | 24,1 | 25,4 | 27,7 | 29,1 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 128 | 135 | 140 | 147 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 113700+I | 99200+I | 104300+I | 86400+I |
| Nytte av tiltak | (kr/time) | 5000 ²⁾ | -9500 ²⁾ | 23900 ³⁾ | 6000 ³⁾ |
| Transportkvalitet ⁴⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 30,0 | 33,4 | 40,6 | 53,0 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 3047 | 2914 | 3788 | 3685 |
| Kollektivandel | (%) | 60,6 | 70,3 | 61,3 | 69,4 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 40400 | 44000 | 46800 | 50700 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 25100 | 27900 | -20500 | -19300 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 15300 | 16100 | 67300 | 70000 |
| Tilskuddsandel | (%) | 37,9 | 36,7 | 143,9 | 138,2 |
| Køinntekt | (kr/time) | 37500 | 33700 | 0 | 0 |
| Netto off sektor | (kr/time) | 22200 | 17600 | -67300 | -70000 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) I forhold til overskudd i Tabell 6.5, kolonne 2. 3) I forhold til overskudd i Tabell 6.5, kolonne 4. 4) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Med køprising og skyggepris på offentlige midler som i Tabell 6.8 er det forholdsvis liten gevinst ved å ta veikapasitet til kollektivfelt og denne gevinst blir raskt negativ hvis man tar for mye veikapasitet. I en situasjon hvor man ikke driver køprising får man imidlertid en betydelig gevinst. Det gir faktisk nesten like stor gevinst å overføre 50 % av veikapasiteten til kollektivfelt som å øke veikapasiteten med 25 % (jfr Tabell 6.6, kolonne 5) og i tillegg krever en slik overføring minimalt med investeringer.

Tabell 6.8: Optimalisering med redusert veikapasitet og kollektivfelt. Skyggepris på offentlige midler=0,25.

| Veikapasitet: | Med køprising | | Uten køprising | | |
|---|---------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| | 1200 biler/t | 800 biler/t | 1200 biler/t | 800 biler/t | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Køpris (kr/bil) | | 40,00 | 47,00 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst (kr/reise) | | 25,40 | 24,70 | 7,00 | 10,90 |
| Frekvens (avgang-er/time) | | 21,3 | 22,6 | 24,3 | 25,2 |
| Kapasitet (plaser/avgang) | | 113 | 120 | 122 | 127 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ (kr/time) | | 98720+I | 85920+I | 74960+I | 61520+I |
| Nytte av tiltak (kr/time) | | 2320 ²⁾ | -1040 ²⁾ | 31040 ³⁾ | 17600 ³⁾ |
| Transportkvalitet ⁴⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil (min/reise) | | 28,7 | 22,6 | 50,0 | 65,5 |
| Kjøretid koll.traf. (min/reise) | | 18,0 | 18,0 | 18,0 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser (reiser/time) | | 2599 | 2466 | 3423 | 3163 |
| Kollektivandel (%) | | 55,5 | 65,9 | 52,1 | 60,8 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost (kr/time) | | 33100 | 36500 | 37700 | 40100 |
| Trafikkinntekt (kr/time) | | 36700 | 40100 | 12600 | 21000 |
| Tilskuddsbehov (kr/time) | | -3500 | -3600 | 25200 | 19100 |
| Tilskuddsandel (%) | | -10,6 | -9,9 | 66,7 | 47,7 |
| Køinntekt (kr/time) | | 46300 | 39500 | 0 | 0 |
| Netto off sektor (kr/time) | | 49800 | 43100 | -25200 | -19100 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) I forhold til overskudd i Tabell 6.6, kolonne 2. 3) I forhold til overskudd i Tabell 6.6, kolonne 4. 4) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Det kan etter dette kanskje være på sin plass å oppsummere den samfunnsøkonomiske «nytte-effekt» av ulike tiltak. Vi skiller i denne sammenheng mellom en situasjon hvor vi ikke regner med skyggepris på offentlige midler og en situasjon hvor vi kalkulerer med en skyggepris eller alternativkostnad for offentlige midler på 0,25. *Som basisalternativ benytter vi en situasjon hvor veikapasiteten er 1600 biler pr time og hvor kollektivtrafikkens kjørehastighet bestemmes av fremkommeligheten på veien og man ikke har køprising.* Ved sammenligning av resultater med og uten skyggepris, skal vi huske at trafikantnyttene i sistnevnte alternativ er vektet med 0,8.

