

Rapport

16 / 2010

Bård Norheim
Tormod Wergeland Haug
Ingunn Opheim Ellis
Lisa Steine Nesse
Alberte Ruud

Kostnadseffektive klimatiltak



Forord

I rapporten dokumenteres resultater fra prosjektet Kostnadseffektive klimatiltak, som er finansiert gjennom Samferdselsdepartementets Program for overordnet transportforskning (POT).

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Borghild Rime Bay og Per Andre Torper.

Bård Norheim har vært prosjektleder. Tormod Wergeland Haug og Lisa Steine Nesse har hatt ansvar for utvikling og analyser av UA-modellen. Ingunn Opheim Ellis har hatt ansvar for analysene av RVU-data. Bård Norheim og Alberte Ruud har sammenstilt resultatene i hovedrapporten.

I prosjektet er det også utarbeidet egne dokumentasjonsnotater om RVU-analysene (Ellis 2010/UA notat 33/2010) og UA-modellen (Haug 2010/UA notat 34/2010).

Oslo 25. januar 2011

Bård Norheim

Innhold

| | |
|---|----|
| Sammendrag..... | 5 |
| 1. Bakgrunn, problemstillinger og metode..... | 19 |
| 1.1 Bakgrunn | 19 |
| 1.2 Strategisk planleggingsverktøy | 20 |
| 1.3 Modeller på strategisk, taktisk og operativt nivå..... | 20 |
| 1.4 Tre modeller..... | 21 |
| 1.5 Kobling av ulike datakilder..... | 22 |
| 1.6 Forutsetninger i analysene | 22 |
| 1.7 UA-modellen..... | 26 |
| 1.8 Konkrete analyser i prosjektet..... | 29 |
| 2. Verdsetting av tid og kvalitet på tilbudet..... | 31 |
| 2.1 En reise består av flere deler, som verdsettes forskjellig | 31 |
| 2.2 Verdsetting av reisetid for ulike transportmidler | 32 |
| 2.3 Verdsetting av tid for ulike reiseelementer i kollektivtransporten..... | 33 |
| 2.4 Bilistenes verdsetting av køer og forsinkelser..... | 38 |
| 3. Etterspørselseffekter av tilbudsendringer..... | 41 |
| 3.1 Etterspørselastisiteten (GK-elastisiteten) bygger på priselastisiteten..... | 42 |
| 3.2 GK-elastisiteten varierer avhengig av hvilke marked vi ser på | 42 |
| 3.3 Selvstendig preferanse for skinnegående transport | 47 |
| 3.4 Direkte og indirekte etterspørselseffekter | 45 |
| 3.5 Etterspørselseffekter av bedre tilrettelegging for sykkel..... | 48 |
| 4. Drivkrefter og utviklingstrekk i de største byområdene..... | 51 |
| 4.1 Økonomisk vekst gir økt transportomfang | 51 |
| 4.2 Veitrafikken står for en stor del av CO ₂ -utslippene, og utslippene har økt kraftig | 52 |
| 4.3 Betydningen av kjennetegn ved befolkningen..... | 53 |
| 4.4 Endring i transportmiddelfordeling 1985-2005..... | 57 |
| 4.5 Økt tilgang til bil har ført til flere bilreiser og færre kollektivreiser | 57 |
| 4.6 Økt biltilgang har ført til økt CO ₂ -utslipp..... | 58 |
| 4.7 Ulike kjennetegn ved befolkningen påvirker transportomfang | 59 |
| 4.8 Endringer i rammebetingelser for bil vil få konsekvenser for utslippsnivået..... | 61 |
| 4.9 Forventet befolkningsvekst og endringer av transportomfanget | 63 |
| 4.10 Forventet endring i klimagassutslipp fram mot 2020 som følge av økt transportomfang66 | |
| 5. Effekten av kombinerte tiltakspakker | 69 |
| 5.1 Innledning | 69 |
| 5.2 Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud – fire alternativer..... | 69 |
| 5.3 Kostnadseffektive klimatiltak..... | 75 |
| 5.4 Etterspørselseffekter basert på kvalitative egenskaper ved tilbudet..... | 81 |
| Referanser | 83 |

Sammendrag

Resymé

Urbanet Analyse har innenfor Samferdselsdepartementets Program for overordnet transportforskning (POT) utviklet et strategisk planleggingsverktøy for norske byer. Innen prosjektet er det utviklet en modell (UA-modellen) som tar utgangspunkt i trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet og beregner etterspørselseffekten av et bedre tilbud, inkludert færre forsinkelser, mindre trengsel og økt komfort.

Modellen som er utviklet er fleksibel ved at det er mulig å legge inn flere kvalitetsfaktorer enn de vi har sett på i dette prosjektet, og det er enkelt å oppdatere grunnlagstallene knyttet til tidsverdier og andre forutsetninger. Modellen kan etableres relativt enkelt i alle byområder hvor det er kodet et kollektivnett og transporttilbud i RTM.

Resultatene fra analysene som er gjennomført i prosjektet tyder på at dagens transportmodeller undervurderer effekten av kollektivtiltak i transportpolitikken fordi de verken tar høyde for nytten av de kvalitative faktorene eller synergigevinstene som kan hentes ut i hele kollektivnettet. Analyser fra Oslo og Bergen tyder på at effekten av bedre framkommelighet eller økt frekvens kan mer enn dobles hvis alle kvalitative gevinster regnes med i etterspørselseffekten.

Dagens transportmodeller har for lite fokus på de kvalitative egenskapene ved tilbudet, både for kollektivtransport og ikke minst for sykkel. Det betyr at mange kostnadskrevende, men viktige, tiltak får for liten effekt i transportmodellene. Dette vil påvirke kostnadseffektiviteten og prioriteringsrekkefølgen av mange klimatiltak i norske byområder.

Bakgrunn

Både regjeringen og lokale myndigheter har ambisiøse mål om å redusere miljøutslippene fra transportsektoren. Likevel viser tall fra SSB at transportsektorens utslipp av både klimagasser og annen luftforurensning øker.

Flere studier har vist at det er vanskeligere å få iverksatt restriktive tiltak enn å gjennomføre positive virkemidler i transportpolitikken (Vibe 2003, Norheim m fl 2008a). Det skyldes ikke bare at det er politisk kontroversielt å gjennomføre restriktive tiltak, men også at ansvaret og gevinstene av å gjennomføre tiltakene ikke er balansert. Aktørene som gjennomfører og tar belastningen ved å iverksette tiltakene er ikke nødvendigvis de samme som får nytte av tiltaket. For å få aksept for en mer restriktiv transportpolitikk, som også påvirker transportomfanget, må både nytte og kostnad bli jevnere fordelt mellom ulike deler av byregionen, og mellom ulike budsjettposter.

Urbanet Analyse har innenfor Samferdselsdepartementets ”Program for overordnet transportforskning” (POT) utviklet et strategisk planleggingsverktøy for de største byområdene. Formålet er å gjøre det enklere for planleggere og myndigheter å 1) belyse effekten av ulike kombinerte tiltak i transportpolitikken, og 2) identifisere mulighetsrommet innenfor gitte økonomiske budsjetttrammer, eller organisatoriske og politiske barrierer.

Formålet med prosjektet har vært å utvikle et strategisk planleggingsverktøy som kan ”grovsortere” effekten av de ulike valgalternativer som finnes når det gjelder mer kostnadseffektive klimatiltak for transportpolitikken i norske byområder.

Tre modeller

Det strategiske planleggingsverktøyet består av tre modeller:

UA-modellen for å analysere effekter av arealplanlegging og transportstandard:

UA-modellen tas det utgangspunkt i en detaljert analyse av kvaliteten på transporttilbudet, som grunnlag for å beregne etterspørselseffekten av ulike forbedringer i transportstandard. Modellen gjør det mulig å analysere effekter av mer detaljerte standardfaktorer enn tradisjonelle transportmodeller, som for eksempel forsinkelser, trengsel på kollektivtransporten eller bilistenes opplevelse av kø. I UA-modellen analyseres reisemiddelvalg og transportbehov på sonenivå. Det tas utgangspunkt i data fra den regionale transportmodellen (RTM), og foretas en aggregering av soner i hvert byområde ut fra en hensiktsmessig inndeling (som kan variere fra prosjekt til prosjekt). Effekter beregnes på grunnlag av trafikantenes generaliserte reisekostnader (GK) mellom ulike områder/soner, og for de aktuelle transportmidlene i området.

RVU-modell for å analysere drivkrefter og utviklingstrekk: Vi har analysert reisevanedata fra 1985 til 2005 for de 13 største byområdene. På grunnlag av denne analysen har vi laget en enkel regnearkmodell (Excel) som kan benyttes for å belyse effekten av endrede rammebetingelser for trafikantene i hver av byområdene. RVU-modellen bygger videre på et TØI-prosjekt fra 1999 som så på drivkrefter og utviklingstrekk i transportmarkedet (Stangeby og Norheim 1999).

STRATMOD for å optimalisere kollektivtilbudet: Dette er en optimaliseringsmodell for kollektivtransporten som også ser på muligheten for å differensiere rutetilbud og takster, gitt ulike finansielle beskrankninger og krav til samfunnsøkonomisk eller bedriftsøkonomisk optimalisering. STRATMOD er en videreutvikling av FINMOD (Larsen 1993). Innenfor dette prosjektet har vi inkludert flere data om klimautslipp og effekter av byområdenes rammebetingelser i modellen. Modellen er nærmere beskrevet i Norheim (2005a).

Kobling av ulike datakilder

Målet er at det strategiske planleggingsverktøyet skal være mest mulig konsistent i forhold til eksisterende transportmodeller og datakilder, samtidig som den enkelt skal kunne oppdateres med nye prognoser når datakildene oppdateres. De fire viktigste datakildene er:

- ***Den regionale transportmodellen (RTM).*** Fra denne henter vi ut data om dagens transporttilbud mellom soner (reisetid, pris, frekvens osv) og forventninger om framtidig befolkningsvekst, økonomisk utvikling mv som kan påvirke totalt transportomfang.
- ***Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU).*** Vi bruker RVU for å analysere hvilke faktorer som påvirker reisemiddelvalget for trafikantene i de største byområdene. Vi har koblet sammen de nasjonale reisevaneundersøkelsene frem til 2005, og kan enkelt oppdatere datafilene når reisevaneundersøkelsen fra 2009/2010 foreligger.
- ***De nasjonale og lokale tidsverdiundersøkelsene (VOT).*** Fra tidsverdistudiene benytter vi data om tidsverdier og andre egenskaper ved reisen. Modellen er lagt opp slik at vi kan teste effekten av å endre tidsverdiene.
- ***Klima- og miljøutslipp fra transportsektoren*** hentes fra normtall fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Disse normtallene kan endres etter hvert som ny teknologi tas i bruk, og hvis det er ønskelig å gjøre følsomhetsvurderinger av framtidige utslipp og kostnader.

Konkrete analyser i prosjektet

For å belyse nytten av modellen har vi foretatt noen konkrete analyser for de største byområdene.

1. *Drivkrefter og utviklingstrekk*

Vi har analysert reisevanedata for 13 byområder fra 1985 til 2005 for å belyse konsekvensene av endrede rammebetingelser for trafikantene, som f.eks. endret tilgang til bil og kollektivtransport og reisemønstre.

2. *Befolkningsvekstens betydning for transportomfang og klimagassutslipp*

Vi har analysert konsekvensene av forventet befolkningsvekst på transportomfang og klimagassutslipp i norske byområder. Dette er enkle framskrivninger av befolkningsprognosene fra SSB, gitt transportmiddelbruk, klimagassutslipp fra bil og kollektivtransport og ulike scenarier for biltrafikkvekst.

3. *Betydningen av endret transporttilbud og effekter av kombinerte tiltak*

For å vise hvordan UA-modellen kan brukes som verktøy for å beregne effekten av kvalitative egenskaper ved transporttilbudet har vi benyttet Bergen som case. Vi har både sett på effekten av endringer i konkurranseflatene mot bil, endret transportomfang og klimagassutslipp, og kostnader ved å gjennomføre tiltakene.

Selv om analysene i rapporten først og fremst er ment som en illustrasjon på nytten av planleggingsverktøyet, gir de ulike prognosene et rimelig godt bilde av hvilke tiltak som er kostnadseffektive i norske byområder i et klimaperspektiv.

Drivkrefter og utviklingstrekk i de største byområdene

Hvilke klimatiltak som er mest kostnadseffektive vil avhenge av rammebetingelsene for bruk av bil og andre transportformer. Vi har i dette prosjektet analysert de nasjonale reisevanedataene i Norge for å belyse hva kjennetegn ved byområdenes befolkning (biltylgang, kollektivtilbud, personlige egenskaper mv) betyr for transportutviklingen og dermed for klimautslippene.

Formålet med analysene er å se på hvordan individuelle rammebetingelser for bil og kollektivtransport påvirker antall reiser med ulike transportmidler, og derigjennom utslipp av CO₂. Vi har laget en etterspørselsmodell som tar utgangspunkt i antall reiser per dag med de ulike transportmidlene, og hvor mye de ulike rammebetingelsene påvirker dette antallet:

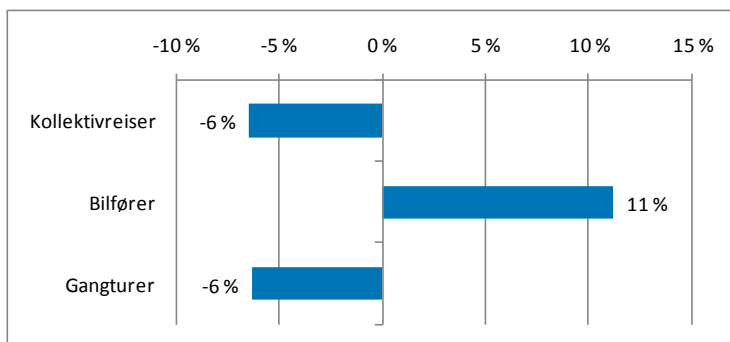
- Rammebetingelser for bil: førerkortinnehav og biltylgang
- Rammebetingelser for kollektivtransport: avstand til holdeplass, avgangsfrekvens og sesongkortinnehav
- Antall reiser til ulike formål
- Kjennetegn ved trafikantene: kjønn og alder
- Som korrigeringsfaktor er det lagt inn om man har foretatt reisen på en helgedag, eller i juli måned
- Trendledd, dvs. utvikling over tid, utover endringer i rammebetingelsene

S-tabell 1 oppsummerer faktorene som slår sterkest ut på antallet kollektiv- og bilreiser og reiser til fots i de 13 byområdene, når vi kontrollerer for alle faktorene som er med i modellen.

S-tabell 1: Honderesultater i modellanalysen av RVU-data. + = økning, - = reduksjon.

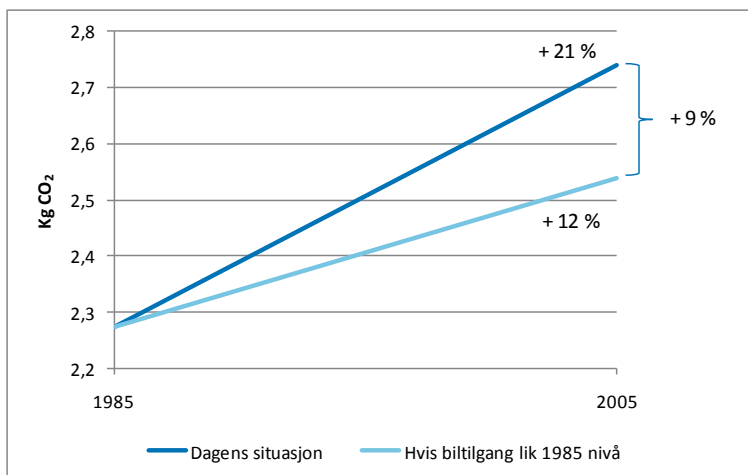
| | Kollektivreiser | Bilreiser | Reiser til fots |
|---|-----------------|-----------|-----------------|
| Biltilgang | | | |
| Andel med førerkort | - | + | - |
| Andel med bil i husholdningen+ antall biler | - | + | - |
| Tilgang til kollektivtransport | | | |
| Andel med svært godt/godt kollektivtilbud | + | - | + |
| Andel med sesongkort for kollektivtransport | + | - | - |
| Personlige kjennetegn | | | |
| Andel kvinner | + | - | + |
| Andel 18-25år vs 26-66 år | | - | |
| Andel > 67 år vs 26-66 år | | + | |
| Formål | | | |
| Andel arbeidsreiser | + | + | + |
| Andel omsorgsreiser | - | + | |
| Reisetidspunkt | | | |
| Andel helgereiser | - | + | |

Ikke uventet gir både førerkort og bil i husstanden flere bilreiser, og færre reiser med andre transportmidler. Resultater fra etterspørselsmodellen viser for eksempel at hver ekstra person med førerkort for bil betyr nesten en ekstra bilreise per dag. Økt førerkortandel og økt biltilgang har isolert sett medført 11 prosent økning i antall bilreiser i perioden 1985-2005, og 6 prosent reduksjon i antall kollektivreiser og gangturer. I sum kan endringer i førerkort- og biltilgangen forklare om lag en tredjedel av den totale økningen i antall bilreiser i perioden. Resten av økningen skyldes andre forhold.



S-figur 1: Isolert effekt av økt førerkortandel og biltilgang fra 1985 til 2005 - prosentvis endring i gjennomsnittlig antall reiser pr pers pr dag

Våre beregninger viser at endringer i rammebetingelser for bil isolert sett har ført til at hver person slipper ut 9 prosent mer CO₂ per dag i 2005 enn det de gjorde i 1985, som følge av sine daglige reiser. Det vil si at økt førerkort- og biltilgang alene har forårsaket ca 40 prosent av den økningen i CO₂-utslipp som har funnet sted i perioden. Den resterende økningen skyldes andre forhold.



S-figur 2: Gjennomsnittlig CO₂-utslipp per person per dag (kg) i 1985 og 2005, gitt dagens situasjon, og dersom biltilgang hadde vært lik som i 1985.

Også tilgangen til kollektivtransport, målt i frekvens og gangavstand til holdeplass, er en viktig forklaringsfaktor for transportmiddelbruk. Et godt, eller svært godt kollektivtilbud, genererer flere kollektivreiser og færre bilreiser enn et dårlig tilbud. Et godt kollektivtilbud fører også til flere gangturer, noe som kan ha sin forklaring i at det er mer praktisk å gå til/fra ærender underveis på reisen (handling, henting i barnehagen osv) når en reiser kollektivt enn når en kjører bil. Hvis en først setter seg i bilen er det oftest mest praktisk og tidsbesparende å kjøre hele veien.

Reisetidspunkt påvirker antallet bil- og kollektivreiser: andelen helgereiser gir flere bilreiser og færre kollektivreiser enn hverdagsreiser. Dette henger nok sammen med at flere reiser sammen på denne typen reiser, noe som gjør det mer praktisk å bruke bil. Dessuten mangler mange av de typiske helgereisemålene et godt kollektivtilbud. Dette gjelder så vel utflukter/turer til skog og mark som handleturer til store kjøpesentre, som begge er typiske målpunkter i helgene.

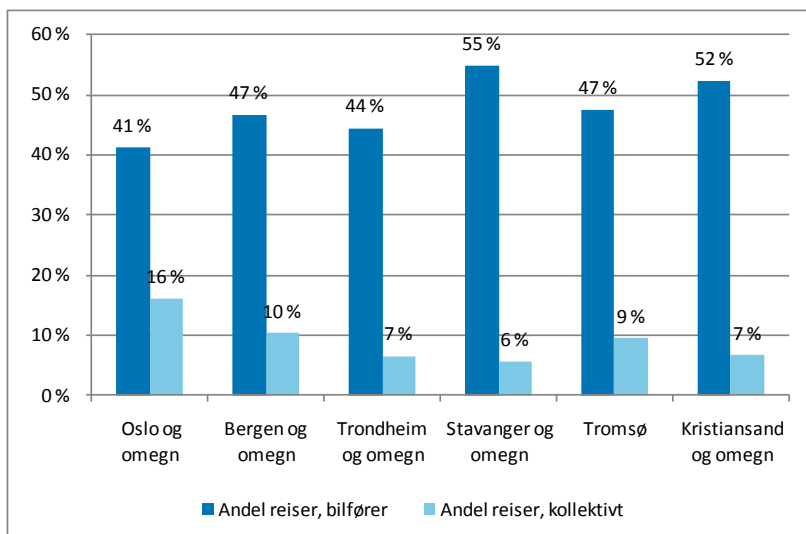
Av personlige kjennetegn er det kjønn og alder som påvirker antallet kollektiv- og bilreiser. Kvinner reiser mer kollektivt, og mindre bil enn menn. De foretar også flere reiser til fots.

De som er under 26 år foretar færre bilreiser enn aldersgruppen 26-66 år, mens de som er over 67 år foretar flere bilreiser enn denne aldersgruppen.

Andelen arbeidsreiser i et byområde påvirker reiseaktiviteten; arbeidsreiser gir både flere kollektivreiser, bilreiser og reiser til fots. Omsorgsreisene gir flere bilreiser, men færre kollektivreiser.

Kjennetegn ved befolkningen påvirker reiseomfang og transportmiddelfordeling

Fordi rammebetingelser for transport varierer, er også transportmiddelfordelingen ulik i de 13 byområdene. For eksempel er 41 prosent av de daglige reisene i Oslo og omegn bilreiser (som sjåfør), mens 16 prosent er kollektivreiser. I Stavanger og omegn er 55 prosent av de daglige reisene bilreiser (som sjåfør), mens 6 prosent er kollektivreiser. Dette påvirker CO₂-utslippene.



S-figur 3: Prosentandel av de daglige reisene som er benholdsvis reiser som bilfører og kollektivreiser i de seks største byområdene.

Reiselengde er en annen faktor som påvirker CO₂-utslippene. En gjennomsnittlig reise er blant annet lenger i både Oslo og omegn og i Kristiansand og omegn enn i de andre byområdene. Dette gjelder både kollektivreiser og bilreiser.

Som følge av forskjeller i både rammebetingelser og reiselengde, slippes det ut ulike mengder CO₂ per person i 13 byområdene. En person i Kristiansand og omegn har i gjennomsnittlig utslipp på 3,1 kilo CO₂ per dag som følge av sine daglige bil- og kollektivreiser, mens tilsvarende gjennomsnitt for en person i Tromsø er 2,2 kilo CO₂.

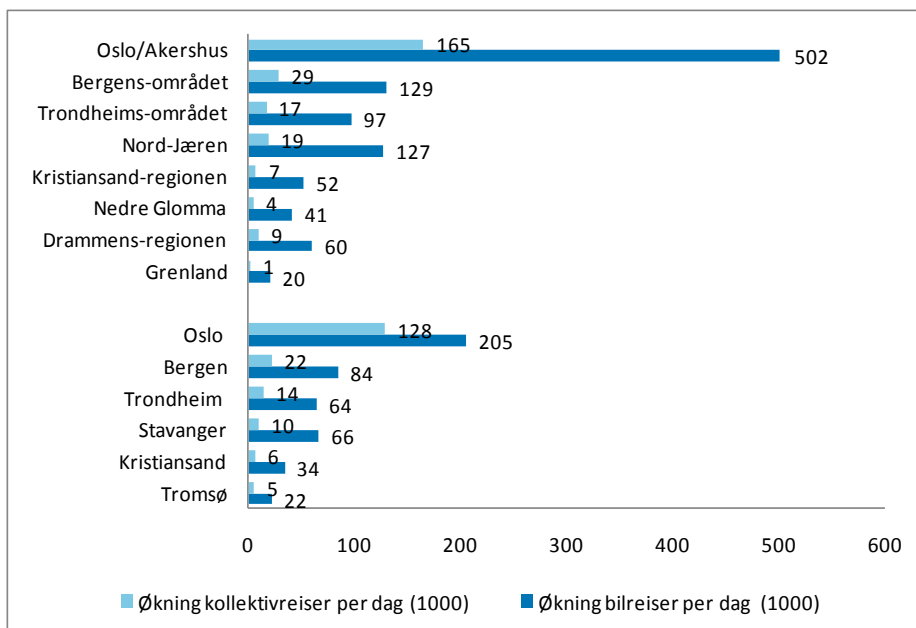
Befolkningsvekstens betydning for transportomfang og klimagassutslipp

Befolkningsveksten i seg selv betyr at det vil bli en betraktelig økning i antall reiser i byene.

En enkel beregning viser at dersom vi i snitt foretar omtrent like mange reiser per dag som i dag, vil antallet reiser blant Oslos innbyggere øke med ca 600 000 daglige reiser frem mot 2030. I Bergen og Trondheim vil antallet reiser øke med over 150 000. I byregionen Oslo/Akershus vil antallet reiser innbyggerne foretar per dag øke med over 1 million, mens antallet reiser i Bergens-området, Trondheims-området og på Nord-Jæren vil øke med over 200 000.

Med den samme transportmiddelfordelingen i byene som i dag, og med samme reiseaktivitet, vil det i 2030 være omtrent en halv million flere biler på veiene per dag i Oslo og Akershus enn i 2008. I Bergens-området og på Nord-Jæren vil det være ca 130 000 flere biler på veiene i 2030 enn i 2008, mens det i Trondheims-området vil være ca 100 000 flere biler.

Også antallet kollektivreiser vil øke betraktelig. I Oslo og Akershus kan vi forvente minst 165 000 flere kollektivreiser per dag i 2030 enn i 2008 hvis transportmiddelfordelingen holder seg på samme nivå som i dag. Dersom byene når sine mål om en større andel kollektivreisende på bekostning av biltrafikken, vil økningen bli enda større - og økningen i antallet bilreiser lavere.



S-figur 4: Forventet økning i antall bil- og kollektivreiser frem mot 2030 (med utg pkt i SSBs befolkningsfremskrivning, hovedalternativ MMMM). Grovt anslag basert på at hver innbygger over 13 år foretar 3,3 reiser daglig, og at dagens transportmiddelfordeling opprettholdes (RVU 2005).

Dette er enkle beregninger, som ikke tar høyde for f.eks utviklingen av bolig- og arbeidsmarkedet, arealutnyttelse, den økonomiske utviklingen eller transportpolitiske tiltak. Tallene illustrerer likevel at byene står overfor betydelige utfordringer på transportområdet, med mindre rammebetingelsene endres vesentlig. Hovedutfordringen er å utvikle et transportsystem som kan håndtere den betydelige økningen i reiseomfanget i relativt nær fremtid.

I flere byer er det et mål at kollektivtransporten skal kunne håndtere den økte transportetterspørselen alene. Hvis de største byområdene skal klare dette, betyr det at antallet kollektivreiser i de seks største byene må øke med ca 130 prosent frem til 2030. For flere av byene vil en slik målsetting bety at antallet kollektivreiser mer enn tredobles.

Forventet endring i klimagassutslipp fram mot 2020 som følge av økt transportomfang

I Perspektivmeldingen 2009 anslås utslippene av klimagasser å øke fram mot 2010, for deretter å reduseres noe fram til 2020 og videre mot 2030. Reduserte utslipp forklares først og fremst med redusert olje- og gassutvinning. Utslippene fra veitrafikken forventes å ha en årlig vekst på rundt 1,5 prosent fram mot 2020. Det er en fortsatt forventet vekst i transportvolumet som gir grunnlag for en slik økning i utslippene.

Utslippene av CO₂ fra lette kjøretøy har ikke økt så mye som veksten i transportomfang skulle tilsi i løpet av 1990-årene. Dette skyldes at bilmotorene har blitt mer energieffektive, i tillegg til en betydelig overgang fra bensin til diesel, som gir lavere CO₂-utslipp (www.miljostatus.no). Men for å oppnå betydelige utslippsreduksjoner holder det ikke å satse på energieffektivisering av privatbilene og overgang til mer miljøvennlig drivstoff alene.

Personbiler har et lang høyere utslippsnivå per passasjerkm. enn kollektivtransport, spesielt de bensindrevne bilene. En fremskrivning som er gjort i forbindelse med grunnlagsarbeidet

til NTP 2010-2019 viser at personbiler forventes å stå for en betydelig del - 58 prosent - av klimagassutslippene fra veitrafikken i 2020.

På grunnlag av prognosene for befolkningsvekst til 2020 og normtall for klimautslipp fra personbiler og kollektivtransport (hentet fra Klif) har vi beregnet forventede klimagassutslipp i 2020, fordelt på bil og kollektivtransport.

Til tross for at trafikkveksten forventes å være relativt stor, forventes klimagassutslippene å stabilisere seg på dagens nivå. Dette skyldes i hovedsak at bilene forutsettes å bli mer klimaeffektive. Utslippene fra bil og kollektivtransport i de seks største byene er anslått til ca 670.000 tonn CO₂-ekv årlig i 2020.

Vi har foretatt en analyse av hva endringer i transportmiddelfordelingen vil bety for klimagassutslippene (S-tabell 2). Hvis kollektivtransporten tar hele den forventede biltrafikkveksten vil det bety en reduksjon i klimautslippene på 73.000 tonn CO₂-ekvivalenter per år for de seks største byene, i forhold til forventet utvikling. Det tilsvarer 11 prosent av forventet klimagassutslipp fra persontrafikken i 2020. Innsparingen blir større hvis gange og sykkel tar sin andel av veksten. Da vil reduksjonen bli ca 90.000 tonn for de seks største byene. Det tilsvarer 14 prosent reduksjon i klimagassutslippene fra persontrafikken i 2020. Dersom kollektivtransport og gange/sykkel skal kunne ta hele biltrafikkveksten kreves omfattende tiltak, både i form av restriksjoner på biltrafikken, og forbedringer av kollektiv- og sykkeltilbudet.

S-tabell 2: Endret utslipp hvis kollektivtransporten tar hele veksten i biltrafikken. 1000 tonn CO₂-ekv.

| | Endring kollektivtransport | Endring bil | Sum | Prosent endring |
|--------------|-------------------------------|-------------|-------|--------------------|
| Oslo | 7.3 | -48.9 | -41.7 | -15.1 % |
| Bergen | 6.4 | -16.0 | -9.5 | -7.6 % |
| Trondheim | 5.2 | -12.9 | -7.7 | -9.6 % |
| Stavanger | 5.0 | -12.5 | -7.5 | -10.7 % |
| Kristiansand | 2.6 | -6.5 | -3.9 | -8.5 % |
| Tromsø | 1.6 | -3.9 | -2.4 | -7.7 % |
| Sum | 28.1 | -100.8 | -72.7 | -11.6 % |

Betydningen av endret transporttilbud og effekter av kombinerte tiltak

Kostnadseffektivitet ved endringer i kollektivtilbudet har sammenheng med rammebetingelser

I RVU-eterspørselsmodellen er det fokus på hvordan kjennetegn ved befolkningen påvirker transportutviklingen. Men også kjennetegn ved byområdene, som befolkningstetthet, befolkningsstørrelse, parkeringstilgjengelighet og kvaliteten på kollektivtilbudet er med på å styre transportmiddelfordeling og reiseomfang. Analyser av 44 europeiske byer i UITP-databasen fra 1995/2001 viser at rammebetingelsene i byområdene vil ha stor betydning for utviklingen av miljøvennlige transportformer, ikke minst i forhold til det totale transportomfanget.

- Hvis befolkningsveksten skjer i form av fortetting, vil det betyr økt bruk av kollektivtransport, og redusert bilbruk.
- Økt befolkningsvekst vil gi flere arbeidsplasser. Hvis disse lokaliseres i sentrum vil det øke kollektivbruken, og redusere bilbruken.
- Hvis arbeidsplassene lokaliseres i sentrum samtidig med at antall parkeringsplasser holdes på dagens nivå, vil parkeringstettheten reduseres. Det vil øke kollektivbruken ytterligere, og redusere bilbruken.

Resultatene fra analysene av UITP-databasen er brukt som input i en modell (STRATMOD) for å optimalisere kollektivtilbudet, gitt ulike rammebetingelser for bil og kollektivtransport. I dette prosjektet, der fokus er kostnadseffektive klimatiltak, måles kostnadseffektivitet i kostnad per 1000 tonn redusert CO₂.