Tabell 6.9: «Nytte-effekt» av ulike tiltak. Referanse er en situasjon uten køprising og kollektivfelt og med en veikapasitet på 1600 biler pr time. Alle alternativer er basert på «optimal» transportpolitikk.

| Tiltak: | Skyggepris = 0 | Skyggepris=0,25 |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| 1 | 2 | 3 |
| | kr pr time | kr pr time |
| Køprising alene | 28300 | 52480 |
| Veikapasitet 2000 biler/t alene | 20400 | 23120 |
| Kollektivfelt (50 km/t) alene | 35600 | 41120 |
| Køprising og 2000 biler/t | 39800 | 62080 |
| Køprising+koll.felt | 43900 | 64160 |
| Køprising+koll.felt og 2000 biler/t | 52700 | 71200 |
| Køprising+koll.felt og 1200 biler/t | 33300 | 54800 |
| Køprising+koll. felt og 800 biler/t | 18800 | 42000 |
| Koll.felt og 2000 biler/t | 46600 | 50960 |
| Koll.felt og 1200 biler/t | 33300 | 31040 |
| Koll.felt og 800 biler/t | 18800 | 17600 |

Ved å se på nytten av «differansetiltakene» i Tabell 6.9 kan vi også få et bilde av nytte-effekten av tiltak i forhold til andre alternativer enn det som er referanse alternativet i tabellen. Av kolonne 3 ser vi f eks at nytten av å øke veikapasiteten til 2000 biler/time er 23120 kr. Hvis vi har innført køprising og etablert kollektivfelt vil imidlertid nytten av denne kapasitetsøkning bli redusert til 7040 kr (71200-64160). Har vi bare etablert eget kollektivfelt vil nytten bli 9840 kr (50960 - 41120). Vi ser også at hvis det er etablert eget kollektivfelt slik at bilistene ikke forsinkes kollektivtrafikken så synker nytten av køprising fra 52480 kr til 23040 kr (64160 - 41120). Det er altså ekstremt sterk avhengighet mellom nytten av en del enkelttiltak. Når det gjelder samfunnsøkonomisk *lønnsomhet* må vi også ta hensyn til hva tiltakene koster å gjennomføre. I den forbindelse er det to tiltak som skiller seg ut, nemlig køprising som krever relativt moderate investeringer og driftskostnader og overføring av veikapasitet til kollektivfelt som nesten ikke krever investeringer i det hele tatt.

Kostnaden ved veiutvidelser, enten dette er for biltrafikk eller for å anlegge eget kollektivfelt, vil i praksis være svært situasjonsbetinget. Det er også relativt sjelden at det forekommer *rendyrkede* kapasitetsutvidelser på eksisterende veier.

7 Er investering i økt veikapasitet håpløst når det gjelder rushtidsproblemer?

7.1 Veivalgsproblemet

I følge Downs-Thomson's hypotese (se f.eks. Tombré 1996) gi ikke investering i mer veikapasitet noen løsning på trafikkproblemene i større byer. De beregninger som er gjort i dette dokument gir generelt ikke noe grunnlag for en slik konklusjon hvis man med «løsning» mener at det ikke hjelper. Man kan riktignok overinvestere i veikapasitet og i helt spesielle tilfeller komme opp i en «ond sirkel» som ikke konvergerer mot en ny likevektsløsning med brukbart kollektivtilbud. Realistisk sett er det mer grunn til å tro at en slik «spiral» er aktuell utenom rushtid og da primært skyldes økt bilhold.

Innenfor den modell vi har operert med her, vil en utvidelse av veikapasiteten som gir positiv nytte-effekt også gi en (permanent) bedring i fremkommeligheten med bil. På den annen side er det helt klart at en ikke-optimal transportpolitikk (spesielt fravær av køprising) nødvendigvis vil gi mer biltrafikk og et velferdstap. I praksis er kanskje ikke problemet så mye at veikapasiteten økes, men at kollektivtilbudet systematisk underdimensjoneres og at det eventuelt ikke gjennomfører lønnsomme prosjekter i kollektivtrafikken. Gitt at man ikke driver køprising vil det imidlertid normalt være «optimalt» med mer veikapasitet og dette vil også gi en forbedring i fremkommeligheten for biltrafikken.

Ikke desto mindre kan det i mange storbyområder observeres at trafikkavviklingen ikke har bedret seg over tid til tross for store vei-investeringer. Dette kan selvsagt også skyldes økning i befolkning og/eller inntekt og bilhold over tid.

I en diskusjon av fenomenet bør det klart skilles mellom slike forhold og etterspørselseffekter knyttet til transportkvalitet og priser. Hvis der skjer en uavhengig utvikling i befolkning, bilhold og inntekt som også påvirker toaletterspørsel og reisemiddelfordeling, så er det ikke relevant å sammenligne situasjonen for bilister (og kollektivtrafikanter) *før* og *etter* utvidelse av veikapasiteten slik som vi har gjort i tabellene ovenfor. Det relevante utgangspunkt for å vurdere velferdsmessige og andre effekter er da *utviklingsbaner* med og uten vei-investeringer. Vi skal komme nærmere tilbake til dette nedenfor.