Tiltakene er analysert stegvis, med utgangspunkt i en intern optimalisering av kollektivtilbudet, gitt det nye trafikkgrunnlaget. Deretter har vi analysert de isolerte effektene av endrede rammebetingelser for kollektivtransporten:

1. Den interne optimaliseringen er en samfunnsøkonomisk optimalisering av kollektivtilbudet gitt dagens rammebetingelser og trafikkgrunnlag.
2. De endrede rammebetingelsene som blir beregnet i tillegg er:
 - a. **Økt fortetting** i byområdene. Vi har sett på effekten av 20 prosent økt fortetting.
 - b. **Redusert parkeringsdekning** i sentrum. Vi har i denne analysen sett på 20 prosent lavere parkeringsdekning i sentrum.
 - c. **Økte kostnader for å kjøre bil**; I dette prosjektet er det sett på en situasjon hvor kostnadene ved å kjøre bil øker med 20 prosent, representert med økte bensinpriser.
 - d. **Bedre framkommelighet på vegene**: Vi har sett på en situasjon med 20 prosent økt hastighet for kollektivtransporten.

Forutsetningene som er lagt inn i beregningene i pkt 2 (a-d) er basert på analyser av UITP-databasen, dokumentert i Norheim (2006).

I analysene har vi skilt mellom 1) effekter på biltrafikken av endrede rammebetingelser i byområdet, og 2) effekter av et bedre kollektivtilbud. I to alternativer ser vi kun på effekten av et bedre kollektivtilbud, mens vi i to andre ser på effekten av en kombinasjon av forbedret kollektivtilbud og restriksjoner på biltrafikken. Ved overført trafikk forutsetter vi at 42 prosent av de nye kollektivpassasjerene kommer fra bil.

S-tabell 3 gir en oppsummering av analysene. Resultatene viser at kostnadseffektiviteten av de ulike transportpakkene som er presentert i stor grad avhenger av hvor mye både kollektiv- og biltrafikanter må betale for å reise, og størrelsen på tilskuddene.

S-tabell 3: Oppsummering av effekten av samfunnsøkonomiske optimaliseringer av kollektivtilbudet, gitt 4 alternative innretninger. Effekt på klimagassutslipp (CO₂-ekv) og kostnadseffektivitet per tonn CO₂ for de seks største byene i Norge.

| Alternativ | Endrede rammebetingelser | Scenário | | Endrede klimautslipp | | Kostnads-effektivitet |
|------------|---|----------------|------------------------------|---------------------------|--------|-----------------------|
| | | Endret tilbud | Økonomiske rammer | 1000 Tonn CO ₂ | % | |
| 1 | Nei | Frekvens +72 % | Ikke tak på tilskudd | -64,7 | -9,0 % | 32 227 |
| | | Takst -25 % | | | | |
| 2 | | Frekvens +52 % | 10 prosent økt tilskuddsnivå | -24,1 | -3,4 % | 5 343 |
| | | Takst +29 % | | | | |
| 3 | 20 % lavere parkeringsdekning i sentrum | Frekvens +34 % | Uendret tilskudd | -68,5 | -9,5 % | 0 |
| | | Takst +9 % | Maks 9 % økte takster | | | |
| 4 | 50 % økte bilkostnader | Frekvens +69 % | 1 % økte tilskudd | -77,3 | -10,8 | 168 |
| | | Takst +33 % | Optimale takster | | | |

En optimalisering av kollektivtilbudet kan gi en reduksjon i klimagassutslippene fra persontrafikken på mellom 3 og 11 prosent, avhengig av rammebetingelsene for bil- og kollektivtransport i byene som er analysert.

Analysene viser at tiltak som bidrar til å generere mer trafikk er lite kostnadseffektive i et klimaperspektiv. Jo billigere det er å reise, jo mindre kostnadseffektive blir tiltakene fordi lavere priser, både på kollektiv- og bilsiden, gir økt reiseomfang.

Kostnadseffektiviteten avtar etter hvert som tilskuddene øker. Derfor vil kostnadseffektiviteten per tonn redusert CO₂ være størst med små endringer i tilskuddene.

Effekten av kombinerte tiltak

Vi har innenfor dette prosjektet belyst en del forhold som har betydning for hvilke tiltak som er mest kostnadseffektive i et klimaperspektiv. Samtidig vil mulighetene til å prioritere mellom de ulike tiltakene avhenge av om vi klarer å identifisere gevinstene av de direkte og indirekte etterspørselsgevinstene og effekten av kombinerte tiltak. De indirekte effektene vil i første rekke gjelde kvalitative egenskaper ved transporttilbudet, i første rekke komfort på kollektivtransporten, trygg sykkelvei og forsinkelsestid. Effekten av kombinerte tiltak avhenger av at vi har god kunnskap om konkurranseflatene mellom bil, kollektivtransport og gang/sykkel.

Direkte og indirekte etterspørselseffekter

Vi kan med dette belyse hvordan trafikantenes nytte av bedre framkommelighet avhenger av hvor mange synergisgevinstene som kan hentes ut av et slikt tiltak. Vi har i disse beregningene sett på stegvis økende synergisgevinstene:

1. Alternativ 1: I basisalternativet ser vi utelukkende på tidsgevinstene for en kollektivtrafikanter med sitteplass.
2. Alternativ 2: I neste alternativ inkluderer vi tidskostnadene for den andelen av trafikantene som må stå på transportmidlet, og som har en høyere tidskostnad.
3. Alternativ 3: I det siste alternativet har vi også inkludert ev. gevinster i form av mindre forsinkelser og trengsel på transportmidlene.

4. Alternativ 4: I neste alternativ inkluderer vi også gevinsten av økt frekvens hvis den bedre framkommeligheten kan hentes ut i raskere omløpstid. Dette gir også mindre byttetid for de som skifter transportmiddel underveis.

Vi har beregnet effekten med utgangspunkt i data fra Oslo (S-tabell 4). Denne tabellen viser at etterspørselseffekten vil avhenge av om det bare er de direkte effektene som danner grunnlag for gevinsten, eller om det også er medregnet komfortelementer og synergigevinster. I vårt eksempel er den direkte effekten av 20 prosent kortere reisetid en passasjerøkning på 5,6 prosent. Denne øker til 7,6 prosent hvis vi tar hensyn til at en viss andel av passasjerene står på transportmiddelet, og ca 12 prosent hvis vi medregner forsinkelser og trengsel på transportmiddelet. Den største effekten får vi hvis kortere reisetid også kan gi økt frekvens og kortere byttetid i knutepunktene. Denne effekten er mest usikker fordi den avhenger av hvor godt koordinert byttene er i dag, og i hvilken grad det er mulig å øke omløpshastigheten.

S-tabell 4: Trafikantnytte og etterspørselseffekter Eksempel for Oslotrafikantene, passasjertall fra 2009. Kilde: Ruud m/fl 2010.

| Effekter | Direkte effekter | | Komforteffekter | Synergieffekter |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | 1: Basis | 2: Ståplass | 3: Forsinkelser | 4: Frekvens |
| Endret tilbud | 3,6 % | 4,9 % | 7,5 % | 11,6 % |
| Endret antall passasjerer | 5,6 % | 7,6 % | 12,1 % | 19,7 % |
| Tilbudselastisitet (reisetid) | -0,28 | -0,38 | -0,60 | -0,98 |
| Passasjersnytte (mill.kr) | 651 | 883 | 1 390 | 2 216 |

Dette eksempelet gir en beregnet tilbudselastisitet på mellom -0,3 og -0,6, avhengig av hvor mange komfortelementer som er med i beregningene. Intervallet er omtrent identisk med oppsummeringen av norske og internasjonale erfaringer vist i Tabell 3.1. Hvis det er mulig å hente ut synergigevinster i rutenettet øker elastisiteten til ca -1, men det er en maksimal effekt.

Eksempelet viser at både etterspørselseffekten og samfunnsnyten av kollektivtiltak vil bli påvirket av hvor mange faktorer som påvirkes av tiltakene. I dette eksempelet øker samfunnsnyten fra ca 650 mill kr årlig til ca 1,4 mrd når komfortelementene inkluderes og 2,2 mrd kr hvis alle synergigevinster kan hentes ut. Dette vil være helt avgjørende for hvor kostnadseffektive de ulike tiltakene er, både i forhold til redusert biltrafikk og samfunnsøkonomiske gevinster.

Konkurransflater mellom bil og kollektivtransport

UA-modellen kan også benyttes for å beregne konkurranseflatene mellom ulike transportformer. Konkurransforholdet mellom bil og kollektivtransport er et viktig element når man vurderer ulike rutekonsepter eller hvor godt kollektivtilbudet må være for å være konkurransedyktig overfor bil slik at det tiltrekker seg trafikanter og gir dem et reelt valg mellom å benytte bil eller reise kollektivt. Å finne frem til de rutekonseptene som gir det beste konkurranseforholdet har derfor stor betydning for etterspørselseffekten etter kollektivtransport.

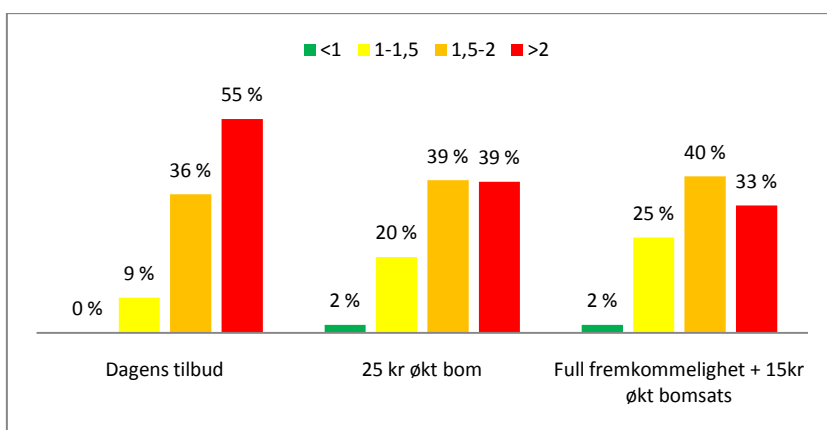
I en nederlandsk analyse av konkurranseflaten mellom bil og kollektivtransport konkluderes det med at kollektivtransporten maksimalt kan ta dobbelt så lang tid som bilen

(vektet reisetid) for at det skal være et reelt alternativ for bilistene (Bovy 1991). Det er derfor viktig å kunne gi en størst mulig andel av befolkningen et reisetidsforhold mellom bil og kollektivtransport som er bedre enn 2, dvs. at det ikke tar mer enn 2 ganger så lang tid, målt i GK, å reise kollektivt som å kjøre bil.

Vi har i dette prosjektet sett på hvordan ulike tiltakspakker kan utvide områdene hvor kollektivtransporten er konkurransedyktig mot bil. Vi har sett på to konkrete scenarier:

1. 25 kr i økte bomsatser
2. 15 kr i økte bomsatser og full framkommelighet for kollektivtransporten

Disse to alternativene gir omtrent samme effekt på endringer i konkurranseflatene mellom bil og kollektivtransport. Totalt sett er det litt under halvparten av befolkningen som bor i områder med relativt gode konkurranseflater for kollektivtransporten i dag (figur 5.6). Med de to tiltakspakkene som er skissert over vil andelen av befolkningen som bor i områder med gode konkurranseflater øke til mellom 60 og 70 prosent. Dette viser at effekten av kombinerte tiltakspakker, og ikke minst restriksjoner på biltrafikken, vil øke potensialet for kollektivtransporten, og også kunne gi bedre effekt av allerede iverksatte kollektivtiltak i områder som tidligere var lite konkurransedyktig mot bil.



S-figur 5: Befolkningen i Bergen som bor i områder med ulike grader gode konkurranseflater mellom bil og kollektivtransport > 2 er GK kollektivt mer enn 2 ganger så høy som for bil, mens <1 er GK kollektivt lavere (bedre) enn for bil.

Utvikling av et strategisk planleggingsverktøy

Som tidligere nevnt var formålet med prosjektet å gjøre det enklere for planleggere og myndigheter å 1) belyse effekten av ulike kombinerte tiltak i transportpolitikken, og 2) identifisere mulighetsrommet innenfor gitte økonomiske budsjettammer, eller organisatoriske og politiske barrierer.

Innenfor klimapolitikken kan en, med dette verktøyet, for eksempel beregne de bedrifts-økonomiske og samfunnsøkonomiske kostnadene av ulike kombinasjoner av virkemiddelbruk dersom en setter et mål om å kutte utslippene av klimagasser med 30 % i de største byområdene.

Prioriteringen av virkemiddelbruk foretas ofte innenfor strenge budsjettmessig rammer. I dette prosjektet har vi utviklet et planleggingsverktøy som kan:

1. ta hensyn til flere kvalitative egenskaper ved transporttilbudet for å beregne etterspørselseffekten av ulike transporttiltak,

2. belyse de regionale effektene av ulike tiltak, slik at beslutningstakere i større grad kan vurdere effekten for ulike grupper eller områder,
3. belyse konkurranseflatene mellom bil, kollektivtransport og gang/sykkel, slik at det er mulig å drøfte hvor i regionen et nytt tiltak kan forventes å ha størst effekt og
4. se på konsekvensene av befolkningsvekst i regionen og som også kan belyse konsekvensene av endret transportvolum, avhengig av virkemiddelbruk og rammebetingelser for bilbruk.

Samtidig har vi i størst mulig grad tatt utgangspunkt i eksisterende datakilder og modellverktøy. Det gjør at analysene i stor grad er konsistente med andre transportanalyser, i tillegg til at verktøyet er enkelt å ta i bruk uten at det kreves en omfattende datainnsamling. Ved å benytte data fra RTM er det mulig å gjøre relativt raske strategiske avveininger før mer detaljerte analyser iverksettes.

Mange av de effektene og konklusjonene som er vist i denne rapporten er godt kjent fra andre studier. Den viktigste nye gevinsten fra dette metodearbeidet er at vi kan inkludere flere kvalitative effekter og også ta hensyn til eventuelle synergigevinster i etterspørselsberegningene. Våre analyser tyder på at effekten av kollektivtiltak er undervurdert i transportmodellene så lenge verken de kvalitative faktorene eller synergigevinstene er medregnet i analysene. For de største byene blir etterspørselseffekten mer enn halvert når en ikke tar med alle de kvalitative egenskapene ved tilbudet.

Modellutviklingen innen dette prosjektet er bare første steg på veien for å kunne bruke verdsettingsdata mer aktivt i transportplanleggingen. Våre analyser tyder på at denne metoden gir godt samsvar med de tilbudselasticitetene som er oppsummert fra tidligere prosjekter. Samtidig er det stort potensial for forbedringer, både når det gjelder bedre kartlegging av de ulike egenskapene ved reisen og evaluering av trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved reisen. Det gjelder både for bil, kollektivtransport og ikke minst for sykkel.

1. Bakgrunn, problemstillinger og metode

1.1 Bakgrunn

Både regjeringen og lokale myndigheter har ambisiøse mål om å redusere miljøutslippene fra transportsektoren. Likevel viser tall fra Statistisk sentralbyrå at transportsektorens utslipp av både klimagasser og annen luftforurensning øker. Også i de største norske byområdene, hvor potensialet for reduksjon er størst, øker utslippene fra denne sektoren. En av grunnene til dette er at det totale transportomfanget øker, noe som skyldes at Norge de senere årene har hatt en sterk økonomisk vekst. Tidligere studier har vist at økonomisk vekst bidrar til at handlemønster og fritidsaktiviteter endrer karakter og øker i omfang. Dette fører både til økt biltrafikk i byregionen, og til økt kollektivtrafikk i og inn mot sentrumsområdene (Norheim 2005a).

Samtidig viser ulike forskningsresultater at det er vanskeligere å få iverksatt restriktive tiltak enn å gjennomføre positive virkemidler i transportpolitikken (Vibe 2003, Norheim m fl 2008a). Det skyldes ikke bare at det er politisk kontroversielt å gjennomføre restriktive tiltak, men også at ansvaret og gevinstene av å gjennomføre tiltakene ikke er balansert. Aktørene som gjennomfører og tar belastningen ved å iverksette tiltakene er ikke nødvendigvis de samme som får nytte av tiltaket. For å få aksept for en mer restriktiv transportpolitikk, som også påvirker transportomfanget, må både nytte og kostnad bli jevnere fordelt mellom ulike deler av byregionen, og mellom ulike budsjettposter.

For eksempel vil innføring av rushtidsavgift i et byområde bety at trafikantene som reiser inn fra regionen får den største kostnadsøkningen, mens de som bor sentralt i byen får den største nytten. I diskusjoner om innføring av rushtidsavgift er det derfor ofte en konflikt mellom by og region, der befolkningen som bor sentralt er langt mer positive enn befolkningen som bo mer perifert. Dette har vært tilfelle både i Edinburgh og Stockholm (de Palma m fl 2007, Eliasson 2008).

En analyse av å innføre rushtidsavgift i Oslo viste at en slik avgift er samfunnsøkonomisk lønnsom, men vil kreve en betydelig økning av tilskuddet til kollektivtransporten (Norheim 2005b). Det betyr at innføring av rushtidsavgift vil være helt avhengig av at det kan gjennomføres omfordelinger innen byregionen og mellom ulike budsjettposter:

Det betyr at den politiske beslutning om hvilke tiltak som skal gjennomføres i en region ikke bare vil avhenge av om det "samlet sett" er fornuftig, men om de ulike deler av regionen får en balansert nytte og kostnad av de tiltakene som gjennomføres. Et strategisk planleggingsverktøy bør derfor gi en enkel beskrivelse av de regionale effektene i en form som politikere og beslutningstakere kan forholde seg til.

Dagens transportmodeller er lite egnet til å belyse slike problemstillinger, noe som har flere årsaker. For det første er modellene i hovedsak utviklet for å beregne effekten av konkrete tiltak på rutevalg og fordelingen mellom transportmidler. De er ikke utviklet for å finne den best mulige kombinasjonen av tiltak innenfor en gitt budsjettamme eller for gitte målsettinger innenfor transportpolitikken.

Dagens modeller kan gi svar på hva som vil skje hvis f eks takstene på kollektivtransporten halveres, avgangshyppigheten fordobles eller bomsatsene øker, men ikke hvilken kombinasjon av tiltak som er samfunnsøkonomisk eller bedriftsøkonomisk mest effektiv. De er imidlertid relativt "tunge", ikke minst i de største byområdene. Det tar lang tid å kjøre analysene, og det kreves ofte større omkodinger før analysene kan gjennomføres.

I dette prosjekter har vi belest om det, ved å forenkle modellstrukturen, er mulig å foreta analyser av flere kombinasjoner av tiltak uten at hovedresultatene svekkes. I tillegg har vi sett på om det er mulig å trekke inn flere kvalitative elementer i analysene enn tradisjonelle transportmodeller håndterer.

1.2 Strategisk planleggingsverktøy

Urbanet Analyse har innenfor Samferdselsdepartementets ”Program for overordnet transportforskning” (POT) utviklet et strategisk planleggingsverktøy for de største byområdene. Formålet er å gjøre det enklere for planleggere og myndigheter å 1) belyse effekten av ulike kombinerte tiltak i transportpolitikken, og 2) identifisere mulighetsrommet innenfor gitte økonomiske budsjettammer, eller organisatoriske og politiske barrierer.

Formålet med prosjektet har vært å utvikle et strategisk planleggingsverktøy som kan ”grovsortere” effekten av de ulike valgalternativer som finnes når det gjelder mer kostnadseffektive klimatiltak for transportpolitikken i norske byområder.

Innenfor klimapolitikken kan en, med dette verktøyet, for eksempel beregne de bedrifts-økonomiske og samfunnsøkonomiske kostnadene av ulike kombinasjoner av virkemiddelbruk dersom en setter et mål om å kutte utslippene av klimagasser med 30 % i de største byområdene.

Prioriteringen av virkemiddelbruk foretas ofte innenfor strenge budsjettmessig rammer. Med utgangspunkt i målsettingen for dette prosjektet har vi utviklet et planleggingsverktøy som kan:

1. ta hensyn til flere kvalitative egenskaper ved transporttilbudet for å beregne etterspørselseffekten av ulike transporttiltak,
2. belyse de regionale effektene av ulike tiltak, slik at beslutningstakere i større grad kan vurdere effekten for ulike grupper eller områder,
3. belyse konkurranseflatene mellom bil, kollektivtransport og gang/sykkel, slik at det er mulig å drøfte hvor i regionen et nytt tiltak kan forventes å ha størst effekt og
4. se på konsekvensene av befolkningsvekst i regionen og som også kan belyse konsekvensene av endret transportvolum, avhengig av virkemiddelbruk og rammebetingelser for bilbruk.

Samtidig har vi i størst mulig grad tatt utgangspunkt i eksisterende datakilder og modellverktøy. Det gjør at analysene i stor grad er konsistente med andre transportanalyser, i tillegg til at verktøyet er enkelt å ta i bruk uten at det kreves en omfattende datainnsamling.

1.3 Modeller på strategisk, taktisk og operativt nivå

I forbindelse med Nasjonal Transportplan (NTP) benyttes den Nasjonale transportmodellen (NTM5) og de regionale transportmodellene (RTM). I tillegg er det utviklet en rekke lokale transportmodeller som enten er delområdemodeller (DOM) for de regionale modellene, eller er utviklet med andre modellverktøy.

Transportmodeller kan være på strategisk, taktisk eller operativt nivå:

- En *strategisk* modell beregner effekter av overordnede politiske mål for transportpolitikken når det gjelder transportmiddelfordeling, miljø mv, og analyserer konsekvenser av ulike rammebetingelser og frihetsgrader for aktørene. En slik

modell vil være best egnet for å prioritere mellom ulike rammebetingelser og generelle finansielle insentiver og virkemidler.

- En *taktisk* modell beregner trafikkstrømmer og kapasitetsbehov på ulike veglenker og kollektivlinjer, og effekten av for eksempel økt frekvens og reduserte takster på transportmiddelvalg. En slik modell vil være best egnet for å prioritere mellom konkrete tiltak i ulike deler av regionen og beregne forventet kapasitetsbehov avhengig av prognoser for befolkningsvekst, økonomisk utvikling mv.
- En *operativ* modell beregner effekten av tiltak på lenke og timesnivå, og er best egnet til å vurdere tiltak for å fordele belastningen over døgnet, optimalisere belastningen i kryss mv.

Et strategisk planleggingsverktøy som er utviklet innenfor dette prosjektet er ikke en konkurrent, men et supplement, til dagens transportmodeller (for eksempel Emma/Fredrik, Tass mv), som i hovedsak ligger på taktisk og operativt nivå. Verktøyet kan brukes som et tillegg for å belyse andre problemstillinger, uten å ha samme presisjon på rutevalg og driftsproblematikk. For å kunne utvikle et planverktøy på strategisk nivå er det nødvendig å forenkle noen av de strukturene som er i dagens taktiske modeller.

1.4 Tre modeller

Det strategiske planleggingsverktøyet består av tre modeller, som til sammen gir svar på de fire problemstillingene skissert i avsnitt 1.2.

UA-modellen for å analysere effekter av arealplanlegging og transportstandard:

UA-modellen tas det utgangspunkt i en detaljert analyse av kvaliteten på transporttilbudet, som grunnlag for å beregne etterspørselseffekten av ulike forbedringer i transportstandard. Modellen gjør det mulig å analysere effekter av mer detaljerte standardfaktorer enn tradisjonelle transportmodeller, som for eksempel forsinkelser, trengsel på kollektivtransporten eller bilistenes opplevelse av kø. I UA-modellen analyseres reisemiddelvalg og transportbehov på sonenivå. Det tas utgangspunkt i data fra den regionale transportmodellen (RTM), og foretas en aggregering av soner i hvert byområde ut fra en hensiktsmessig inndeling (som kan variere fra prosjekt til prosjekt). Effekter beregnes på grunnlag av trafikantenes generaliserte reisekostnader (GK) mellom ulike områder/soner, og for de aktuelle transportmidlene i området. I modellen kalibreres GK-elasticiteten med utgangspunkt i priselastisiteten for ulike transportmidler og strekninger.

Modellen kan etableres relativt enkelt i alle byområder hvor det er kodet et kollektivnett og transporttilbud i RTM. Hvilken sonestørrelse som er hensiktsmessig vil avhenge av formålet med analysene. Når vi har brukt UA-modellen i dette prosjektet har vi valgt en inndeling som gjør at vi kan skille ut reiser som krysser bomsnittene i hver av byene som har bompenggeordninger. Vi har analysert effekten av endringer i transporttilbudet på reisemiddelvalg og totalt transportomfang. Modellen er nærmere beskrevet i Haug (2010).

RVU-modell for å analysere drivkrefter og utviklingstrekk: Vi har analysert reisevanedata fra 1985 til 2005 for de 13 største byområdene. På grunnlag av denne analysen har vi laget en enkel regnearkmodell (Excel) som kan benyttes for å belyse effekten av endrede rammebetingelser for trafikantene i hver av byområdene. RVU-modellen bygger videre på et TØI-prosjekt fra 1999 som så på drivkrefter og utviklingstrekk i transportmarkedet (Stangeby og Norheim 1999). I analysen har vi sett på både arbeidsreiser og alle reiser samlet. Modellen beregner hvordan endringer i trafikantenes rammebetingelser, som f.eks bilhold, førerkortandel mv påvirker reiseomfang, klimautslipp og kostnader fra transportsektoren. Modellen kan også se på hvor stor

betydning ulike egenskaper ved befolkningen i byområdene har for forskjeller i klimautslipp og samfunnsøkonomiske kostnader fra transportsektoren. Denne modellen er nærmere beskrevet i Ellis (2010).

STRATMOD for å optimalisere kollektivtilbudet: Dette er en optimaliseringsmodell for kollektivtransporten som også ser på muligheten for å differensiere rutetilbud og takster, gitt ulike finansielle beskrankninger og krav til samfunnsøkonomisk eller bedriftsøkonomisk optimalisering. STRATMOD er en videreutvikling av FINMOD (Larsen 1993). Innenfor dette prosjektet har vi inkludert flere data om klimautslipp og effekter av byområdenes rammebetingelser i modellen. Denne modellen er nærmere beskrevet i Norheim (2005a).

1.5 Kobling av ulike datakilder

Målet er at det strategiske planleggingsverktøyet skal være mest mulig konsistent i forhold til eksisterende transportmodeller og datakilder, samtidig som den enkelt skal kunne oppdateres med nye prognoser når datakildene oppdateres. De fire viktigste datakildene er:

1. **Den regionale transportmodellen (RTM).** Fra denne henter vi ut data om dagens transporttilbud mellom soner (reisetid, pris, frekvens osv) og forventninger om framtidig befolkningsvekst, økonomisk utvikling mv som kan påvirke totalt transportomfang. RTM representerer dermed "nullsituasjonen", og er det nivået vi tar utgangspunkt i når vi analyserer effekten av virkemiddelbruk. Det betyr at den strategiske modellen alltid har samme forutsetninger som RTM i nullsituasjonen, og dermed er konsistent med prognosene som utarbeides i forbindelse med NTP-arbeidet og lokale transportplaner som er kodet i Cube/RTM.
2. **Den nasjonale reisevaneundersøkelsen (RVU).** Vi bruker RVU for å analysere hvilke faktorer som påvirker reisevalget for trafikantene i de største byområdene. Med utgangspunkt i RVU-data kan modellen beregne antall reiser fordelt på transportmiddel ut fra reisemål, tilgang til bil, kjennetegn ved trafikantene og kvaliteten på transporttilbudet. Vi har koblet sammen de nasjonale reisevaneundersøkelsene frem til 2005, og kan enkelt oppdatere datafilene når reisevaneundersøkelsen fra 2009/2010 foreligger.
3. **De nasjonale og lokale tidsverdiundersøkelsene (VOT).** Fra tidsverdistudiene benytter vi data om tidsverdier og andre egenskaper ved reisen. Modellen er lagt opp slik at vi kan teste effekten av å endre tidsverdiene. Det betyr at vi enkelt kan oppdatere modellen med nye nasjonale tidsverdier eller lokale tidsverdier der hvor det er gjennomført slike undersøkelser.
4. **Klima- og miljøutslipp fra transportsektoren** hentes fra normtall fra Klima- og forurensningsdirektoratet (Klif). Modellene er lagt opp slik at disse normtallene kan endres etter hvert som ny teknologi tas i bruk, og hvis det er ønskelig å gjøre følsomhetsvurderinger av framtidig utslipp og kostnader.

1.6 Forutsetninger i analysene

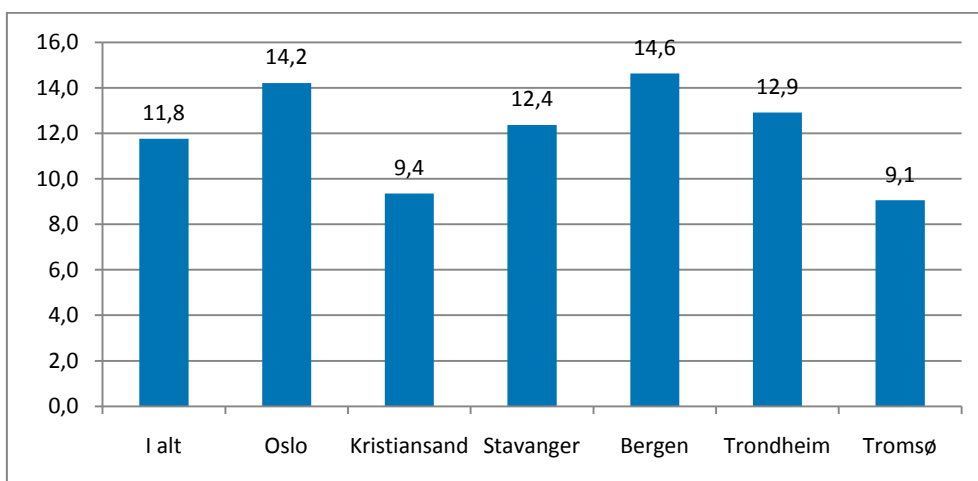
Som tidligere nevnt er målsettingen med prosjektet å belyse hvilke kombinasjoner av tiltak som er mest kostnadseffektive for å redusere klimautslippene i norske byområder. Svaret avhenger i stor grad av rammebetingelsene i hvert enkelt byområde, og hvilke forutsetninger som ligger til grunn for analysene. Det er derfor viktig å utvikle verktøy der forutsetningene som ligger inne i analysene er godt synlige, og der det er enkelt å belyse konsekvensene av endrede rammebetingelser eller forutsetninger.

Vi vil i det følgende gjennomgå og drøfte noen av de viktigste forutsetningene som påvirker konklusjonene i en analyse av kostnadseffektive klimatiltak. Det dreier seg i hovedsak om tre forhold:

1. Klimautslipp og passasjerbelegg
2. Samfunnsøkonomiske kostnader
3. Hvilke faktorer som påvirker transportteterspørselen

Klimautslipp og passasjerbelegg

Passasjerbelegget på kollektivtransporten vil ha betydning for mange av resultatene i analysen. Tall fra SSBs kollektivtransportstatistikk viser at gjennomsnittlig belegg på bussene i de største norske byområdene er ca 12 passasjerer (Figur 1.1). Det laveste belegget finne vi i Kristiansand og Tromsø, med ca 9 passasjerer. Belegget er høyest i Bergen og Oslo, med nesten 15 passasjerer. Dette er vel å merke et snitt for alle reiser. Belegget vil for eksempel variere med graden av retningsbalanse på rutene. Ruter som i stor grad betjener reisestrømmer i én retning på morgenen og i den andre på ettermiddagen har for eksempel ofte lavere gjennomsnittsbelegg enn ruter som betjener reisestrømmer i begge retninger store deler av driftsdøgnet.



Figur 1.1: Belegg på kollektivtransporten i norske byer (buss) Kilde: Kollektivtransportstatistikken SSB.

For å beregne reduserte klimautslipp har vi tatt utgangspunkt i SFTs egne anslag på utslipp av klimagasser fra buss og personbil. I disse anslagene har vi forutsatt følgende:

- Andelen dieserbiler av personbilparken er 20 prosent i 2008, og 30 prosent i 2020.
- Passasjerbelegg per personbil er på 1,22 personer (Kilde: RVU 2005).
- Passasjerbelegget per buss er 12 personer (Kilde: Kollektivtransportstatistikken til SSB).