Det er også andre grunner til at nye veier eller veikapasitet kan «fylles opp» og at vi ikke får noen forbedring av fremkommeligheten i veinettet. I Wardrop's likevektsprinsipp for veivalg ligger det f.eks. at hvis bilistene har valget mellom en lang kjørerute med liten eller ingen kø og en kortere kjørerute med betydelig kø, så vil en likevekt innebære at trafikken fordeler seg på disse to kjøreruter slik at reisetid eller generalisert reisekostnad blir lik for de to kjøreruter. Øker vi i en slik situasjon kapasiteten på den kjøreruten som har betydelig kø, *men ikke så mye at tid/kostnad med all trafikk på denne kjørerute blir lavere enn på den alternative kjørerute*, så vil man kunne få en overføring av trafikk mellom kjøreruter og en ny likevekt uten noen forbedring i kjøretid (eller generalisert reisekostnader) for biltrafikken.

Den nye likevektssituasjon blir altså ikke bedre enn den gamle. Den potensielle gevinsten ved en kapasitetsøkning kan imidlertid tas ut dersom køprising brukes og gir samfunnsmessig «optimale» (eller i det minste bedre) veivalg.

Uten køprising kan man med alternative kjøreruter også ha situasjoner hvor en økning av veikapasiteten eller et nytt veianlegg gir *en økning* total kjøretid eller generaliserte reisekostnader (Braess paradoks).

Mens tabellene ovenfor viser at nytten av økt veikapasitet i en gitt situasjon blir større når man ikke har køprising, så kan altså det motsatte fenomen også oppstå i situasjoner hvor det finnes alternative veivalg. I det generelle tilfellet er det derfor - med et teoretisk utgangspunkt - ikke mulig å si om kjøretid/generalisert kjørekostnad øker eller avtar hvis man øker kapasiteten i et købelastet veisystem uten køprising. Dette gjelder selv med konstant etterspørsel i veisystemet.

Disse veivalgsfenomener er velkjente og helt kurante og bør kunne fanges opp av de veivalgsmodeller som nå benyttes i transportplanleggingen og dermed også tas hensyn til ved en lønnsomhetsvurdering av veiprojekter. Dette betyr selvsagt ikke at analysene *i praksis* alltid er tilfredsstillende på dette punkt.

I sin rendyrkede form vil denne type veivalgseffekter ikke kunne gi opphav til en «ond sirkel». Hvis kvaliteten på tilbudet for biltrafikanter ikke endres i forbindelse med gjennomføring av et veiprojekt så vil heller ikke etterspørselen etter kollektivreiser endres! *Det behøver altså ikke være noen sammenheng mellom det forhold at veiinvesteringer ikke gir noen bedring av avviklingsforholdene i rushtiden og en «ond sirkel» i forhold til kollektivtrafikken.*

Alle veivalgseffekter forårsaket av veiprojekter i byer med køproblemer kan i praksis være svært vanskelige å få oversikt over, ikke minst i ettertid når andre forhold også har endret seg. Dersom et nytt veianlegg eller en kapasitetsøkning på eksisterende veianlegg har en effekt på avviklingsforholdene i veisystemet, så er det også mulig at disse effekter opptrer på helt andre steder og for helt andre trafikantgrupper enn det vi umiddelbart

skulle tro. Dette kan skyldes både rene veivalgseffekter og effekter som går via trafikkens fordeling i tid.

7.2 Konsekvenser av økt befolkning og bilhold

Som nevnt ovenfor bør vi ikke blande sammen effekter på etterspørselen som skyldes økt befolkning og/eller bilhold og inntekt, med effekter som skyldes priser på transporttjenester eller transporttilbud/-kvalitet. Effekten av økt befolkning (yrkesaktive og arbeidsplasser) kan vi i den enkle modell vi her benytter simulere ved å øke N_0 . Økt bilhold/inntekt kan simuleres ved å endre den alternativspesifikke konstant i reisemiddelvalgmodellen (α) slik at sannsynligheten for å velge bil, alt annet likt, blir større. Alternativt - og litt mer realistisk - vi kunne operere med én gruppe som ikke har tilgang til bil og én gruppe med tilgang til bil og se på virkningen av forskyvning mellom gruppene.

For å se på konsekvensene av slike endringer skal vi ta utgangspunkt i den «policy» som er benyttet i Tabell 6.3, og som kanskje ligger nærmest opp til den politikk som faktisk føres.

Tabell 7.1 viser resultatet av å øke henholdsvis N_0 med 10 % og å endre den alternativspesifikke konstant fra -1 til -1,2. Hvis vi sammenholder kolonne 2 i Tabell 7.1 med kolonne 2 i Tabell 6.3 ser vi at en økning i totalt antall rushtidsreiser på 10% øker antall reiser som går til bysentret med 300 eller 8,7 %. Antall bilreiser øker relativt lite (1,9 %) og nesten hele økningen kommer som kollektivreiser slik at kollektivandelen øker fra 41,4 % til 44,1 %. Dette skyldes at reisetiden med bil øker sterkt ved en liten økning i antall bilreiser, mens kollektivtilbudet blir bedre når etterspørselen øker.

Tilskuddene til kollektivtrafikken går opp, men tilskuddsandelen reduseres samtidig. Økt totaletterspørsel øker nytten ved å investere i økt veikapasitet, men bare med 7,4 %.

Sett at det skjer en økning i veikapasitet samtidig med at totaletterspørselen etter rushtidsreiser øker fra 4500 til 4950. Hvis det både før og etter føres en «nest-best» politikk vil vi gå fra kolonne 2 i Tabell 6.2 til kolonne 3 i Tabell 7.1. Hvis man da bare observerer utviklingen i transportsystemet mellom bysentret og forstedet vil kapasitetsøkningen tilsynelatende ha ført til antall bilreiser pr time har økt med 17,8 % og reisetiden med bil har gått ned med 4,2 minutt.

Kollektivtrafikken har imidlertid også økt (4 %) og tilbudet har blitt litt bedre. Det vil derfor være vanskelig å tilskrive kapasitetsøkningen hele endringen selv om kollektivandelen er redusert.

Tabell 7.1: Effekter av økt etterspørsel og økt inntekt/bilhold. «Nest-best» transportpolitikk uten kjøprising. Skyggepris på offentlige midler =0,25

| | | 4950 reiser | | $\alpha=-1,2$ | |
|---|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t | 1600 biler/t 40 km/t | 2000 biler/t 40 km/t |
| 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Virkemidler: | | | | | |
| Kjøpris | (kr/bil) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 7,50 | 7,00 | 6,50 | 6,30 |
| Frekvenser/time) | (avgang- | 21,2 | 20,1 | 18,6 | 17,5 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 130 | 123 | 114 | 107 |
| Politikkvurdering: | | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 79920+I | 91520+I | 68960+I | 80640+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 11600 | | 11680 |
| Transportkvalitet ⁴⁾: | | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 45,9 | 38,7 | 44,9 | 37,7 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 22,5 | 22,5 |
| Etterspørsel: | | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 3744 | 3862 | 3347 | 3463 |
| Kollektivandel | (%) | 44,1 | 38,5 | 38,2 | 32,5 |
| Økonomisk resultat: | | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 40736 | 37400 | 33200 | 30000 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 12339 | 10400 | 8200 | 7100 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 28400 | 27000 | 25000 | 22900 |
| Tilskuddsandel | (%) | 69,7 | 72,1 | 75,2 | 76,3 |
| Køinntekt | kr/time) | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Netto off sektor | (kr/time) | -28400 | -27000 | -25000 | -22900 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Hhv overskudd kolonne 3-kolonne 2 og overskudd kolonne 5 - kolonne 4. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Sett at økt veikapasitet i stedet kommer samtidig med at bilholdet øker. Da vil vi observere en økning i biltrafikken på 16,0 % og reisetiden med bil går ned med 5,2 minutt. Kollektivtrafikken vil imidlertid gå ned med 22,3 %, frekvensen reduseres fra 19,7 til 17,5 og kollektivandelen reduseres fra 41,4 % til 32,5 %.

Endres bilholdet noe mer enn det vi har forutsatt i Tabell 7.1 og den total rushtrafikken samtidig øker med 10 % som i kolonne 2 og 3, vil man etter en økning i veikapasiteten faktisk kunne observere en ny likevektsituasjon hvor reisetiden med bil har øket og kollektivtrafikken og kollektivtilbudet er redusert. Hvis man øker veikapasiteten over tid og det samtidig skjer endringer i befolkning og bilhold/inntekt, så er det altså fullt mulig å få en utvikling hvor transportkvaliteten både på vei- og kollektivsiden samtidig blir

dårligere. Det relevante sammenlikningsgrunnlag er imidlertid den utvikling vi ville hatt uten økning av veikapasiteten og ikke den historiske situasjon med mindre totaletterspørsel og lavere bilhold.

8 Lokale optima og miljøkostnader

Maksimering av en målfunksjon («samfunnsmessig overskudd») som vi har benyttet i eksemplene ovenfor kan formelt sett bare garantere at vi når et lokalt optimum. Hvis det eksisterer flere optima vil metoden finne et av disse, og hvilket man finner vil avhenge av startverdiene man benytter ved optimering. Målfunksjonen slik den her er formulert har imidlertid et entydig maksimum.

Som nevnt er det forutsatt at miljøkostnader ved bilbruk er internalisert i den forstand at generelle - og distanseavhengige - avgifter på bilbruk dekker de marginale miljøkostnader. Dette vil ikke forhindre at vi får «optimale» løsninger som kan innebære at biltrafikken gir betydelige miljølemper i en bysenter. Poenget er at når man først har relativt mye biltrafikk så betyr endringer i biltrafikken på f eks $\pm 20\%$ ikke så mye. Den «store» miljøforbedring kommer eventuelt først når man har et (tilnærmet) bilfritt sentrumsområde og bl a kan ta i bruk en vesentlig del av gategrunnen til andre formål enn biltrafikk.