Dette gir et utslipp for bilturer på 0,11 kg CO₂-ekv. per personkm, og for bussturer på 0,04 kg CO₂-ekv per passasjerkm.

I våre analyser har vi videre anslått at 42 prosent av de nye kollektivreisene er overført fra bil. Denne forutsetningen er basert på evalueringer av en rekke kollektivtiltak på 90- og 2000-tallet: Forsøksordningen for kollektivtransport (oppsummert i Renolen (1998) og Kjørstad og Norheim (2005)).

I våre beregninger har vi tatt utgangspunkt i at busstørrelsen er den samme som i dag. I våre analyser av et optimalt kollektivtilbud er imidlertid vognstørrelsen redusert, noe som reduserer utslippene per vognkm. I våre anslag har vi både sett på utslipp med standard vognpark, og en forutsetning om at klimautslippene reduseres proporsjonalt med vognstørrelsen.

Disse nøkkeltallene gir rammene for hvor store klimagevinster som kan oppnås med ulike kollektivtiltak i norske byområder.

Ved innføring av restriktive tiltak på biltrafikken har vi skilt mellom de direkte effektene på biltrafikken og de indirekte effektene av at kollektivtilbudet tilpasses endrede rammebetingelsene.

I Tabell 1.1 har vi vist noen av forutsetningene som er avgjørende for om et kollektivtiltak vil redusere klimautslippene eller andre miljøutslipp.

1. Med restriksjoner på biltrafikken vil grenseverdien være et belegg på over 4 passasjerer per busskm. Det skyldes at 100 prosent av de nye passasjerene vil være tidligere biltrafikanter.
2. Med endringer i rammebetingelsene i byområdene, som f.eks. fortetting, vil en viss andel av de nye passasjerene også komme fra gang/sykkel eller være nygenerert trafikk. Hvis vi tar utgangspunkt i at 42 prosent av de nye passasjerene er tidligere bilister vil grenseverdien være ca. 10 passasjerer per busskm.
3. Med forbedringer i kollektivtilbudet i form av økt frekvens ligger tilbudselasticiteten innenfor intervallet 0,3-0,8. Da vil belegget på transportmidlene reduseres etter hvert som frekvensen øker fordi det blir færre passasjerer per busskm. Med en tilbudselasticitet på 0,6 vil 1 busskm generere 0,6 passasjerkm. Med en forutsetning om at 42 prosent av de nye reisene er overgang fra bil vil 25 prosent av etterspørselseffekten komme fra biltrafikken ($0,6 \cdot 42\%$). Grenseverdien for når tiltaket reduserer klimautslippene øker dermed til ca. 17 passasjerer per busskm. Hvis tilbudselasticiteten var 1,0 ville grenseverdien være som i eksempelet over.

Tabell 1.1: Utslipp fra buss og bil avhengig av belegg og grenseverdier avhengig av type tiltak. Kilde for utslippstallene: SSB 2004

| | | CO2-ekv |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|
| Forutsetninger | | |
| Snitt bil (andel diesel) | 20 % | 176,4 |
| Belegg bil | 1,22 | 144,6 |
| Belegg kollektivt | 12 | 62,2 |
| Grenseverdier | Etterspørselseffekt | Passasjerer/busskm |
| Restriksjoner | 100 % tidligere bilister | 4,2 |
| Rammebetingelser | 42 % tidligere bilister | 10,1 |
| Økt frekvens | 25 % tidligere bilister | 16,8 |

Regnestykket illustrerer at kollektivtiltak ikke nødvendigvis vil redusere klimautslippene, og at de mest effektive tiltakene er de som kombineres med restriksjoner på biltrafikken eller der hvor tilbudselasticiteten er høy. Det er derfor viktig å målrette tiltakene slik at de gir størst mulig etterspørselseffekt og andel overført fra biltrafikken.

Samfunnsøkonomiske kostnader

I våre beregninger tar vi utgangspunkt i hva som er et samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud i de ulike byområdene, gitt ulike rammebetingelser for bil og kollektivtransport. Dette er en samfunnsøkonomisk optimalisering av tilskuddene til kollektivtransporten. Vi presenterer de årlige samfunnsøkonomiske kostnadene og inntektene av de ulike tiltakspakkene.

Vi har tatt utgangspunkt i den samfunnsøkonomiske kostnaden/gevinsten per reduserte tonn klimautslipp fordi det er det mest sammenlignbare tallet. I tillegg presenterer vi tall for økte offentlige kjøp per reduserte klimautslipp, dvs. den bedriftsøkonomiske kostnaden.

De samfunnsøkonomiske kostnadene som er med i våre beregninger er:

- Skattekostnader av økte tilskudd, der vi har forutsatt 20 øre per tilskuddskrone.
- Kollektivtrafikanterens nytte av et bedre kollektivtilbud, representert ved deres tidskostnader av økt frekvens eller kortere reisetid mv.
- Bilistenes nytte av reduserte køkostnader på vegene, ved at flere bilister går over til å reise kollektivt.

Kollektivtrafikanterens nytte av et bedre tilbud vil avhenge av hvor mange som sitter på bussene, og det vil være samfunnsøkonomisk lønnsomt å øke tilbudet hvis nytten overstiger kostnadene ved å øke tilbudet. Det betyr at et lavt belegg eller høye driftskostnader vil svekke gevinstene av å øke rutetilbudet.

Egenskaper ved tilbudet påvirker transportetterspørselen

Effekten av endret transporttilbud vil avhenge av 1) at trafikantene opplever at tilbudet blir bedre eller dårligere og 2) at de har mulighet til å endre transportmiddel eller transportomfang. Vi bruker trafikantenes prisfølsomhet som et mål på hvor følsomme de er for endringer i transporttilbudet. Vi baserer oss da på en rekke tidligere analyser av trafikantenes prisfølsomhet, både for bil og kollektivtransport (Johansen 2001, Norheim og Ruud 2007).

Utfordringen er å måle om et tilbud totalt sett er bedre enn et annet. Det er nødvendig å ta hensyn til en rekke tilbudselementer. I tillegg vil det i mange sammenhenger være viktig å ta høyde for at ulike trafikantgrupper har ulik vurdering av tilbudet og av endringene. For å kunne vurdere ulike rutekonsepter opp mot hverandre benytter vi trafikantenes preferanser for ulike tilbudsfaktorer og ulike typer tilbud til å beregne både konkurranseflatene overfor bil og de generaliserte reisekostnadene (GK).

Beregningene av de generaliserte reisekostnadene (GK) sier noe om hvilken oppofrelse trafikantene mener det er å foreta reisen, målt i kroner. GK er beregnet på grunnlag av trafikantenes verdsetting av tid for de ulike elementene en reise består av. En endring i GK er et uttrykk for hvor mye bedre eller dårligere tilbudet blir. Beregningene av GK danner grunnlaget for å beregne etterspørselseffekten og dermed prognoser for endringen i antall reiser.

Ved omlegginger av rutetilbud eller satsing på kollektivtransport er det ofte flere av reisetidselementene som endres. Fremkommelighetstiltak er et godt eksempel på dette: Tiltak for å forbedre fremkommeligheten gir ikke nødvendigvis bare kortere reisetid (hard faktor/tilbudsfaktor), men også bedre regularitet og færre forsinkelser (myk faktor/kvalitetsfaktor). Økt frekvens vil gi utslag på ventetiden (tilbudsfaktor) men kan også ha betydning for kapasitet og dermed muligheten for å få sitteplass og mindre trengsel på kollektivtransporten (kvalitetsfaktorer).

I vår alternative modell som er beskrevet under kan vi trekke vi inn kvalitetsfaktorer som:

- Punktlighet/forsinkelse
- Ståplass
- Trengsel
- Forskjeller mellom ulike driftsarter
- Oppgradering av holdeplasser/stasjoner

I tillegg er det mulig å legge inn andre kvalitetsfaktorer, som f eks oppgradering av informasjon, opprusting av kjøretøyparken mv.

1.7 UA-modellen

I dette prosjektet har vi et hovedfokus på muligheten for å utvikle mer detaljerte etterspørselsfunksjoner for å kunne målrette tiltakene bedre, og kunne belyse synergigevinstene av å gjennomføre ulike typer tiltak samtidig. Dette arbeidet er utviklet i tilknytning til de regionale transportmodellene (RTM), med en tilleggsmodul som inkluderer flere kvalitative egenskaper i etterspørselsfunksjonen.

Når man skal modellere ulike typer tilbudsendringer som forventes å ha effekt på etterspørselen etter kollektivreiser, vil disse i varierende grad kunne kvantifiseres til bruk innenfor tradisjonelle modeller. Noe av årsaken til dette er at de tradisjonelle modellene har fokus på hvilke volum-effekter som kan forventes som følge av endringer i tilbudsfaktorene. For kollektivtransport gjelder dette de såkalt harde faktorene som har stor betydning for vurderingen av hvor godt tilbudet er, som reisetid, gangtid, frekvens, byttetid og takst.

Hvis man skal kunne belyse effekten av ulike rutekonsepter i en by, et område eller i en korridor, er det imidlertid viktig også å kunne ta hensyn til andre faktorer som har betydning for vurderingen av kvaliteten på kollektivtilbudet, og som har betydning for transportmiddelvalget. Dette er de kvalitative/myke faktorene, som regularitet, trengsel, komfort, holdeplasstandard, informasjon osv.

Vi har derfor utviklet et alternativt metodeverktøy, UA-modellen som i tillegg til de harde tilbudsfaktorene også tar hensyn til og har fokus på ulike kvalitative faktorer i kollektivtilbudet¹. Hensikten er å belyse effekten av endringer i kvalitetsfaktorer som ikke håndteres i tradisjonell modellbruk.

Trafikantnytte og etterspørselseffekt av et bedre tilbud

Den primære fokus for vår modell er å beregne hvor mye bedre tilbudet blir i prosent, målt i generalisert reisekostnad (GK). De generaliserte reisekostnadene vil være en vektet sum av trafikantenes kostnader ved reisetiden, ventetiden, komfort, punktlighet mv i tillegg til prisen på reisen. Dette vil gi et bilde av hvilke faktorer som har størst relativ betydning for trafikantene. Det vil si at vi beregner hva endringene innebærer for trafikantene når vi tar hensyn til at de ulike elementene en kollektivreise består av har ulik verdsetting. Deretter beregnes etterspørselseffekten av endringene ved hjelp av elastisiteter.

¹ Denne metodetilnærmingen, men i en mer ”manuell utgave” og færre kvalitetsfaktorer, ble benyttet i Drammen (Kjørstad m flere 1996) og Tønsberg (Vibe m fl 2003) for å beregne effekter av nye planlagte rutetilbud for å vurdere etterspørselseffekten av dem, og i SL-vest for å beregne nytten av endret rutetilbud og mer koordinerte bytter (Kjørstad m fl 2008).

I modellen tas det utgangspunkt i generaliserte reisekostnader (GK) for å kunne beregne effekter av endringer av transporttilbudet i et byområde. GK er et mål på kvaliteten på transporttilbudet. 10 prosent lavere GK kan tolkes som en 10 prosent forbedring av transporttilbudet. Innenfor dette prosjektet er formålet å bruke GK som et sammenlignbart mål på transporttilbudet i hvert byområde, noe som gjør det mulig å beregne hvor mye en endring av transporttilbudet (GK) påvirker transportetterspørselen i hver av byene. Vi har også benyttet GK som et mål på konkurranseflatene mellom bil, kollektivtransport og gang/sykkel for å anslå potensialet for endringer i reisemiddelvalg.

UA-modellen er i hovedsak utviklet for kollektivtilbudet men kan benyttes også for bilreiser og sykkelreiser. Å sykle har ingen direkte reisekostnad (pris). Syklistenes reiseoppgjørelse kan dermed ikke beregnes i GK, men kan beregnes i generalisert tid (GT). En slik beregning har vi imidlertid ikke gjort innenfor rammene av dette prosjektet.

Tilleggsmodul til RTM

Vi har innenfor dette prosjektet fått utviklet en tilleggsmodul til de regionale transportmodellene som gjør at vi kan dra nytte av informasjonen som er kodet inn i modellen. Ved å benytte samme inngangsdata for de to modellene vil det være mest mulig konsistens i forutsetningene for de to modellene. UA notat 34/2010 (Haug 2010) gir en mer detaljert beskrivelse av modellen og koblingen til RTM.

Vår tilleggsmodul går i første rekke på en mer detaljert analyse av egenskaper ved transporttilbudet for ulike tidsperioder. I RTM er det kodet inn og kjørt transportanalyser frem til 2040. Vår modell tar utgangspunkt i basissituasjonen for et gitt år og ser på hvilken effekt det vil ha ytterligere å endre transporttilbudet i denne situasjonen.

Det betyr at vi benytter RTM for å beskrive basis scenario for hvert år, gitt forventet økonomisk utvikling, priser på bensin, befolkningsutvikling osv og vedtatte planer for vegutbygginger mv. Analysene er dermed konsistente med det modellverktøyet som benyttes i blant annet nasjonal transportplan, og de forutsetninger som ligger inne i RTM. Så lenge modellen bygger på RTM kan selvfølgelig disse forutsetningene også endres, hvis en ønsker å se på effekten av andre forutsetninger i rammebetingelsene.

For våre analyser har det vært viktig å rendyrke effekten av endret transportstandard, dvs. effekten av endret generalisert reisekostnad for trafikantene. Vi vil først beskrive de ulike stegene i UA-modellen før vi går inn på prinsippene for etterspørselsanalysen.

UA-modellen kjøres i tre steg:

Steg 1 (Basiskjøringene) er en tradisjonell RTM-kjøring. Vi kan velge hvilket år vi skal benytte som basis og hvilke forutsetninger som skal legges til grunn for disse analysene. RTM-modellen er nærmere beskrevet i Haug (2010) og vil ikke utdypes nærmere her.

Steg 2 (Aggregeringen) vil være en aggregering av de mest sentrale nøkkeltallene fra RTM-analysene når det gjelder egenskaper ved transporttilbudet og hvor mange som reiser på de ulike strekningene. Vi har laget en applikasjon i CUBE som gjør det enkelt å aggregere grunnkretser opp til større soner. Valg av sonestørrelse vil avhenge av formålet med analysene og alle data vil da presenteres som gjennomsnitt for reiser mellom disse sonene.

Steg 3 (Etterspørselsmodellen) vil være en mer detaljert analyse av endret reisestandard mellom disse sonene, hvor vi legger inn flere standardfaktorer enn det som benyttes i RTM og hvor vi benytter mer detaljerte verdsettingstall for de ulike delene av reisekjeden. Det er

i første rekke steg 3 som avviker fra tradisjonelle transportmodeller og som krever en nærmere presentasjon.

UA-modellen kan legge inn nye verdier for egenskapene ved transporttilbudet hvis det gjennomføres lokale verdsettingsundersøkelser. Denne modulen gjør det mulig å foreta følsomhetsvurderinger av forskjeller i trafikantenes preferanser eller tilrettelegging av tilbudet.

Vi kan i denne modulen legge inn egne verdsettingstall for

- Reisetid med sitteplass
- Reisetid med ståplass
- Tilbringertid
- Skjult ventetid
- Byttetid
- Forsinkelsestid
- Skinnfaktor

Etterspørselseffekten kan varieres og skaleres tilpasset de ulike kollektive transportmidlene og bil.

Denne modulen kan benyttes til flere ulike analyser:

- Følsomhetsanalyser av variasjoner i ulike verdsettingstall, som for eksempel skinnfaktor eller forsinkelser
- Følsomhetsanalyser for variasjoner i etterspørselseffekter (elastisiteter)
- Beregne effekten av økt kapasitet på kollektivtransporten, slik at færre må stå på transportmidlene
- Beregne effekten av bedre koordinering i byttepunktene

Beregning av konkurranseflater mellom bil, kollektivtransport og sykkel

Modellen kan også benyttes til å beregne konkurranseflatene mellom ulike transportformer gjennom konkurranseindekser. Konkurranseforholdet mellom bil og kollektivtransport er et viktig element når man vurderer ulike rutekonsepter eller hvor godt kollektivtilbudet må være for å være konkurransedyktig overfor bil. Å finne frem til rutekonseptene som gir det beste konkurranseforholdet har derfor stor betydning for etterspørselseffekten etter kollektivtransport.

I en nederlandsk analyse av konkurranseflaten mellom bil og kollektivtransport konkluderes det med at kollektivtransporten maksimalt kan ta dobbelt så lang tid som bilen (vektet reisetid) for at det skal være et reelt alternativ for bilistene (Bovy 1991). Det er derfor viktig å kunne gi en størst mulig andel av befolkningen et reisetidsforhold mellom bil og kollektivtransport som er bedre enn 2, dvs. at det ikke tar mer enn 2 ganger så lang tid, målt i GK, å reise kollektivt som å kjøre bil.

Denne alternative modellanalysen danner grunnlag for å vurdere hvilke alternative rutekonsepter som er mest konkurransedyktig i forhold til bilen. For ulike rutekonsepter kan det gjøres beregninger for konkurranseflater kollektivt/bil fordelt på soner.

1.8 Konkrete analyser i prosjektet

For å belyse nytten av modellen har vi foretatt noen konkrete analyser for de største byområdene.

1. ***Befolkningsvekstens betydning for transportomfang og klimagassutslipp***
Vi har analysert konsekvensene av forventet befolkningsvekst på transportomfang og klimagassutslipp i norske byområder. Dette er enkle framskrivinger av befolkningsprognosene fra SSB, gitt transportmiddelbruk, klimagassutslipp fra bil og kollektivtransport og ulike scenarier for biltrafikkveksten. Disse prognosene ser utelukkende på konsekvensene på klimagassutslipp av ulike utviklingsbaner når det gjelder markedsandeler for bil, kollektivtransport og gang/sykkel.
2. ***Betydningen av endrede rammebetingelser***
Vi har analysert reisevanedata for 13 byområder fra 1985 til 2005 for å belyse konsekvensene av endrede rammebetingelser for trafikantene, som f eks endret tilgang til bil og kollektivtransport og reisemønster.
3. ***Betydningen av endret transporttilbud og effekter av kombinerte tiltak***
For å vise hvordan modellen kan brukes som verktøy for å beregne effekten av kvalitative egenskaper ved transporttilbudet har vi benyttet Bergen som case. Vi har både sett på effekten av endringer i konkurranseflatene mot bil, endret transportomfang og klimagassutslipp, og kostnader ved å gjennomføre tiltakene.

Analysene er kun ment som en illustrasjon på nytten av planleggingsverktøyet. De ulike prognosene som presenteres i rapporten gir likevel et rimelig godt bilde av hvilke tiltak som kan være kostnadseffektive i norske byområder, og de avdekker en del funn som tidligere ikke er funnet ved bruk av tradisjonelle modeller. Det gjelder i første rekke effekten av en del kvalitative forbedringer av sykkel- og kollektivtilbudet som i dag ikke håndteres i tradisjonelle transportmodeller. Vi har også drøftet sterke og svake sider ved de ulike modelltilnærmingene.

2. Verdsetting av tid og kvalitet på tilbudet

Trafikantenes tidsverdsettinger er en sentral størrelse i det strategiske planleggingsverkoeyet som er utviklet innenfor dette prosjektet. I dette kapitlet vil vi forklare hva tidsverdier er, kort gjennomgå resultater fra en rekke studier og gi eksempler på praktisk nytte av tidsverder.

2.1 En reise består av flere deler, som verdsettes forskjellig

En reise består av flere deler enn tiden som tilbringes i transportmidlet, spesielt for kollektivtrafikanter. Mens en bilreiser i all hovedsak består av reisetiden i transportmidlet, bruker trafikanter som reiser kollektivt tid til/fra og på holdeplassen, de venter på neste avgang, og de venter på neste transportmiddel hvis de bytter. I tillegg kommer en eventuell forsinkelses-/køtid, som kan inntreffe for både bilister og kollektivtrafikanter.

Til grunn for tidsverdsettinger ligger en forutsetning om at reisetiden medfører en *kostnad*, eller en oppofrelse, for trafikantene: Målet er å komme raskest mulig frem fra A til B, på en mest mulig komfortabel måte. Det er imidlertid ulike belastninger, eller ulemper, knyttet til de forskjellige delene av reisen. Hensikten med tidsverdistudier er å få kvantifiserbare mål på disse belastningene. Når vi omtaler at trafikantene *verdsetter* ulike reisetidselementer kan man forledes til å tro at trafikantene *setter pris* på å vente på neste avgang, eller å ha ståplass på reisen osv, i positiv forstand. Begrepet verdsettinger brukt i forbindelse med tidsverdistudier betyr imidlertid det motsatte: Når trafikantene verdsetter en del av reisen høyt, for eksempel tiden de bruker til holdeplassen, betyr det at de har en høy *betalingsvilje for å redusere* denne tidsbruken.

Trafikantenes verdsetting av de ulike reisetidselementene finner vi på bakgrunn av såkalte "Stated Preference"-undersøkelser. I slike undersøkelser foretar respondentene en rekke valg mellom to reiser. I disse valgsekvensene, eller spillene, varieres egenskapene ved reisen. Figuren under viser et eksempel på et valg mellom to kollektivreiser slik de er designet i forbindelse med den internettbaserte SP-studien i Osloregionen i 2010 (Ruud m fl 2010).

Valg mellom to kollektivreiser

Hvilken av de to reisene vil du velge?
Velg ved å klikke på en av "knappene" under

| | Buss | T-bane |
|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Pris | 25 kr | 20 kr |
| Tid til holdeplass | 5 minutter | 10 minutter |
| Sannsynlighet for forsinkelse | 1 av 10 avganger er forsinket | 5 av 10 avganger er forsinket |
| Ekstra forsinkelse | 10 minutter | 5 minutter |
| | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

Undersøkelsen gjennomføres av Urbanet Analyse på vegne av Ruter og Statens vegvesen

Figur 2.1: Eksempel på spillsekvens i SP Oslo/Akershus 2010. Kilde: Ruud m fl 2010.

Respondentenes valg gir grunnlag for å identifisere deres vektlegging av, eller preferanser for, ulike egenskaper ved reisen. Ved å omregne trafikantenes preferanser til kroner kan vi beregne hvor godt tilbudet er, og trafikantenes nytte av endringer i tilbudet.²

Vi vil i det følgende gjennomgå hovedresultater fra en rekke tidsverdistudier. Det er flere faktorer som påvirker trafikantenes vektlegging av ulike deler av reisen, som vi bare i begrenset grad gjennomgår her. Blant annet vil hvilke alternative transportmåter som er tilgjengelig, økonomi og reisemål ha betydning for trafikantenes tidsverdsetting. Tidligere studier har for eksempel vist at grupper med høy inntekt legger mindre vekt på pris enn andre, mens de som foretar arbeidsreiser legger større vekt på frekvens og kort reisetid enn andre (Norheim og Ruud 2007).

2.2 Verdsetting av reisetid for ulike transportmidler

Verdsettingene av reisetid for bil og kollektivreiser som benyttes i Statens vegvesens Håndbok 140 (reiser < 50 km) er basert på anbefalinger i Samstad m fl (2005). Benytter vi disse verdsettingene til å se på forholdet mellom reisetid bil og reisetid kollektivt ser vi at i snitt for alle korte reiser er verdsettingen av reisetid med bil 1,76 ganger så høy som for kollektivreiser. På reiser til/fra arbeid verdsettes imidlertid både bil- og kollektivreisen like høyt.

Tabell 2.1: Tidsverdsettinger for bil og kollektivreiser. Kr/time

| | Samstad m fl 2005 | | | | SP Oslo og Akershus 2002 | |
|-------------------------------|-------------------|-----------------|-----------------------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| | Alle reiser | Reiser i arbeid | Reiser til/frå arbeid | Fritidsreiser | Oslo Alle reiser | Akershus Alle reiser |
| Bil | 79 | 197 | 57 | 53 | 54 | 78 |
| Kollektivt | 45 | 154 | 56 | 35 | 48 | 66 |
| Forhold bil/kollektivt | 1,76 | 1,28 | 1,02 | 1,51 | 1,13 | 1,18 |

Også en verdsettingsundersøkelse gjennomført i Oslo og Akershus i 2002 (Nossum 2003) viser en høyere verdsetting av bilreiser enn av kollektivreiser, men forskjellene er ikke like store som i Samstad m fl (2005). Bilreisene i Oslo oppleves som ca 13 prosent mer belastende enn kollektivreisene. I Akershus verdsettingen av bilreisen 18 prosent høyere enn kollektivreisen. Dette kan delvis skyldes en seleksjonseffekt, ved at en person som har dårlig tid har en tendens til å velge det transportmidlet som bruker kortest tid. Det kan også være en inntektseffekt, ved at de med høyere inntekt velger å kjøre bil, og derfor er mindre påvirkelige i forhold til reisetidsforbedringer for kollektivtransporten.

Når man tar hensyn til at en kollektivreise ikke bare består av reisetiden på transportmidlet vil forholdet mellom en dør-til-dør-reise med bil og med kollektivtransport endre seg fordi de andre elementene i en kollektivreise (gangtiden, ventetiden osv) har en høyere verdsetting enn selve reisetiden på transportmidlet. Det betyr at hvis andelen som tilbringes på transportmidlet utgjør en liten del av den totale reisetiden, blir verdsettingen av en kollektivreise høyere, og forskjellen mellom bil- og kollektivreisen mindre. I tillegg vil ulempene ved å reise kollektivt øke ytterligere hvis trafikantene må bytte underveis.

² I form av en endring i generalisert reisekostnad (GK), som beskrives nærmere i kapittel 3.

Hvilke tidsverdsettinger som benyttes når vi ser på konkurranseforholdet mellom bil og kollektivtransport har dermed stor betydning for resultatene.

2.3 Verdsetting av tid for ulike reiseelementer i kollektivtransporten

En kollektivreise består av ulike elementer. Selve reisetiden på transportmidlet, gangtiden, tiden mellom avgangene (frekvensen) og tiden det tar å bytte transportmiddel for reisene som krever bytte. I tillegg vil også komfortelementer som forsinkelser, trengsel mv være viktige elementer.

Tabell 2.2: Verdsettinger av reisetid med sitteplass (kr/t), oppjustert til 2010-kr. Kollektivtrafikanterens vektlegging av, gangtid, ventetid og byttetid i forhold til reisetiden på transportmidlet. Resultater fra norske undersøkelser. Kilder: Norheim m fl 1994 (1), Stangeby og Norheim 1993 (2), Kjørstad 1995 (3) Nossum 2003 (4), Vibe m fl 2004 (5), Ruud m fl 2010 (6), anbefalinger i Balcombe (red) m fl 2004 (7).

| | Verdsetting (kr/t, 2010-kr) | | Vekt i forhold til reisetid med sitteplass | | |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|-----------------------|----------|
| | Reisetid | Tid til holdeplass | Skjult ventetid | Byttetid ¹ | Ståplass |
| Studier på 90-tallet | | | | | |
| Drammen (1) | 19 | 3,2 | 3,1 | (9,1) ² | 4,3 |
| Lier, Ø/N Eiker (1) | 50 | 1,5 | 1 | 3,4 | 2,1 |
| Oslo I (2) | 24 | 2 | 3,4 | 1,3 | 2 |
| Moss (3) | 18 | 2,1 | 1,4 | 2,2 | 2,9 |
| Grenland (3) | 18 | 2,1 | 1 | 2,5 | 2,8 |
| Kristiansand (3) | 15 | 4,6 | 2,6 | 2,6 | 4,9 |
| Ålesund (3) | 30 | 2,4 | 1,9 | 2,8 | 3,1 |
| Tromsø (3) | 19 | 2,2 | 1,6 | 4,3 | 2,3 |
| Studier på 2000-tallet | | | | | |
| Oslo II (4) | 36 | 1,3 | 1,3 | 2,4 | 1,6 |
| Akershus (4) | 59 | 1 | 1,2 | 2,1 | 1,9 |
| Tønsberg (5) | 26 | 0,6 | 1,4 | 4,2 | |
| Oslo III (6) | 59 | 1,2 | 1,9 | 2,4 | 1,7 |
| Akershus II (6) | 89 | 1 | 1,3 | 1,7 | 1,8 |
| Gj. snitt norske studier | | 1,9 | 1,8 | 2,7 | 2,6 |
| Standardavvik | | 1 | 0,7 | 0,8 | 1 |
| Internasjonale studier (7) | | 1,7 | 1,8 | | |

¹ Dvs. tiden det tar å bytte, ikke ulempen ved å bytte i seg selv. ² Ikke inkludert i beregningen av gjennomsnittet. ³ Verdsetting av tid både til bil og kollektivtransport.

Skjult ventetid defineres som halvparten av tiden mellom to avganger, og er et uttrykk for at man ikke kan reise når man vil, men må vente på neste avgang når man skal foreta en kollektivreise. Skjult ventetid brukes i flere studier som et indirekte mål på trafikantenes verdsetting av frekvens.

Byttetiden er den tiden det tar å bytte transportmiddel og inneholde ikke ulempen ved det å måtte bytte transportmiddel, dvs. byttet i seg selv.

Komfort har stor betydning for trafikantenes vurdering av tilbudet. Trafikantenes vurdering av reisetiden avhenger av om de må stå eller får sitteplass på reisen. I norske tidsverdistudier oppleves reisetiden med ståplass å være i gjennomsnitt 2,6 ganger mer belastende enn reisetiden med sitteplass.

Mange av studiene er gjennomført på 90-tallet, og det er stor variasjon i verdsettingen av kortere reisetid i ulike byer/områder. Lavest verdsetting har Kristiansand, mens de to områdene som har størst innslag av lengre regionale reiser, Lier/Øvre og Nedre Eiker og Akershus, har den klart høyeste verdsettingen. Dette understreker at ulike områder og

trafikanter har ulike verdsettinger, og at man ikke ukritisk kan benytte verdsettinger som er funnet i en enkeltstående undersøkelse når man skal beregne hvor mye en endring betyr.

Dessuten er det funnet en del forskjeller i verdsetting som både har med det eksisterende tilbudet å gjøre, og med trafikantenes erfaring, noe som vil variere i ulike byområder:

Økt frekvens betyr mest for kollektivtrafikanter i byområder: Flere studier har funnet at det er på de korte reisene at økt frekvens vektlegges høyest. På lengre reiser betyr kortere reisetid mer enn flere avganger (Ruud m fl 2010, ALTRANS 2000, Stangeby og Jansson 2001, Norheim m fl 1994, Kjørstad 1995). Dette har sannsynligvis sammenheng med trafikantene som har lav frekvens tilpasser seg avgangstidpunktene, slik at ikke all ventetiden oppleves like belastende. På lange reiser betyr redusert reisetid på transportmidlet mer fordi denne utgjør en større andel av den totale reisetiden.

Verdsetting av reisetid øker med reises lengde: Flere studier har vist at verdsettingen av reisetiden øker med reises lengde. Jo lengre reisetid, jo mer er en villig til å betale for å redusere reisetiden (Wardman 2001, Kjørstad 1995, Norheim m fl 1994).

Vektleggingen av ståplass har sammenheng med erfaring: Vektleggingen av ståplass er lavere blant trafikantene i Osloregionen enn i de andre byene. Dette har sannsynligvis sammenheng med at det er flere som er vant til alltid å ha sitteplass på reisen i de mindre byene. I undersøkelsene i disse byene har trafikantene dermed blitt introdusert for en ny ulempe, som de har høy betalingsvilje for å unngå.

Gjennomsnittet for norske byer ligger omtrent på samme nivå som i andre land. I en "Stated Preference"-undersøkelse blant togtrafikanter i London og blant faste kollektivtrafikanter i Stockholm er verdsettingen av ståplass 2-4 ganger så høy som verdsettingen av sitteplass (MVA 2000, Transek 2006). Blant arbeidsreisende med månedskort i Stockholm, ble det funnet at trafikantene var villig til å øke månedskortprisen med ca 20 prosent for å være garantert sitteplass (Olsson m fl 2001).

Byttemotstand

Trafikantene opplever bytte som en ulempe, både byttet i seg selv og den tiden byttet tar.