En situasjon hvor den totale miljøkostnad er stor, mens de marginale miljøkostnader er relativt lave, i hvertfall når biltrafikken har nådd et visst volum, kan i prinsippet innebære at vi har to lokale optima hvorav det ene er et globalt optimum. Skal dette være mulig må vi ha en kostnadsfunksjon for miljøkostnader i bysentret som stiger sterkt ved lave trafikkvolum og «flater ut» ved høyere trafikkvolum. En slik kostnadsfunksjon kan tenkes hvis vi trekker inn byplanmessige forhold som går på disponering av gategrunn mm. Mer tradisjonelle miljøkostnader forbundet med støy og luftforurensing kan allikevel være internalisert på en adekvat måte gjennom kilometeravhengige avgifter på bilbruk. Siden det meste av avgiftene her ligger på drivstoff og drivstofforbruket er relativt høyt for sentrumsrettede bilturer i rushtiden, vil slike turer også betale en avgift som ligger godt over gjennomsnittet for biltrafikk. Hvis det finnes et globalt optimum med «lite» biltrafikk vil dette optimum også bety at behovet for mindre veikapasitet blir vesentlig mindre.

Det er ikke uten videre enkelt å verdsette nytten av et «bilfritt» sentrum. Innenfor vår modell er mulig å se på hva vi eventuelt må være villig til å ofre i form av redusert «overskudd» på transport for å oppnå dette.

La oss anta at vi kan akseptere ca 500 sentrumsreiser med bil i rushtiden dersom vi skal ha et «bilfritt» sentrum. En måte å gjøre dette på vil f eks være å tilby en veikapasitet på 400 og drive en «optimal» kjøprising som samsvarer med denne veikapasitet. Tabell 8.1 viser resultatene av en slik politikk.

Hvis vi sammenlikner kolonne 2 i Tabell 8.1 med kolonne 2 i Tabell 6.1 ser vi at overskuddet er redusert med 49000 kr for en morgenrushtime. I en sammenligning av situasjonene må vi imidlertid også ta hensyn til de relevante besparelser når det gjelder veiholdskostnader når kapasiteten er 400 i stedet for 1600. Utfra det vi tidligere har regnet på når det gjelder nytten av økt veikapasitet, er det ikke urealistisk å regne med at vi i veiholdskostnader minst sparer av størrelsesorden 30000 kr. Da står vi i såfall igjen med et velferdstap av størrelsesorden 19000 kr som eventuelt må oppveies av nytten ved et «bilfritt» sentrumsområde. I vårt eksempel innebærer «bilfritt» sentrum at antall rushtidsreiser til sentrum med bil blir 480 i motsetning til 1530. I et mer fullstendig regnestykke må vi også ta med tilsvarende transportøkonomisk tap for ettermiddagsrushet og resten av den tid man har et «bilfritt» sentrum.

Tabell 8.1: 1. best «optimal» transportpolitikk. Ingen skyggepris på offentlige midler og «bilfritt» sentrum

| | Veikapasitet Kjørehastighet for koll.traf. | 400 biler/t 40 km/t | 800 biler/t 40 km/t | 400 biler/t 50 km/t |
|---|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Virkemidler: | | | | |
| Køpris | (kr/bil) | 53,90 | 40,90 | 51,90 |
| Kollektivtakst | (kr/reise) | 15,20 | 15,20 | 13,60 |
| Frekvens er/time) | (avgang- | 23,6 | 22,3 | 26,8 |
| Kapasitet ser/avgang) | (plas- | 145 | 137 | 142 |
| Politikkvurdering: | | | | |
| Overskudd ¹⁾ | (kr/time) | 66000+I | 87500+I | 78900+I |
| Nytte av tiltak ²⁾ | (kr/time) | | 21500 | 12900 |
| Transportkvalitet ³⁾: | | | | |
| Kjøretid bil | (min/reise) | 39,7 | 34,2 | 38,8 |
| Kjøretid koll.traf. | (min/reise) | 22,5 | 22,5 | 18,0 |
| Etterspørsel: | | | | |
| Totalt ant.reiser | (reiser/time) | 2533 | 2710 | 2761 |
| Kollektivandel | (%) | 81,0 | 67,6 | 82,8 |
| Økonomisk resultat: | | | | |
| Kollektivkost | (kr/time) | 48600 | 44300 | 48200 |
| Trafikkinntekt | (kr/time) | 31300 | 27900 | 24700 |
| Tilskuddsbehov | (kr/time) | 17300 | 16600 | 23500 |
| Tilskuddsandel | (%) | 35,7 | 37,0 | 35,4 |
| Køinntekt | (kr/time) | 26000 | 36000 | 31100 |
| Netto off sektor | (kr/time) | 8700 | 19400 | 7600 |

1) «I» benyttes her om en uspesifisert inntekt som trafikantene har av reisen. Overskuddet er trafikantenes «overskudd» + trafikk- og køinntekt - kollektivkostnad. 2) Overskudd - overskudd i kolonne 2. 3) Frekvensen er også viktig for transportkvaliteten.