I norske undersøkelser er det skilt mellom direkte bytte og bytte med ventetid for å kunne definere om det er *selve byttet* eller *ventetiden* som oppleves som en belastning. Resultatene viser at trafikantene oppfatter byttet i seg selv som en stor belastning. Spesielt i den siste tidsverdistudien i Oslo og Akershus er det høy byttemotstand.

Samtidig vil et kollektivsystem med en høy andel direkte reiser være dyrt å drifte, og medføre lange reisetider og redusert mulighet til høy frekvens. Bytte er sånn sett et "nødvendig onde" for å få et velfungerende og effektivt kollektivsystem. Men siden trafikantene ikke ønsker å bytte, er det svært viktig å ha gode kollektivknutepunkter, som i minst mulig grad er sårbart for forsinkelser, og der rutene i størst mulig grad er taktet for å sikre flest mulig trafikanter et direkte bytte.

Tabell 2.3: Verdsettinger av bytte av kollektive transportmidler. Omregnet til 2006-verdi. Oppsummering av norske studier. Kilder: Stangeby og Norheim 1993 (1), Norheim m fl 1994 (2), Kjørstad 1995 (3) Nossum 2003 (4), Vibe m fl 2004 (5), Ruud m fl 2010 (6).

| | Byttemotstand (kr per reise) |
|----------------------------|---------------------------------|
| Oslo I (1) | 3 |
| Drammen (2) | 3 |
| Lier, Øvre/Nedre Eiker (2) | 8 |
| Moss (3) | 5 |
| Grenland (3) | 5 |
| Kristiansand (3) | 7 |
| Tromsø (3) | 4 |
| Ålesund (3)* | 12 |
| Oslo II (4) | 2 |
| Akershus (4) | 5 |
| Tønsberg (5) | 5 |
| Oslo III (6) | 12 |
| Akershus II (6) | 17 |
| Gjennomsnitt | 6,8 |

*Ikke regnet med i snittet.

Tilrettelegging for bytte er med andre ord av stor betydning for å demme opp for motstanden mot bytte. Å gjøre selve byttet så bekvemt og enkelt som mulig er viktig. Forsøk med tilslutningstrafikk og enkelt bytte i Stockholm viste at det er mulig å forenkle byttet slik at det ikke oppleves som mer negativt enn reisetiden (Peterson 1998). Både britiske studier og den siste tidsverdistudien i Oslo og Akershus har desstuen vist at det er lavere motstand mot å bytte blant trafikanter som har et høyfrekvent kollektivtilbud (Ruud m fl 2010, Wardman 1998).

Også erfaring med bytte har betydning. Flere tidligere studier har vist at de som har erfaring med å bytte har lavere verdsetting av byttet enn de som ikke har denne erfaringen, noe det også er en tendens til i den siste Oslo- og Akershus-studien (Norheim og Ruud 2007, Ruud m fl 2010).

Forsinkelse og trengsel oppleves som en betydelig ulempe

Ventetid som er påtvunget som følge av forsinkelser, er mer irriterende enn den planlagte ventetiden. Et viktig element ved forsinkelser er usikkerheten knyttet til hvor lang tid reisen kommer til å ta. Selv for dem som ikke rammes direkte av forsinkelser, har hyppige forsinkelser konsekvenser for reisen fordi en beregner en ekstra margin. En undersøkelse i Stockholm viste at kollektivtrafikantene i gjennomsnitt legger inn en ekstra margin på 8 minutter i tilfelle det oppstår forsinkelser (Transek 2006). I et samfunnsregnskap utgjør summen av disse ekstra minuttene en betydelig kostnad. Belastningen knyttet til forsinkelser handler dermed både om *tapt tid når forsinkelsen først har oppstått*, og om *faren for en mulig forsinkelse*.

Tidsvardistudien i Osloregionen 2010 viste at Oslotrafikanter verdsetter den ”effektive” forsinkelsen til 378 kroner per time. Det vil si at en forsinkelse, når den først har oppstått, verdsettes 6,4 ganger høyere enn reisetiden med sitteplass. De som bor i Akershus verdsetter forsinkelsestiden til 474 kroner per time, det vil si 5,3 ganger høyere enn reisetid med sitteplass.

Beregning av effektiv forsinkelse

Hvert minutt forsinkelse verdsettes til 1,26 kr/min blant de som bor i Oslo, og 1,58 kr/min blant Akershus-beboerne i vår undersøkelse.

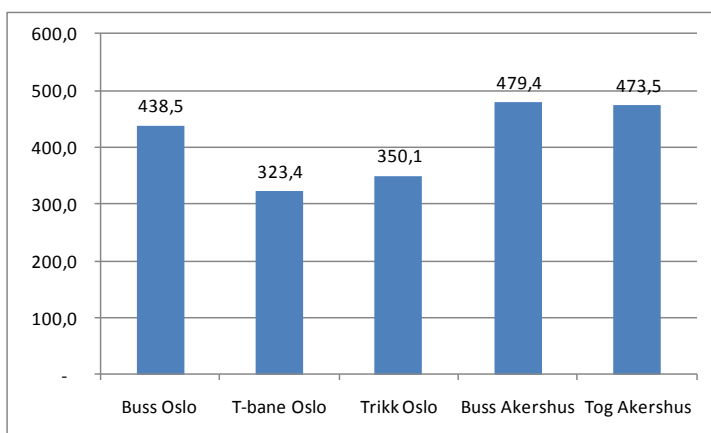
Forsinkelsen oppstår ikke på hver eneste reise som foretas. I spillene er trafikantene forespeilet at hhv 1 av 10, 2 av 10 eller 3 av 10 reiser er forsinket. I gjennomsnitt blir dermed trafikantene forespeilet forsinkelse på 2 av 10 reiser, dvs. på 20 prosent av reisene

For å finne verdsettingen av ”effektiv forsinkelse”, dvs. forsinkelsen når den først oppstår, divideres verdsettingen av forsinkelsestiden på hyppigheten av forsinkelsen. Regnestykket blir dermed:

| | Oslo | Akershus |
|-------------------------------------|------------------|------------------|
| Verdsetting av 1 minutt forsinkelse | 1,26 kr/min | 1,58 kr/min |
| Andel reiser forsinket i snitt | 20 % | 20 % |
| Effektiv forsinkelse= | 1,26 kr/min/20 % | 1,58 kr/min/20 % |
| SUM | 6,30 kr/min | 7,90 kr/min |

Tekstboks 2.1: Beskrivelse av hvordan effektiv forsinkelse beregnes.

Trafikantene som har reist med buss, og Akershus-beboerne som reiste med tog, verdsetter forsinkelsen når den først oppstår signifikant høyere enn T-bane og trikkepassasjerene bosatt i Oslo.



Figur 2.2: Verdsetting av effektiv forsinkelse, fordelt på transportmiddel. Kr/time. Kilde: Ruud m fl 2010.

Blant Oslo-og Akershustrafikantene er forsinkelsen, når den først oppstår, verdsatt 5-6 ganger så høyt som selve reisetiden på transportmidlet (Ruud m fl 2010).

Omtrent det samme er funnet i Stockholm. En studie blant faste kollektivtrafikanter (med månedskort) viste at forsinkelser, når de først oppstår, oppleves 3-5 ganger så belastende som selve reisetiden på transportmidlet (Transek 2006).

Den samme svenske studien viste at verdsettingen av forsinkelsen varierer med hvilket transportmiddel man reiser med, og om forsinkelsen oppstår når man sitter i transportmidlet eller venter ved en holdeplass. I denne studien ble det også funnet at

forsinkelsene ombord på transportmidlet anses å være mer belastende når man reiser med skinnegående transport enn med buss, målt i forhold til selve reisetiden (Transek 2006).

Mens på reiser med bybuss eller forstadsbuss anses forsinkelser ved holdeplassen å være mer belastende enn forsinkelser ombord på transportmidlet (Transek 2006). Dette har sannsynligvis sammenheng med at de fleste må stå ute og vente på bussen. På t-banen er det omvendt, her anses forsinkelser inne i transportmidlet som langt mer belastende enn forsinkelser på holdeplassen. Dette har nok sammenheng med at mange kan oppleve ventetiden som mer "klaustrofobisk" på t-banen enn på bussen fordi store deler av reisen er underjordisk og man ikke har mulighet til å forlate t-banen. En annen faktor er at ventetiden på t-banens holdeplasser er mer komfortabel fordi de fleste holdeplasser er innendørs.

Tabell 2.4: Kollektivtrafikanter vurdering av ventetiden knyttet til forsinkelser når de oppstår. "Stated Preference"-undersøkelse blant kollektivtrafikanter i Stockholm. Kilde: Transek 2006. Omregnet til NOK 2006.

| | Vekt forsinkelse/reisetid | Ved holdeplassen (kr/time) | Om bord på transportmidlet (kr/time) |
|--------------|------------------------------|-------------------------------|---|
| Bybuss | 2,3 | 143 | 126 |
| Forstadsbuss | 3,3 | 171 | 146 |
| T-bane | 5,0 | 116 | 222 |
| Lokaltog | 4,7 | 203 | 207 |

I tillegg til forsinkelser vil utfordringen knyttet til kapasiteten i kollektivsystemet i årene fremover også dreie seg om trengsel. I de største byene, spesielt i Osloregionen, er det allerede i dag stor trengsel i rushtiden på de mest trafikktunge strekningene. Resultatene fra tidsverdistudien i Oslo og Akershus, som er den første norske studien som belyser dette, viser at trengselen oppleves som en betydelig belastning (Ruud m fl 2010). Trafikantene i Oslo er villig til å betale 14 kroner per reise for å unngå høy trengsel, mens Akershustrafikantenes betalingsvilje er på hele 24 kr per reise. En studie blant faste trafikanter i Stockholm, viste en klar sammenheng mellom verdsettingen av kortere reisetid og nivået på trengsel (Transek 2006). Det samme kan resultatene i Osloregionen tyde på siden Akershustrafikantene i snitt foretar lengre reiser enn Oslotrafikantene.

Oppsummering av tidsverdsettinger i kollektivtransporten

Det ideelle er å ha egne verdsettingsstudier for byområdene der man vil gjennomføre ruteendringer eller vurdere ulike rutekonsepter opp mot hverandre. Men hvis det ikke eksisterer slike verdsettingsdata det er det mulig å benytte et gjennomsnitt fra flere studier.

I Tabell 2.5 har vi oppsummert vektene fra de norske studiene vi har gjennomgått i dette kapitlet. Vi gjør oppmerksom på at vektene i tabellen under skiller seg noe fra vektene som er bukt i case Bergen, først og fremst fordi resultatene fra den nylig publiserte tidsverdistudien i Oslo og Akershus ikke var ferdigstilt da analysene ble kjørt.

Tabell 2.5: Tidsverdsettinger for ulike deler av kollektivreisen, relativt til reisetid på transportmidlet. Oppsummering av norske studier. Kilder: Nørheim m fl 1994, Stangeby og Nørheim 1993, Kjørstad 1995, Nossum 2003, Vibe m fl 2004, Ruud m fl 2010.

| Reisefaktor | Relativt til reisetid med sitteplass |
|---|--------------------------------------|
| Reisetid med sitteplass | 1 |
| Reisetid med ståplass | 2,7 |
| Gangtid | 1,9 |
| Ventetid mellom avgangene / skjult ventetid | 1,8 |
| Byttetid | 2,6 |
| "Effektiv" forsinkelse (når den først oppstår)* | 5-6 |
| Kr per reise (2010-kr) | |
| Byttemotstand (per reise) | 10 |
| Høy trengsel (per reise)* | 15-24 |

*Kun basert på tidsverdistudie i Osloregionen 2010 (Ruud m fl 2010)

De fleste studiene i norske byer er gjennomført for flere år siden. Det er derfor trolig at de ulike faktorene vil kunne ha en annen vekt sett i forhold til reisetid med sitteplass. Dette fordi tilbudet har utviklet seg, og dagens passasjerer vil dermed trolig legge vekt på andre faktorer enn det de gjorde på 90-tallet og begynnelsen av 2000-tallet. Det burde derfor gjennomføres nye verdsettingsstudier i norske byområder, som i tillegg til frekvens, reisetid, byttetid og tid til holdeplass også har fokus på de kvalitative faktorene som er viktige for trafikantenes vurdering av kollektivtilbudet: trengsel, punktlighet, informasjon, komfort osv.

2.4 Bilistenes verdsetting av køer og forsinkelser

En undersøkelse gjennomført i forbindelse med utredning av kjøprising i Bergen viser at bilistene har en høy betalingsvillighet for å redusere køene, med ca 5,7 kr per minutt (411 kr/time) (tabell 2.6). Dette er den effektive forsinkelsen, det vil si forsinkelsen når den først oppstår. Denne anses å være ca 6 ganger så belastende som selve reisetiden. En tilsvarende analyse for Kristiansand anslo trafikantenes tidskostnader ved forsinkelser til å være ca 7 ganger så belastende som selve reisetiden uten kø.

I våre analyser er trafikantenes tidskostnader en sentral faktor for å beregne samfunnsøkonomisk gevinst av kjøprising og optimalt avgiftsnivå. Når vi legger inn en kjøpris vil det være køtiden som reduseres, og ikke gjennomsnittlig reisetid.

Tabell 2.6: Verdsetting av tid for kjøretid med bil med og uten kø for Bergen og Kristiansand. Tall fra "Stated Preference"-undersøkelsene i Kristiansand og Bergen. Kr/min og kr/time. Kilde Bergen kommune 2009 Norheim m fl 2008b

| | Bergen | Kristiansand |
|-----------------------|--------|--------------|
| Fri flyt (uten kø) | 73 | 72 |
| Forsinkelser (køtid) | 411 | 510 |
| Vekt (køtid/fri flyt) | 5.6 | 7.1 |

(*) Beregnet snitt med 70 prosent køtid i Bergen

Disse beregningene samsvarer relativt godt med internasjonale studier av kostnadene ved forsinkelser. Samtidig er det ikke all køtid som kan oppfattes som forsinkelse. En del av denne køtiden er "normal", og dermed planlagt. I tillegg kommer det normale variasjoner fra dag til dag, som bilistene må forholde seg til og som gjør at de må legge inn en "buffertid" i sine reiseplaner. Eliasson (2004) har foretatt en analyse hvor han finner verdsettingen av disse elementene i forhold til reisetid uten kø ("fri flyt"). Kort oppsummert gir disse vektene følgende tidskostnader for trafikantenes køtid:

- Ulempen ved å kjøre i kø er verdsatt til mellom 42 og 53 prosent høyere enn kjøretid med fri flyt. I case Bergen har vi som et anslag lagt inn en vekt på 1,5 for den ekstra reisetiden i rush.
- "Buffertiden", anslått ved standardavviket for reisetiden er vektlagt til 0,95 i morgenrush og 0,49 i ettermiddagsrush. I case Bergen har vi som et anslag lagt inn en vekt på 0,7 for den ekstra buffertiden i rush.
- Eliasson har beregnet ulempen ved de store forsinkelsene, dvs. utover normale variasjoner, til 5,3 ganger reisetiden i morgenrush, og 3,9 ganger reisetiden i ettermiddagsrush. I case Bergen har vi som et anslag lagt inn en vekt på 4,5 for ekstra forsinkelser i rush. Det tilsvarer en ekstra vekt på 3 i forhold til trafikantenes vektlegging av ulempen ved å kjøre i kø.

På grunnlag av disse ulempene ved køtiden og faktiske kjøretider i Bergen er det gjort et anslag på ulempen ved køtid som tilsvarer ca 3 ganger kjøretid med fri flyt (Norheim m f 2009). Det kan tyde på at køtiden bør vektlegges til mellom 3 og 6 ganger reisetiden med fri flyt, avhengig av hvordan køproblemene er i hvert enkelt byområde. Det viser samtidig at verdsetting av køtid er et område som det trengs å bli forsket mer på, ikke minst for å kunne dekomponere de ulike delene av køtiden og få belyst ulempene for ulike typer reiser og trafikantgrupper, og for å kunne belyse forskjellen mellom de største norske byområdene.

3. Etterspørselseffekter av tilbudsendringer

På grunnlag av nivået på endringen i kollektivtilbudet kan det beregnes en forventet etterspørselseffekt. Effekten av tilbudsforbedringer avhenger selvsagt av på hvilken måte disse realiseres. Hvis forbedringen spres jevn utover, vil etterspørselseffekten sannsynligvis bli mindre enn om den målrettes mot en bestemt trafikantgruppe eller et område.

Analysene av etterspørselseffekten tar utgangspunkt i endret generalisert kostnad (GK), dvs. hvor mye tilbudet er endret for trafikantene i et område eller på en strekning.

Generaliserte reisekostnader angir trafikantenes samlede reiseoppofrelse ved en reise, målt ved summen av billettpris og verdsetting av gangtid, reisetid, byttetid osv. Ulike individer kan ha ulike verdsettinger av tid (se verdsetting av tid), og ett og samme individ kan ha ulik tidsverdi i ulike situasjoner. Den generaliserte reisekostnaden (GK) for en kollektivreise for ett individ kan skrives:

$$GK = p + \left(\sum_1^i v_s X_s \right)$$

p = billettprisen

v_s = tidsverdi i kroner for faktor s

X_s = faktor s

Hensikten med etterspørselsberegningene er å belyse hvilke effekter som kan forventes av endringer i både tilbudsfaktorene og i kvalitetsfaktorene, da begge deler har betydning for valg av transportmåte.

Endringer i GK før og etter et tiltak gir et bilde av hvilken verdi et tiltak har for en trafikant. Under en slik konklusjon ligger en forutsetning om at trafikanten velger transportmiddel og reiserute som best tilfredsstillende vedkommendes behov.

Vi vil i dette avsnittet belyse hvordan vi beregner etterspørselseffekten av ulike tiltak basert på generaliserte reisekostnader, og hvordan effekten vil avhenge av hvilke egenskaper som inngår i GK og trafikantenes verdsetting av tid for de ulike elementene ved reisen:

1. I kapittel 2 så vi at nyere verdsetningsundersøkelser ga høyere verdsetting av tid for kollektivtrafikantene. Vi vil her belyse hvordan dette påvirker etterspørselseffekten av kollektivreiser.
2. De nyere verdsetningsundersøkelsene for både bil og kollektivtransport har med flere kvalitative egenskaper ved reisen, blant annet forsinkelser, skinnfaktor og trengsel på transportmidlene. Vi vil her belyse hvordan dette kan påvirke etterspørselseffekten av bil- og kollektivtiltak, med hovedfokus på kø/forsinkelser og skinnfaktor.
3. Tilrettelegging av kollektivtilbudet i et integrert nett innebærer at flere typer tiltak vil kunne ha indirekte gevinster for det øvrige kollektivtilbudet, som f.eks. effekten av bedre framkommelighet og økt frekvens. Vi vil her belyse hvordan de indirekte synergigevinstene av kollektivtiltak kan påvirke samlet etterspørselseffekt for hele kollektivtilbudet.

3.1 Etterspørselastisiteten (GK-elastisiteten) bygger på priselastisiteten

For å beregne etterspørselseffekten burde vi ideelt sett hatt en etterspørselastisitet for de generaliserte reisekostnadene som ville angi prosentvis endring i antall passasjerer per prosent endring i generaliserte reisekostnader (GK-elastisitet).

Dette er imidlertid en elastisitet det finnes lite litteratur om og som kan være en usikker størrelse. Den varierer i ulike undersøkelser fra -0,5 til -1,7 (Halcrow Fox 1993). Det skyldes blant annet at det ikke er et fast antall elementer som er med i GK-beregningene. Dermed vil f eks 10 prosent redusert reisetid føre til ulik prosentvis endring i GK avhengig av hvor mange elementer som er med i GK. GK-elastisiteten kan derfor ikke overføres fra andre studier, men bør beregnes i hvert enkelt tilfelle.

For ulike tilbudselasititeter finnes noe litteratur, men disse tilbudselasititetene vil variere med både demografiske forhold og andre kjennetegn ved byområdet, og mindre byer har en lavere tilbudsfølsomhet enn større byer (ISOTOPE 1997). Priselastisiteten vil også variere mellom byområder og er større i mindre byer enn i store byer (ISOTOPE 1997). Priselastisiteten varierer mellom ulike grupper trafikanter og vil derfor variere etter hvordan prisendringene introduseres. Dette er imidlertid en elastisitet det er relativt mye kunnskap om. Den er også faktisk observert faktor uavhengig av verdsettingene. Priselastisiteter er funnet gjennom faktisk observerte endringer i passasjertall når prisen er endret, og er helt uavhengig av trafikantenes verdsettinger av tid.

Tabell 3.1: Oversikt over intervallet for tilbuds- og priselastisiteter. Kilde: Ruud og Norheim 2007

| | Elastisitet - kortsiktig | Lang sikt |
|---|--------------------------|------------------------------|
| Tilbudsøkning/Økt frekvens – internasjonale studier | 0,33 – 0,49 | 0,66 (variasjon 0,22 – 1,04) |
| Økt frekvens – norske studier | 0,42 – 0,66 | |
| Reisetid - buss | -0,4 til -0,6 | |
| Reisetid – tog | -0,6 til -0,8 | |
| Priselastisitet – norske studier | -0,11 til – 0,63 | |
| Priselastisitet – internasjonale studier | -0,33 til -0,44 | - 0,56 til 1,0 |

På grunnlag av gjennomgangen av litteratur om elastisiteter har vi valgt å beregne en GK-elastisitet med utgangspunkt i priselastisiteten. Dette fordi det eksisterer langt mer empiri om priselastisiteter enn om GK-elastisiteter. Vi skalerer dermed etterspørselseffektene av GK opp mot priselastisiteten. Priselastisiteten blir dermed en skaleringsfaktor for etterspørselastisiteten.

Verdsettingene sier noe om det relative forholdet mellom de ulike elementene en reise består av, pris og tilbudsfaktorer. Derfor benytter vi prisens andel av GK for å beregne etterspørselastisiteten av GK. Ved en gitt priselastisitet vil da etterspørselastisiteten variere etter hvilke grupper man ser på – alt etter hvilke tidsverdsettinger de har fordi prisen vil kunne utgjøre ulik andel av GK.

3.2 GK-elastisiteten varierer avhengig av hvilke marked vi ser på

For å illustrere bruk av GK vil vi gi et eksempel for en gjennomsnittlig reise foretatt av en som bor i Oslo, og et tilsvarende eksempel i Akershus (tabell 3.2). Det gir i sum en generalisert kostnad på ca 87 kr i Oslo og 189 kr for trafikanter som er bosatt i Akershus. Forskjellen skyldes ulik vektlegging av tid og egenskaper ved reisen. Trafikanter som er

bosatt i Akershus har en høyere verdsetting av tid, og de har lengre reisetid. I dette eksempelet utgjør taksten 23 prosent av de generaliserte reisekostnadene i Oslo og 24 prosent i Akershus. Det betyr at en halvering av takstene vil redusere de generaliserte reisekostnadene med ca 12 prosent.

Tabell 3.2: Beregning av generaliserte reisekostnader (GK) for en gjennomsnittstrafikant bosatt i Oslo og Akershus Kilde: Ruud m fl 2010

| Reisetidselementer | Oslotrafikanter | | | Akershus trafikanter | | |
|--|-----------------|--|-------------|----------------------|--|--------------|
| | Minutter | Verdsetting (kr/min) | Sum | Minutter | Verdsetting (kr/min) | Sum |
| Tid til/fra holdeplassen | 12 | 1,3 | 15,6 | 14 | 1,6 | 23,0 |
| Ventetid mellom avgangene | 7 | 1,8 | 12,6 | 13 | 1,9 | 24,4 |
| Reisetid på transportmidlet | 20 | Sitteplass (83 %): 1,0 Ståplass (17 %): 1,7 | 16,6 5,8 | 35 | Sitteplass (88,5 %): 1,6 Ståplass (11,5 %): 2,4 | 49,2 9,7 |
| Forsinkelsestid (fordelt på alle trafikanter) | 8 (1,3) | 6,1 | 7,8 | 11 (3,2) | 7,8 | 23,4 |
| Byttetid (fordelt på alle trafikanter) | 6 (2,0) | 2,2 | 4,4 | 7(2,9) | 2,3 | 6,7 |
| Verdsetting av selve byttet (blant de 30 % som byttet) | | 11,7 | 3,9 | | 17,0 | 7,1 |
| Gjennomsnittspris for reisen (anslag) | | | 20 | | | 45,0 |
| Sum GK – gjennomsnittreise Oslo | | | 86,7 | | | 188,5 |
| Beregnet GK-elasticitet | | | -1,3 | | | -1,3 |

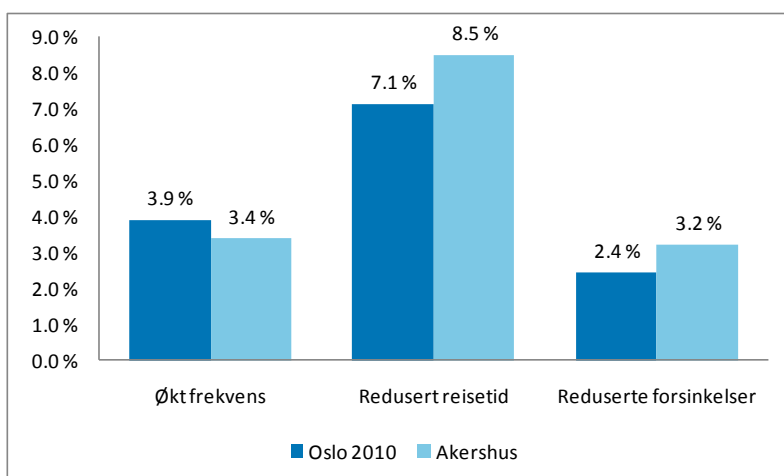
Hvis vi kjenner priselastisiteten for kollektivtrafikantene i Oslo og Akershus kan vi skalere GK-elasticiteten for disse trafikantene. Vi har i disse analysene benyttet en priselastisitet på -0,3 for begge markedene. Dette gir en GK-elasticitet på $(-0,3/23\%) = -1,3$. Hvis vi hadde tatt utgangspunkt i generaliserte reisekostnader som bare inkluderte reisetider ville GK for Oslo blitt 42 kr og for Akershus 104 kr per reise, og prisandelen hadde økt til nesten 50 prosent (Tabell 3.3). Det hadde gitt en lavere skalert GK-elasticitet på hhv -0,64 og -0,69, mens etterspørselseffekten blir omtrent den samme. Det skyldes at andelen for de resterende elementene i GK øker relativt like mye som GK-elasticiteten reduseres.

Tabell 3.3: Estimert etterspørselseffekt av full og redusert GK-beregning

| | Full GK-beregning | | Redusert GK-beregning | |
|--|-------------------|--------------|-----------------------|--------------|
| | Oslo | Akershus | Oslo | Akershus |
| Full GK | 87 | 189 | 42 | 104 |
| Prisandel | 0,23 | 0,24 | 0,47 | 0,43 |
| Skalert GK-elasticitet | -1,3 | -1,3 | -0,64 | -0,69 |
| Effekt av 20 prosent redusert reisetid | | | | |
| Endret GK (prosent) | -5,2 % | -6,3 % | -10,6 % | -11,4 % |
| Etterspørselseffekt | 7,1 % | 8,5 % | 7,4 % | 8,7 % |

Etterspørselseffekten av et nytt tilbud vil dermed være tilnærmet uavhengig av hvor mange faktorer som inngår i de generaliserte reisekostnadene, men effekten vil avhenge av hvor mye de ulike faktorene utgjør av de generaliserte reisekostnadene. Det avhenger både av

hvor lange reiser trafikantene foretar, hvor mange forsinkelser det er osv, og hvordan trafikantene verdsetter disse elementene. Vi har forsøkt å illustrere dette med å beregne effekten av 20 prosent økt frekvens, kortere reisetid og færre forsinkelser for trafikantene i Oslo og Akershus (Figur 3.1). Ut fra trafikantenes generaliserte reisekostnader ser vi at frekvens vil ha litt større effekt i Oslo, mens kortere reisetid og færre forsinkelser har større effekt i Akershus. Det har sammenheng med at frekvens utgjør en større andel av GK i Oslo enn i Akershus, mens trafikantenes reisetid og forsinkelser utgjør en større andel av GK i Akershus enn i Oslo. Disse eksemplene viser at bruk av slike GK-analyser vil være et godt verktøy for å kunne skreddersy tiltakene mot ulike trafikantgrupper.



Figur 3.1: Beregnet etterspørselseffekt av 20 prosent økt frekvens, redusert reisetid eller reduserte forsinkelser i Oslo og Akershus. Prognoser basert på endringer i generaliserte reisekostnader. Kilde: Ruud m fl 2010 + egne beregninger.

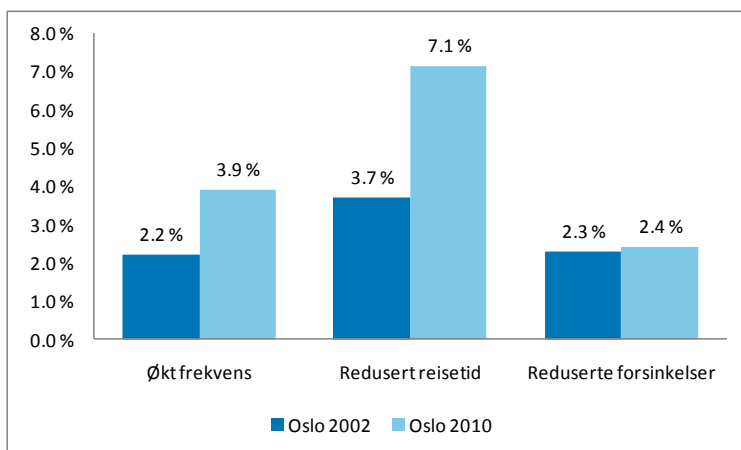
En sammenligning med den forrige SP-undersøkelsen i Osloregionen, som ble gjennomført i 2002, viser at trafikantenes verdsetting er høyere i 2010 enn i 2002.

Tabell 3.4: Verdsettinger Oslo og Akershus, 2010, 2002 (justert til 2010-pris (*17 %)). Kroner/ time. Kilder: Ruud m fl 2010 og Nossum 2003.

| | 2002 (kr/t) | 2010 (kr/t) | Endring 2002-2010 |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------------|
| Tid til holdeplass | 39 | 73 | 87 % |
| Ventetid mellom avgangene | 62 | 115 | 85 % |
| Reisetid med sitteplass | 33 | 59 | 79 % |
| Reisetid med ståplass | 48 | 99 | 106 % |
| Forsinkelsestid | 276 | 366 | 33 % |
| Byttetid | 74 | 141 | 91 % |
| Byttemotstand (per reise) | 2,8 | 12 | 329 % |

At trafikantenes verdsettinger generelt ser ut til å være høyere i dag enn for åtte år siden kan dels ha sammenheng med at trafikantenes krav til standard og komfort på kollektivtilbudet påvirkes av den generelle velstandsøkningen i det norske samfunnet. Når

folk får bedre råd øker også kravet til tidsbruken, dvs. tidskostnaden. At tidsverdsettingen har økt siden 2002 kan også ha sammenheng med at passasjersammensetningen har endret seg som følge av at flere reiser kollektivt. Spesielt i Oslo har antall kollektivreiser per innbygger økt, noe som sannsynligvis både betyr at man har fått nye kundegrupper og at kundene reiser kollektivt til andre formål enn tidligere.



Figur 3.2: Beregnet etterspørselseffekt av 20 prosent økt frekvens, redusert reisetid eller reduserte forsinkelser i Oslo. Prognoser basert på nye og gamle tidsverdier fra Oslo. Kilde: Nossum 2003 og Ruud m fl 2010 + egne beregninger.

3.3 Direkte og indirekte etterspørselseffekter

Vi har beregnet hvordan trafikantenes nytte av bedre framkommelighet avhenger av hvor mange synergigevinster som kan hentes ut av et slikt tiltak. Vi har i disse beregningene sett på stegvis økende synergigevinster (tabell 6.5):

5. Alternativ 1: I basisalternativet ser vi utelukkende på tidsgevinstene for en kollektivtrafikanter med sitteplass.
6. Alternativ 2: I neste alternativ inkluderer vi tidskostnadene for den andelen av trafikantene som må stå på transportmidlet, og som har en høyere tidskostnad.
7. Alternativ 3: I det siste alternativet har vi også inkludert ev. gevinster i form av mindre forsinkelser og trengsel på transportmidlene.
8. Alternativ 4: I neste alternativ inkluderer vi også gevinsten av økt frekvens hvis den bedre framkommeligheten kan hentes ut i raskere omløpstid. Dette gir også mindre byttetid for de som skifter transportmiddel underveis.