Hvis vi f eks bare ser på rushtrafikken i makstimen morgen og ettermiddag og regner med et transportøkonomisk «tap» av størrelsesorden 2·19000 kr pr virkedag når vi har tatt hensyn til sparte veiholdskostnader, så skulle en betalingsvillighet pr arbeidsplass for «bilfritt» sentrum av størrelsesorden 15 kr pr dag kunne gi en løsning hvor «bilfritt» sentrum er «optimalt» for den transportpolitikk vi her ser på (1. best uten skyggepris på offentlige midler).

Vi trenger altså ikke noen urimelig høy betalingsvillighet for «bilfritt» sentrum for at en slik politikk skal fremstå som samfunnsøkonomisk «optimal» med det utgangspunkt vi her benytter, og det er selvsagt ikke bare de som arbeider i sentrum som vil ha en betalingsvillighet for den miljøfordel som dette innebærer. Nødvendig betalingsvillighet er heller ikke spesielt følsom for den transportpolitikk som føres.

Med «bilfritt» sentrum går totalt antall rushtidsreiser til sentrum går ned fra 3000 til 2530. Sentrum blir dermed - relativt sett - mindre attraktivt som arbeidsplass når det er «bilfritt», men dette modereres ved en bedring av kjøretiden for kollektivtrafikken (Tabell 8.1, kolonne 4). En ikke ubetydelig betalingsvillighet for «bilfritt» sentrum vil isolert sett også bidra til at en slik politikk øker sentrums attraktivitet. Innenfor vår modell vil dette kunne bety at forholdet mellom konstantleddene **B** og **a** påvirkes til fordel for bysentret. Vi ser også at en situasjon med «bilfritt» sentrum gir meget høy nytte av økt veikapasitet når vi ser på transportøkonomi isolert. Dette kan indikere at vi i en slik situasjon vil ha et press i retning av å få økt veikapasiteten.

Sammenlikner vi kolonne 4 i Tabell 8.1 med kolonne 5 i Tabell 6.1 ser vi at det blir mer lønnsomt å investere i økt hastighet for kollektivtrafikken. Dette er naturlig siden antall kollektivtrafikanter til sentrumsområdet har øket med vel 1/3. Dette gir også et annet uttrykk for kollektivtrafikkens stordriftsfordeler: Jo mer kollektivtrafikk man har jo mer bedre er det «optimale» kollektivtilbud. Gjennomføres en bedring av kjørehastigheten for kollektivtrafikken øker antall reiser til sentrum til 2760, mens antall bilturer reduseres ubetydelig.

Hvis det er «korrekt» å ha et bilfritt sentrum vil det også være «korrekt» å ha en høy «køpris» og lav veikapasitet. Hvis veikapasiteten allerede er bygget ut til 1600, så vil det også kreve at miljøfordelene ved et «bilfritt» sentrum verdsettes vesentlig høyere for at denne løsning skal være «optimal». Når veikapasiteten først er bygget ut må investeringen regnes som «sunk cost» og vi kan ikke da kan regne vesentlige besparelser i veiholdskostnader. I praksis kan vi derfor få den situasjon at på et visst tidspunkt i en byvikling så kan det være «riktig» å satse på et «bilfritt» sentrum fordi miljøgevinsten ved dette oppveier de transportøkonomiske gevinster ved bedre biltilgjengelighet, hensyn tatt til de veiholdskostnader som da også kan spares. Det behøver imidlertid ikke være «lønnsomt» å reversere situasjonen dersom veikapasiteten allerede er bygget ut, selv om dette er teknisk/økonomisk mulig.

Selv om det kan være problematisk å verdsette de miljømessige fordeler ved et «bilfritt» sentrum direkte så er det altså, i prinsippet, mulig å regne på den «minimumsverdsetting» som skal til for at denne løsning skal være «optimal». Denne «minimumsverdsetting» vil i noen grad avhenge av den transportpolitikk som føres og hvorvidt man kalkulerer med en skyggepris på offentlige midler eller ikke. Benytter vi ikke prismetanismen når det gjelder bilreiser (køprising), så må kapasiteten reduseres ytterligere for å oppnå samme antall bilreiser til sentrum og velferdstapet når det gjelder transport blir større.