Vi kan dele inn disse effektene i tre grupper: de direkte etterspørselseffektene, komforteffektene og synergigevinstene (Tabell 3.5). Alternativ 1 og 2 (over) vil være de direkte effektene, alternativ 3 komforteffektene og alternativ 4 synergigevinstene.

Tabell 3.5: Direkte og indirekte etterspørselseffekter

| Etterspørselseffekter | Bedre framkommelighet | Økt frekvens |
|-------------------------|---|--|
| Direkte effekter | Kortere reisetid for trafikantene | Mindre ventetid til neste avgang |
| Komforteffekter | Færre forsinkelser | Bedre kapasitet/færre ståplasser Økt komfort/nye vogner |
| Synergigevinster | Hyppigere avganger Bedre kapasitet/færre ståplasser/mindre trengsel Mindre byttetid ved knutepunkter/(alternativt direkte overgang) | Mindre byttetid ved knutepunkter |

Vi har beregnet effekten med utgangspunkt i data fra Oslo (Tabell 3.6). Denne tabellen viser at etterspørselseffekten vil avhenge av om det bare er de direkte effektene som danner grunnlag for gevinsten, eller om det også er medregnet komfortelementer og synergigevinster. I vårt eksempel er den direkte effekten av 20 prosent kortere reisetid en passasjerøkning på 5,6 prosent. Denne øker til 7,6 prosent hvis vi tar hensyn til at en viss andel av passasjerene står på transportmiddelet, og ca 12 prosent hvis vi medregner forsinkelser og trengsel på transportmiddelet. Den største effekten får vi hvis kortere reisetid også kan gi økt frekvens og kortere byttetid i knutepunktene. Denne effekten er mest usikker fordi den avhenger av hvor godt koordinert byttene er i dag, og i hvilken grad det er mulig å øke omløpshastigheten.

Tabell 3.6: Trafikantnytte og etterspørselseffekter Eksempel for Oslotrafikantene 2009 Kilde: Ruud m fl 2010

| Effekter | Direkte effekter | | Komforteffekter | Synergieffekter |
|-------------------------------|------------------|-------------|-----------------|-----------------|
| | 1: Basis | 2: Ståplass | 3: Forsinkelser | 4: Frekvens |
| Endret tilbud | 3,6 % | 4,9 % | 7,5 % | 11,6 % |
| Endret antall passasjerer | 5,6 % | 7,6 % | 12,1 % | 19,7 % |
| Tilbudselastisitet (reisetid) | -0,28 | -0,38 | -0,60 | -0,98 |
| Passasjerens nytte (mill.kr) | 651 | 883 | 1 390 | 2 216 |

Dette eksempelet gir en beregnet tilbudselastisitet på mellom -0,3 og -0,6, avhengig av hvor mange komfortelementer som er med i beregningene. Intervallet er omtrent identisk med oppsummeringen av norske og internasjonale erfaringer vist i Tabell 3.1. Hvis det er mulig å hente ut synergigevinster i rutenettet øker elastisiteten til ca -1, men det er en maksimal effekt.

Eksempelet viser at både etterspørselseffekten og samfunnsnyttene av kollektivtiltak vil bli påvirket av hvor mange faktorer som påvirkes av tiltakene. I dette eksempelet øker samfunnsnyttene fra ca 650 mill kr årlig til ca 1,4 mrd når komfortelementene inkluderes og 2,2 mrd kr hvis alle synergigevinster kan hentes ut. Dette vil være helt avgjørende for hvor kostnadseffektive de ulike tiltakene er, både i forhold til redusert biltrafikk og samfunnsøkonomiske gevinster.

3.4 Selvstendig preferanse for skinnegående transport

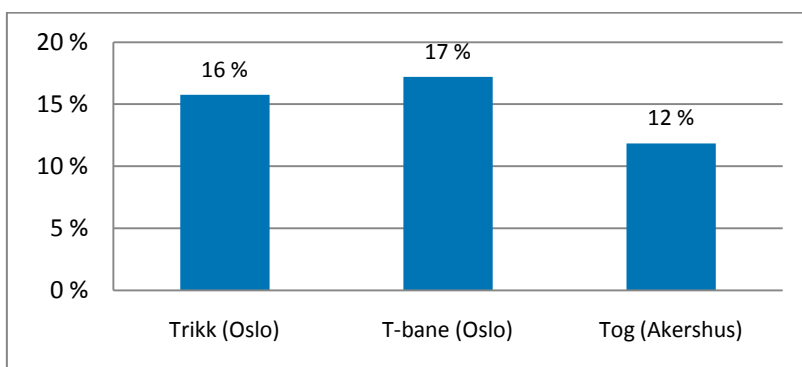
Et viktig spørsmål i vurderingen av hvilke tiltak som er mest kostnadseffektive i klimapolitikken er om trafikantene verdsetter skinnegående transport høyere enn å reise med buss. Både trikk, T-bane og tog har mindre utslipp enn buss, men vil samtidig være mer kostnadskreven. Spørsmålet er derfor om trafikantene har en høyere betalingsvillighet for disse transportmidlene, og om skinnegående transport vil generere flere trafikanter sammenlignet med buss? Denne problemstillingen er selvsagt ikke relevant på alle strekninger, men i de tilfeller der satsing på buss og skinnegående vurderes opp mot hverandre, som f.eks trikk eller buss mellom Oslo sentrum og Tonsenhagen, vil trafikantenes preferanse for skinnegående transport være en av faktorene som inkluderes.

I alle undersøkelser som er foretatt av trafikantenes preferanser for skinnegående transport er det funnet en ”skinnefaktor”. Både i 1992-undersøkelsen og 2002-undersøkelsen i Oslo-området ble det funnet en preferansekonstant, dvs. at trafikantene har en selvstendig preferanse for de skinnegående transportmidlene (Norheim 1996, Nøssum 2003). Også 2010-undersøkelsen viste at trafikantene har en klart signifikant preferanse for skinnegående transportmidler. I gjennomsnitt verdsetter trafikantene trikk og T-bane med 8-9 kroner per reise. Tog verdsettes til 15 kroner per reise (Tabell 3.7).

Tabell 3.7: Verdsetting av skinnegående transport (konstantleddfaktoren). Kr/ reise. Kilde: Ruud m fl 2010.

| | Kr/reise | T-verdi | 95 % konfidensintervall | |
|----------------|----------|---------|-------------------------|------|
| | | | lav | høy |
| Tog (Akershus) | 15,1 | 9,7 | 12,0 | 18,2 |
| T-bane (Oslo) | 9,4 | 5,5 | 6,0 | 12,7 |
| Trikk (Oslo) | 8,7 | 6,9 | 6,2 | 11,1 |

Skinnefaktoren kan omregnes til etterspørselseffekter av skinnegående transport. Resultatene viser at en satsing på skinnegående transport fremfor buss kan forventes å gi en etterspørselseffekt på mellom 12 og 16 prosent flere passasjerer. I en realitetsvurdering er det imidlertid selvsagt viktig å avvise denne effekten opp mot kostnadene, og det er mange reisestrekninger der det uansett er uaktuelt å satse på skinnegående transport.



Figur 3.3: Etterspørselseffekt av skinnefaktor. Beregnet på grunnlag av data fra SP Oslo/ Akershus 2010. Kilde: Ruud m fl 2010.

3.5 Etterspørselseffekter av bedre tilrettelegging for sykkel

Det finnes få undersøkelser om etterspørselseffekten av gang- og sykkeltiltak, og det finnes lite verdsettingsdata om sykling av nyere dato. I forbindelse med en utredning om kollektivalternativene i Tønsbergpakken (Vibe m fl 2004) ble det gjennomført en "Stated Preference"-undersøkelse der syklister og bilister ble bedt om å prioritere mellom sykkeltiltak. Innenfor dette prosjektet har vi benyttet verdsetninger fra denne undersøkelsen. Vi vil imidlertid understreke at det er usikkerhet knyttet til hvilken relevans resultatene fra denne undersøkelsen har for alle norske byområder. Dette må en ta hensyn til i fortolkningen av resultatene.

Syklister er ingen homogen gruppe, og de ulike gruppene vil kunne ha ulike krav til tilretteleggingen for sykling. "Transport"-syklistene ønsker å komme så fort frem som mulig, mens fritids-/mosjons-syklister, sykler mer for mosjonens skyld, eller for moro skyld. For disse er det ikke nødvendigvis kortest mulig reisevei like viktig.

Analysene fra Tønsbergpakken viser imidlertid at det ikke er noen signifikant forskjell mellom de ulike gruppene av syklister når det gjelder deres verdsetting/prioritering av tiltak.

Resultatene fra Tønsbergpakken viser at det å slippe å sykle i blandet trafikk verdsettes høyt, både blant de som sykler i dag, og bilistene. Å kunne sykle på separat gang – og sykkelfelt, og å sykle på eget sykkel felt i vegbanen verdsettes omtrent like høyt, eller å sykle på fortauet med eget oppmerket felt verdsettes omtrent like høyt. Tønsberg-undersøkelsen gir med andre ord ingen klare resultater når det gjelder hvilke type felt som bør prioriteres.

Både for dagens bilister og for dagens syklister er egnede sykkel felt viktigere enn muligheter for å sette fra seg sykkel i sykkelstativ.

Verdsetting av sykkelparkering er ikke signifikant blant syklistene. En mulig forklaring er at dagens syklister allerede har tilfredsstillende sykkelparkering, og at de derfor ser på dette som en selvfølge.

Blant de som ikke sykler i dag, og særlig blant dagens bilister, er det derimot viktig med mulighet til å kunne benytte sykkelstativ. Dagens bilister verdsetter blant annet muligheten til å sette fra seg sykkel i avlåst sykkelparkering til kr. 20 pr reise. For å få denne gruppen til å begynne å sykle, er det derfor viktig å satse på egnet sykkelparkering, men sikre sykkeltraseer er det viktigste tiltaket å prioritere for begge trafikantgrupper.

Tabell 3.9: Verdsetninger fra samvalg mellom henholdsvis sykkel og bil. Kr pr minutt og kr pr reise.. Kilde: Vibe m fl 2004

| Egenskaper | Syklister (vs bil) | Bilister |
|---|--------------------|----------|
| Sykle på gang- og sykkelveg | -38,1 | -39,6 |
| Sykle på eget sykkel felt i vegbanen | -27,7 | -34,0 |
| Sykle på fortauet | -20,2 | -36,9 |
| Mulig å sette sykkel i avlåst sykkelparkering | -3,6 ^{is} | -20,1 |
| Mulig å bruke sykkelstativ ute under tak | -0,6 ^{is} | -21,5 |
| Mulig å bruke sykkelstativ ute | -4,0 ^{is} | -15,4 |
| Reisetid sykkel | 1,6 | 2,6 |

^{is} = ikke signifikant

Å sykle har ingen direkte reisekostnad. Syklistenes reiseoppofrelse kan dermed ikke beregnes i generalisert kostnad (GK), men kan beregnes som generalisert tid (GT). Fra Tønsberg-undersøkelsen har vi en verdsetting av sykkeltid på 1,22 kr/minutt (oppjustert til 2009-kr). Dette stemmer godt overens med syklistenes tidsverdsetting i et europeisk prosjekt (Stangeby 1997). En litteraturstudie i regi av Victoria Transport Institute (www.vtppi.org) anbefaler en tidskostnad for sykling på 3,75 \$ pr time (dvs. 24,5 nok). Et anslag for generaliserte reisekostnader for syklist er 10 kr/km, men tallene er svært usikre (Elvik m fl 1999).

For å beregne etterspørselseffekten av tiltakene, må man ha elastisiteter som sier hvor stor endring man får i sykkelbruken ved en prosentvis endring av sykkeltilbudet. Det finnes ingen GT-elastisiteter for sykkelbruk og også lite tilbudselastisiteter.

En undersøkelse viser en sykkelfeltelastisitet på 0,6 (Katz 1996). Det vil si at 10 prosent økning i sykkelfelt for dagens syklist vil gi 6 prosent økt sykkelbruk.

Mange sykkelreiser er korte. I gjennomsnitt tar de 17 minutter og er på 3,6 km. Vi har derfor antatt en tidselastisitet på -0,3 for sykkelreisene for å kunne beregne effekter av ulike typer tilrettelegging for sykkelbruk. Det betyr 1,7 minutter kortere reisetid vil gi 3 prosent flere sykkelturner.

I beregningen av effektene av ulike sykkeltiltak har vi med utgangspunkt i verdsettingene fra Tønsbergundersøkelsen sett på hvor mye "ekstra reisetid" trafikantene er villig til å bruke med ulike tilretteleggingstiltak for sykkel. Dvs. ulempene knyttet til å sykle i vegbanen i forhold til på egen gang-/sykkelvei, målt i minutter ekstra sykkeltid. Dette tillegg i reisetid vil være forskjellig for de som allerede sykler og for dagens bilister.

Tabell 3.10: Etterspørselseffekter av sykkeltiltak, med utgangspunkt i en "Stated Preference"-undersøkelse i Tønsberg-området.

| | Tillegg for ulempen ved å: | | Etterspørselseffekter | |
|-----------------------------|----------------------------|----------|-----------------------|----------|
| | Syklist | Bilister | Syklist | Bilister |
| Sykle i veien | 24 min | 15 min | | |
| Sykle på fortau | 11 min | 1 minutt | 58 % | 81 % |
| Sykle på separat sykkelfelt | 7 min | 2 min | 76 % | 74 % |
| Sykkelvei | 0 | | 107 % | 87 % |
| Avlåst sykkelparkering | 2 min | 8 min | 4,1 % | 14,2 % |
| Stativ under tak | 0,4 min | 8 min | 0,7 % | 15,2 % |
| Stativ ute | 2,3 min | 6 min | 4,6 % | 10,9 % |

Effektene av sykkeltiltak er forskjellig i ulike trafikantgrupper. De som sykler i dag legger stor vekt på at det skal være trygt å sykle, mens parkeringsmulighetene ikke er av like stor betydning. Dagens syklist legger med andre ord ikke så stor vekt på hvor og hvordan de parkerer sykkelen. Analysen viser at dagens syklist vil øke sykkelbruken sin til det dobbelte hvis de får gang/sykkelvei hele veien dvs. "fra dør til dør".

Også en annen studie viser at egne sykkelfelt har stor betydning: I følge Katz (1999) vil separate sykkelfelt hele veien gi en økning i sykkelbruken på 76 prosent, mens det å kunne sykle på fortau hele vegen vil øke sykkelbruken med over 50 prosent.

4. Drivkrefter og utviklingstrekk i de største byområdene

4.1 Økonomisk vekst gir økt transportomfang

Transportmarkedet endres over tid og dermed også rammebetingelsene for bil, kollektivtransport og sykkel.

Transportbehovet har sammenheng med arealplanlegging i byregionen, og hvordan transporttilbudet bygger opp under befolkningens reisemønster.

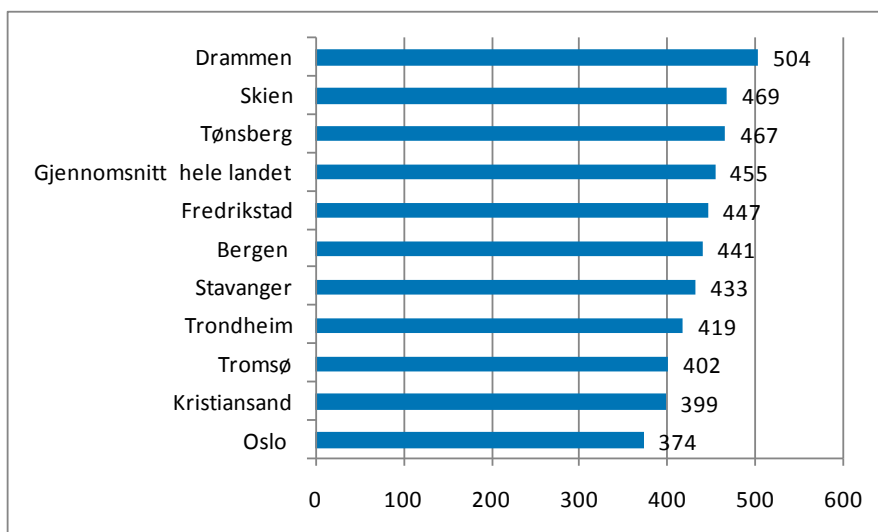
Det er tunge drivkrefter som trekker i retning av økt bruk av bil:

- Befolkningens tilgang til bil øker
- Barn og unge sosialiseres til bilbruk. Barn fraktes med bil til og fra barnehage, dagmamma, skole, fritidsaktiviteter
- Stadig flere eldre kjører bil. Kommende generasjoner av eldre tar med seg innarbeidete reisevaner over i pensjonisttilværelsen
- Økt krav til kvalitet og komfort for den reisende gjør bilen til et enkelt alternativ for mange

Økonomisk vekst, økende bil- og førerkortinnehavere og reduserte bilkostnader er de viktigste drivkreftene bak transportutviklingen. I Norge har bilholdet økt jevnt. Bilbestanden økte med 24 prosent fra 1997 til 2007, og i 2007 fantes det 2,7 millioner biler i Norge (SSB 2007).

Bare i løpet av de fire årene fra 2003 til 2007 har bilholdet per innbygger økt med 6 prosent på landsbasis.

Per 2007 er det 455 biler per 1000 innbyggere i snitt. Drammen, Skien og Tønsberg ligger over landsgjennomsnittet, mens de største byene ligger langt under snittet.



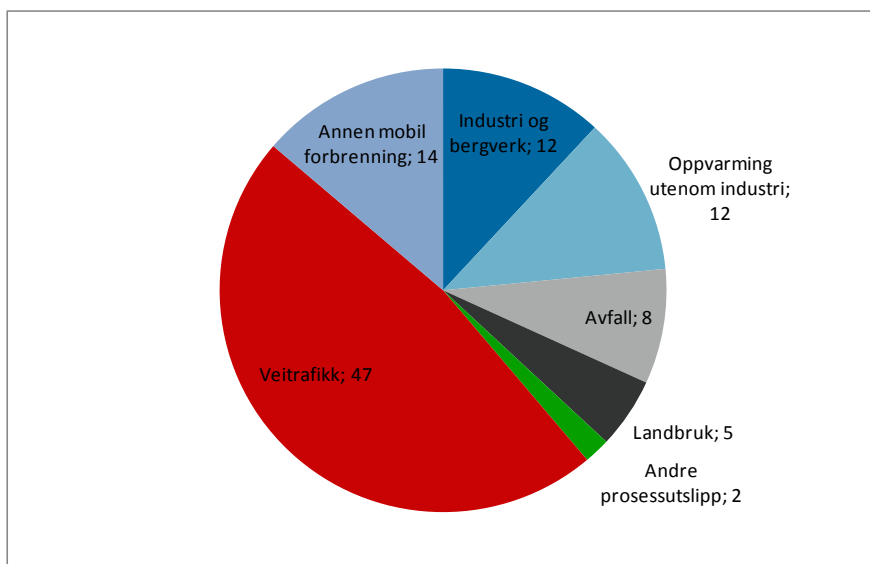
Figur 4.1: Antall biler per 1000 innbyggere. 2007. Kilde: SSB.

Selv om økonomiske tilbakeslag som følge av finanskrisen kan endre betingelsene for en del av faktorene som har betydning for transportomfanget og transportmiddelfordelingen, vil det på lang sikt vil det være utfordringer knyttet til transportomfanget i byene som det uansett må tas høyde for i dagens areal- og transportplanlegging.

4.2 Veitrafikken står for en stor del av CO₂-utslippene, og utslippene har økt kraftig de siste årene

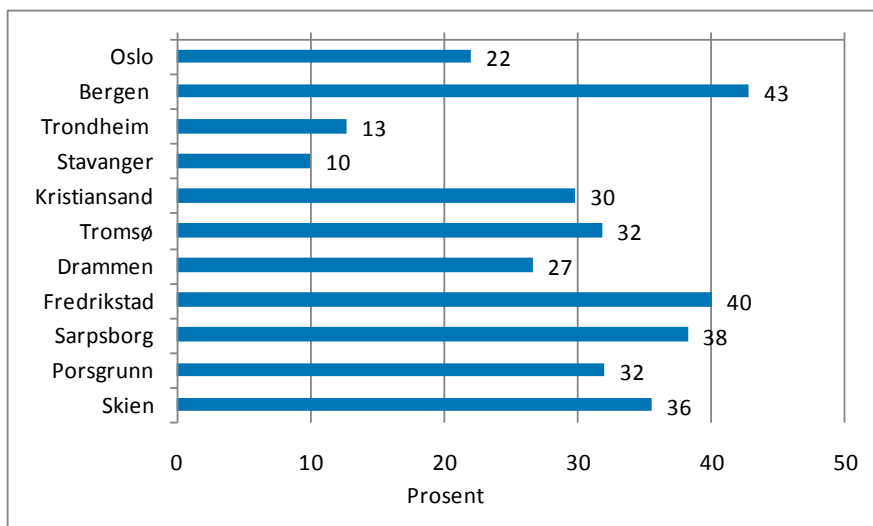
Til tross for målsettinger om det motsatte har det vært en kraftig økning av CO₂-utslippene i Norge. Tall fra SSB viser at Norges CO₂-utslipp var ca 55 millioner tonn i 2007 – en økning på til sammen 11 prosent fra 1990. Klimagassutslippene fra veitrafikken har økt med 33 prosent fra 1990 til 2007.

Veitrafikken står i dag for nesten halvparten av klimagassutslippene i landets ti største byer.



Figur 4.2: Kildefordelt klimagassutslipp (CO₂-ekv) i 10 byer (Oslo, Bergen, Trondheim, Stavanger, Kristiansand, Fredrikstad, Sarpsborg, Skien, Drammen og Tromsø). 2007. Kilde: SSB.

Av de 11 største byene er det i Bergen at utslippene fra veitrafikken har hatt størst økning. Her har CO₂-utslippene fra veitrafikken økt med 43 prosent fra 1991 til 2007. Stavanger og Trondheim har hatt den laveste utslippøkningen fra veitrafikken.



Figur 4.3: Endring i CO₂-utslipp (CO₂-ekv) fra veitrafikken 1991-2007. Prosent. Kilde: SSB.

4.3 Betydningen av kjennetegn ved befolkningen

Analysen av de nasjonale reisevaneundersøkelsene 1985-2005

Hvilke klimatiltak som er mest kostnadseffektive vil avhenge av rammebetingelsene for bruk av bil og andre transportformer. Vi har i dette prosjektet analysert de nasjonale reisevanedataene i Norge for å belyse de langsiktige effektene av rammebetingelser på klimautslipp og miljø.

I analysen av reisevanedata har vi koblet sammen alle de nasjonale reisevaneundersøkelsene som er gjennomført til en felles database, dvs. RVU i 1985, 1991/92, 1997/98, 2001 og 2005. Det er gjennomført analyser av de 13 største byområdene i Norge (jf. SSBs kollektivstatistikk). Utvalget utgjør i alt 25 500 personer, og 83 500 reiser.

Formålet med analysene er å se på hvordan individuelle rammebetingelser for bil og kollektivtransport påvirker antall reiser med ulike transportmidler, og derigjennom utslipp av CO₂. Vi har laget en etterspørselsmodell som tar utgangspunkt i antall reiser per dag med de ulike transportmidlene, og hvor mye de ulike rammebetingelsene påvirker dette antallet:

- Rammebetingelser for bil: førerkortinnehav og biltilgang
- Rammebetingelser for kollektivtransport: avstand til holdeplass og avgangsfrekvens
- Antall reiser til ulike formål
- Kjennetegn ved trafikantene: kjønn og alder
- Som korrigeringsfaktor er det lagt inn om man har foretatt reisen på en helgedag, eller i juli måned
- Trendledd, dvs. utvikling over tid utover endringer i rammebetingelsene

Analysene er mer grundig dokumentert i Ellis (2010).

- Hvor langt de har reist i løpet av dagen, her operasjonalisert som gjennomsnittlig reiselengde per reise
- Hvor mange reiser de har foretatt til ulike formål

- Tilgang til transportmidler og transporttilbud, både kollektivsystemet og tilgang til bil
- Kjennetegn ved trafikantene: kjønn og alder
- Som korrigeringsfaktor er det lagt inn om man har foretatt reisen på en helgedag, eller i juli måned.
- Endring av reisemønster over tid, ved et trendledd.

Vi har valgt å benytte en felles modellstruktur for alle analysene, det vil si en enkel lineær regresjonsanalyse med de samme forklaringsfaktorene. Dette innebærer at analysene trolig kan forbedres for det enkelte transportmiddel, men dette vil gå på bekostning av sammenlignbarhet mellom de ulike modellanalysene. Parameterverdiene kan leses som endringer i antall reiser per dag for hver enkelt person, avhengig av hvilke faktorer som endres.

Selv om denne analysen er gjennomført for de 13 største byområdene, er resultatene svært sammenfallende med resultatene fra en tilsvarende analyse for hele landet, gjennomført for perioden 1985-1998 (Norheim og Stangeby 1999).

Tabell 4.1: Resultater av etterspørselsanalysene – tidsserie 1985-2005, antall reiser per dag med ulike transportmidler. Isolerte effekter av endringer i ulike rammebetingelser (ustandardiserte b-koeffisienter). 13 byområder samlet. Vektet etter år. Alder 13-74 år. N=24485 Kilde: RVU1985 - 2005

| | Kollektivt | Bilfører | Bilpassasjer | Gangturer | Sykkelturer |
|--|------------|----------|--------------|-----------|-------------|
| Adjusted R Square | 0,25 | 0,60 | 0,12 | 0,27 | 0,09 |
| Konstant | 4,47 | -16,51 | -6,00 | 1,92 | -2,41 |
| Gjennomsnittlig reiselengde per reise | 0,001 | | 0,001 | -0,001 | 0,000 |
| Antall reiser til arbeid | 0,10 | 0,59 | 0,06 | 0,14 | 0,06 |
| Antall reiser til skole | 0,20 | 0,18 | | 0,37 | 0,18 |
| Antall tjenestereiser | 0,05 | 0,75 | 0,06 | 0,07 | |
| Antall handle- og servicereiser | 0,03 | 0,53 | 0,08 | 0,29 | 0,04 |
| Antall følge- og omsorgsreiser | -0,01 | 0,90 | 0,01 | 0,09 | |
| Antall fritidsreiser | 0,07 | 0,28 | 0,13 | 0,43 | 0,07 |
| Antall besøksreiser | 0,03 | 0,46 | 0,17 | 0,24 | 0,06 |
| Antall reiser til andre formål | 0,05 | 0,55 | 0,08 | 0,22 | 0,05 |
| Svært god tilgang til kollektivtransport vs dårlig | 0,13 | -0,25 | -0,08 | 0,19 | 0,02 |
| God tilgang til kollektivtransport vs dårlig | 0,04 | -0,08 | | | 0,04 |
| Har sesongkort | 0,87 | -0,36 | -0,05 | -0,19 | -0,21 |
| Har førerkort for bil | -0,21 | 0,99 | -0,30 | -0,34 | -0,11 |
| Ingen biler i husholdningen | 0,20 | -0,33 | -0,22 | 0,30 | 0,06 |
| Antall biler i husholdningen | -0,06 | 0,28 | -0,04 | -0,13 | -0,05 |
| Kvinner | 0,07 | -0,40 | 0,29 | 0,15 | -0,07 |
| 24 år og yngre vs 25-66 år | 0,03 | -0,28 | 0,17 | | 0,14 |
| 67 år og eldre vs 25-66 år | | 0,18 | -0,06 | | -0,10 |
| Juli | -0,03 | 0,07 | | -0,14 | 0,09 |
| Lørdag | -0,08 | | 0,10 | -0,06 | -0,02 |
| Søndag | -0,18 | 0,05 | 0,08 | | -0,02 |
| Trendledd | -0,002 | 0,008 | 0,003 | | 0,001 |

Alle variablene er med i modellkjøringen, men bare estimater som er statistisk signifikante på 5 % nivå eller mindre vises i tabellen. Estimater i parentes er signifikante på 10 % nivå. Fullstendige resultattabeller finnes i vedlegg 1.

Etterspørselsmodellen viser følgende resultater:

Reiseformål

Antall reiser man foretar til ulike formål legger føringer på hvilke transportmiddel man benytter. Men alle typer reiseformål reiser genererer flere bilreiser enn andre typer reiser, bortsett fra skolereiser og fritidsreiser, som genererer flest gangturer. Resultater fra etterspørselsmodellen viser for eksempel at:

- Bilandelen er høyest på omsorgsreiser, tjenestereiser og arbeidsreiser. For eksempel genererer hver arbeidsreise 0,59 reiser som bilfører, 0,12 gangturer, og 0,10 kollektivreiser. Det vil si at om det foretas 100 reiser, vil 59 av dem være en reise som bilfører og 10 av reisene vil være en kollektivreise, gitt at alt annet er likt. Hver følge- og omsorgsreise genererer 0,90 reiser som bilfører, og 0,09 gangturer, men nesten ingen kollektivreiser, sykkelturner eller reiser som bilpassasjer.
- Gange er mest vanlig på fritidsreiser og på skolereiser: For eksempel genererer hver fritidsreise 0,43 gangturer. Og hver skolereise genererer 0,37 gangturer, men bare 0,18 bilreiser som sjåfør.
- Kollektivandelen er høyere enn gjennomsnittet på skolereiser og arbeidsreiser. Hver skolereise genererer 0,20 og hver arbeidsreise genererer 0,10 kollektivreiser.

Tilgang til kollektivtransport og sesongkort

Jo bedre tilgang til kollektivtransport man har, jo flere kollektivreiser, og jo færre bilreiser foretar man. De med et godt kollektivtilbud i nærområdet foretar også flere reiser til fots enn de som har et dårligere kollektivtilbud. Dette er ikke unaturlig: Dersom man for eksempel har benyttet kollektivtransport til og fra arbeid, og skal hente i barnehagen på veien, er det for mange mest hensiktsmessig å gå fra barnehagen og hjem. Dersom man reiser med bil, vil man gjerne benytte bil i hele reisekjeden. Resultater fra etterspørselsmodellen viser for eksempel at:

- Tilgang til kollektivtransport spiller størst rolle for antallet reiser som foretas som bilfører. De som har svært god tilgang til kollektivtransporten foretar 0,25 færre reiser som bilfører enn de som har dårlig tilgang, og de som har god tilgang foretar 0,08 færre reiser som bilfører enn de som har dårlig tilgang.
- De med svært god tilgang til kollektivtransporten foretar både flere kollektivreiser og reiser til fots. Disse foretar 0,13 flere kollektivreiser enn de som har dårlig tilgang, og 0,19 flere gangturer.

Fører kort og tilgang til bil

God biltilgang fører til flere bilreiser og reduserer antall ikke-motoriserte reiser. Resultater fra etterspørselsmodellen viser for eksempel at:

- Personer med førerkort for bil foretar 0,99 flere reiser som bilfører, og 0,30 færre reiser som bilpassasjer enn de uten førerkort. Og de foretar 0,21 færre kollektivreiser, 0,19 færre gangturer og 0,11 færre sykkelturner enn de som har førerkort.
- De som ikke har bil i husstanden foretar 0,20 flere kollektivreiser, 0,30 flere gangturer og 0,06 flere sykkelturner enn de som har bil i husstanden. Og de foretar 0,33 færre reiser som bilfører og 0,22 færre reiser som bilpassasjer enn de som har bil i husstanden.
- Samtidig ser vi at jo flere biler man har, jo flere bilreiser foretar man, og jo færre kollektivreiser, og gang- og sykkelturner foretar man.