I modellberegningene ovenfor har vi rendyrket kapasitetsaspektet og utelukkende fokusert på rushtrafikk. I realiteten er det mange andre aspekter som kommer i tillegg. Som tidligere nevnt er det relativt sjelden at veiprosjekter dreier seg om en rendyrket kapasitetsøkning. Som regel vil vi samtidig med kapasitetsøkning også kunne få redusert kjøretid i lavtrafikkperioder, kortere kjørelengde og/eller miljøforbedringer fordi trafikk kan kanaliseres bort fra «miljøsensitive» områder. Veiprosjekter gjøres også sjelden bare på grunn av en veldefinert trafikkstrøm slik som her (mellom forsted og bysenter). Det er også sjelden at kollektivtrafikken vil være så fleksibel i sin tilpasning som det her er forutsatt.

9 Tilskudd til kollektivtrafikk og kostnadseffektivitet

I alle beregninger ovenfor, bortsett fra dem som er gjengitt i Tabell 6.3 skal kollektivtrafikken, som en følge av stordriftsfordelene, ha relativt store offentlige tilskudd. Størrelsen på de «optimale» tilskudd øker betydelig i «nest best» løsninger hvor biltrafikken er underpriset i rushtiden. Et viktig argument mot å gi store tilskudd til kollektivtrafikken har vært at dette skaper sin egen form for ineffektivitet i form av høyere kostnader for en gitt ruteproduksjon og trafikk. Samtidig har tilskuddordninger ofte virket slik at økt effektivitet i kollektivsystemet bare har ført til reduserte tilskudd. Dette er i seg selv demotiverende når det gjelder å fremme effektiv drift av et kollektivsystem fordi den ansvarlige myndighet eller kollektivselskap ikke vil se noen fordel av effektiviseringen.

Selv om man empirisk har kunnet registrere en sammenheng mellom omfanget på tilskudd og kostnadseffektivitet i kollektivsystemer, så er dette muligens mer et resultat av måten tilskuddene gis på enn at offentlige tilskudd i seg selv *nødvendigvis* vil ha denne effekt. Når det gjelder kostnadseffektiviteten i et kollektivsystem er fravær av konkurransepress kanskje et mer grunnleggende problem enn størrelsen på de offentlige tilskudd, *gitt at tilskuddene gis på en effektiv måte.*

Larsen (1993) peker på at bedret kostnadseffektivitet i et kollektivsystem *kan* medføre at det «optimale» tilskudd øker. Dette er i og for seg bemerkelsesverdig fordi det går helt på tvers av den praksis man normalt følger. Det vanlige har vært at politiske myndigheter har redusert tilskuddene dersom kollektivsystemet, av en eller annen grunn, har klart å redusere kostnadene. Eller - man har mer eller mindre tvunget frem en effektivisering ved å redusere tilskuddene.

I nevnte arbeid ble det imidlertid ikke gjort noe forsøk på å undersøke nærmere under hvilke betingelser en kostnadsreduksjon vil medføre en økning i det «optimale» tilskudd. Dette er ikke nødvendigvis et generelt resultat. Med utgangspunkt i den modell vi her har benyttet kan vi se nærmere på hvordan tilskuddsbeløpet påvirkes av en kostnadsreduksjon avhengig av skyggepris på offentlige midler og forekomsten av kjøprising.

Dette kan vi gjøre ved å sammenlikne de «optimale» tilskuddsbeløp fra kolonne 2 i Tabell 6.1, 6.2, 6.3 og 6.4 med tilsvarende tilskuddsbeløp når alle enhetskostnader for kollektivsystemet reduseres med 5 %.

Tabell 9.1: Konsekvenser for «optimale» tilskudd når kostnadene for kollektivsystemet reduseres med 5 %.

| | «Optimale» tilskudd, basis, Tilskudd (kr/time) | «Optimale» tilskudd, kollektivkostnad -5% Tilskudd (kr/time) |
|--------------------------------|---|---|
| Køprising, skyggepris = 0 | 14700 | 14500 |
| Ikke kjøpris, skyggepris = 0 | 55800 | 55900 |
| Køprising, skyggepris = 0,25 | -200 | -900 |
| Ikke kjøpris, skyggepris= 0,25 | 26200 | 26000 |

Resultatene i Tabell 9.1 viser klart at det resultat som er referert ovenfor ikke gjelder generelt. Bare i ett av tilfellene får vi en økning i tilskuddene når kostnadene reduseres. Ikke uventet er dette for «nest best» løsningen når kjøprising ikke blir brukt og hvor offentlige midler ikke belastes med en ekstra kostnad. Men for øvrig er det påfallende hvor lite en effektivisering av kollektivsystemet slår ut i de «optimale» tilskudd. Med «riktig» tilpassning skal det aller meste av kostnadsreduksjonen tydeligvis tas ut i form av lavere takster og bedre tilbud.

10 Utvidelser mot mer realisme

I dette dokument har vi bevisst benyttet en *meget* enkel modell for å belyse en del grunnleggende sammenhenger og problemstillinger. Vi har hele tiden sett på én reiserelasjon med én mulig reiserute for hver reisemåte og dermed unngått de spesielle problemer som er knyttet til transportnettverk. Reisemåtene har vært begrenset til kollektivtrafikk og bilfører. Videre har trafikantene vært betraktet som en homogen gruppe. Reisene har bare kunnet avvikles i løpet av en periode på én time og det har kun dreiet seg om rushtid. Sentrale variable har vært køprising, utforming/dimensjonering av kollektivtilbudet, kollektivtakster, veikapasitet og kjørehastighet for kollektivtrafikk. I prinsippet kan vi i den modell som er benyttet også erstatte køprising med en tilsvarende (ekstra) parkeringsavgift. Dette går ikke i mer kompliserte og realistiske situasjoner. Parkeringspolitikk er derfor ikke utdypet nærmere.

Selv med disse enkle forutsetninger er det altså mulige å belyse en rekke viktige transportpolitiske problemstillinger, blant annet i form av «nytteeffekt» og andre virkninger av ulike tiltak. På den annen side ser vi at informasjonsmengden som «produseres» blir forholdsvis stor selv med en såvidt enkel modell.

Alle de forutsetninger og begrensninger som ligger i modellen kan løses opp i større eller mindre grad, trolig uten at de fleste konklusjoner endres rent kvalitativt. I det videre arbeid skal vi i første omgang beholde forutsetningen om én reiserelasjon (med et uspesifisert alternativ som i dette dokument). Etterspørselsiden skal imidlertid utvides med flere trafikantgrupper og flere reisemåter (kameratkjøring + «sykkel»). Videre skal vi utvide perioden som studeres slik at trafikantene kan skyve reiser i tid, men fremdeles innenfor «rushtid». Alt i alt innebærer dette at trafikantene får flere tilpasningsmuligheter.

En annen utvidelsesretning vil gå i retning av flere reiserelasjoner og transportnettverk. Dette innebære muligheter for alternative veivalg for biltrafikanter og alternative rutevalg for kollektivtrafikanter. Men dette innebærer også at det ikke lenger blir uproblematisk å definere «optimalt» kollektivtilbud og veiprosjekter kan få effekter utover å øke kapasiteten i veinettet. Særlig «optimal» utforming og dimensjonering av kollektivtilbud er da en analytisk utfordring.

11 Referanser

- Ben-Akiva M og S. R. Lerman (1985):
Discrete Choice Analysis MIT Press, Cambridge (Mass)
- Brendemoen A. og H. Vennemo (1993):
Hva koster det å øke skattene?. Økonomiske analyser nr 8, 1993, s 22-28.
Statistisk Sentralbyrå, Oslo
- Domencich T. A. and D. McFadden (1975):
Urban Travel Demand. A Behavioral Analysis. Amsterdam:
North-Holland 1975
- Eriksen K. S., Killi M. og H. Minken (1994):
Samfunnsøkonomiske analyser - En oversikt med innretning på transportsektoren»
TØI-rapport 242/1994. ISBN 82-7133-875-7,132 s.
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1994
- Eriksen K. S. og B. Hovi (1995):
Transportmidlenes marginale kostnadsansvar.
TØI-notat 1019/1995.
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1995
- Grue B m fl (1997):
Køpkostnader og kjøprising. TØI og SINTEF - Samferdsel (kommer)
- Jansson Jan O.(1984):
Transport system optimization and pricing.
John Wiley & Sons
- Larsen O. I. (1984)
Dimensjonering og marginalkostnader i nærtrafikk. TØI-notat 717/1984.
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1984
- Larsen O I (1986):
Bompenger som finansieringsform.
Sosialøkonomen nr 4, 1986, s 9-11
- Larsen O I (1993): *Samfunnsnytte av tilskudd til kollektivtrafikk.*
TØI -rapport 208/1993. Oslo, desember 1993. ISBN 82-7133-837-4. 61
s.
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1993

Larsen O I og H. Minken (1995): *Kriterier for optimal transportpolitikk i byer*. Arbeidsdokument TRU/479/1995.
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1995

Larsen O. I. og J. Rekdal (1996):
*Køprising i et miljøperspektiv - En simulering av tidsdifferensierte bom-
penger i Oslo*. TØI-rapport 324/1996. ISBN 82-7133-970-2, 34 s
Transportøkonomisk institutt, Oslo, 1996

«Grønn skattekommisjon» (1996):
Grønne skatter- en politikk for bedre miljø og høy sysselsetting»,
NOU 1996:9

Small K. A og Harvey S Rosen (1981):
Applied Welfare Economics with Discrete Choice Models.
Econometrica, Vol 49, No 1 (1981) pp 105-130.

Tombre E (1996):
Transportmodellene bedrar oss. Samferdsel nr 7,1996 s 24-25

Vennemo, H (1992):
Five Studies of Tax Policy Using General Equilibrium Models.
Økonomiske doktoravhandlinger nr 10-1992, Sosialøkonomisk institutt,
Universitetet i Oslo