Kjennetegn ved trafikantene

Kjennetegn ved trafikantene har også en viss betydning for antall reiser som foretas med ulike transportmidler. Vi ser at:

- Kvinner foretar 0,40 færre bilreiser som sjåfør enn menn, men tar dette igjen ved å foreta 0,29 flere bilreiser som passasjer. Kvinner foretar 0,07 flere kollektivreiser og 0,15 flere gangturer enn menn, men 0,07 færre sykkelreiser.
- Personer under 25 år foretar 0,28 færre bilreiser som sjåfør, og 0,17 flere bilreiser som passasjer enn de i alderen 25-66 år. De foretar også 0,14 flere sykkelreiser. Antall kollektivreiser og gangturer er nokså likt i de to aldersgruppene. De over 67 år foretar 0,18 flere bilreiser, 0,10 færre sykkelreiser enn de i alderen 25-66 år.

Tidspunkt for når reisen blir foretatt

Tidspunkt for når reisen foretas har også en viss betydning for antall reiser som foretas med de ulike transportmidlene:

- I juli måned foretas det 0,07 flere bilreiser og 0,09 flere sykkelreiser enn ellers i året, og 0,14 færre gangturer.
- I helgedager foretas det færre kollektivreiser, og flere bilreiser enn i ukedagene.

Modellen har en svært god forklaringskraft for antall bilreiser, med en føyning (adj. R^2) på 0,60. Dette vil si at modellen forklarer 60 prosent av variasjonen i antall bilreiser. Resten skyldes individuelle forskjeller og faktorer som ikke er med i analysene. Modellen har også ganske god forklaringskraft når det gjelder antall kollektiv- og gangturer. For kollektivreiser har modellen en forklaringskraft på 25 prosent, og for gangturer har den en forklaringskraft på 27 prosent. Modellen er dårligst egnet til å beskrive variasjoner i antall sykkelreiser (føyning på 0,09) og reiser som bilpassasjer (føyning på 0,12).

I tillegg ser vi at generelle utviklingstrekk medfører noe færre kollektivreiser og en del flere bilreiser over tid.

Oppsummering av hovedresultater i analysene av RVU-data

I tabellen oppsummeres faktorene i modellen som slår sterkest ut på antallet kollektiv- og bilreiser og reiser til fots i de 13 byområdene.

Tabell 4.2: Hovedresultater i modellanalysen av RVU-data (jf tabell 4.1). + = økning, - = reduksjon.

| | Kollektivreiser | Bilreiser | Reiser til fots |
|---|-----------------|-----------|-----------------|
| Personlige kjennetegn | | | |
| Andel kvinner | + | - | + |
| Andel 18-25 år vs 26-66 år | | - | |
| Andel > 67 år vs 26-66 år | | + | |
| Formål | | | |
| Andel arbeidsreiser | + | + | + |
| Andel omsorgsreiser | - | + | |
| Biltilgang | | | |
| Andel med førerkort | - | + | - |
| Andel med bil i husholdningen+ antall biler | - | + | - |
| Tilgang til kollektivtransport | | | |
| Andel med svært godt/godt kollektivtilbud | + | - | + |
| Andel med sesongkort for kollektivtransport | + | - | - |
| Reisetidspunkt | | | |
| Andel helgereiser | - | + | |

Det er viktig å understreke at rammebetingelser knyttet til areal- og transportplanlegging ikke er med i denne modellen. Både befolkningstetthet og parkeringstilgang har for eksempel betydning for transportomfang og reisemiddelvalg, noe vi belyser i de andre analysene som er foretatt innen prosjektet.

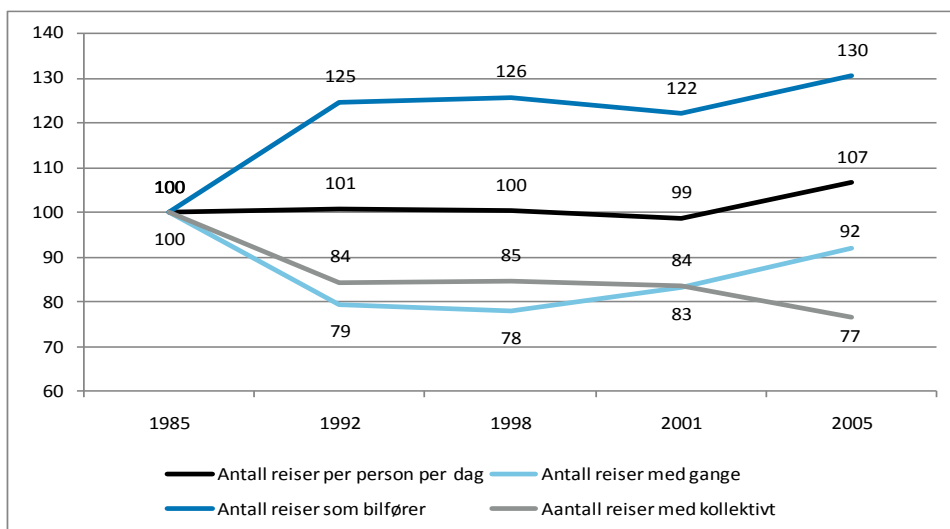
4.4 Endring i transportmiddelfordeling 1985-2005

I perioden 1985 til 2005 har det skjedd små endringer i det gjennomsnittlige antall reiser hver person foretar per dag i de 13 byområdene som er inkludert i analysen. Antallet har holdt seg nokså stabilt på litt i overkant av 3,3 reiser. Fra 2001 til 2005 skjedde det imidlertid en liten økning i antall reiser, og hver person foretok i gjennomsnitt 3,56 reiser per dag i 2005.

Transportmiddelfordelingen har imidlertid endret seg en god del i perioden. Antall reiser som bilfører økte fra 1,33 bilreiser pr dag i snitt i 1985 til 1,73 bilreiser per dag i snitt i 2005. Det foretas 30 prosent flere bilreiser i dette området i 2005 enn i 1985. Mens reiser som bilfører utgjorde 40 prosent av alle reiser i 1985, økte denne andelen til 49 prosent i 1992. Deretter har antall reiser som bilfører holdt seg relativt stabilt på rundt 50 prosent av alle daglige reiser.

I samme periode har det skjedd en nedgang i gjennomsnittlig antall kollektivreiser per person. Mens hver person gjennomførte 0,47 kollektivreiser per dag i snitt i 1985, sank dette til 0,36 reiser i 2005. Kollektivreiser utgjorde 14 prosent av alle reiser i 1985, og 10 prosent i 2005. I 2005 ligger antall kollektivreiser 23 prosent lavere enn i 1985.

Det har også skjedd en tilsvarende nedgang i antall reiser til fots.



Figur 4.4: Utvikling i gjennomsnittlig antall reiser per person per dag, totalt og med ulike transportmidler. Indeks

4.5 Økt tilgang til bil har ført til flere bilreiser og færre kollektivreiser

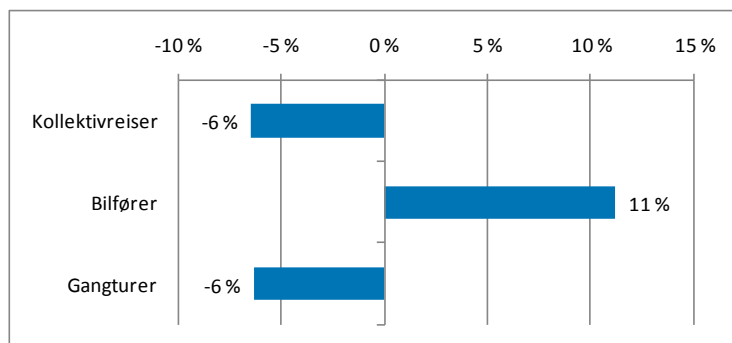
På 1980- og 90-tallet økte førerkortandelen i befolkningen, både i de 13 byområdene og i landet som helhet. I 1985 hadde 73 prosent av befolkningen i alderen 18-74 år førerkort i de 13 byområdene, en andel som økte til 83 prosent i 1992 og til 88 prosent i 1998. Deretter har førerkortandelen holdt seg stabil på litt i underkant av 90 prosent.

Andelen med bil i husstanden har holdt seg relativt stabilt i de 13 byområdene i denne perioden, men gjennomsnittlig antall biler i hver husstand har økt noe. Det vil si at befolkningens tilgang til bil har økt.

God tilgang til bil fører til flere bilreiser og færre ikke-motoriserte reiser. Resultater fra etterspørselsmodellen viser for eksempel at hver ekstra person med førerkort for bil betyr nesten en ekstra bilreise per dag. Samtidig foretar personer med førerkort noe færre kollektivreiser, gangturer og sykkelreiser enn de som ikke har førerkort. Samtidig er det slik at jo flere biler man har i husstanden, jo flere bilreiser foretar man, og jo færre kollektivreiser, gang- og sykkelreiser foretar man.

Analysene viser at økt førerkortandel og økt biltilgang isolert sett har medført 11 prosent økning i antall bilreiser i perioden 1985-2005. Det vil at endringer i rammebetingelser for bil kan forklare om lag en tredjedel av den totale økningen i antall bilreiser i perioden. Resten av økningen skyldes andre forhold.

Økt førerkortandel og økt biltilgang har videre medført at antall kollektivreiser og gangturer har gått ned med 6 prosent.

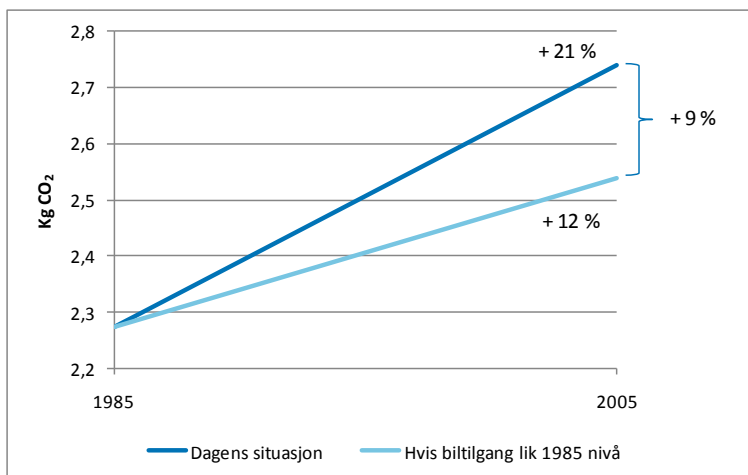


Figur 4.5: Isolert effekt av økt førerkortandel og biltilgang fra 1985 til 2005 - prosentvis endring i gjennomsnittlig antall reiser pr pers pr dag

4.6 Økt biltilgang har ført til økt CO₂-utslipp

Våre beregninger viser at hver person slipper ut om lag 0,5 kg mer CO₂ per dag i 2005 enn i 1985 som følge av endret reisemønster. Dette innebærer en økning på 21 prosent. Dersom den skisserte økningen i førerkort- og biltilgang ikke hadde funnet sted, ville hver person ha sluppet ut 0,2 kg mindre CO₂ per dag enn det som er tilfelle i dag, dvs. en økning på 12 prosent.

Isolert sett har dermed endringer i rammebetingelser for bil fra 1985 til 2005 ført til at hver person slipper ut 9 prosent mer CO₂ per dag i 2005 enn det de gjorde i 1985, som følge av sine daglige reiser. Det vil si at økt førerkort- og biltilgang alene har forårsaket ca 40 prosent av den økningen i CO₂-utslipp som har funnet sted i perioden. Den resterende økningen skyldes andre forhold.



Figur 4.6: Gjennomsnittlig CO₂-utslipp per person per dag (kg) i 1985 og 2005, gitt dagens situasjon, og dersom biltilgang hadde vært lik som i 1985.

4.7 Ulike kjennetegn ved befolkningen påvirker transportomfang og transportmiddelfordeling

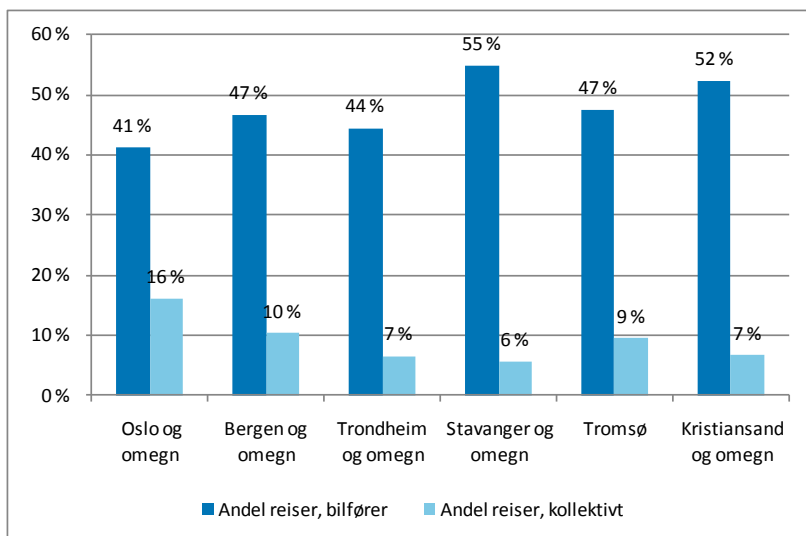
I dag har over 80 prosent av befolkningen i de 13 byområdene over 17 år førerkort for bil, og over 80 prosent bor i en husstand med minst en bil. Men det er stor variasjon mellom de 13 byområdene.

Befolkningen i Oslo og omegn ligger lavest både mht førerkortandel og tilgang til bil. 81 prosent av befolkningen over 17 år har førerkort for bil, og 75 prosent bor i en husstand med minst en bil. I motsatt ende av skalaen finner vi blant annet Stavanger og omegn, hvor 92 prosent av befolkningen over 17 år har førerkort for bil, og 91 prosent av befolkningen bor i en husstand med tilgang til minst en bil.

Analysene viser også at selve bykommunene har lavere førerkortandel og biltilgang enn de nærliggende omegnskommunene. For eksempel har 77 prosent av befolkningen over 17 år førerkort i Oslo kommune, mens andelen er på 88 prosent i Oslos omegnskommuner.

Tilgang til kollektivtransport varierer også mellom byområdene. Blant annet har 66 prosent av befolkningen i Oslo og omegn minst 4 avganger i timen fra den holdeplassen det er mest naturlig å bruke, mens 23 prosent av befolkningen i Tromsø har samme avgangsfrekvens.

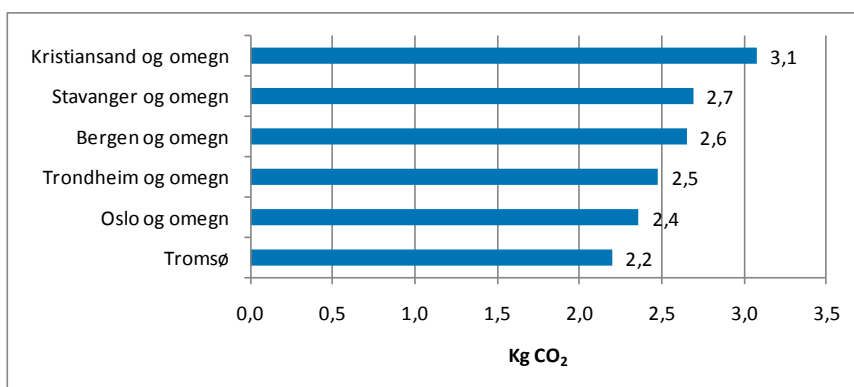
Fordi rammebetingelser for transport varierer, er også transportmiddelfordelingen ulik i de 13 byområdene. For eksempel er 41 prosent av de daglige reisene i Oslo og omegn bilreiser (som sjåfør), mens 16 prosent er kollektivreiser. I Stavanger og omegn er 55 prosent av de daglige reisene bilreiser (som sjåfør), mens 6 prosent er kollektivreiser. Dette legger føringer på utslipp av CO₂.



Figur 4.7: Prosentandel av de daglige reisene som er henholdsvis reiser som bilfører og kollektivreiser i de seks største byområdene.

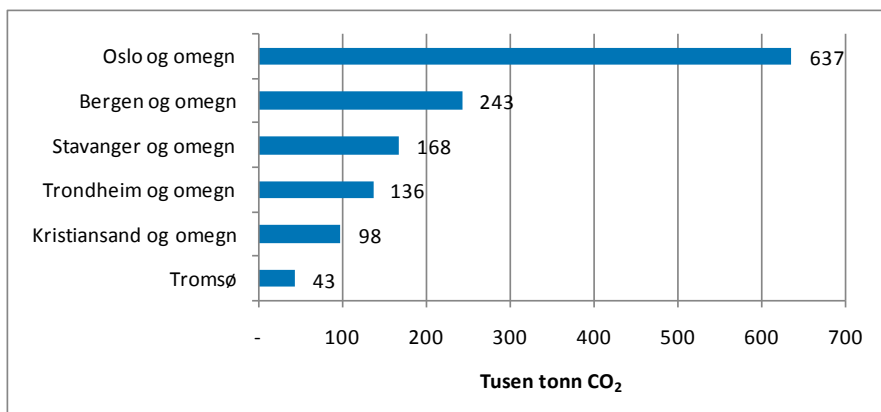
En annen faktor som påvirker CO₂-utslippet, er reiselengde. En gjennomsnittlig reise er blant annet lenger i både Oslo og omegn og i Kristiansand og omegn enn i de andre byområdene. Dette gjelder både kollektivreiser og bilreiser.

Som følge av forskjeller i både rammebetingelser og reiselengde, slippes det ut ulike mengder CO₂ per person i 13 byområdene. Våre beregninger viser at en person i Kristiansand og omegn i gjennomsnitt slipper ut 3,1 kilo CO₂ per dag som følge av sine daglige bil- og kollektivreiser, mens en person i Tromsø i gjennomsnitt slipper ut 2,2 kilo CO₂ per dag.



Figur 4.8: Gjennomsnittlig CO₂-utslipp (kg) per person per dag som følge av daglige bil- og kollektivreiser

Når det gjelder det totale utslippsnivået i byområdene, har selvfølgelig befolkningsstørrelse stor betydning. Fordi Oslo og omegn befolkningsmessig er det desidert største området, er det totale utslippsnivået også høyest i dette området. Vi har beregnet at det slippes ut om lag 640 000 tonn CO₂ hvert år som følge av de daglige bil- og kollektivreiser i Oslo og omegn. I Bergen og omegn slippes det ut om lag 240 000 tonn CO₂, mens det i Tromsø slippes ut 43 000 tonn CO₂ som følge av daglige bil- og kollektivreiser.



Figur 4.9: Estimert CO₂-utslipp i byområdene som følge av daglige bil- og kollektivreiser - tonn per år

I RVU-ettterspørselsmodellen er det fokus på hvordan kjennetegn ved befolkningen påvirker transportutviklingen. Men også kjennetegn ved byområdene, som befolkningstetthet, befolkningsstørrelse, parkeringstilgjengelighet) og kvaliteten på kollektivtilbudet er med på å styre befolkningens rammebetingelser. Analyser av 44 europeiske byer i UITP-databasen fra 1995/2001 viser at rammebetingelsene i byområdene vil ha stor betydning for utviklingen av miljøvennlige transportformer, ikke minst i forhold til det totale transportomfanget.

- Hvis befolkningsveksten skjer i form av fortetting, vil det betyr økt bruk av kollektivtransport, og redusert bilbruk.
- Økt befolkningsvekst vil gi flere arbeidsplasser. Hvis disse lokaliseres i sentrum vil det øke kollektivbruken, og redusere bilbruken.
- Hvis arbeidsplassene lokaliseres i sentrum samtidig med at antall parkeringsplasser holdes på dagens nivå, vil parkeringstettheten reduseres. Det vil øke kollektivbruken ytterligere, og redusere bilbruken.

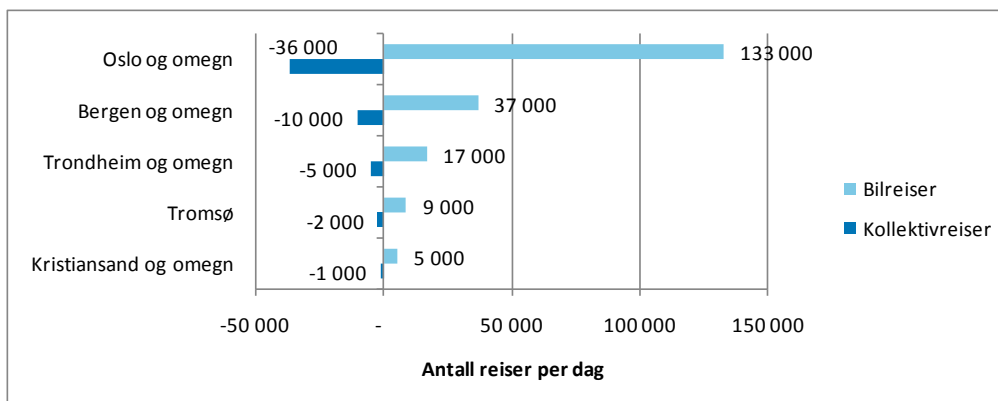
Disse analysene beskrives nærmere i kapittel 5.

4.8 Endringer i rammebetingelser for bil vil få konsekvenser for utslippsnivået

Med utgangspunkt i RVU-ettterspørselsmodellen har vi beregnet konsekvensene ved at de fem andre store byområdene får den samme biltilgangen som Stavanger og omegn har i dag, både for transportomfang og for CO₂-utslipp.

Resultatet vil blant annet bli at antall bilreiser i Oslo og omegn vil øke med 13 prosent i forhold til dagens nivå, mens antall kollektivreiser vil minke med 11 prosent. Dette betyr 133 000 flere bilreiser, og 36 000 færre kollektivreiser per dag.

I Bergen og omegn vil antall bilreiser øke med 9 prosent, og antall kollektivreiser minke med 13 prosent. Dette betyr 37 000 flere bilreiser, og 10 000 færre kollektivreiser per dag. I Kristiansand og omegn er endringen på 5 000 flere bilreiser, og 1 000 færre kollektivreiser per dag. Den tenkte endringen får minst betydning i Kristiansand og omegn fordi dette området var mest lik Stavanger og omegn mht førerkortandel og biltilgang i utgangspunktet.

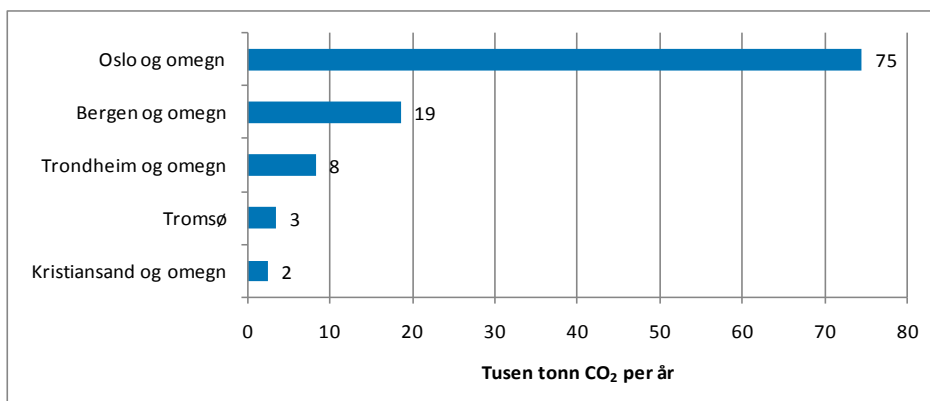


Figur 4.10: Endring i antall bil- og kollektivreiser per dag dersom rammebetingelser for bil blir lik Stavanger og omegn

Endringen i reiseomfanget vil få betydning for CO₂-utslippet. Dersom rammebetingelser for bil blir lik som i Stavanger og omegn, vil det i Oslo og omegn bli sluppet ut 75 000 tonn CO₂ mer enn per år enn i dag. Dette tilsvarer en økning på 12 prosent fra dagens nivå, og vil bety en økning i de eksterne kostnadene for utslipp på 570 millioner kroner per år.

I Bergen og omegn vil det bli sluppet ut 19 000 tonn mer CO₂ i året, noe som betyr en økning i de eksterne kostnadene for utslipp på 150 millioner kroner per år.

I Kristiansand og omegn vil bli sluppet ut 2 000 tonn mer CO₂ i året, noe som tilsvarer en økning på 3 prosent fra dagens nivå og en økning i de eksterne kostnadene for utslipp på 21 millioner kroner per år.



Figur 4.11: Endring i CO₂-utslipp per år dersom rammebetingelser for bil blir lik Stavanger og omegn

Tabell 4.3 oppsummerer effektene på reiseomfang, CO₂-utslipp og eksterne kostnader for utslipp for de seks byområdene samlet. Dersom rammebetingelser for bil blir lik som i Stavanger og omegn i alle de seks største byområdene, vil det totalt sett bety 200 000 flere bilreiser hver dag. Dette vil medføre at det slippes ut 100 000 tonn mer CO₂ hvert år.

Tabell 4.3: Totale effekter på antall reiser, Co2-utslipp og eksterne kostnader ved utslipp, dersom rammebetingelser for bil blir lik Stavanger og omegn i de fem andre store byområdene

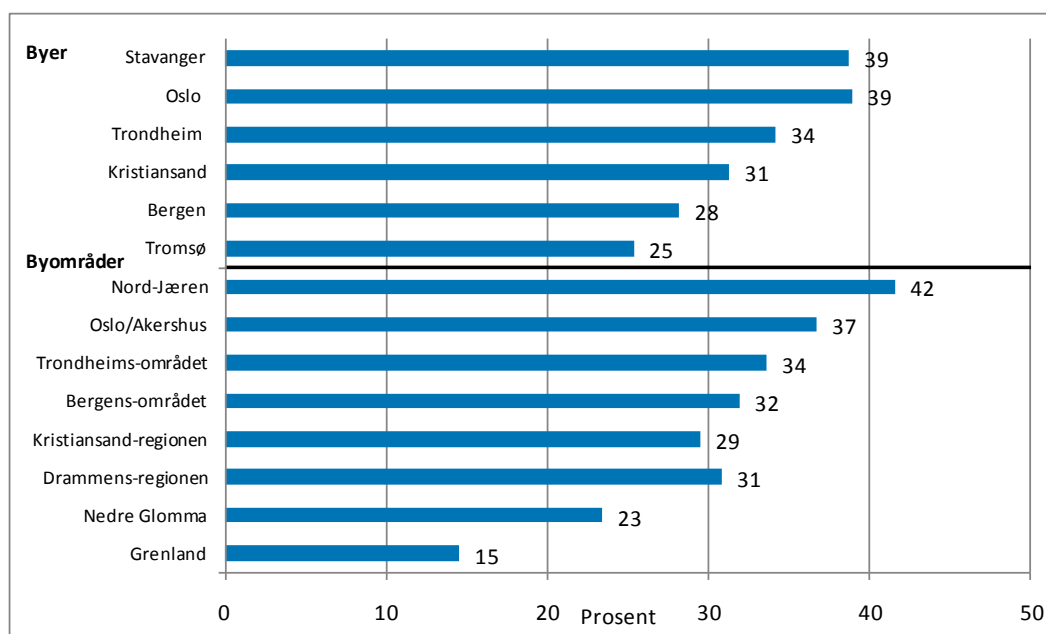
| | Dagens situasjon | Endret situasjon | Differanse | Prosentvis endring |
|---|------------------|------------------|------------|--------------------|
| Antall bilreiser per dag (i 1000 reiser) | 2 280 | 2 480 | 200 | 9 % |
| Antall kollektivreiser per dag (i 1000 reiser) | 550 | 500 | -50 | -10 % |
| CO2-utslipp per år (i 1000 tonn) | 1 330 | 1 430 | 100 | 8 % |
| Eksterne kostnader for utslipp per år (i mill kroner) | 9 220 | 10 050 | 830 | 9 % |

4.9 Forventet befolkningsvekst og endringer av transportomfanget

Befolkningen i byområdene øker – og forventes å øke kraftig i årene fremover

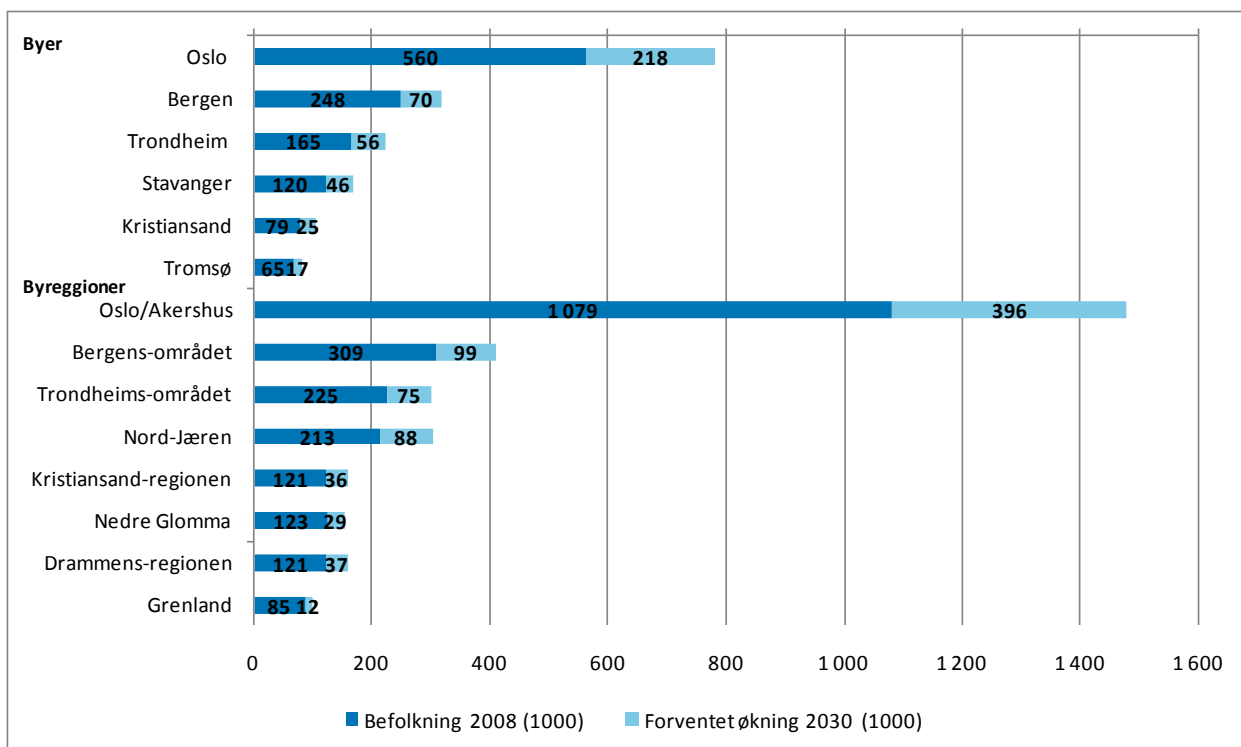
Fremskrivninger av befolkningstallet fra Statistisk Sentralbyrå (SSB) viser at det i norske byområder forventes en kraftig befolkningsvekst i årene frem mot 2030:

- Befolkningen forventes å øke med 23 prosent for hele landet.
- Befolkningsveksten vil være større enn landsgjennomsnittet i de seks største byene. I Oslo og Stavanger vil befolkningen øke med nesten 40 prosent. Befolkningsveksten forventes å være over 30 prosent i Trondheim og Kristiansand, og 25 prosent i Tromsø.
- Av byområdene er det Nord-Jæren som forventes å ha den største veksten, med 42 prosent frem mot 2030.



Figur 4.12: Prognoser for befolkningsutviklingen i de seks største norske byene og for utvalgte byregioner, 2008-2030. Prosent. Kilde: SSB 2009. Hovedalternativ (MMMM).

SSBs fremskrivning betyr at det i Oslo vil være 218 000 flere innbyggere enn i dag i 2030, mens det i Bergen vil være 70 000 flere innbyggere.



Figur 4.13: Prognoser for befolkningsutviklingen i de seks største norske byene og for utvalgte byregioner. 2008-2030. Antall. Kilde: SSB 2009. Hovedalternativ (MMMM).

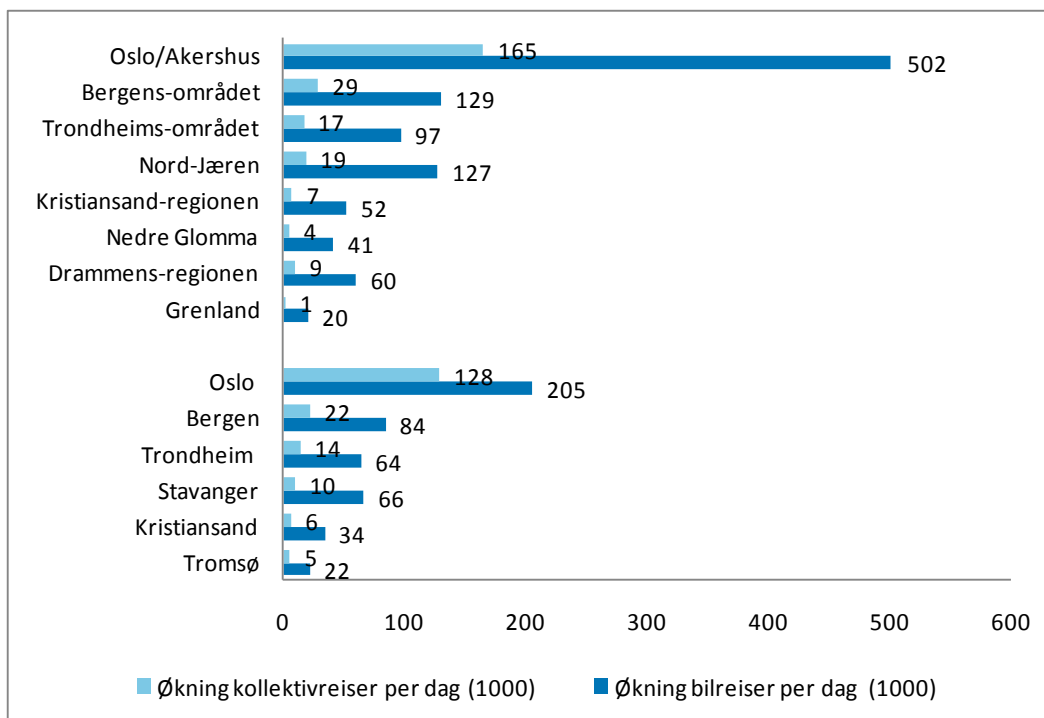
Befolkningsøkningen vil bety en betydelig økning av transportomfanget

Befolkningsveksten i seg selv betyr at det vil bli en betraktelig økning i antall reiser i byene.

En enkel beregning viser at dersom vi i snitt foretar omtrent like mange reiser som i dag, vil antallet reiser blant Oslos innbyggere øke med ca 600 000 per dag. I Bergen og Trondheim vil antallet reiser øke med over 150 000. I byregionen Oslo/Akershus vil antallet reiser innbyggerne foretar per dag øke med over 1 million, mens antallet reiser i Bergens-området, Trondheims-området og på Nord-Jæren vil øke med over 200 000.

Med den samme transportmiddelfordelingen i byene som i dag, og med samme reiseaktivitet, vil det i 2030 være omtrent en halv million flere biler på veiene per dag i Oslo og Akershus enn i 2008. I Bergens-området og på Nord-Jæren vil det være ca 130 000 flere biler på veiene i 2030 enn i 2008, mens det i Trondheims-området vil være ca 100 000 flere biler.

Også antallet kollektivreiser vil øke betraktelig. I Oslo og Akershus kan vi forvente minst 165 000 flere kollektivreiser per dag i 2030 enn i 2008 hvis transportmiddelfordelingen holder seg på samme nivå som i dag. Dersom byene når sine mål om en større andel kollektivreisende på bekostning av biltrafikken, vil økningen bli enda større - og økningen i antallet bilreiser lavere.



Figur 4.14: Forventet økning i antall bil- og kollektivreiser frem mot 2030 (med utg pket i SSBs befolkningsfremskrivning, hovedalternativ MMMM). Grovt anslag basert på at hver innbygger over 13 år foretar 3,3 reiser daglig, og at dagens transportmiddelfordeling opprettholdes (RVU 2005).

Formålet med analysene er å gi et bilde av mulige konsekvenser av den sterke befolkningsveksten. Det er mange andre faktorer som også vil påvirke trafikkutviklingen, blant annet utviklingen av bolig- og arbeidsmarkedet, arealutnyttelse, den økonomiske utviklingen, og transportpolitiske tiltak som eventuelt iverksettes for å styre utviklingen i en annen retning. Det betyr at andre prognoser for trafikkutviklingen kan avvike noe fra våre beregninger.

Tallene illustrerer at byene står overfor betydelige utfordringer på transportområdet. Hovedutfordringen er å utvikle et transportsystem som kan håndtere den betydelige økningen i reiseomfanget i relativt nær fremtid.

I flere byer er det et mål at kollektivtransporten skal kunne håndtere den økte transportetterspørselen alene. Hvis de største byområdene skal klare dette, betyr det at antallet kollektivreiser i de seks største byene må øke med ca 130 prosent frem til 2030. For flere av byene vil en slik målsetting bety at antallet kollektivreiser mer enn tredobles.

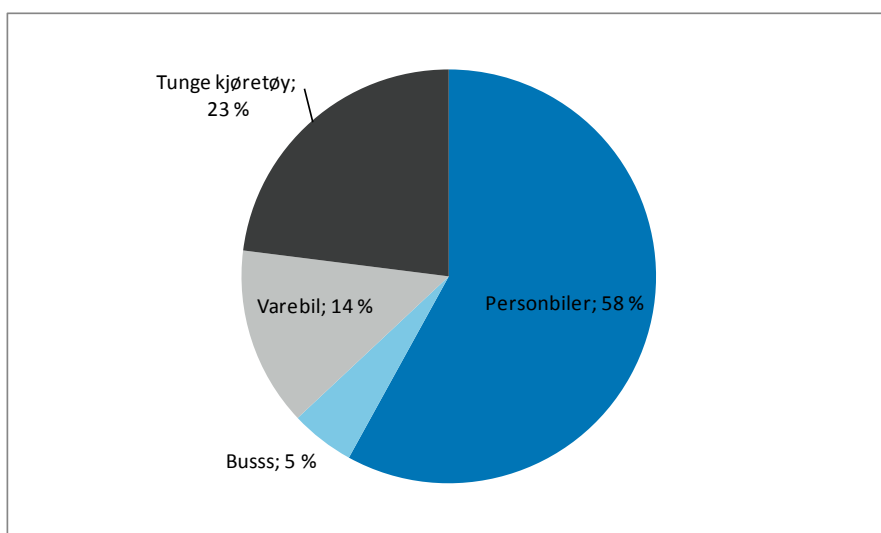
Det er fullt mulig å nå en slik ambisiøs målsetting. Det er mange europeiske byer i Europa som har en såpass høy kollektivandel, også blant de mellomstore byene. Men det krever en målrettet satsing, og en kombinasjon av flere virkemidler.

4.10 Forventet endring i klimagassutslipp fram mot 2020 som følge av økt transportomfang

I Perspektivmeldingen 2009 anslås utslippene av klimagasser å øke fram mot 2010, for deretter å reduseres noe fram til 2020 og videre mot 2030. Reduserte utslipp forklares først og fremst med redusert olje- og gassutvinning. Utslippene fra veitrafikken forventes å ha en årlig vekst på rundt 1,5 prosent fram mot 2020. Det er en fortsatt forventet vekst i transportvolumet som gir grunnlag for en slik økning i utslippene.

Utslippene av CO₂ fra lette kjøretøy har ikke økt så mye som veksten i transportomfang skulle tilsi i løpet av 1990-årene. Dette skyldes at bilmotorene har blitt mer energieffektive, i tillegg til en betydelig overgang fra bensin til diesel, som gir lavere CO₂-utslipp (www.miljostatus.no). Men for å oppnå betydelige utslippsreduksjoner holder det ikke å satse på energieffektivisering av privatbilene og overgang til mer miljøvennlig drivstoff alene.

Personbiler har et lang høyere utslippsnivå per passasjerkm. enn kollektivtransport, spesielt de bensindrevne bilene. En fremskrivning som er gjort i forbindelse med grunnlagsarbeidet til NTP 2010-2019 viser at personbiler forventes å stå for en betydelig del - 58 prosent - av klimagassutslippene fra veitrafikken i 2020 (Figur 4.15).



Figur 4.15: Fremskrevet fordeling av klimagassutslipp (CO₂-ekv.) fra veitrafikken, år 2020. Kilde: Civitas 2007.

På grunnlag av prognosene for befolkningsvekst til 2020 har vi beregnet forventede klimagassutslipp i 2020, fordelt på bil og kollektivtransport (Tabell 4.4).

Til tross for at trafikkveksten forventes å være relativt stor, forventes klimagassutslippene å stabilisere seg på dagens nivå. Dette skyldes i hovedsak at bilene forutsettes å bli mer klimaeffektive. Utslippene fra bil og kollektivtransport i de seks største byene er anslått til ca 670.000 tonn CO₂-ekv årlig i 2020.

Tabell 4.4: Klimagassutslipp, totale utslipp 2020 og endring 2008-2020. CO₂-ekvivalenter (1000 tonn per år).

| | 2020 | | | Endring 2008-2020 | | |
|--|-------|------------|--------|-------------------|------------|--------|
| | Bil | Kollektivt | Totalt | Bil | Kollektivt | Totalt |
| Transportarbeid (mill personkm) | | | | | | |
| 6 byer | 5202 | 2078 | 7 280 | 21 % | 22 % | 21 % |
| 6 byområder | 11338 | 3351 | 14 689 | 19 % | 19 % | 19 % |
| Klimagassutslipp (1000 tonn per år) | | | | | | |
| 6 byer | 578 | 93 | 671 | -3 % | 12 % | -2 % |
| 6 byområder | 1 259 | 150 | 1409 | -5 % | 9 % | -4 % |

Vi har foretatt en analyse av hva endringer i transportmiddelfordelingen vil bety for klimagassutslippene (Tabell 4.5). Hvis kollektivtransporten tar hele den forventede biltrafikkveksten vil det bety en reduksjon i klimautslippene på 73.000 tonn CO₂-ekvivalenter per år for de seks største byene, i forhold til forventet utvikling. Det tilsvarer 11 prosent av forventet klimagassutslipp fra persontrafikken i 2020. Innsparingen blir større hvis gange og sykkel tar sin andel av veksten. Da vil reduksjonen bli ca 90.000 tonn for de seks største byene. Det tilsvarer 14 prosent reduksjon i klimagassutslippene fra persontrafikken i 2020.

Dersom kollektivtransport og gange/sykkel skal kunne ta hele biltrafikkveksten krever det omfattende tiltak, både i form av restriksjoner på biltrafikken, og forbedringer av kollektiv- og sykkeltilbudet.

Tabell 4.5: Endret utslipp hvis kollektivtransporten tar hele veksten i biltrafikken. 1000 tonn CO₂-ekv.

| | Endring koll | Endring bil | Sum | Prosent endring |
|---------------------|--------------|-------------|-------|-----------------|
| Oslo | 7.3 | -48.9 | -41.7 | -15.1 % |
| Bergen | 6.4 | -16.0 | -9.5 | -7.6 % |
| Trondheim | 5.2 | -12.9 | -7.7 | -9.6 % |
| Stavanger | 5.0 | -12.5 | -7.5 | -10.7 % |
| Kristiansand | 2.6 | -6.5 | -3.9 | -8.5 % |
| Tromsø | 1.6 | -3.9 | -2.4 | -7.7 % |
| Sum | 28.1 | -100.8 | -72.7 | -11.6 % |

5. Effekten av kombinerte tiltakspakker

5.1 Innledning

I de foregående kapitlene har vi sett på hvordan rammebetingelser i de største byområdene påvirker transportmiddelfordelingen og klimautslippene. Det er mange av disse faktorene som i beskjeden grad kan påvirkes av lokale myndigheter og planleggere på kort sikt, som befolkningstetthet og arbeidsplasslokalisering. Men fremtidens transporttilbud planlegges i dag, og det er fullt mulig å legge føringer for f.eks. arealpolitikken på kort sikt som kan bidra til endringer på lengre sikt.

I dette kapitlet skal vi se nærmere på hvilke tiltak som kan settes i verk lokalt for å kunne gjennomføre mer kostnadseffektive klimatiltak. I kapitler 1-3 har vi sett på ulike forutsetninger som vil påvirke hvor kostnadseffektive disse tiltakene vil være. Det gjelder både gevinsten av å kombinere ”pisk og gulrot” og mulighetene til å hente ut synergigevinster av et bedre kollektivtilbud for trafikantene.

Vi har forsøkt å belyse disse gevinstene ved to metodiske innfallsvinkler.

1. I det første eksempelet har vi sett på effekten av kombinerte tiltakspakker i de seks største byområdene i Norge. I disse analysene har vi brukt STRATMOD, en optimaliseringsmodell som er videreutviklet fra en modell utviklet av Larsen (1993). Beregningene er basert på prognoser for befolkningsveksten frem til 2020 og ulike grader av restriksjoner på biltrafikken. Formålet med analysene er å vise hvordan kostnadseffektiviteten av konkrete kollektivtiltak vil avhenge av hva som gjøres på bilsiden, og at hvilke tiltak som bør gjennomføres vil avhenge av hvilken mulighet byene har til å bruke ressurser på kollektivtilbudet.
2. I det andre eksempelet har vi sett nærmere på konkrete tiltakspakker for bil og kollektivtransport. Beregningene er basert på UA-modellen, med Bergen som case. Formålet med analysene er å belyse effekten av å ta hensyn til mer kvalitative egenskaper ved tilbudet og synergigevinster av kombinerte kollektivtiltak for å beregne etterspørselseffekter av konkrete tiltakspakker. Vi har i disse eksemplene også sett på hvordan tiltakspakkene påvirker konkurranseflatene mellom bil og kollektivtransport og dermed hvilke områder som byene bør satse på i arealplanleggingen for å få best mulig effekt av kollektivsatsingen.

5.2 Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud – fire alternativer

Den forventede befolkningsveksten gir nye utfordringer for kollektivtransporten, både når det gjelder transportomfang, og kjøpblemene på vegene. I analysene tar vi utgangspunkt i hva som er et samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud i de seks største byene, gitt den forventede befolkningsveksten i hver enkelt by.³

Tiltakene er analysert stegvis, med utgangspunkt i en intern optimalisering av kollektivtilbudet, gitt det nye trafikkgrunnlaget. Deretter har vi analysert de isolerte effektene av endrede rammebetingelser for kollektivtransporten:

3. Den interne optimaliseringen er en samfunnsøkonomisk optimalisering av kollektivtilbudet gitt dagens rammebetingelser og trafikkgrunnlag. Dette er en

³ Vi har ikke gode nok nøkkeltall til å kunne analysere byene med omland.

samfunnsøkonomisk optimalisering som tar hensyn til kollektivtrafikantenes nytte av et bedre tilbud, gevinstene av overført biltrafikk i form av bedre framkommelighet på veiene og kostnadene ved å utvikle et nytt tilbud. De samfunnsøkonomiske gevinstene ved reduserte klimautslipp er ikke med i denne optimaliseringen. Vi kan derfor beregne de samfunnsøkonomiske gevinstene per tonn reduserte CO₂-utslipp i disse analysene.

4. De endrede rammebetingelsene som blir beregnet i tillegg er:
 - a. **Økt fortetting** i byområdene; Hvis byene vokser så raskt som forutsatt er det viktig å undersøke betydningen av at denne veksten skjer som fortetting og ikke som en byspredning hvor byregionene eser utover. Vi har i utgangspunktet sett på 20 prosent økt fortetting i disse byene.
 - b. **Redusert parkeringsdekning** i sentrum; Etter hvert som byene vokser vil det også bli flere arbeidsplasser i sentrum. Selv om det på kort sikt kan være vanskelig å redusere antall parkeringsplasser i sentrum vil en mer restriktiv parkeringspolitikk for nye etableringer bety at parkeringsdekningen går ned. Vi har i denne analysen sett på 20 prosent lavere parkeringsdekning i sentrum.
 - c. **Økte kostnader for å kjøre bil**; I dette prosjektet er det sett på en situasjon hvor kostnadene ved å kjøre bil øker med 20 prosent, representert med økte bensinpriser. Disse kostnadene kan øke på flere måter og i prinsippet ser vi her på en gjennomsnittspris for alle bilreiser i området. Vi har også sett på effekten av vegprising, som gir økte kostnader i en mer tidsbegrenset periode.
 - d. **Bedre framkommelighet på vegene**; Vi har sett på en situasjon med 20 prosent økt hastighet for kollektivtransporten. Dette kan gjennomføres med flere kollektivfelt, signalprioritering, og mer effektiv håndtering av feilparkering langs kollektivårene mv.

Forutsetningene som er lagt inn i beregningene i pkt 2 (a-d) er basert på analyser av UITP-databasen. Kjøringene og resultatene er dokumentert i Norheim (2006).

I analysene har vi skilt mellom

- effekter på biltrafikken av endrede rammebetingelser i byområdet, og
- effekter av et bedre kollektivtilbud.

I to alternativer ser vi kun på effekten av et bedre kollektivtilbud, mens vi i to andre ser på effekten av en kombinasjon av forbedret kollektivtilbud og restriksjoner på biltrafikken. Ved overført trafikk forutsetter vi at 42 prosent av de nye kollektivpassasjerene kommer fra bil, basert på tall fra evalueringen av Samferdselsdepartementets tilskuddsordninger Forsøksordningen for miljøvennlig og rasjonell kollektivtransport (1996-2000) og Forsøksordningen for kollektivtransport (1991-1995).

I **alternativ 1** har vi ikke lagt inn endringer i rammebetingelsene for bilbruk. Resultatene gjenspeiler derfor kun effekten på bil-/kollektivtrafikken av at kollektivtilbudet forbedres.

Disse analysene viser at et samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud vil kreve overfordobling av tilskuddsnivået og gi et tilbud som har ca 70 prosent flere avganger, 25 prosent lavere takster og nesten 40 prosent mindre vognstørrelse.

Alternativ 1 forventes å gi ca 60 prosent flere passasjerer, og en reduksjon i klimagassene på 9 prosent per år (ca 64.700 tonn CO₂-ekv). Reduksjonen tilsvarer effekten av at biltrafikken holder seg på dagens nivå.

Reduksjonen i klimagassutslippene skyldes tre forhold: Reduksjon i biltrafikken (ca 11 prosent), mindre vognstørrelse, og reduksjon av utslippene fra kollektivtransporten, som først og fremst skyldes at det er en høy andel skinnegående transport i Oslo.

Alternativ 1 er relativt kostnadskrevende, målt i tilskuddsbehov per tonn klimagassutslipp som reduseres. Utslppsreduksjonene vil koste ca 32.000 kr per tonn redusert CO₂-ekv.

Samtidig er det samfunnsøkonomiske overskuddet på ca 25.000 kr per reduserte tonn CO₂-ekv. Hele satsingen gir et samfunnsøkonomisk overskudd på hele 1,6 mrd kr årlig. Det betyr at tiltakene er klart samfunnsøkonomisk lønnsomme, samtidig som klimagassutslippene reduseres med 8,8 prosent.

Kostnadseffektiviteten av tiltakene i alternativ 1 er størst ved marginale endringer, mens de avtar etter hvert. Det betyr at gevinsten av for eksempel hyppigere avganger avtar når frekvensen øker.

Tabell 5.1: Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud for de seks største byområdene og effekter på klimagassutslippene. Alternativ 1: Optimalisering uten endrede rammebetingelser eller finansielle rammer

| 2020 – alternativ 1 | | | | |
|---|-------------------|---|-------------------------------------|---------|
| | Basis | Optimalisering | Endring | Prosent |
| Billettinntekter (mill kr/år) | 2 316 | 2 426 | 110 | 4,8 % |
| Totale kostnader (mill kr/år) | 3 603 | 5 799 | 2 196 | 60,9 % |
| Tilskudd (mill kr/år) | 1 287 | 3 373 | 2 085 | 162,0 % |
| Passasjerer (mill/år) | 270 | 433 | 163 | 60,2 % |
| Vognstørrelse (plasser) | 76 | 47 | -29 | -38,2 % |
| Samfunnsøk kostnader | Mill kr/år | Kostnader per tonn redusert CO₂-ekv | kr | |
| Skattekostnader | -417 | Tilskudd: | 32 227 | |
| Trafikantnytte | 3 729 | | | |
| Køkostnader | 411 | | | |
| Sum eksterne kostnader | 3 723 | | | |
| Samfunnsøk overskudd | 1 638 | | | |
| Tilbudsendring i modellberegningen | | | | |
| Takster | -25 % | | | |
| Frekvens | 72 % | | | |
| Effekt klimagassutslipp (1000 t. CO₂-ekv) | 2020 | Endring (%) | 1000 tonn CO₂-ekv | |
| Kollektivt | 92,8 | 6,6 % | 6,1 | |
| Bil - effekt av endrede rammebetingelser | 626,8 | 0,0 % | - | |
| Bil – overført fra kollektivtransport | | -11,3 % | -70,8 | |
| Sum | 719,6 | -9,00 % | -64,7 | |

I **alternativ 2** har vi lagt et tak på tilskuddsøkningen, for å måle om dette øker kostnadseffektiviteten. Vi har sett på en situasjon hvor tilskuddene i alle byområdene øker med 10 prosent, eller totalt 129 mill kr årlig. Dette er et langt lavere tilskuddsnivå enn i alternativ 1, som innebar en tilskuddsøkning på ca 2 mrd kr.

Alternativ 2 vil gi et tilbud som kan redusere klimagassutslippene med ca 24.000 tonn CO₂-ekv årlig, til en kostnad på ca 5.300 kr i økte tilskudd per tonn reduserte CO₂-ekv. Det samfunnsøkonomiske overskuddet vil være ca 52.000 kr per tonn reduksjon av CO₂-ekv.

Hovedgrunnen til at alternativ 2 gir bedre kostnadseffektivitet er at en her takstfinansierer et bedre tilbud. Dermed blir effekten per tilskuddskrone større. Med 10 prosent økte tilskudd vil et optimalt tilbud innebære 30 prosent økte takster, og 50 prosent hyppigere avganger. Dette vil forventes å gi ca 20 prosent flere passasjerer.

Tabell 5.2: Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud med. Alternativ 2: Optimalisering uten endrede rammebetingelser og maks 10 prosent økt tilskuddsramme i hver av byene

| 2020 – alternativ 2 | | | | |
|---|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| | Basis | Optimalisering | Endring | prosent |
| Billettinntekter (mill kr/år) | 2 316 | 3 476 | 1 160 | 50,1 % |
| Totale kostnader (mill kr/år) | 3 603 | 4 892 | 1 289 | 35,8 % |
| Tilskudd (mill kr/år) | 1 287 | 1 416 | 129 | 10,0 % |
| Passasjerer (mill/år) | 270 | 327 | 57 | 21,1 % |
| Vognstørrelse (plasser) | 76 | 51 | -26 | -33,9 % |
| Samfunnsøkonomiske kostnader | mill kr/år | Kostnader per tonn redusert | kr | |
| Skattekostnader | -26 | CO ₂ -ekv Tilskudd: | 5 343 | |
| Trafikantnytte | 1 191 | | | |
| Køkostnader | 220 | | | |
| sum eksterne kostnader | 1 386 | | | |
| Samfunnsøk overskudd | 1 257 | | | |
| Tilbudsendring i modellberegningen | | | | |
| Takster | 29 % | | | |
| Frekvens | 52 % | | | |
| Effekt klimagassutslipp (1000 t. CO₂-ekv) | 2020 | endring (%) | 1000 tonn CO₂-ekv | |
| Kollektivt | 92,8 | 0,4 % | 0,3 | |
| Bil - effekt av endrede rammebetingelser | 626,8 | 0,0 % | - | |
| Bil – overført fra kollektivtransport | | -3,9 % | -24,4 | |
| Sum | 719,6 | -3,4 % | -24,1 | |

I alternativ 3 og 4 har vi inkludert etterspørselseffektene av redusert parkeringsdekning i sentrum og økte kostnader for bilkjøring i analysene.

I **alternativ 3** har vi lagt inn 20 prosent lavere parkeringsdekning i sentrum, og 50 prosent økte kostnader for å bruke bil. Dette er to endringer som styrker kollektivtransportens markedspotensial, og som både vil påvirke etterspørselen etter kollektivtransport, og de marginale køkostnadene på vegnettet.

I dette alternativet holdes tilskuddene fast, med en begrensning på maks 9 prosent takstøkning.

Alternativ 3 vil kunne gi 21 prosent flere kollektivreiser, 13 prosent reduksjon i biltrafikken og totalt sett ca 10 prosent reduksjon i klimagassutslippene fra persontrafikken. Hovedgrunnen til den store effekten på klimautslippene er at rammebetingelsene for biltrafikken endres. Dette står for 2/3 av de reduserte klimagassutslippene.

I alternativ 3 vil det ikke være behov for økte tilskudd. Samtidig vil dette alternativet gi en viss økning i takstene, og økte bilkostnader.

Tabell 5.3: Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud. Alternativ 3: Med uendret tilskuddsramme og maks 9 prosent økte takster, 50 prosent økte bilkostnader og 20 prosent reduksjon i parkeringsdekningen i sentrum av byene.

| 2020 – alternativ 3 | | | | |
|---|--------------|--|--------------------------------|---------|
| | Basis | Optimalisering | endring | prosent |
| Billettinntekter (mill kr/år) | 2 316 | 3 380 | 1 065 | 46,0 % |
| Totalt kostnader (mill kr/år) | 3 603 | 4 668 | 1 065 | 29,5 % |
| Tilskudd (mill kr/år) | 1 287 | 1 287 | 0 | 0,0 % |
| Passasjerer (mill/år) | 304 | 367 | 63 | 20,7 % |
| Vognstørrelse (plasser) | 76 | 65 | -11 | -14,9 % |
| Samfunnsøkonomiske kostnader | | | | |
| | Mill kr/år | Kostnader per tonn redusert CO ₂ -ekv | | Kr |
| Skattekostnader | 0 | Tilskudd: | | 0 |
| Trafikantnytte | 2 355 | | | |
| Køkostnader | 246 | | | |
| sum eksterne kostnader | 2 601 | | | |
| Samfunnsøk overskudd | 2 601 | | | |
| Tilbudsendring i modellberegningen | | | | |
| Takster | 9 % | | | |
| Frekvens | 34 % | | | |
| Effekt klimagassutslipp (1000 t. CO₂-ekv) | | | | |
| | 2020 | endring (%) | 1000 tonn CO ₂ -ekv | |
| Kollektivt | 92,8 | 14,0 % | 13,0 | |
| Bil - effekt av endrede rammebetingelser | 626,8 | -8,7 % | -54,5 | |
| Bil – overført fra kollektivtransport | | -4,3 % | -27,0 | |
| Sum | 719,6 | -9,5 % | -68,5 | |

I **alternativ 4** har vi foretatt den samme optimaliseringen, men med en svært liten tilskuddsøkning, på 1 prosent i hver av byene. I dette alternativet er det ingen begrensning på takstøkningen. Alternativ 4 gir oss den marginale kostnadsøkningen per økte tilskuddskrone for å redusere klimagassutslippene.

Med de nevnte endringer i rammebetingelsene vil reduksjonen av klimagassutslippene være på 10,8 prosent (77.000 tonn CO₂-ekv). Kostnaden vil være 163 kr per tonn redusert CO₂-ekv. I dette tilfellet er effekten av overført trafikk fra bil til kollektivtransport omtrent like stor som gevinsten i form av endrede rammebetingelser. Det skyldes en relativt stor takstfinansiering av et bedre kollektivtilbud, med 33 prosent økte takster.

Tabell 5.4: Samfunnsøkonomisk optimalt kollektivtilbud Alternativ 4: med 1 prosent økt tilskuddsramme, 50 prosent økte bilkostnader og 20 prosent reduksjon i parkeringsdekningen i sentrum av byene.

| 2020 – alternativ 4 | | | | |
|---|-------------------|------------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | Basis | Optimalisering | Endring | Prosent |
| Billettinntekter (mill kr/år) | 2 316 | 4 115 | 1 799 | 77,7 % |
| Totale kostnader (mill kr/år) | 3 603 | 5 415 | 1 812 | 50,3 % |
| Tilskudd (mill kr/år) | 1 287 | 1 300 | 13 | 1,0 % |
| Passasjerer (mill/år) | 304 | 386 | 82 | 26,8 % |
| Vognstørrelse (plasser) | 76 | 51 | -25 | -33,0 % |
| Samfunnsøkonomiske kostnader | Mill kr/år | Kostnader per tonn redusert | CO₂-ekv | Kr |
| Skattekostnader | -3 | Tilskudd: | | 168 |
| Trafikantnytte | 2 669 | | | |
| Køkostnader | 251 | | | |
| Sum eksterne kostnader | 2 918 | | | |
| Samfunnsøkonomisk overskudd | 2 905 | | | |
| Tilbudsending | | | | |
| Takster | 33 % | | | |
| Frekvens | 69 % | | | |
| Effekt klimagassutslipp (1000 t. CO₂-ekv) | 2020 | Endring (%) | 1000 tonn CO₂-ekv | |
| Kollektivt | 92,8 | 13,3 % | 12,3 | |
| Bil - effekt av endrede rammebetingelser | 626,8 | -8,7 % | -54,5 | |
| Bil – overført fra kollektivtransport | | -5,6 % | -35,1 | |
| Sum | 719,6 | -10,8 % | -77,3 | |

Kombinerte tiltakspakker gir mest kostnadseffektive klimatiltak

Tabell 5.5 gir en oppsummering av analysene.

Tabell 5.5: Oppsummering av effekten av samfunnsøkonomiske optimaliseringer av kollektivtilbudet, gitt 4 alternative innretninger. Effekt på klimagassutslipp (CO₂-ekv) og kostnadseffektivitet per tonn CO₂ for de seks største byene i Norge.

| Alternativ | Scenario | | | Endrede klimautslipp | | Kostnads- effektivitet |
|------------|--|-------------------------------|--|------------------------------|--------|---------------------------|
| | Endrede ramme- betingelser | Endret tilbud | Økonomiske rammer | 1000 Tonn CO ₂ | % | Tilskudd/tonn |
| 1 | Nei | Frekvens +72 % Takst -25 % | Ikke tak på tilskudd | -64,7 | -9,0 % | 32 227 |
| 2 | | Frekvens +52 % Takst +29 % | 10 prosent økt tilskuddsnivå | -24,1 | -3,4 % | 5 343 |
| 3 | 20 % lavere parkeringsdeknin g i sentrum | Frekvens +34 % Takst +9 % | Uendret tilskudd Maks 9 % økte takster | -68,5 | -9,5 % | 0 |
| 4 | 50 % økte bilkostnader | Frekvens +69 % Takst +33 % | 1 % økte tilskudd Optimale takster | -77,3 | -10,8 | 168 |

Resultatene viser at kostnadseffektiviteten av de ulike transportpakkene som er presentert i stor grad avhenger av hvor mye både kollektiv- og biltrafikanter må betale for å reise, og størrelsen på tilskuddene.

En optimalisering av kollektivtilbudet kan gi en reduksjon i klimagassutslippene fra persontrafikken på mellom 3 og 11 prosent, avhengig av rammebetingelsene for bil- og kollektivtransport i byene som er analysert.

Analysene viser at tiltak som bidrar til å generere mer trafikk er lite kostnadseffektive i et klimaperspektiv. Jo billigere det er å reise, jo mindre kostnadseffektive blir tiltakene fordi lavere priser, både på kollektiv- og bilsiden, gir økt reiseomfang.

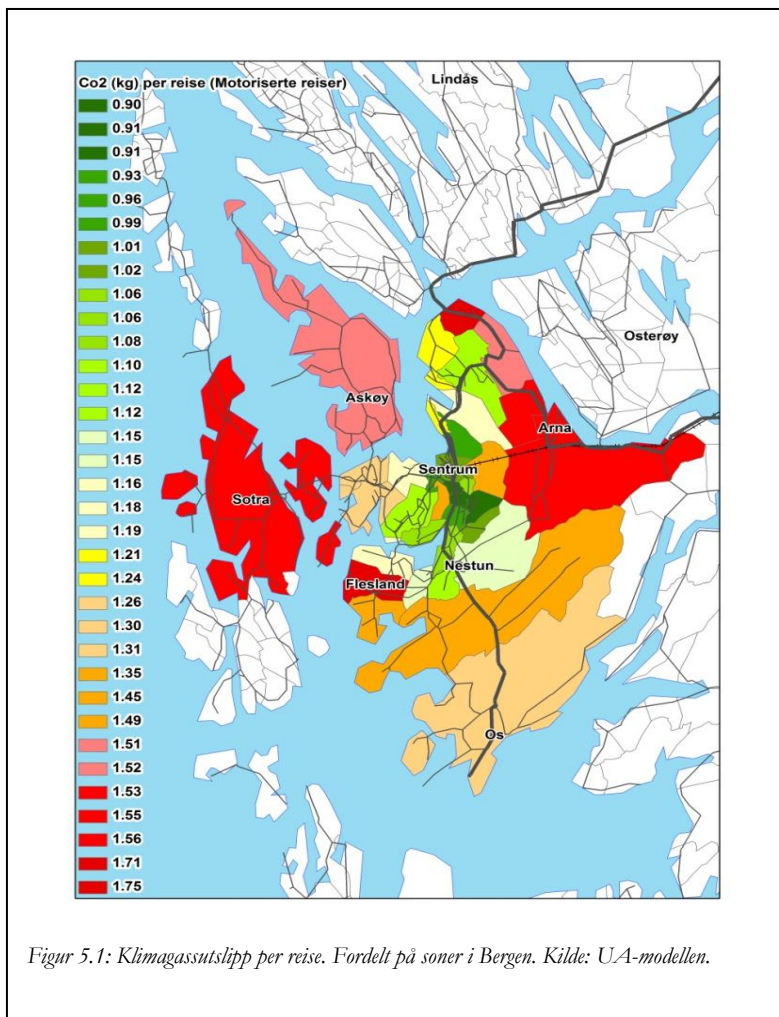
Analysene viser at en optimalisering av kollektivtilbudet er klart samfunnsøkonomisk lønnsomt, men kostnadseffektiviteten avtar etter hvert som tilskuddene øker. Derfor vil kostnadseffektiviteten per tonn redusert CO₂ være størst med små endringer i tilskuddene.

5.3 Kostnadseffektive klimatiltak

Vi har innenfor dette prosjektet belyst en del forhold som har betydning for hvor hvilke tiltak som er mest kostnadseffektive i et klimaperspektiv. Samtidig vil mulighetene for å kunne prioritere mellom de ulike tiltakene avhenge av om vi klarer å identifisere gevinstene av de direkte og indirekte etterspørselsgevinstene og effekten av kombinerte tiltak. De indirekte effektene vil i hovedsak gjelde kvalitative egenskaper ved transporttilbudet, i første rekke komfort på kollektivtransporten, trygg sykkelvei og forsinkelsestid. Effekten av kombinerte tiltak avhenger av at vi har god kunnskap om konkurranseflatene mellom bil, kollektivtransport og gang/sykkel.

Vi vil i dette avsnittet belyse konsekvensene av å benytte en utvidet etterspørselsmodell for å kunne prioritere mellom ulike tiltak på transportsektoren. Analysene er foretatt med utgangspunkt i case Bergen. Vi har benyttet UA-modellen som grunnlag for analysene. Denne modellen gjør det mulig å foreta følsomhetsvurderinger av forskjeller i trafikantenes preferanser eller tilrettelegging av tilbudet. Den gir også mulighet for å illustrere konsekvensene av ulike tiltak i et regionalt perspektiv.

Figur 5.1 viser gjennomsnittlig klimautslipp per reise, avhengig av hvor i Bergen folk bor. De høyeste klimautslippene kommer her i de mest bilbaserte områdene. Denne illustrasjonen er mest interessant for å kunne belyse endringer i klimautslipp fordelt på områder i byen, og konsekvenser av for eksempel kjøprising eller parkeringsrestriksjoner. Begge disse tiltakene vil ha forskjellig effekt for ulike deler av byområdet.



For å belyse konsekvensene av å inkludere flere av de kvalitative faktorene har vi sammenlignet beregningene med et nullalternativ der det benyttes tidskostnader for kollektivtrafikanter og bilister med utgangspunkt i Statens vegvesens Håndbok 140.

Vi har sett på tre eksempler på modellbruk for Bergen, basert på en soneinndeling med 34 soner. Disse beregningene er basert på trafikantenes generaliserte reisekostnader på ulike strekninger og etterspørselsmodellen som er presentert i kapittel 3. Denne modellen tar hensyn til flere egenskaper ved transporttilbudet enn det som benyttes i vanlige transportmodeller. Det gjelder i første rekke forsinkelsestid og trengsel om bord på transportmidlene. I kapittel 3 så vi på hvordan ulike komfortegenskaper og synergigevinster i Oslo kan påvirke etterspørselen etter kollektivreiser. I tillegg har vi i kapittel 1 sett på hvordan belegget på kollektivtransporten og bruk av restriktive tiltak påvirker klimaeffekten av tiltakene. I dette kapitlet vil vi, med Bergen som case, se på hvordan de kvalitative faktorene påvirker den totale kostnadseffektiviteten av ulike typer tiltak. Vi har i disse analysene sett på fire ulike scenarier som kombinerer bedre kollektivtransport og restriksjoner på biltrafikken:

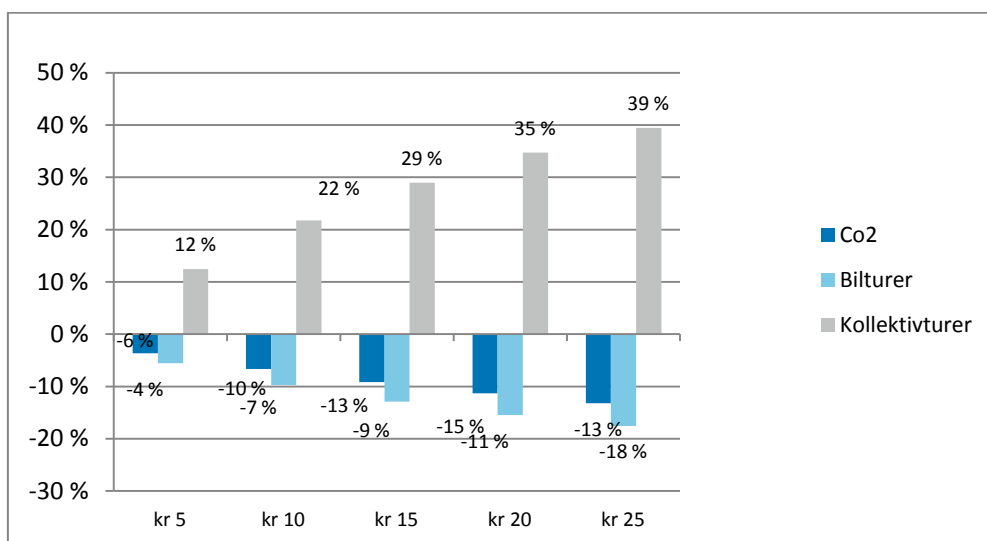
1. Økte bomsatser
2. Bedre framkommelighet
 - a. i kombinasjon med økte økt frekvens

b. i kombinasjon med økt frekvens og økte bomsatser

Forutsetninger for modellberegningene er dokumentert i Haug (2010).

Effekter av økte bomsatser og kombinerte tiltak

I det første eksempelet har vi sett på effekten av økte bomsatser, på hhv 5, 10, 15, 20 og 25 kr per passering. Det er bare innkreving i rushperioden og dimensjonerende retning. Disse beregningene tyder på at en økning i bomsatsene på 25 kr kan gi ca 40 prosent flere kollektivturer og 13 prosent reduksjon i Co2-utslippene (figur 5.2).



Figur 5.2: Effekten av ulike bomsatser på antall bil- og kollektivturer og endret utslipp av Co2-ekvivalenter Prosent endring fra basissituasjonen

Beregningene viser at økte bomsatser kan gi til en betydelig reduksjon av klimautslippene. Spørsmålet er om det er mulig å få den samme effekten når vi legger inn en lavere økning i bomsatsene kombinert med et forbedret kollektivtilbud? Vi har sett på en rekke ulike pakker av tiltak for å belyse dette:

1. Utelukkende positive tiltak, i form av bedre framkommelighet for bussene
 - (25-100 % økt framkommelighet)
2. Kombinerte tiltakspakker
 - Full framkommelighet kombinert med 11,3 % økt frekvens pga økt omløpshastighet
 - Full framkommelighet kombinert med 15 kr i økte bomsatser
 - Full framkommelighet kombinert med 15 kr i økte bomsatser og 11,3 % økt frekvens

Resultatene viser at det er mulig å oppnå omtrent samme effekt på reisemiddelvalg og Co2-utslipp ved en kombinasjon av tiltak som inkluderer full framkommelighet, ruteeffektivisering og 15 kr i økte bomsatser, som effekten av 25 kr i økte bomsatser alene (tabell 5.6). Disse kombinasjonene av tiltak kan gi i underkant av 10 prosent reduksjon i

Co2 utslippene og ca 14 prosent redusert biltrafikk. Kollektivtrafikken vil øke med ca 40 prosent.

Det er først når vi innfører økte bomsatser at vi får en merkbar effekt på Co2-utslippene. Det skyldes både det lave belegget på kollektivtransporten, og at den laver kollektivandelen medfører at klimaeffekten av redusert biltrafikk blir marginal, jf. kapittel 1.

Tabell 5.6: Effekter av ulike kombinerte tiltakspakker i Bergen på endret Co2 utslipp og antall bil og kollektivturer. Prosent endring. Resultater fra UA-modellen.

| Framkommelighet buss | Økt frekvens | Økte bomsatser | Co2 | Bilturer | Kollektivturer | Tonn Co2 | Eksterne miljøkostnader (mill kr/år) |
|----------------------|--------------|----------------|---------|----------|----------------|----------|--------------------------------------|
| 25 % | | | -0,08 % | -0,2 % | 2,4 % | -261 | -2.77 |
| 50 % | | | -0,17 % | -0,5 % | 5,1 % | -548 | -5.82 |
| 75 % | | | -0,26 % | -0,7 % | 8,0 % | -866 | -9.18 |
| 100 % | | | -0,37 % | -1,0 % | 11,3 % | -1 219 | -12.92 |
| 100 % | 11,3 % | | -0,45 % | -1,3 % | 14,0 % | -1 496 | -16.16 |
| 100 % | | 15 kr | -9,54 % | -13,9 % | 40,3 % | -31 679 | -287.41 |
| 100 % | 11,3 % | 15 kr | -9,62 % | -14,1 % | 42,9 % | -31 956 | -290.64 |

Beregningene over viser at det er restriksjoner på biltrafikken som gir størst reduksjon i klimautslippene. Mens framkommelighetstiltakene gir en reduksjon på mellom 260 og 1500 tonn Co2 årlig øker denne gevinsten til ca 32.000 tonn når det kombineres med økte bomsatser. Tilsvarende gir framkommelighetstiltakene en reduksjon i de eksterne miljøkostnadene på mellom 2,8 og 16 mill kr årlig, mens den øker til 290 mill kr årlig når bompenger inkluderes i tiltakspakka.

Funnene samsvarer med en rekke andre analyser av kombinerte tiltakspakker i større byområder. At restriksjoner gir en såpass god effekt sammenlignet med kollektivsatsing skyldes at de restriktive tiltakene retter seg direkte mot bilbruken. Kollektivtiltak gir en overgang fra bil, men genererer samtidig flere kollektivreiser, en får overgang fra gange og sykkel, i tillegg til at tilbudsforbedringene betyr økt ruteproduksjon og dermed økte utslipp fra bussene.

Konkurransflater mellom bil og kollektivtransport

UA-modellen kan også benyttes for å beregne konkurranseflatene mellom ulike transportformer. Konkurransforholdet mellom bil og kollektivtransport er et viktig element når man vurderer ulike rutekonsepter eller hvor godt kollektivtilbudet må være for å bli konkurransedyktig overfor bil slik at det tiltrekker seg trafikanter og gir dem et reelt valg mellom å benytte bil eller reise kollektivt. Å finne frem til de rutekonseptene som gir det beste konkurranseforholdet har derfor stor betydning for etterspørselseffekten etter kollektivtransport.

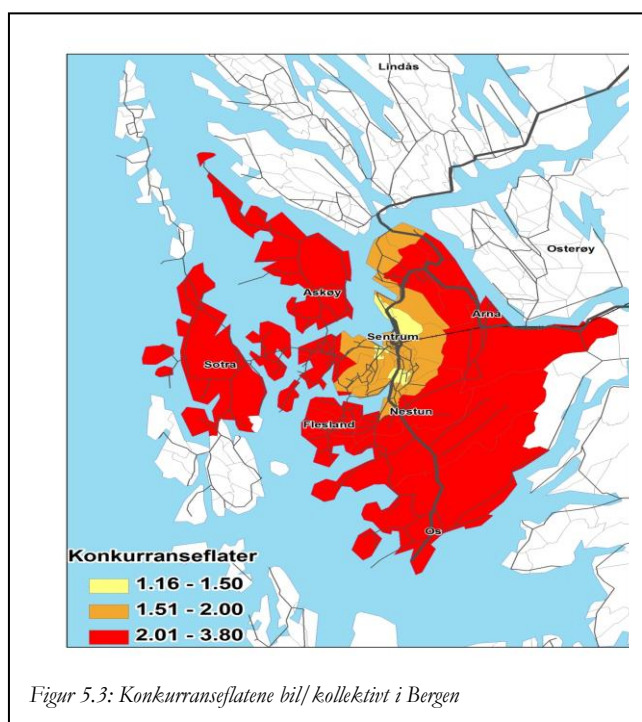
I en nederlandsk analyse av konkurranseflaten mellom bil og kollektivtransport konkluderes det med at kollektivtransporten maksimalt kan ta dobbelt så lang tid som bilen (vektet reisetid) for at det skal være et reelt alternativ for bilistene (Bovy 1991). Det er derfor viktig å kunne gi en størst mulig andel av befolkningen et reisetidsforhold mellom bil og kollektivtransport som er bedre enn 2, dvs. at det ikke tar mer enn 2 ganger så lang tid, målt i GK, å reise kollektivt som å kjøre bil.

Denne alternative modellanalysen danner grunnlag for å vurdere hvilke alternative rutekonsepter som er mest konkurransedyktig i forhold til bilen. For ulike rutekonsepter kan det beregnes både:

- gjennomsnittlig ”konkurransindeks” basert på antall bosatte over 18 år i de ulike sonene i et byområde, og
- fordeling av antall personer som er bosatt innenfor ulike nivåer på konkurranseflatene.

Når vi beregner konkurranseforholdet mellom bil og kollektivtransport tar vi utgangspunkt i verdsetting av reisetid for bil og kollektivtransport, i tillegg til at vi tar hensyn til at de ulike delene av en kollektivreise verdsettes forskjellig (jf. kapittel 2).

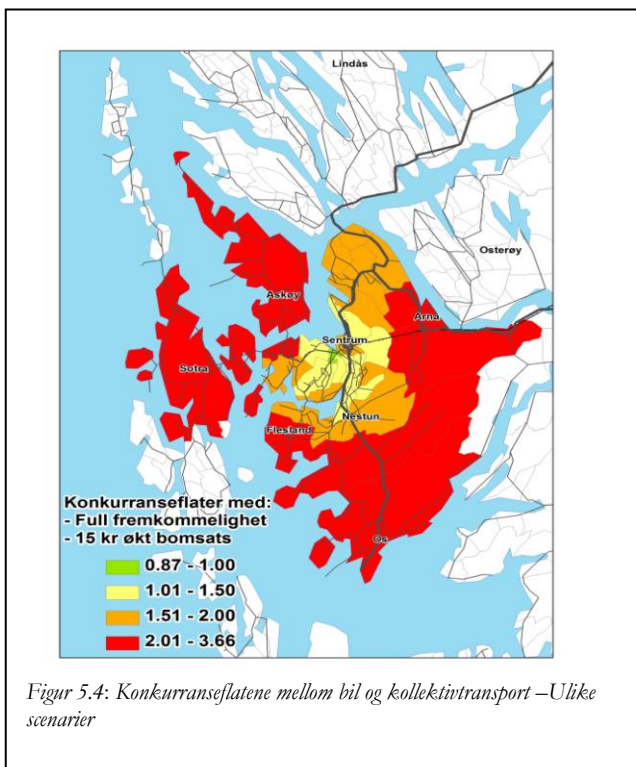
Figur 5.3 viser et eksempel på en slik beregning fra UA-modellen, basert på data fra Bergen. I denne figuren er de røde områdene steder hvor bil i hovedsak er et langt bedre alternativ enn buss, ved at de generaliserte reisekostnadene er mer enn dobbelt så høye som for bil.



Figur 5.3: Konkurranselatene bil/ kollektivt i Bergen

I de beige og gule områdene er det en viss konkurranse mellom bil og kollektivtransport. Totalt sett bør det ca 140.000 innbyggere i områder hvor kollektivtransporten er konkurransedyktig mot bil. Det utgjør ca 45 prosent av befolkningen i Bergen. Det bør understrekes at det her er snakk om gjennomsnittstreiser. Også i de ”røde” områdene er det en del strekninger hvor kollektivtransporten er konkurransedyktig. Men dette kartet illustrerer godt hvilke områder som bør fortettes hvis en skal satses på de områdene som gir størst potensial for mer miljøvennlig transport.

Med utgangspunkt i dette kartet over konkurranseflater mellom bil og kollektivtransport kan vi også belyse hvordan ulike tiltak kan utvide områdene som bør fortettes.



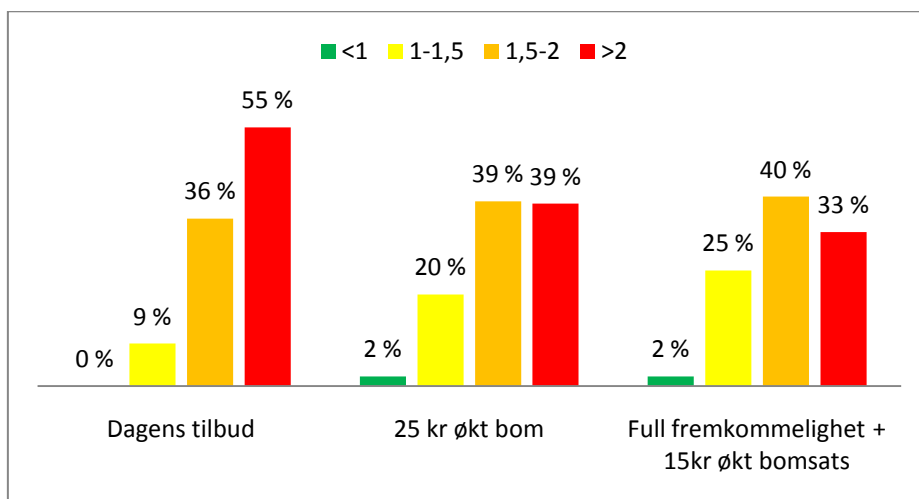
Vi har sett på to ulike scenarier:

1. 25 kr i økte bomsatser
2. 15 kr i økte bomsatser og full framkommelighet for kollektivtransporten

Disse to alternativene gir omtrent samme effekt på endringer i konkurranseflatene mellom bil og kollektivtransport. Figur 5.4 viser effekten av den kombinerte tiltakspakka. Området med gode konkurranseflater for kollektivtransporten øker, primært rundt sentrumsområdene.

Totalt sett er det litt under halvparten av befolkningen som bor i områder med relativt gode konkurranseflater for kollektivtransporten i dag (Figur 5.5). Med de to tiltakspakkene som er skissert over vil andelen av

befolkningen som bor i områder med gode konkurranseflater øke til mellom 60 og 70 prosent. Dette viser at effekten av kombinerte tiltakspakker, og ikke minst restriksjoner på biltrafikken, vil øke potensialet for kollektivtransporten, og også kunne gi bedre effekt av allerede iverksatte kollektivtiltak i områder som tidligere var lite konkurransedyktig mot bil.



Figur 5.5: Andeler av befolkningen i Bergen som bor i områder med ulike grader av konkurranseflater kollektivt/bil. Dagens situasjon, et scenario med 25 kr i økte bomsatser og et scenario med full fremkommelighet og 15 kr i økte bomsatser.

5.4 Etterspørselseffekter basert på kvalitative egenskaper ved tilbudet

Forventet etterspørselseffekt av kollektivtiltakene vil avhenge av hvilke egenskaper ved kollektivtilbudet som påvirker kollektivbruken, og hvordan trafikantene verdsetter disse egenskapene, jf. kapittel 3. Nyere verdsettingsanalyser fra Oslo og Akershus tyder på at kollektivtrafikantene er blitt mer kravstore når det gjelder egenskaper ved kollektivtilbudet. En indikasjon på dette er at kollektivtrafikantenes verdsetting av tid har økt relativt kraftig de siste 8 årene (Ruud m fl 2010). Vi vet ikke om dette er tilfelle også i Bergen. Det er likevel av interesse å få belyst hvordan en slik økt verdsetting av tid kan påvirke kostnadseffektiviteten av bestemte kollektivtiltak.

Vi har belyst hvordan trafikantenes verdsettinger påvirker kostnadseffektiviteten av økt frekvens for kollektivtransporten i Bergen ved å sammenligne resultatene ved bruk av hhv. standard verdsetting av tid fra Håndbok 140 og de nye verdsettingene blant Oslotrafikantene:

1. Standard verdsetting av tid er basert på verdsetting av skjult ventetid på 74 kr per time
2. Nye verdsettingstall gir en verdsetting av skjult ventetid på 112 kr per time
3. Synergigevinster inkluderer gevinsten av mindre trengsel og færre ståplasser hvis frekvensen øker

Vi har ikke gode tall for andelen som må stå på bussene i rushtiden i Bergen. Vi har derfor antatt at andelen med ståplass er omtrent det halve av det som er funnet i Oslo. Med denne antagelsen kan antall kollektivreiser forventes å øke med ca 6 prosent med tradisjonelle verdsettingstall, mens effekten øker til hele 10 prosent hvis vi benytter nyere verdsettingstall fra Oslo og inkluderer synergigevinster av økt frekvens (Tabell 5.7). Disse synergigevinstene er nærmere beskrevet i kapittel 3.

Etterspørselastisiteten for skjulte ventetid/frekvens er beregnet til 0,3 med den laveste verdsettingen, og 0,52 når vi inkluderer synergigevinster. En sammenfatning av ulike norske og internasjonale undersøkelser av tilbudsastisiteten ga et snitt på 0,42 (Johansen 2001). Det betyr at denne metoden for å beregne etterspørselseffekter samsvarer relativt godt med andre analyser av etterspørselseffekter av kollektivtiltak.

Tabell 5.7: Beregnet effekt av 20 prosent økt frekvens for kollektivtransporten i Bergen, gitt ulike kvalitative egenskaper som inkluderes i beregningene. Modellberegninger basert på UA-modellen og ulike verdsettinger av frekvens og trengsel. Modellberegningene er presentert i Haug (2010).

| | Standard verdsetting | Ny verdsetting | Inklusiv synergigevinster |
|--|----------------------|----------------|---------------------------|
| Endret kollektivturer | 6,1 % | 9,2 % | 10,4 % |
| Elastisitet mht frekvens | 0,30 | 0,46 | 0,52 |
| Endret bilturer | -0,5 % | -0,8 % | -0,9 % |
| Økt Co2-utslipp (tonn) | 1 366 | 793 | 620 |
| Endret tilskuddsbehov (mill kr) | 126,3 | 110,6 | 104,9 |
| Endrede miljøkostnader (mill kr) | -3,9 | -5,8 | -6,5 |
| Samfunnsøkonomisk nytte | 170,0 | 230,0 | 280,6 |
| Samfunnsøkonomisk nytte per tilskuddskrone | 1,4 | 2,1 | 2,7 |

Alle disse beregningene vil gi økte klimautslipp fordi utslippsreduksjonen fra biltrafikken er mindre enn de økte utslippene fra bussene. Men de totale miljøutslippene reduseres, med reduserte miljøkostnader på mellom 4 og 7 mill kr årlig. Dette er marginale utslag. Gevinsten er størst i det eksempelet hvor vi inkluderer alle synergigevinstene.

Samlet sett gir 20 prosent økt frekvens en samfunnsøkonomisk gevinst på mellom 170 og 280 mill kr årlig, avhengig av hvilke etterspørselseffekter som inkluderes i prognosene. Den samfunnsøkonomiske nytten per tilskuddskrone blir mellom 1,4 og 2,7 avhengig av modellforutsetninger. Tilsammenligning ga optimaliseringen basert på STRATMOD en samfunnsøkonomisk nytte på 1,8 per tilskuddskrone (Tabell 5.1).

Resultatene viser at en metode som også benytter mer kvalitative faktorer for å beregne etterspørselen av kollektivtiltak gir konsistente resultater sammenlignet med tidligere undersøkelser, og det vil påvirke kostnadseffektiviteten av tiltakene. Det samme vil trolig gjelde for sykkeltiltak, men her er det for lite kvalitative data fra de regionale transportmodellene til å kunne gjennomføre tilsvarende etterspørselsberegninger.

Referanser

ALTRANS 2000

Transportvaner og kollektiv trafikkforsyning. Faglig rapport fra DMU, nr 320. Danmarks Miljøundersøgelser, Miljø- og Energiministeriet 2000.

Bovy, P m fl 1991

“Substitution of travel demand between car and public transport: A discussion of possibilities”. *Paper on PTRC 19th Summer Annual Meeting*. University of Sussex, England.

Balcombe (red) m fl 2004

The demand for public transport: a practical guide. TRL, report TRL593. First published 2004. Kan lastes ned på www.demandforpublictransport.co.uk

Bergen Kommune 2009

Køprising i Bergensområdet? Hovedresultater, konklusjoner og anbefalinger.

Eliasson, Jonas 2004

“Car drivers valuations of travel time variability, unexpected delays and queue driving”, *Proceeding of European Transport Conference, 2004*, Strasbourg, France.

Eliasson, Jonas, 2008. "Lessons from the Stockholm congestion charging trial," *Transport Policy*, Elsevier, vol. 15(6), pages 395-404, November

Ellis, Ingunn Opheim 2010

Analysen av reisevanedata for de største byområdene i Norge. Urbanet Analyse notat 33/2010

Halcrow Fox, 1993.

Accent Marked Research and the University of Leeds (1993): *London Congestion Charging: review and Specification of model elasticities*. A report commissioned by the Department of Transport, London

Haug, Tormod W 2010.

UA-modellen. Dokumentasjon av modellstruktur og forutsetninger for beregninger av ulike tiltakspakker i Bergen. Urbanet Analyse notat 34/2010.

ISOTOPE 1997

Improved structure and organization for urban transport operations of passengers in Europe. Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities.

Johansen, Kjell Werner 2001

Etterspørselastisiteter i lokal kollektivtransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 505/2001

Katz, Rod 1999

Towards a Model Curriculum for Years 7 to 9 Bicycle Education: Literature Review. NRMA - ACT Road Safety Trust

Kjørstad, Katrine m fl 1996

Evaluering av nytt rutenett i Drammen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1023/1996

- Kjørstad, Katrine Næss, Hamre Tom N og Bård Norheim 2009.
KomFort Vest – Modelltesting av kollektivtilbudet i vestregionen. Urbanet Analyse rapport 5/2008
- Kjørstad, Katrine Næss og Bård Norheim 2005
Hva tiltakspakkene for kollektivtransport har lært oss. TØI rapport 810/2005
- Kjørstad, Katrine Næss 1995
Kollektivtrafikanternes preferanser i Moss, Grenland, Kristiansand, Tromsø og Ålesund. TØI rapport 312/1995
- Larsen, Odd I. 1993
Samfunnsnytte av tilskudd til kollektivtransport. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 208/1993
- Martin and Voorhees Associates (MVA) 2000
Valuation of crowding improvements on rail services. Final report prepared for the Shadow Strategic Rail Authority, August 2000. Department for Transport
- Norheim, Bård 2006
Kollektivtransport i nordiske byer - Markedspotensial og utfordringer framover. Urbanet Analyse rapport 2/2006
- Norheim, Bård 2005a
Samfunnsøkonomisk analyse av kollektivtransportens inntektsgrunnlag. Alternativ finansiering av transport i by - Delrapport 4. TØI rapport 767/2005
- Norheim, Bård 2005b
Samfunnseffektiv kollektivtransport. Utfordringer og muligheter i Akershus. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 803/2005
- Norheim, Bård m fl 2008a
Evaluering av forsøk med forvaltningsorganisering i byområdene. Bård Norheim, Jørund Nilsen og Alberte Ruud
- Norheim, Bård m fl 2008b
Rushstidsavgift i Kristiansand? Urbanet Analyse rapport 7/2008. Bård Norheim, Alberte Ruud og Tom Hamre
- Norheim, Bård og Alberte Ruud 2007
Kollektivtransport. Utfordringer, muligheter og løsninger for byområder. Oslo, Statens vegvesen 2007
- Nossum, Åse 2003
Kollektivtilbudet i Osloregionen. Trafikantenes verdsetting av tid. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 633/2003
- Norheim, Bård, Katrine N. Kjørstad og Heidi Renolen 1994
Ny Giv for kollektivtransporten i Drammen – hovedresultater fra samvalganalysen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 241/1994.
- de Palma, A. et R. Lindsey 2007
"Transport User Charges and Cost Recovery", in *Investment and the Use of Tax and Toll Revenues in the Transport Sector*, de Palma, R. Lindsey et S. Proost, eds., Elsevier Science.

- Olsson, Camilla, Jenny Widell og Staffan Algers 2001
Komfortens betydelse för spår- och busstrafik. Transek. Vinnova Rapport 2001:8
- Peterson, B.E. 1998
Bekvämt byte mellan bussar genom dockning. Stockholm, Kommunikationsforsningsberedningen, KFB rapport 1998:27
- Renolen, Heidi 1998
Hva forsøksordningen har lært oss. Hovedkonklusjoner fra forsøk med kollektivtransport 1991-95. TØI rapport 393/1998
- Ruud, Alberte, Ingunn Opheim Ellis, Bård Norheim 2010
Bedre kollektivtransport. Trafikantenes verdsetting av ulike egenskaper ved tilbudet. PROSAM-rapport 187
- Samstad, Hanne, Marit Killi, Rolf Hagman 2005
Nyttekostnadsanalyse i transportsektoren: parametre, enbetskostnader og indekser. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 797/2005
- Stangeby, Ingunn og Bård Norheim 1999
Konkurransflater i persontransportmarkedet - drivkrefter og utviklingstrekk. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI notat 1150/1999
- Stangeby, Ingunn og Kjell Jansson 2001
Målrettet kollektivtransport. Delrapport 2: Trafikantenes preferanser. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 533/2001
- Stangeby, Ingunn og Bård Norheim 1993
Effekten av ruteendringer på folks reisevaner. Resultater fra panelundersøkelser i Tromsø, Kristiansand og Trondheim. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 219/1993
- Transek 2006
Vanresenärenas värdering av förseningar och trängsel i Stockholms Lokaltrafik. Webundersökning. Transek AB rapport 2006.12
- Vibe, Nils 2003
Bytransport under ulike vilkår. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 653/2003
- Vibe, Nils, Katrine Kjørstad, Åse Nossum og Alberte Ruud 2004
Kollektivalternativene i Tønsbergpakken. Bidrag til konsekvensutredningen. Oslo, Transportøkonomisk institutt. TØI rapport 698/2004
- Wardman, Mark 2001
Public Transport values of time. Working paper 564. Institute for Transport Studies, University of Leeds
- Wardman, Mark R 1998
A review of British evidence on the valuations of time and service quality. Working paper 555. Institute for Transport Studies, University of Leeds

Andre datakilder:

Statistisk Sentralbyrå (www.ssb.no): Kollektivtransportstatistikk og befolkningsfremskrivninger

Data fra reisevaneundersøkelsene 1985-2005

UTTP-databasen 1995 og 2001

Urbanet Analyse

Urbanet Analyse AS
Storgata 8, 0155 Oslo

Tlf: [+47] 96 200 700
urbanet@urbanet.no

